Міністерство освіти і науки України
Одеська державна академія будівництва та архітектури

Кафедра технології будівельного виробництва



Конспект лекцій

з дисципліни
«Сучасний стан та перспективи розвитку технології та організації промислового та цивільного будівництва»
для третього освітньо-наукового рівня
за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»,

Одеса 20__

УДК 69.022.32

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Вченою радою інженерно-будівельного інституту

Одеської державної академії будівництва та архітектури

протокол № __ от _____ 2020 року.

Склали: Галушко В.О. – д.т.н., доцент
Менейлюк О.І. – д.т.н., професор
Бабій І.М. - к.т.н., доцент
Лукашенко Л.Е. - доцент
Олейник Н.В. - к.т.н., доцент
Трофимова Л.Є. - к.т.н., доцент

Рецензенти: Кравчуновська Т.С. – д.т.н., проф. завідувач кафедри планування і організації виробництва Придніпровської державної академії будівництва та архітектури
Осипов О.Ф. – д.т.н., проф., кафедри технології будівельного виробництва Київського національного університету будівництва і архітектури

Мета конспекту лекцій – підвищення ефективності навчального процесу, в тому числі завдяки самостійній роботі, у ході якої студент стає активним суб’єктом вивчення дисципліни.

Конспект лекцій розроблений для самостійної роботи студентів з дисципліни «Сучасний стан та перспективи розвитку технології та організації промислового та цивільного будівництва» з урахуванням передбаченого навчального навантаження в обсязі 90 годин, у тому числі _60_години – самостійної роботи.

У конспекті лекцій представлені зміст, перелік будівельних процесів при нульовому циклу, влаштування різних видів фундаментів, та область їх застосування, бетонні робит для каркасних будівель на базі новітніх досягнень будівельної індустрії, кам´яної кладки, монтажні роботи для різних типів будівель, новітні технології. Наводиться перелік контрольних питань для перевірки знань дисципліни та інформаційні джерела.

Конспект лекцій рекомендується для Третього освітньо-наукового рівня, за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія».

Відповідальний за випуск:
Завідувач кафедри ТБВ, д.т.н., професор Менейлюк О.І..

ЗМІСТ

Блок 1. Сучасний стан технології промислового та цивільного будівництва

Тема № 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ПОНЯТТЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА……..... 9
1.1 Будівельне виробництво та будівельні процеси…..……..... 11
1.2. Будівельні процеси, їх структура і класифікація……..... 13
1.3. Будівельно-монтажні роботи, їх структура і класифікація……..... 14
1.4. Індустріалізація будівництва……..... 16
1.5. Якість будівельної продукції……..... 18
Питання для самоперевірки……..... 19
Список літератури……..... 20
Тема № 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРАЦІ РОБІТНИКІВ У БУДІВНИЦТВІ...….. 20
2.1. Норми і продуктивність праці……..... 20
2.2. Технічне та тарифне нормування……..... 23
2.3. Організація праці робітників……..... 26
2.4. Підготовка до виробництва……..... 27
2.5. Організаційно-технічна підготовка (ОТП) до виробництва…….... 31
Питання для самоперевірки……..... 34
Список літератури……..... 34
Тема № 3. ЗЕМЛЯНІ РОБОТИ…….. 34
3.1. Види земляних споруд…… 35
3.2. Класифікація та основні будівельні властивості ґрунтів…… 36
3.3. Підготовка будівельного майданчика…….. 41
3.4. Зміцнення ґрунтів…… 52
3.5. Визначення обсягів земляних робіт…….. 55
3.6. Основні способи розробки ґрунту і механізми, що використовуються при цьому…… 60
3.7. Розробка ґрунту однокошовими екскаваторами……. 62
3.8. Розробка ґрунту екскаваторами безперервної дії……..... 77
3.9. Розробка ґрунту землерийно-транспортними машинами…….. 80
3.10. Спеціальні способи виробництва земляних робіт…… 90
3.11. Укладання та ущільнення ґрунтів…… 95
3.12. Розробка ґрунту в зимових умовах……. 99
3.13. Комплексна механізація земляних робіт……..... 102
3.14. Контроль якості робіт та охорони навколишнього середовища……. 102
Питання для самоперевірки…… 104
Список літератури…….. 104
Тема № 4 ПАЛЬОВІ ФУНДАМЕНТИ…..…….. 105
4.1. Загальні поняття і класифікація фундаментів…… 105
4.2. Стрічковий фундамент…… 107
4.3. Стовпчастий фундамент…….. 111
4.4. Пальовий фундамент……... 114
4.5. Плитковий фундамент……. 140
4.6. Плаваючий фундамент…….. 141

Питання для самоперевірки…….. 142
Список літератури……. 143
ТЕМА № 5. СУЧАСНІ МЕТОДИ КОМПЛЕКСНОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА РОБОТИЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ. КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ ПРИ ВИКОНАННІ БЕТОННИХ РОБІТ……... 144
5.1. Загальні відомості про виробництво бетонних робіт……. 144
5.2. Основні особливості бетонної суміші та бетону……. 145
5.3. Структура комплексного процесу бетонування конструкцій та її залежність від процесів, що протікають при твердінні бетону……... 148
Питання для самоперевірки…….. 151
Список літератури……. 151
ТЕМА № 6. ОПАЛУБНІ РОБОТИ…… 152
6.1. Загальні відомості…… 152
6.2. Класифікація та область застосування опалубок…… 154
6.3. Технологія опалубних робіт…….. 162
6.4. Застосування та влаштування різних типів опалубки для бетонування конструкцій і споруд…….. 164
Питання для самоперевірки…….. 183
Список літератури……. 183
ТЕМА № 7. АРМАТУРНІ РОБОТИ…….. 184
7.1. Загальні відомості про арматуру…….. 184
7.2. Заготівля арматури…….. 186
7.3. Транспортування та влаштування арматурних елементів……. 188
7.4. Види з'єднань арматурних елементів……..... 190
7.5. Армування попередньо напружених залізобетонних конструкцій….. 196
Питання для самоперевірки…….. 197
Список літератури……. 198
ТЕМА № 8. ПРИГОТУВАННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ…… 198
8.1. Приготування суміші…….. 198
8.2. Виготовлення і транспортування бетонної суміші до об'єкту…….. 206
8.2.1. Мобільні бетонні заводи…….. 206
8.2.2. Механізація транспортування суміші…… 208
8.3. Механізація подачі та розподілу суміші…….. 211
8.4. Трубопровідний транспорт……..... 218
Питання для самоперевірки…….. 223
Список літератури……. 223
ТЕМА № 9. ТЕХНОЛОГІЇ БЕТОНУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ…… 224
9.1. Укладання бетонної суміші…… 224
9.2. Ущільнення бетонної суміші……. 2262
9.3. Влаштування робочих швів…… 35
9.4. Бетонування пласких конструкцій……..... 238
9.5. Бетонування масивів і фундаментів…….. 241
9.6. Бетонування колон, стін, балок і плит перекриттів…….. 245
9.7. Зведення конструкцій у ковзній опалубці……..... 247

9.8. Поточний метод виробництва бетонних та залізобетонних робіт……. 248
9.9. Метод «термосу»……. 248
Питання для самоперевірки…… 249
Список літератури……..
ТЕМА № 10. СПЕЦІАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ БЕТОННИХ РОБІТ……. 249
10.1. Роздільне бетонування…….. 2492
10.2. Ін'єктування каналів в попередньо напружених конструкціях…….. 5125
10.3. Торкретування…… 2
10.4. Вакуумування……..... 257
10.5. Підводне бетонування……... 260
Питання для самоперевірки…….. 266
Список літератури……. 266
ТЕМА № 11. ВИТРИМУВАННЯ БЕТОНУ ТА КОНТРОЛЮ ЙОГО ЯКОСТІ У КОНСТРУКЦІЯХ…… 267
11.1. Догляд за бетоном у процесі твердіння……. 267
11.2. Контроль якості……. 269
11.3. Перевірка міцності бетону…… 270
11.4. Випробовування бетону на водонепроникність і морозостійкість…… 271
11.5. Неруйнівні методи контролю якості бетону…… 271
11.6. Оформлення технічної документації та приймання робіт…….. 273
Питання для самоперевірки…….. 273
Список літератури……. 274
ТЕМА № 12. ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БЕТОННИХ РОБІТ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ…… 274
12.1. Вплив зимових умов та жаркого клімату на виробництво бетонних робіт……. 275
12.2. Підготовка до виробництва бетонних робіт…… 278
12.3. Підбір складів і приготування бетонних сумішей……... 279
12.4. Транспортування і подача бетонних сумішей до місця укладання…… 284
12.5. Вибір методу бетонування. Укладання і ущільнення бетонних сумішей. Догляд за бетоном конструкцій……..... 286
12.6. Особливості контролю якості бетонних робіт в екстремальних кліматичних умовах…… 317
12.7. Охорона праці при виробництві бетонних робіт……..... 319
Питання для самоперевірки……... 322
Список літератури…….. 323
ТЕМА № 13
13.1. Монтаж будівельних конструкцій. Загальні відомості…..…… 323
13.2. Потоковість будівельних процесів…… 323
Питання для самоперевірки…….. 328
Список літератури…….. 333

ТЕМА № 14
14.1. Засоби механізації монтажних робіт при зведенні об'єктів……. 334
14.2. Способи транспортування та укрупнення конструкцій…… 338
Питання для самоперевірки…….. 350
Список літератури……. 352
ТЕМА № 15
15.1. Методи монтажу будівельних конструкцій……. 360
15.2. Зведення одноповерхових промислових будівель…….. 370
Питання для самоперевірки……..
Список літератури…….
ТЕМА № 16
16.1. Зведення багатоповерхових каркасних будівель……. 374
16.2. Монтаж великопанельних безкаркасних будівель……. 384
16.3. Монтаж будівель з великих блоків…… 387
16.4. Монтаж будівель з об'ємних блоків…….. 389
16.5. Зведення баштових споруд……. 391
16.6. Зведення просторових будівель і споруд……. 422
16.7. Зведення висотних будівель спеціальними методами…….. 450
Питання для самоперевірки…….. 460
Список літератури…….
ТЕМА № 17 464
17.1. Бетонні за залізобетонні роботи. Загальні відомості……. 466
17.2. Опалубні роботи. Загальні відомості……. 469
17.3. Види опалубки…… 481
Питання для самоперевірки……..
Список літератури……. 483
ТЕМА № 18…….. 499
18.1. Види опалубки (продовження)…….. 515
18.2. Арматурні роботи……..
Питання для самоперевірки…….. 517
Список літератури……. 522
ТЕМА № 19…….. 535
19.1. Приготування бетонної суміші……. 543
19.2. Транспортування бетонної суміші…….
19.3. Бетонування конструкцій…….
Питання для самоперевірки……..
Список літератури…….
ТЕМА № 20……
20.1. Бетонування конструкцій (продовження)..…… 544
20.2. Вистоювання бетону і догляд за ним…… 561
20.3. Контроль міцності бетону…….. 565
20.4. Розпалублення конструкцій…… 567
20.5. Виконання бетонних робіт в зимових умовах…….. 570
20.6. Виконання бетонних робіт в умовах сухого жаркого клімату…… 581
Питання для самоперевірки…….. 585

Список літератури……. 587
Блок 2 Основні положення сучасної організації промислового будівництва 588
ТЕМА №21. ПОКРІВЕЛЬНІ РОБОТИ…… 606
Питання для самоперевірки…….. 606
Список літератури……. 625
ТЕМА №22. ВЛАШТУВАННЯ СУЧАСНИХ ФАСАДНИХ СИСТЕМ..
Питання для самоперевірки……..
Список літератури…….
ТЕМА №23. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВНУТРІШНІХ ОПОРЯДЖУВАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ……. 626 630
Питання для самоперевірки……..
Список літератури…….
ТЕМА №24. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ УЛАШТУВАННЯ СТЕЛЬ. ФАРБУВАЛЬНІ СИСТЕМИ……... 631 635
Питання для самоперевірки……..
Список літератури…….
ТЕМА №25. ПОКРИТТЯ З ОБЛИЦЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ...…… 636
Питання для самоперевірки…….. 640
Список літератури…….
ТЕМА №26. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ УЛАШТУВАННЯ ПІДЛОГ….. 640
Питання для самоперевірки…….. 652
Список літератури…….
ТЕМА №27. ВЛАШТУВАННЯ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ.……. 652
Питання для самоперевірки…….. 655
Список літератури…….
ТЕМА №28. ТЕХНОЛОГІЇ ЗАПОВНЕННЯ ПРОРІЗІВ..……. 655
Питання для самоперевірки…….. 657
Список літератури…….
Блок 3 Перспективи розвитку технології та організації промислового та цивільного будівництва
ТЕМА №29. ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЯ ФУНДАМЕНТІВ, ПЕРЕКРИТТІВ, ПОКРИТТІВ ТА ДАХІВ БУДИНКІВ…… 658
Питання для самоперевірки…….. 688
Список літератури…….
ТЕМА №30. ФАСАДНІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ СИСТЕМИ……..
Питання для самоперевірки…….. 689
Список літератури…….
ТЕМА №31. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ БУДИНКИ……. 767
Питання для самоперевірки…….. 793
Список літератури…….
ТЕМА №32. ТЕПЛО- І ЗВУКОІЗОЛЯЦІЯ СВІТЛОПРОЗОРИХ СИСТЕМ, ВІКОННИХ І ДВЕРНИХ ПРОЄМІВ ……. 794
Питання для самоперевірки…….. 814
Список літератури…….

ТЕМА №33. ЗВУКОІЗОЛЯЦІЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД…….. 815
Питання для самоперевірки…….. 833
Список літератури…….
ТЕМА №34. АНТИКОРОЗІЙНИЙ ЗАХИСТ……
Питання для самоперевірки…….. 908
Список літератури…….
ТЕМА №35. ЗВЕДЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД……. 925
Питання для самоперевірки…….. 939
Список літератури……. 939

Тема № 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ПОНЯТТЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

План

1.1.Будівельне виробництво та будівельні процеси.

1.2. Будівельні процеси, їх структура і класифікація.

1.3. Будівельно-монтажні роботи, їх структура і класифікація.

1.4. Індустріалізація будівництва.

1.5. Якість будівельної продукції.

§ 1.1. Будівельне виробництво та будівельні процеси

Технологія будівельного виробництва вивчає сукупність процесів переробки будівельних матеріалів на вироби та конструкції і перетворення цих виробів та конструкцій на готову доброякісну продукцію будівництва – будівлі і споруди. На відміну від інших галузей промисловості, де продукт праці, як правило, рухається в процесі виробництва, а засоби праці залишаються нерухомими, у будівельному виробництві продукція залишається нерухомою, а переміщаються засоби та знаряддя праці.

Метою будівельного виробництва є зведення будівель і споруд, що представляють собою кінцеву продукцію будівництва: житлові будинки, цивільні будівлі (школи, театри, магазини та ін.), підприємства різних галузей промисловості, енергетичні об'єкти, транспортні споруди, сільськогосподарські будівлі, спортивні споруди та багато інших об'єктів.

Елементами будівельної продукції, що виконується будівельними підрозділами (бригадами та робочими), можуть бути окремі частини будівель і споруд, змонтоване обладнання тощо. Кількість продукції або об’єм робіт у цьому випадку, зазвичай, виражається у натуральних одиницях (штуках, тонах, кубічних або квадратних метрах та ін.). Незакінчені елементи будівельної продукції називають елементами будівельної конструкції.

Будівництво ведеться за заздалегідь розробленими проектами, в яких визначаються особливості об'єктів: конструктивні схеми; матеріали та деталі,

з яких повинні споруджуватися об'єкти; планувальні рішення та інші особливості будівель і споруд.

Під будівлями розуміють наземні споруди, що призначені і пристосовані для життєдіяльності людини (житлові будинки, школи, офіси, фабрики та інші).

Інші наземні, підземні і підводні споруди називаються інженерними спорудами, а робітники, що зводять ці споруди, за характером споруд – мостобудівельниками, тонелебудівельниками тощо.

На методи виконання робіт впливають конструктивні особливості будівель і споруд: одноповерхові, мало- і багатоповерхові; висотні; каркасні; з неповним каркасом і безкаркасні з поперечними, поздовжніми та поздовжньо-поперечними несучими стінами; цегляні; крупнопанельні; дрібно- і крупноблочні тощо.

Будівельна продукція, у порівнянні з промисловою, має ряд особливостей:

- будівлі та споруди, що будуються, знаходяться нерухомо на одному місці, а робочі переміщаються по об'єктах, поверхах, приміщеннях всередині поверхів;

- тривалість будівництва будівель і споруд становить місяці, а іноді й роки;

- будівлі та споруди бувають різні за формою, розмірами, складністю та точністю виконання робіт;

- окремі об'єкти часто знаходяться на великій відстані один від одного;

- в процесі створення будівельної продукції, окрім безпосередньо будівельних організацій, бере участь велика кількість інших організацій та підприємств (проектні, транспортні, заводи-виробники будівельних матеріалів, деталей, конструкцій тощо.).

§ 1.2. Будівельні процеси, їх структура і класифікація

Будівельне виробництво складається з будівельних процесів, що протікають на будівельному майданчику і мають кінцевою метою зведення будівель і споруд, а в ряді випадків – реконструкцію, ремонт, термомодернізацію, відновлення, розбирання або переміщення. У будь-якому будівельному процесі беруть участь предмети та знаряддя праці. За допомогою знарядь праці робочі впливають на предмет праці; для цієї мети застосовуються різні механізовані інструменти та будівельні машини. У багатьох будівельних процесах робочі застосовують допоміжні пристрої і пристосування, як, наприклад, риштування і підмостки, підйомник, кондуктор для зведення крупнопанельної будівлі, монтажна люлька, навісні сходи тощо.

Будівельне виробництво складається з будівельних процесів, що протікають на будівельному майданчику і мають кінцевою метою зведення, відновлення або ремонт різних будівель, споруд або їх частин. Будівельні процеси бувають *основними, допоміжними і транспортними*, наприклад основний процес – кладка цегляної стіни, допоміжний – влаштування риштування, транспортний – підйом на поверх цегли та розчину.

В результаті виконання основного процесу створюється елемент будівельної продукції. Допоміжний і транспортний процеси сприяють успішному здійсненню основного процесу.

У будь-якому будівельному процесі (кам'яна кладка, штукатурні, малярні та інші роботи) беруть участь: робітники, предмет праці (матеріали, конструкції), знаряддя праці (будівельні машини, інструменти). У багатьох будівельних процесах робочі застосовують допоміжні пристрої і пристосування, наприклад, навісні фасадні підйомники (люльки), сходи, кондуктори та ін.

Технологічно однорідний і організаційно неподільний елемент будівельного процесу називається *робочою операцією*. Для неї характерні незмінюваність складу робітників-виконавців, предметів і знарядь праці.

Кожна робоча операція складається з декількох, тісно пов'язаних між собою робочих прийомів, які складаються з окремих рухів. Робоча операція може виконуватися одним робітником або ж групою узгоджено діючих робочих.

У першому випадку операція є індивідуальною, у другому – груповий (ланковий або бригадний).

За складністю виробництва будівельні процеси поділяються на *робочі (прості)* та *комплексні (складні)*.

Робочим процесом називається сукупність технологічно пов'язаних робочих операцій, які виконуються одним складом виконавців, наприклад монтаж стінових панелей, укладання плит покриття тощо.

Комплексним процесом називається сукупність процесів, які виконуються одночасно, та знаходяться між собою в безпосередній організаційній залежності і пов'язані єдністю кінцевої продукції (Рис. 1.1).



Рис. 1.1. Структурна схема комплексного будівельного процесу

У виконанні комплексного процесу беруть участь робочі самих різних спеціальностей.

Будівельні процеси, що виконуються вручну з використанням ручного інструменту та найпростіших пристосувань, називають *ручними*, а такі, що виконуються за допомогою електричних ручних машин (електропили, електрорубанки та ін.) – *напівмеханізованими*. Будівельно-монтажні процеси, що виконуються за допомогою машин і механізмів, де функції робочого зводяться лише до управління даною машиною, називають *механізованими*. Якщо всі технологічні операції процесу (основні і допоміжні) виконуються за допомогою комплекту машин, то такий процес називають *комплексно механізованим*.

Подальший розвиток механізації призводить до автоматизації – найвища міра організації виробничого процесу, яка звільняє людину від безпосереднього управління процесом.

Автоматизованим називають процес, у якому ручна праця людини з управління машинами (процесом, операцією) виконується спеціальними пристроями, що забезпечують задані продуктивність і якість продукції без участі людини.

Залежно від характеру виробництва розрізняють безперервні і перервні процеси. У безперервних процесах виробничі операції протікають одна за одною. Їх тривалість визначається лише організаційними міркуваннями. Перервні процеси супроводжуються перервами, пов'язаними з властивостями матеріалів, що використовуються або напівфабрикатів (розчинів, бетонної суміші) і особливостями технології (витримуванням бетону, твердінням штукатурки, тужавленням гідроізоляції тощо). Перервні процеси подовжують термін робіт, тому їх іноді замінюють безперервними. Наприклад, вологу штукатурку – облицюванням, а монолітні конструкції – збірними тощо.

За значенням у виробництві процеси поділяють на провідні та сумісні. Провідні процеси визначають технологічну послідовність виробництва; сумісні процеси можуть виконуватися паралельно з провідними.

Суміщення процесів дозволяє значно скоротити тривалість будівництва.

§ 1.3. Будівельно-монтажні роботи, їх структура і класифікація

З будівельних процесів (простих, комплексних та їх поєднань) складаються будівельно-монтажні роботи (БМР), результатом виконання яких є будівельна продукція.

Будівельні роботи підрозділяються на кілька видів за ознакою матеріалів, що застосовуються при цьому або конструктивними елементами, що є результатом цих робіт, наприклад, земляні, бетонні, покрівельні, ізоляційні роботи тощо.

Під монтажними роботами розуміють комплекс технологічних операцій з установки в проектне положення і з'єднання в одне ціле окремих, виготовлених заздалегідь, елементів будівельних конструкцій, вузлів і деталей, санітарно-технічного та іншого обладнання. Наприклад, установка металевих, залізобетонних або дерев'яних ферм, балок; монтаж систем водопостачання, електричних пристроїв або вузлів технологічного обладнання.

Розрізняють *загальнобудівельні, спеціальні* та *заготівельні роботи*.

Загальнобудівельні роботи включають в себе комплекс робіт, в результаті яких виходить незавершена будівельна продукція у вигляді, так званої, коробки будівлі або споруди. До складу цих робіт входять викопування котлованів, зведення фундаментів, стін, покрівель тощо.

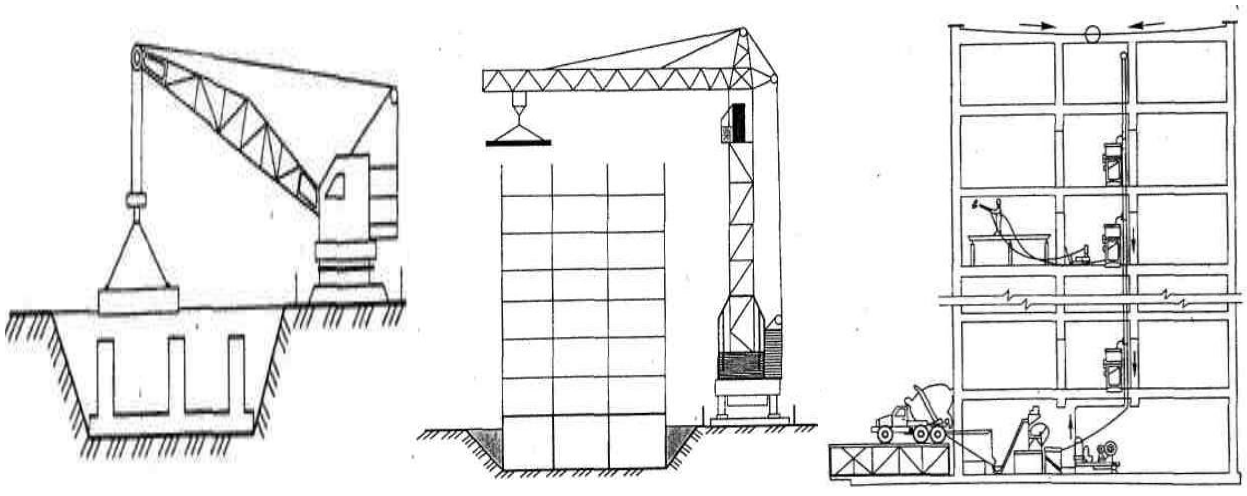
Спеціальні роботи виконують після завершення загальнобудівельних робіт або паралельно з ними. До них відносяться монтаж систем водопостачання, каналізації, опалення, вентиляції, електропроводки тощо, а також монтаж технологічного обладнання у виробничих будівлях, котелень.

Заготівельні роботи призначені для виготовлення будівельних виробів і напівфабрикатів (арматури, збірних деталей і конструкцій, бетонної суміші, розчину) або підвищення ступеня їх готовності, а також для укрупнення

елементів конструкцій. Ці роботи зазвичай виконують на спеціалізованих підприємствах (заводах залізобетонних виробів (ЗБВ), центральних бетонорозчинних вузлах (БРВ) та ін.). Але вони можуть здійснюватися і в умовах будівельного майданчика (приоб'єктні БРВ, арматурні цехи та ін.).

При зведенні будинків прийнято групувати роботи за стадіями, які називаються циклами (Рис. 1.2). Після закінчення підготовчого періоду будівництва здійснюють роботи *першої стадії – підземного циклу*. До складу робіт цієї стадії входять земляні роботи (риття виїмок і зворотна засипка ґрунту з ущільненням); бетонні та залізобетонні роботи (улаштування фундаментів, бетонної підготовки); монтаж будівельних конструкцій (колон, панелей стін підвалу); гідроізоляційні роботи (гідроізоляція підлоги, стін підвалу); улаштування вводів комунікацій тощо.

На *другій стадії (надземний цикл)* зазвичай виконують зведення стін та улаштування перекриттів (при каркасно-монолітному або монолітному будівництві, цегляній кладці), монтаж будівельних конструкцій (при каркасному будівництві з готових залізобетонних елементів), зовнішніх і внутрішніх панельних стін (при зведенні каркасно-панельних або панельних будинків), влаштування віконних та дверних отворів, ліхтарів; бетонні, покрівельні (улаштування покрівлі), столярні (навішування воріт, монтаж дверей, вікон) і санітарно-технічні роботи (установка коробів вентиляційних систем).



а б в

Рис. 1.2. Зведення будівлі за стадіями (циклами):

а - підземний цикл; б - надземний цикл; в - оздоблювальний цикл

На *третій*, заключній *стадії*, яку можна називати *оздоблювальним циклом*, виконують, в основному, штукатурні або облицювальні роботи, фарбування стін, стель, віконних заповнень, дверей, влаштування підлог, спецмонтажні роботи (внутрішні сантехнічні, системи вентиляції та електромонтажні), монтаж технологічного обладнання та ін.

Виконання сантехнічних, електромонтажних та інших спеціальних робіт узгоджується з виконанням загальнобудівельних робіт. Наприклад, вводи комунікацій влаштовують в період виконання робіт підземного циклу, а сантехнічні та електромонтажні роботи виконують в період оздоблювальних робіт.

Усі будівельні роботи повинні виконуватися відповідно до вимог та рекомендацій загальнодержавних будівельних нормативних документів (Державні будівельні норми (ДБН) та Державний стандарт України (ДСТУ)). Для розвитку і конкретизації та прив'язки будівництва до місцевих умов розроблюється проектно-технологічна документація: проект організації будівництва (ПОБ) і проект виконання робіт (ПВР).

Будівництво будівель, споруд та їх комплексів здійснюється за затвердженою проектно-кошторисною документацією, яку розробляє проектна організація на підставі виданого забудовником завдання на проектування.

Відступи від проекту або зміни в ньому підрядними організаціями повинні бути *обов'язково* узгоджені з проектною організацією.

§ 1.4. Індустріалізація будівництва

Сучасне будівельне виробництво розвивається за принципами індустріалізації – все більшого впровадження машинного виробництва, переносу більшості допоміжних операцій до заводських умов. Для малоповерхових будинків розвивається контейнерна поставка будівельних матеріалів повної заводської готовності.

Широко застосовується монтаж збірних металевих конструкцій, агрегатна технологія монолітного залізобетону, «суха» обробка внутрішніх приміщень. Від комплексної механізації окремих видів робіт переходять до комплексної механізації зведення об'єкта в цілому за допомогою комплектів ефективних будівельних машин, транспортних засобів, допоміжного обладнання та електрифікованого інструменту.

До основних складових індустріалізації відносяться:

- механізація і комплексна механізація (у перспективі автоматизація) основних видів будівельно-монтажних робіт (БМР) на основі впровадження високоефективних будівельних машин і автоматів;

- монтаж технологічних збірних конструкцій і вузлів, тобто максимально стандартизованих та уніфікованих виробів, збірка і улаштування яких в проектне положення здійснюється з найменшими витратами ресурсів і грошових коштів;

- розвиток матеріально-технічної бази будівництва в масштабах, що випереджає зростання обсягів БМР;

- зниження маси окремих елементів і будівлі в цілому завдяки ширшому впровадженню легких бетонів, металів підвищеної міцності, клеєних дерев'яних конструкцій, ефективних ізоляційних і оздоблювальних матеріалів;

- потоковість виконання будівельних процесів.

Індустріалізація створює умови для скорочення термінів будівництва, підвищення ефективності капітальних вкладень і продуктивності праці, зниження кошторисної вартості будівництва.

Однак індустріалізація пред’являє до будівельників ряд додаткових вимог.

Основні обов’язки інженерно-технічних працівників (ІТП) в умовах індустріалізації наступні:

- вибір найбільш прийнятної технології виконання будівельних процесів і робочих операцій на основі застосування нової ефективної будівельної техніки;

- організація робочих місць, повне завершення попередніх робіт, раціональне розміщення машин і механізмів, інвентарю та матеріалів;

- планування режимів праці та послідовності виконання робіт, при яких процеси, що вимагають підвищеної точності, виконувалися б на початку робочої зміни;

- формування бригад і ланок таким чином, щоб кваліфікаційний склад бригад і ланок забезпечував рівномірне завантаження окремих робітників у колективі;

- виключення причин явних і прихованих простоїв, пов'язаних з непідготовленістю фронту робіт, неузгодженістю виконання суміщених процесів, несвоєчасним постачанням матеріалів, а також виключення випадків порушення трудової дисципліни тощо;

- забезпечення нормальних взаємовідносин всередині виробничого колективу.

§ 1.5. Якість будівельної продукції

Ринкові відносини пред'являють особливі вимоги до якості продукції, оскільки вона є одним з основних факторів, що впливають на економічність і рентабельність закінченого будівельного об'єкту і забезпечують його надійність і довговічність.

Якість зведених будівельниками будинків визначається якістю розробки проектно-кошторисної документації, матеріалів і виробів, що застосовуються, виконання будівельно-монтажних робіт (БМР).

Якість виконання БМР оцінюється: візуально в тих місцях, які доступні для огляду; за допомогою найпростіших вимірювальних приладів (рулетка, кут); за допомогою геодезичних інструментів (теодоліт, нівелір, тахеометр);

безпосереднім виміром напружень, що виникають в конструкціях; неруйнівними методами (акустичні методи, просвічування та ін.).

Лінійні інженерно-технічні працівники (майстри, виконроби) здійснюють поточний контроль постійно відповідно до рекомендацій нормативних документів. Забудовник і генеральна проектна організація здійснюють систематичний контроль через свої органи: технагляд замовника і авторський нагляд генпроектувальника.

Крім цього, бригадним порядком здійснюється громадський контроль при передачі конструкцій в роботу. Так, штукатури, перш ніж приступити до нанесення штукатурного розчину на кам'яні стіни, перевіряють якість робіт мулярів, маляри – якість робіт штукатурів тощо.

Посилюється контроль за впливом будівельного виробництва на навколишнє середовище (викиди газу і пилоподібних речовин в атмосферу; зливання в ґрунт кислот, нафтопродуктів, відходів виробництва – розчинів, барвників, розчинників тощо; розпушування великих земельних площ, що призводить до ерозії ґрунту та ін.)

Рішення з охорони природи розробляються в проекті організації будівництва відповідно до чинного законодавства, стандартів і документів, що регламентують раціональне використання та охорону природних ресурсів.

Питання для самоперевірки:

1. Що вивчає дисципліна «Технологія будівельного виробництва»?
2. Основне завдання при виконанні земляних робіт?
3. Назвіть будівельні процеси та їх класифікацію?
4. Що називають будівлями?
5. Які роботи відносяться до будівельно-монтажних процесів?
6. Перелічити структуру і класифікацію будівельно-монтажних процесів.
7. Що таке індустріалізація будівництва?

8. Як визначається якість будівельної продукції?

Список літератури

1. Г.К. Соколов. Технологія та організація будівництва. - М.: Видавничий центр «Академія», 2008. - 528 с.
2. Технологія будівельних процесів // Данилов М.М., Терентьєв О.М., під ред. М.М. Данилова та О.М. Терентьєва. - М.: «Вища школа», 2000 р.
3. Афонін І.А., Євстратов Г.І., Штоль Р.М. «Технологія і організація монтажу спеціальних споруд». Навчальний довідник. - М.: Вища школа, 1986 р.
4. Дикман Л.Г. «Організація і планування будівельного виробництва». - М.: Вища школа, 1988 р.
5. Технологія будівельного виробництва. За редакцією В.К. Черненка, М.Г. Ярмоленка. Київ: Вища школа, 2002.

Тема № 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРАЦІ РОБІТНИКІВ У БУДІВНИЦТВІ

План

2.1. Норми і продуктивність праці.

2.2. Технічне і тарифне нормування.

2.3. Організація праці робітників.

2.4. Підготовка до виробництва.

2.5. Організаційно-технічна підготовка (ОТП) до виробництва.

§ 2.1. Норми і продуктивність праці

Різні види будівельно-монтажних робіт виконуються робітниками різних професій і спеціальностей.

Професія – це рід занять, що вимагає спеціальної підготовки і визначається видом і характером роботи, що виконується.

Спеціальність – поняття більш «вузьке», ніж професія. Наприклад, машиніст за професією може мати спеціальність машиніста екскаватора, крана, трактору тощо.

У «Єдиному тарифно-кваліфікаційному довіднику робіт і професій робітників, зайнятих у будівництві і на ремонтно-будівельних роботах» (ЄТКС) налічується 179 професій і 276 спеціальностей будівельних робітників.

Рівень професійної підготовленості робітника визначається його *кваліфікацією*. Показником кваліфікації є *розряд*, який присвоюється робочому відповідно до вимог, що наведені для кожної професії і спеціальності в ЄТКС.

У зв'язку з ускладненням виконуваних процесів (робіт) встановлено шість кваліфікаційних розрядів. Деякі спеціальні види робіт вимагають робочих особливо високої кваліфікації (поза розряду).

Черговий розряд робітникові присвоює кваліфікаційна комісія на основі вимог ЄТКС до того, що робітник *повинен знати* і *повинен вміти*.

Основними джерелами поповнення робочих кадрів є середні школи з виробничим навчанням, професійні училища (коледжі) і оргнабір. Професійні училища готують 20% кваліфікованих робітників, 80% готують на виробництві шляхом індивідуального, бригадного і курсового навчання.

Для успішного виконання будівельних робіт робітників об’єднують за кваліфікаціями в бригади і ланки, оскільки будь-яка робота складається з операцій різного ступеню складності. Зазвичай ланка складається з 2-5 чоловік, бригада – до 50-60 робітників. До ланки і бригади підбирають робітників, які мають різну професію.

Бригади бувають *спеціалізованими* (бригада штукатурів чи малярів) і *комплексними*, які виконують різні види робіт і мають у своєму складі спеціалізовані ланки. Для підвищення продуктивності праці робітники в комплексних бригадах опановують суміжні спеціальності. Для виконання всього комплексу робіт на об’єкті досить ефективні комплексні бригади

кінцевої продукції, в яких продуктивність праці, як правило, буває на 15-20% вище, ніж у звичайних комплексних бригадах.

Продуктивність праці визначається *виробітком*, тобто кількістю продукції, випущеної за одиницю часу. У невеликих організаціях продуктивність зазвичай виражається в натуральних показниках: кубічних метрах укладеного бетону, квадратних метрах пофарбованої поверхні тощо. Для планування на рівні Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України (Мінрегіонбуд України), великих будівельних організацій, фірм, застосовуються вартісні показники (тис. грн.).

Облік продуктивності праці досить часто ведуть у відсотках:

$$П_п = В/Н_в * 100\%, \quad (2.1)$$

де В – виробіток;

$Н_в$ – норма виробітку, або нормативна кількість продукції необхідної якості, яку повинен випустити робітник або машина за одиницю часу при умовах, що прийняті для встановлення норм часу.

Норма часу – нормативна кількість часу, достатня для виготовлення одним робочим (ланкою) (або машиною) одиниці продукції відповідної якості при прийнятій передовій організації праці.

При видачі робочого завдання враховують *трудомісткість робіт* ($Т_р$), тобто кількість нормативного часу, необхідного для виконання заданого обсягу робіт (К).

Розрізняють норми часу для робітників і машин:

- елементарні – на одну виробничу операцію;
- укрупнені – на виробничий процес, що складається з декількох операцій;
- комплексні – на комплекс виробничих процесів.

Робочим місцем називається простір, у межах якого розташовується зведена конструкція, робочий зі своїм інструментом або механізмом та необхідний матеріал.

На робочому місці повинні бути створені умови, за якими робітник зміг би досягти максимальної продуктивності праці. На робочому місці не повинно бути залишків будівельних матеріалів, в зимовий час воно має бути очищене від снігу та криги, а в нічний час – освітлене.

Дільниця, що відводиться ланці для виконання змінного завдання, називається *ділянкою*, а бригаді – *захваткою*. Сумарна довжина робочих місць, відведена ланці або бригаді, називається *фронтом робіт*.

Іноді об'єкт будівництва ділять по вертикалі на *технологічні яруси*. Необхідність такого поділу виникає, коли за конструктивними особливостями об'єкту фронт робіт визначається в процесі їх виконання. Наприклад, при влаштуванні цегляної кладки висота ярусу становить 1,1-1,2 м; після закінчення робіт на першому ярусі встановлюються підмостки і виконується робота на другому ярусі.

§ 2.2. Технічне і тарифне нормування

Технічне нормування – система дослідження і встановлення кількісних норм технічно-обґрунтованих витрат різних виробничих ресурсів (робочого і машинного часу, матеріалів, енергоносіїв тощо). Поява нової техніки, зростаюча механізація, нові форми організації праці призводять до того, що технічні норми застарівають і втрачають прогресивний характер. Тому норми періодично переглядаються.

Технічне нормування витрат матеріалів здійснюють дослідно-виробничим, лабораторним і розрахунково-аналітичним методами. Існують виробничі і кошторисні норми витрат матеріалів, а також норми для планування матеріально-технічного постачання.

Технічне нормування праці – дослідження витрат часу з метою вдосконалення праці. Його проводять спеціально створювані науково-дослідні станції (НДС) методами організаційних і нормативних спостережень.

Організаційні спостереження виконують для виявлення передових методів праці, визначення витрат робочого часу і подальшого усунення невиробничих витрат.

Нормативні спостереження проводять з метою перевірки виконання і перевиконання діючих технічних норм для проектування нових норм.

На всі види технологічних процесів, що виконуються при будівництві будівель і споруд, розроблені елементарні Єдині норми і розцінки на будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи. Основні види робіт (залізобетонні, монтажні, земляні, оздоблювальні) поділяються за технологічними ознаками.

На спеціальні роботи, що не увійшли в збірники ДСТУ, окремими відомствами розроблені Відомчі норми і розцінки (ВНіР) (20 збірок). Якщо які-небудь роботи не охоплені ДСТУ та ВНіР, то на них можна розробляти місцеві норми і розцінки (МНіР). ДСТУ обов'язкові для застосування на території всієї країни всіма будівельними організаціями; ВНіР призначені для застосування в організаціях даного відомства чи міністерства; МНіР – для конкретного регіону або підприємства.

Для підрахунку «Витрат ресурсів» можуть бути використані спеціалізовані сертифіковані програмні комплекси, наприклад, АВК (автоматичний випуск кошторисів), АКР (програмний комплекс з складання кошторисної документації), АС-4 тощо, а також документи «Виробничі норми витрат матеріалів», «Укрупнені конструктивні і кошторисні нормативи (УКН, ССО)», відомчі і місцеві нормативні документи.

Тарифне нормування полягає у встановленні норм оплати праці за одиницю виробленої продукції робочими різної кваліфікації. У будівництві діє тарифна система, основними елементами якої є тарифна сітка і тарифні ставки.

Тарифна сітка – це затверджена шкала, що встановлює співвідношення рівнів заробітної плати між робітниками різної кваліфікації. Кожному розряду привласнений певний тарифний коефіцієнт:

Таблиця 2.1

Тарифні коефіцієнти

Розряд	1	2	3	4	5	6
Коефіцієнт	1	1.08	1.19	1.34	1.54	1.8

Тарифні ставки визначають розмір заробітної плати робітника, яка нараховується йому за виконання встановлених виробничих норм, відповідних його розряду.

На основі норм часу і тарифних ставок ($Т_{ст}$) встановлюють розцінки для оплати праці будівельних робітників.

Оплата праці робітників може бути наступних видів:

- *пряма відрядна*, коли оплата ведеться без нарахування премій за розцінками і виконаним обсягам робіт; до початку робіт виписується наряд – виробниче завдання, в якому визначаються обсяги робіт та їх вартість за існуючими розцінками;

- *акордна*, при якій зарплата нараховується по укрупненій акордній розцінці, що отримана за калькуляцією витрат;

- *акордно-преміальна*, при якій за скорочення термінів виконання робіт виплачується премія.

Погодинна форма оплати праці застосовується для робіт, які не піддаються обліку. Ця оплата визначається множенням тарифної ставки на кількість фактично відпрацьованого часу.

Має місце *погодинно-преміальна оплата*, при якій, крім основної заробітної плати, виплачується премія за якісно виконані роботи в термін і достроково. При виконанні робіт з відступом від робочих креслень, вимог ДБН або ДСТУ та технічних умов – винагорода не виплачується.

Крім зазначених форм застосовується *безнарядна система оплати* праці, при якій заробітну плату нараховують залежно від вартості виконаних робіт, за договором.

§ 2.3. Організація праці робітників

Організація праці робітників у бригаді повинна сприяти найбільш повному використанню робочого часу, засобів механізації, матеріальних ресурсів, підвищенню якості будівництва та зростанню продуктивності праці.

Прогресивною формою організації праці є підрядний метод бригадного держрозрахунку. Держрозрахункова бригада широкого профілю складається з робітників усіх спеціальностей, необхідних для будівництва будівель і споруд до введення їх в експлуатацію.

Роботи ведуться на основі підрядного договору, за яким бригада зобов'язується виконати роботи у встановлені терміни, в межах договірної вартості, з дотриманням технічних умов на виробництво робіт і правил техніки безпеки.

Якщо в результаті діяльності держрозрахункової бригади утворюється економія у вигляді різниці між плановими і фактичними витратами на виконання доручених їй робіт, вона розподіляється за діючими в організації положеннями з оплати праці і преміюванні відповідно до присвоєних робочим тарифними розрядами, відпрацьованого часу і коефіцієнтів трудової участі (КТУ).

При видачі робітникам виробничого завдання враховуються терміни виконання робіт і можливість їх суміщення за часом. Прийняті рішення відображаються на графіках виконання процесу. У лівій частині графіка наводяться розрахункові дані, у правій – тривалість робіт в масштабі часу.

В умовах бригадного і колективного підряду рекомендується складати бригадні плани на окремі види робіт і весь обсяг будівельно-монтажних робіт (БМР), що доручений бригаді.

Всі організаційні заходи бригадних планів повинні бути спрямовані на підвищення продуктивності праці.

Для *підвищення продуктивності праці* можна використовувати наступні способи:

- підвищення рівня індустріалізації завдяки механізації, комплексної механізації та автоматизації; впровадження технологічних збірних конструкцій, контейнерної поставки матеріалів повної заводської готовності;

- впровадження нових прогресивних технологій і матеріалів;

- підвищення рівня професійної підготовки робітників та інженерно-технічних працівників;

- правильна організація робіт, раціональне використання машин, скорочення втрат робочого часу;

- підвищення культури виробництва, вивчення та відбір ефективних виробничих прийомів виконання робочих операцій, застосування спеціалізованого робочого інструменту і пристосувань;

- впровадження прогресивних проектних рішень.

§ 2.4. Проектна документація

Згідно з ДБН А.3.1-5-2009 “Організація будівельного виробництва”, *проект організації будівництва* (ПОБ) та *проект виконання робіт* (ПВР) є обов’язковими документами для замовника, підрядних організацій і постачальників. Склад та зміст проектної документації на будівництво висвітлено в ДБН А.3.1-5:2016.

ПОБ розробляється проектною організацією з метою забезпечення своєчасного введення в дію об’єктів з мінімальними витратами і при високій якості робіт за рахунок підвищення організаційно-технічного рівня будівництва.

Вихідними даними для розроблення проекту організації будівництва є:

1. Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) та інженерні вишукування;
2. Нормативні терміни будівництва;
3. Рішення за застосуванням матеріалів і засобів механізації;
4. Дані про застосування ресурсів;
5. Відомості про умови постачання і транспортування;

6. Спеціальні вимоги до будівництва складних і унікальних об’єктів;

7. Відомості про умови виконання будівельно-монтажних робіт (БМР);

8. Об’ємно-планувальні і конструктивні рішення;

9. Відомості про умови забезпечення кадрами і транспортом;

10. Дані про дислокацію і потужності будівельно-монтажних організацій (БМО) і наявність виробничої бази.

До складу *проекту організації будівництва* входять:

- календарний план будівництва;
- будгенплан (БГП);
- організаційно-технологічні схеми;
- відомості потреб матеріалів;
- відомості обсягів робіт;
- відомості потреб машин, транспортних засобів;
- потреба в кадрах;
- графіки потреб ресурсів;
- пояснювальна записка, яка обґрунтовує всі рішення.

Для складних об’єктів ще додається:

1. Комплексний укрупнений сітковий графік (КУСГ);

2. Вказівки про черговість і терміни проведення дослідницьких робіт;

3. Вказівки про методи контролю якості;

4. Особливості організації зв’язку і оперативного диспетчерського управління будівництвом.

При будівництві об’єктів вузловим методом в ПОБ виділяються технологічні вузли і визначаються за вузлами календарні строки будівництва і постачання, а при будівництві комплектно-блочним методом, визначені умови своєчасної поставки комплектуючих матеріалів і обладнання.

ПОБ затверджується не окремо, а у складі проекту при двохстадійному проектуванні у встановленому порядку.

При розробці **ПОБ** необхідно прагнути до:

- застосування прогресивних форм і методів організації будівництва для того, щоб строки тривалості не перевищували нормативних;
- забезпечення своєчасної підготовки об’єктів до освоєння проектних потужностей;
- використання сучасних технічних засобів зв’язку і впровадження автоматизованої системи управління будівництвом (АСУБ);
- застосування технологічних процесів, що забезпечують необхідний рівень якості;
- забезпечення комплектного постачання;
- забезпечення позачергового виконання робіт підготовчого періоду;
- дотримання всіх правил безпеки.

Проект виконання робіт. ПВР розробляється підрядником або за його дорученням оргтехбудом, трестом, кооперативом для визначення найбільш ефективних методів виконання БМР, застосування яких сприяє зниженню вартості і трудомісткості робіт, поліпшенню їх якості, скороченню тривалості будівництва, підвищенню рівня використання будівельної техніки.

Вихідними даними для розроблення проекта виконання робіт виступають:

1. Завдання на розроблення ПВР.
2. Робочі креслення.
3. Відомості про постачання ресурсів, а також про робочі кадри за професіями.
4. Різні нормативні матеріали.

До складу проекту виконання робіт (**ПВР**) входять:

- Календарний план виконання робіт або Комплексний укрупнений сітковий графік.
- Будгенплан.

- Графіки надходження будівельних конструкцій, виробів, матеріалів і устаткування.
- Транспортні схеми поставки на об’єкт будівництва основних конструкцій, виробів, матеріалів і устаткування;
- Графік руху робочих кадрів на об’єкті і будівельних машин.
- Технологічні карти.
- Схеми спільної безпечної роботи декількох вантажопідіймальних та інших будівельних машин і механізмів.
- Рішення щодо виконання геодезичних робіт.
- Рішення щодо забезпечення комплексної безпеки будівництва.
- Заходи щодо виконання робіт методом наскрізного потокового бригадного підряду.
- Рішення щодо прокладання тимчасових комунікацій.
- Пояснювальна записка.

ПВР на підготовчий період містить:

1. Календарний план виконання у вигляді лінійного або сіткового графіку.
2. Будгенплан із зазначенням на ньому місць розташування тимчасових будівель, споруд і влаштування позамайданчикових і внутрішньо- майданчикових мереж з підведенням до їх місць підключення і споживання, а також постійних об’єктів, які зводяться в підготовчий період для потреб будівництва із виділенням робіт, які виконуються за ними в підготовчий період.
3. Технологічні карти.
4. Дані про потребу матеріалів, кнструкцій, виробів
5. Графік руху робочих кадрів і машин.
6. Графік надходження необхідних на цей період матеріалів.
7. Схема розміщення знаків для виконання геодезичних побудов і вимірів.
8. Схеми монтажу технічних засобів диспетчеризації.

9. Пояснювальна записка.

ПВР затверджується головним інженером підрядної організації, після чого його передають на будівництво не пізніше ніж за 2 місяці до початку робіт на об’єкті.

ПОБ і ПВР повинні розроблятись з використанням:

- типових проектів, ТК і КТП;
- схем комплексної механізації і засобів малої механізації;
- креслень інвентарних будівель і споруд заводського виготовлення;
- еталонів ПОБ і ПВР, методичних вказівок.

§ 2.5. Організаційно-технічна підготовка (ОТП) до виробництва

Будівництво нових, реконструкцію, капітальний ремонт та технічне переоснащення об'єктів будівництва у відповідності з ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» допускається виконувати тільки після організаційно-технічної підготовки та виконання робіт підготовчого періоду. Під ОТП розуміють комплекс заходів організаційного, технічного, технологічного і планово-економічного характеру, які сприяють планомірному розгортанню і здійсненню будівництва. Вона включає в себе наступні заходи:

- забезпечення об'єкту проектно-кошторисною документацією;
- відведення майданчика для будівництва;
- оформлення фінансування та підрядних договорів;
- оформлення дозволів і допусків на виконання робіт;
- вирішення питань переселення людей і організацій;
- вирішення питань підведення комунікацій, поставок обладнання, матеріалів, конструкцій і готових виробів.

Роботи підготовчого періоду складаються з зовнішньо- і внутрішньо-майданчикових робіт.

До зовнішньо-майданчикових робіт відносяться:

- створення (за необхідністю) матеріально-технічної бази, кар'єрів, заводів, бетонно-розчинних вузлів, автотранспортних господарств, центральних складів тощо;
- забезпечення будівельників тимчасовою житловою площею;
- підведення до будівельного майданчика доріг і комунікацій.

До внутрішньо майданчикових робіт відносяться:

- розчищення та осушення території, знесення будівель;
- створення опорної геодезичної мережі;
- улаштування внутрішньобудівельних доріг, комунікацій, тимчасових споруд, складського господарства тощо.

На цьому етапі розроблюється робоча документація, виконується прийомка геодезичної мережі, розробляються заходи щодо організації праці, організовується інструментальне господарство, проводиться перебазування будівельних машин, створюється запас будівельних матеріалів і виробів.

Проектно-кошторисна документація повинна мати дозвіл у вигляді запису «До виробництва робіт» і містити:

- загальну пояснювальну записку з техніко-економічними показниками (ТЕП);
- генеральний план (генплан) майданчика і робочі креслення з деталізацією рішень з виготовлення збірних елементів, монтажні та компонувальні креслення і схеми;
- замовні специфікації обладнання;
- проекти, що прив’язані до конкретного будівельного майданчика, типові та ті, що повторно використовуються, а також кошторисну документацію.

Поряд з проектно-кошторисною та технологічною документацією (ПОБ та ПВР) на кожному об'єкті є обов’язковою наявність технічної та виробничої документації. Технічна документація складається із заводських паспортів та сертифікатів, наприклад, на збірні залізобетонні вироби та

металеві конструкції (ЗБВ і МК), комплектувальних відомостей і різних накладних.

До виробничої документації належать журнали робіт, акти на приховані роботи і нещасні випадки, виконавчі схеми та ін. Журнал робіт заповнюється щодня, починаючи з першого дня підготовчих робіт до здачі об'єкта в експлуатацію. Його веде працівник, відповідальний за будівництво об'єкту (майстер, виконроб). У ньому фіксуються всі найважливіші фактори будівництва, які характеризують якість будівельно-монтажних робіт (БМР), терміни виконання, організацію та особливі умови виробництва. Акти на приховані роботи складаються на процес зведення конструкцій, які будуть приховані подальшими конструкціями (пароізоляція під утеплювачем, арматура в товщі бетону та ін.).

До виробничої документації належать також журнали: монтажних, зварювальних, антикорозійних і суміщених робіт; реєстрації з техніки безпеки, перевірки знань безпечних методів і приймання робіт; випробування і видачі вантажопідйомних механізмів і пристосувань; обліку роботи механізмів; протоколи навчання та присвоєння кваліфікаційних розрядів, а також наряди, протоколи списання матеріалів, виконавча геодезична документація.

Основні нормативні документи:

ДБН – Державні будівельні норми;

ДСТУ – Державні стандарти України;

РБН – регіональні будівельні норми;

ВБН - відомчі будівельні норми;

ТУ – технічні умови;

СНиП – «Строительные нормы и правила» (застосовуються у разі відсутності державних норм);

ГОСТ – «Государственный стандарт» (застосовуються у разі відсутності державних норм).

Питання для самоперевірки:

1. Для чого потрібні норми і продуктивність праці?
2. Що визначає технічне та тарифне нормування?
3. Назвіть основні види робіт, які включаються до організації праці робочих?
4. Проект організації будівництва (ПОБ).
5. Проект виконання робіт (ПВР).

Список літератури

1. Г.К. Соколов. Технологія та організація будівництва. - М.: Видавничий центр «Академія», 2008. - 528 с.
2. Технологія будівельних процесів // Данилов М.М., Терентьєв О.М., під ред. М.М. Данилова та О.М. Терентьєва. - М.: «Вища школа», 2000 р.
3. Афонін І.А., Євстратов Г.І., Штоль Р.М. «Технологія і організація монтажу спеціальних споруд». Навчальний довідник. - М.: Вища школа, 1986 р.
4. Дикман Л.Г. «Організація і планування будівельного виробництва». - М.: Вища школа, 1988 р.
5. Технологія будівельного виробництва. За редакцією В.К. Черненка, М.Г. Ярмоленка. Київ: Вища школа, 2002.

Тема № 3. ЗЕМЛЯНІ РОБОТИ

План

3.1. Види земляних споруд.

3.2. Класифікація та основні будівельні властивості ґрунтів.

3.3. Підготовка будівельного майданчика.

3.4. Зміцнення ґрунтів.

3.5. Визначення обсягів земляних робіт.

3.6. Основні способи розробки ґрунту і механізми, що застосовуються при цьому.

3.7. Розробка ґрунту одноковшовими екскаваторами.

3.8. Розробка ґрунту екскаваторами безперервної дії.

3.9. Розробка ґрунту землерийно-транспортними машинами.

3.10. Укладання і ущільнення ґрунтів.

3.11. Розробка ґрунту в зимових умовах.

3.12. Комплексна механізація земляних робіт.

3.13. Контроль якості робіт та охорони навколишнього середовища.

§ 3.1. Види земляних споруд

При будівництві будівель і споруд виконуються різні види земляних робіт: планування майданчику, розпушування твердих або мерзлих ґрунтів, заглиблення фундаментів, зворотна засипка, улаштування постійних, тимчасових і допоміжних споруд (Рис. 3.1).

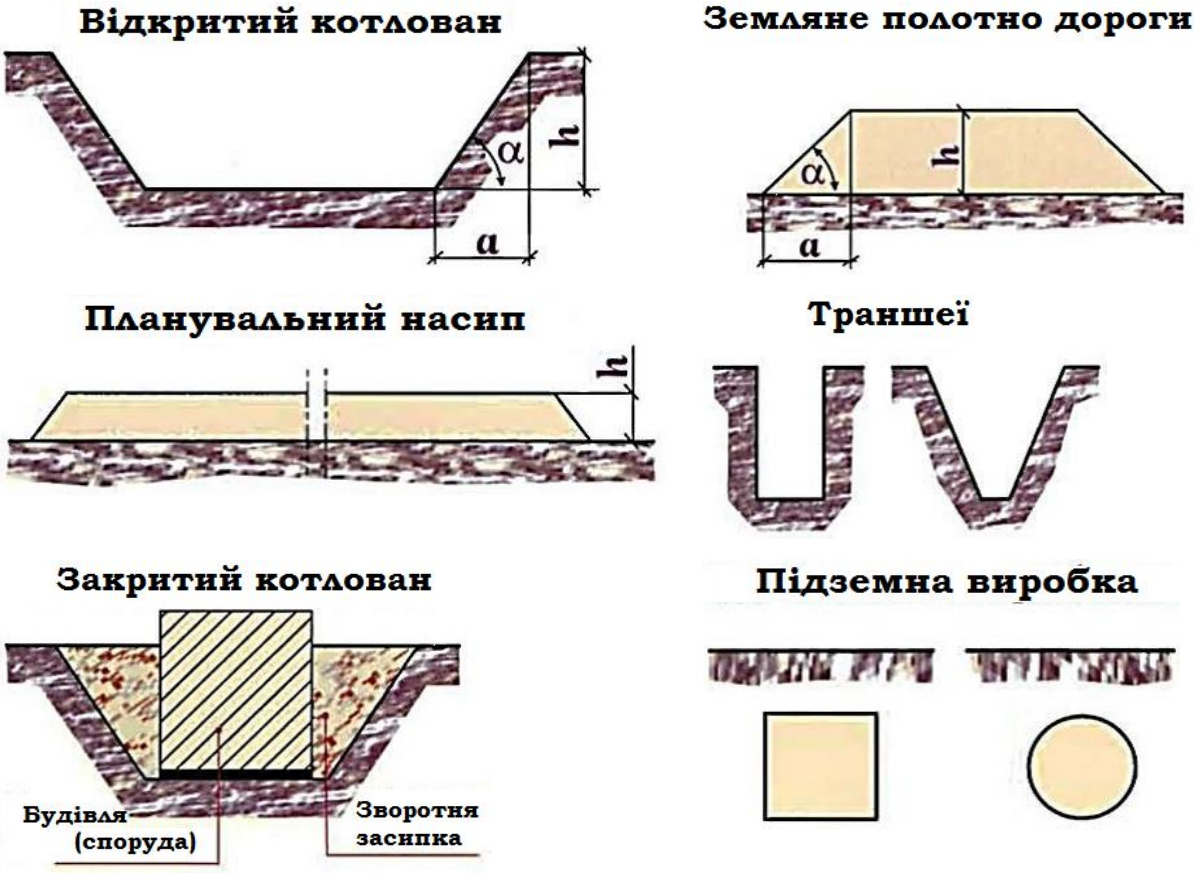


Рис. 3.1. Найбільш характерні типи земляних споруд

Постійними називають земляні споруди, які після будівництва експлуатуються: канали, дороги тощо. *Тимчасові* споруди після виробництва робіт ліквідуються: котловани під фундаменти, траншеї під трубопроводи тощо. Кювети, водовідвідні канави, тощо є *допоміжними* земляними спорудами.

Тимчасові виїмки шириною до 3 м і довжиною, що значно перевищує ширину, називаються *траншеями*. Виїмку, довжина якої не перевищує десятиразової ширини, називають *котлованом*. Котловани і траншеї мають дно і бічні стінки або укоси. Тимчасові виїмки під транспортні магістралі, шахти, штольні та інші земляні споруди, закриті з поверхні, називаються *підземними виробками*.

Після влаштування підземних споруд і частин будівель ґрунт укладають у простір між бічною поверхнею споруди та укосом котловану. Таку роботу називають зворотним засипанням «пазух».

По трудомісткості виконання земляні роботи складають до 20% всієї трудомісткості зведення будівлі, тому земляні роботи завжди прагнули механізувати. В даний час до 97% об’ємів земляних робіт у будівництві комплексно механізовані. Однак при дрібних розосереджених об’ємах робіт, улаштування фундаментів в обмежених умовах, зачистці дна і укосів котлованів, влаштування дренажних канав в гористій місцевості все ще застосовується ручна праця. Тому одним із основних завдань при виконанні земляних робіт – повністю виключити ручну працю.

§ 3.2. Класифікація та основні будівельні властивості ґрунтів

За своєю будовою ґрунти можна розділити на зцементовані або скельні і незцементовані.

Скельні ґрунти складаються з кам'яних гірських порід, ніяк не піддаються розробці підриванням або дробленням клинами, відбійними молотками тощо. Скелет незцементованих ґрунтів зазвичай складається з

піщаних, пилуватих і глинистих часток, в залежності від вмісту яких ґрунти називаються: пісок, супісок, суглинок, глина (Табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Параметри і класифікація ґрунтів

Параметри	Пісок	Супісок	Суглинок	Глина
Кут природного укосу при однорідній вологості, град.	25-30	30-40	40-50	40-45
Вміст часток, %: глинистих піщаних	До 5 Більше 80	До12 Більше 50	До 33 –	Більше 33 –
Оптимальна вологість ущільнення, %	8-12	9-15	12-20	19-23

Примітка. Прочерк означає, що параметр не нормується.

Залежно від вмісту глинистих частинок глину називають *тощою* або *жирною*, а залежно від трудомісткості розробки – *легкою* або *важкою*. Особливо трудомістка для розробки глина називається *ломовою*.

До основних властивостей ґрунтів, що впливають на технологію і трудомісткість їх розробки, відносяться щільність, вологість, зчеплення, розпушуваність, кут природного укосу, питомий опір різанню, водоутримуюча здатність.

Щільністю називається маса 1м^3 ґрунту в природному стані (у щільному тілі). Щільність незцементованих ґрунтів 1,2-2,1 т/м^3 (1200-2100 кг/м^3), скельних – до 3,3 т/м^3 (3300 кг/м^3).

Вологість характеризується ступенем насичення ґрунту водою і визначається відношенням маси води в ґрунті до маси твердих частинок ґрунту, виражається у відсотках. При вологості більше 30% ґрунти вважаються вологими, а при вологості до 5% – сухими. Чим вища вологість ґрунту, тим вище трудомісткість його розробки. Виняток становить глина – суху глину розробляти важче. Однак при значній вологості у глинистих ґрунтів з'являється липкість, яка ускладнює їх розробку.

Зчеплення – це опір ґрунту зрушенню. Сила зчеплення для піщаних ґрунтів становить 3-50 кПа, для глинистих – 50-300 кПа.

Від щільності і сили зчеплення між частинками ґрунту в основному залежить продуктивність землерийних машин. Класифікація основних видів

ґрунтів по трудомісткості їх розробки залежно від конструктивних особливостей землерийних машин, що використовуються при цьому і властивостей ґрунту наведена в таблиці 3.2.

При розробці ґрунтів вручну їх ділять на сім груп. Як при механізованій, так і при ручній розробці до складу першої групи входять ґрунти, які легко розробляються, а в останню – які найважче розробляються.

Ґрунт при розробці розпушується і збільшується в об'ємі. Це явище, що називається початковим розпушенням ґрунту, характеризується *коефіцієнтом початкового розпушення* $К_{п.р.}$, який являє собою відношення об'єму розпушеного ґрунту до об'єму ґрунту в природному стані. Укладений в насип розпушений ґрунт ущільнюється під впливом маси верхніх шарів ґрунту або механічного ущільнення, руху транспорту, змочування дощем тощо.

Таблиця 3.2

Розподіл мерзлих ґрунтів на групи залежно від складності їх розробки механізованим способом

Найменування і характеристика ґрунтів	Середня щільність в природному заляганні, кг/м^3	Розробка ґрунту						Розпушування ґрунту бульдозерами-розпушувачами
		екскаваторами			скреперами	бульдозерами	грейдерами	
		одноківшовими	траншейними ланцюговими	траншейними роторними				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Глина:								
жирна м'яка без домішок;	1800	П	П	П	П	П	П	–
жирна м'яка з домішками щебеню, гравію, гальки або будівельного сміття понад 10% за обсягом;	1900	Ш	–	Ш	П	П	–	–
важка ломова сланцева, тверда карбонова	1950-2150	IV	–	IV	–	Ш	–	–
Ґрунт рослинного шару:								
без коренів і домішок;	1200	I	I	I	I	I	I	-
з корінням чагарнику і дерев	1200	I	П	П	I	П	-	-
Пісок	1600	I	П	П	П	П	П	-

Скельні ґрунти, попередньо розпушені	-	IV	-	-	-	-	-	VII
Суглинок: легкий і лесовидний з домішками щебеню, гальки або будівельного сміття до 10% за обсягом; важкий без домішок і з домішкою щебеню, гравію, гальки або будівельного сміття до 10% за обсягом; те ж, з домішкою понад 10% за обсягом	 1700 1750 1950	 I П Ш	 П - -	 П П IV	 I П -	 I П П	 I - -	 - - -
Супісок: без домішок, а також з домішками гравію, гальки, щебеню або будівельного сміття до 10% за обсягом; з домішками понад 10% за обсягом	 1650 1850	 I I	 П -	 П П	 П П	 П П	 П -	 - -
Будівельне сміття пухке і злежале	1800	П	-	-	-	П	-	-
Торф: з корінням товщиною до 30 мм; те ж, більше 30 мм	 850-1100 900-1200	 I П	 I -	 I -	 I -	 I П	 - -	 - -
Чорнозем і каштановий ґрунт: м'який; затверділий	 1300 1200	 I П	 I П	 I П	 I П	 I П	 I Ш	 - -

Проте ґрунт тривалий час не займає того обсягу, який він займав до розробки, зберігаючи *залишкове розпушення*, показником якого є коефіцієнт залишкового розпушення ґрунту $К_{з.р.}$

Ступінь початкового та залишкового розпушення ґрунтів наведена в таблиці 3.3, а коефіцієнта розпушення – в таблиці 3.4.

Таблиця 3.3

Показники розпушення ґрунтів

Найменування ґрунтів	Первісне збільшення обсягу ґрунту після розробки, %	Залишкове розпушення ґрунту, %
глина ломова	28-32	6-9
гравійно-гальковий	16-20	5-8
рослинний	20-25	3-4
лес м'який	18-24	3-6
лес твердий	24-30	4-7
пісок	10-15	2-5
скельний	45-50	20-30

солончак і солонець: м'який твердий	 20-26 28-32	 3-6 5-9
суглинок: легкий і лесовидний важкий	 18-24 24-30	 3-6 5-8
супісок	12-17	3-5
торф	24-30	8-10
чорнозем і каштановий	22-28	5-7

Таблиця 3.4

Коефіцієнти розпушування ґрунту

Найменування ґрунтів	Первісне збільшення обсягу ґрунту після розробки, %	Залишкове розпушення ґрунту, %
Глина	1,26-1,32	1,04-1,09
Суглинок	1,14-1,28	1,02-1,05
Торф	1,2-1.3	1,03-1,04
Пісок и супісь	1,08-1,17	1.01-1,03

Для забезпечення стійкості земляних споруд їх зводять з укосами, крутизна яких характеризується відношенням висоти до закладання: H/A=1/m (Рис. 3.2), де *m* – коефіцієнт закладення. Крутизна укосу залежить від кута природного укосу *a*, при якому ґрунт знаходиться в стані граничної рівноваги.

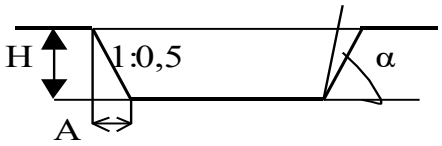


Рис. 3.2. Крутизна укосу

Нормативні значення крутизни укосів для тимчасових земляних споруд наведено в таблиці 3.5. При глибині виїмки більше 5 м крутизна укосів встановлюється проектом. Укоси постійних споруд виконуються більш пологими, ніж укоси тимчасових споруд, і бувають не менш ніж 1:1,5.

Таблиця 3.5

Крутизна укосів залежно від виду ґрунту і глибини виїмки

Найменування ґрунтів	Крутизна укосів (відношення його висоти до закладання) при глибині виїмки, м, не більше		
	1,5	Від 1,5 до 3	Від 3 до 5
Насип не ущільнений	1:0,67	1:1	1:1,25
Піщаний та гравійний	1:0,5	1:1	1:1
Супісок	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:0	1:0,5	1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лес та лесоподібні	1:0	1:0,5	1:0,5

Водоутримуюча здатність або опір ґрунту проникненню води дуже висока у глинистих ґрунтів і низька у піщаних. З цієї причини останні називаються дренуючими, тобто добре пропускають воду, а перші – недренуючими.

Дренуюча здатність ґрунтів характеризується *коефіцієнтом фільтрації* $К_ф$, рівним 1-150 м/добу.

§ 3.3. Підготовка будівельного майданчика

Для створення сприятливих умов початку будівельних робіт насамперед виконують підготовчі роботи.

Розбивка земляних споруд. Розбивка споруд полягає у встановленні і закріпленні їх положення на місцевості. Розбивку здійснюють за допомогою геодезичних інструментів і різних вимірювальних пристроїв. Розбивку котлованів починають з виносу і закріплення на місцевості відповідно до проекту будівництва основних робочих осей, в якості яких, зазвичай, беруть головні осі будівлі. Після цього навколо майбутнього котловану на відстані 2-3 м від його бровки паралельно основним розбивочним осям влаштовують обноску.

Обноска одноразового використання складається із забитих у ґрунт металевих стійок або вкопаних дерев'яних стовпчиків і прикріплених до них дощок. Дошка, товщиною не менше 40 мм, повинна мати обрізну грань, повернуту вгору, і закріплюватися на не менше, ніж на три стовпи суворо

горизонтально. Більш досконалою є інвентарна металева обноска. Для пропуску транспортних засобів в обносці влаштовують розриви. При значному ухилі місцевості обноску виконують уступами (Рис. 3.3).

На обноску переносять основні геодезичні осі і, починаючи від них, розмічають всі основні осі будівлі. Всі осі закріплюють на обноски цвяхами або пропилами і нумерують. На металевій обносці розмітку осей виконують фарбою. Розміри котловану поверху, і після його відривки внизу, а також інші характерні точки відзначають добре видимими кілочками або віхами.

Для лінійно протяжних споруд (траншей) влаштовують тільки поперечні обноски, які розміщують на прямих ділянках траси через 50 м, на заокругленні – через 20 м. Обноску влаштовують також на всіх пікетах і точках перелому профілю траси.

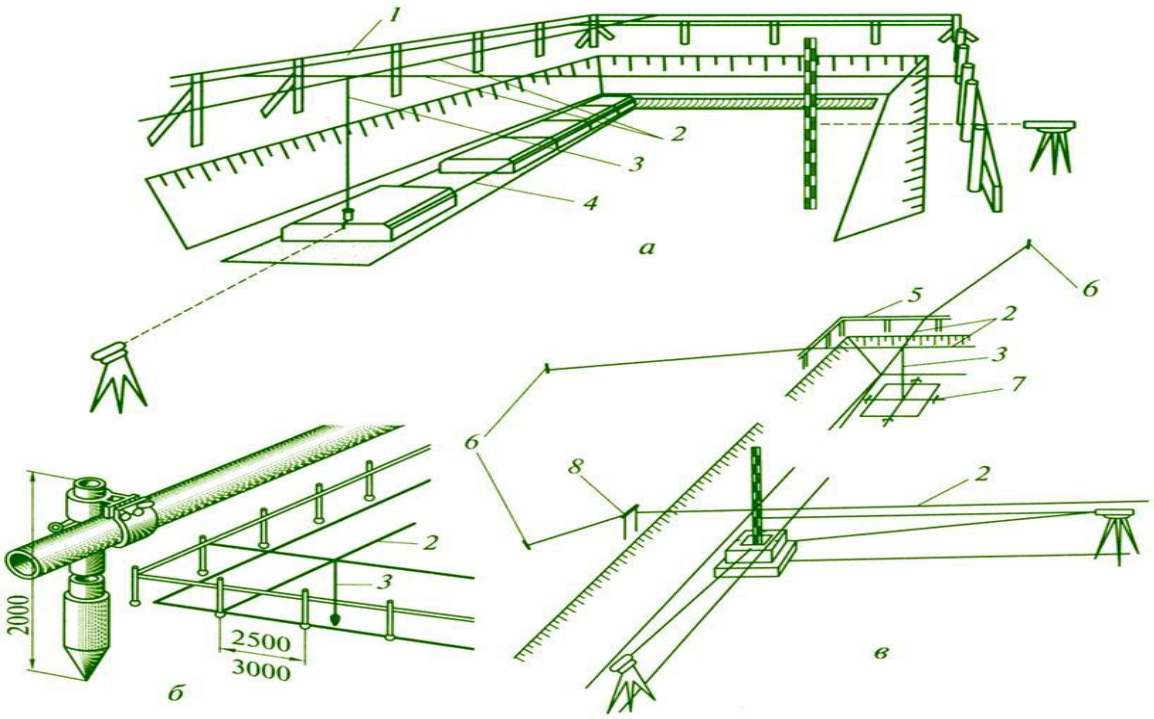


Рис. 3.3. Розбиття на місцевості котловану і закріплення основних осей будівлі:

а, б - за допомогою неінвентарної і інвентарної обноски; в - інвентарними скобами; 1, 5, 8 - суцільна, кутова, стулкова обноски; 2 - осьовий дріт; 3 - схил; 4 - причалки; 6 - виноски; 7 - інвентарна скоба

До складу робіт з підготовки будівельного майданчика під нове будівництво входять: огородження ділянки; розчищення території та

знесення існуючих аварійних будівель; перенаправлення інженерних мереж, які заважають; захист території від стоку поверхневої води; прокладка тимчасових комунікацій та доріг; влаштування тимчасових побутових, складських, культурно-адміністративних та інших приміщень.

Після розчищення території виконують роботи зі створення опорної геодезичної мережі, встановлюють обноску і проводять геодезичну розбивку будівель і споруд.

Склад підготовчих робіт при реконструкції діючого підприємства в значній мірі залежить від місцевих умов. Будівельники повинні максимально використовувати існуючі інженерні мережі. Побутові та адміністративні служби часто розміщують в тимчасово звільнених приміщеннях будівлі, яка реконструюється згідно з планом капітального будівництва тощо.

Надземні та підземні інженерні комунікації, лінії зв'язку й електропередачі та інші споруди, що ускладнюють виробництво робіт, демонтують або переносять на місця, що визначаються проектом, під наглядом фахівців відповідних організацій.

У підготовчий період, що іноді досягає 40% тривалості всього будівництва, буває необхідно створити індустріальну базу виробництва з виготовлення будівельних виробів і деталей, розчинних і бетонних сумішей; зв'язати будівельний майданчик з основними дорогами, енергетичними та інженерними мережами і т. п.

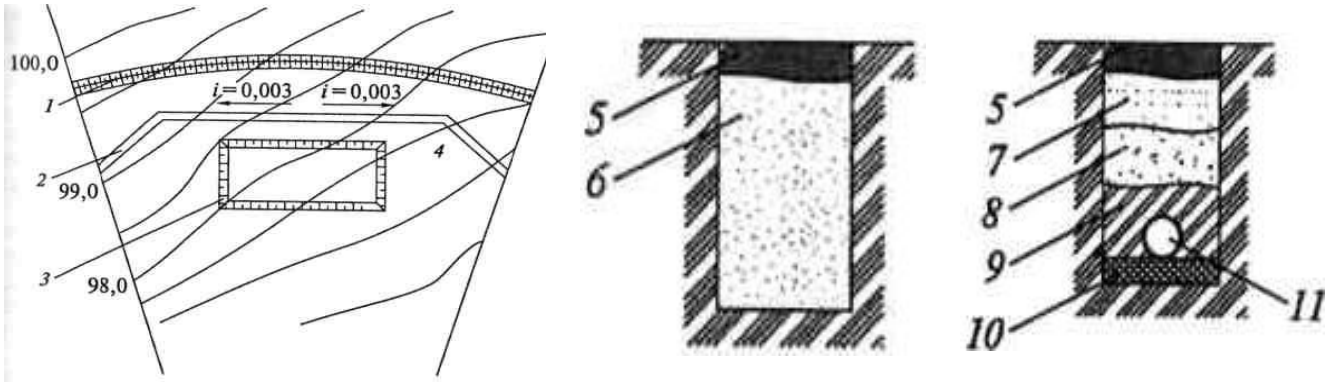
Від ретельності виконання завдань підготовчого періоду значною мірою залежить успіх проведення усіх основних будівельно-монтажних робіт по зведенню або реконструкції будівель і споруд, інженерних мереж і пускових комплексів. Обсяг робіт підготовчого періоду визначається в ПОБ і уточнюється в ПВР.

***Осушення майданчика і робочих місць*.** Зниження рівня ґрунтових вод або відведення поверхневих вод (верховодки) зазвичай здійснюється влаштуванням водозниження або водовідведення. Найчастіше для цього

використовують водовідвідні канави або обвалування в нагірній частині майданчика (Рис. 3.4. а).

При значному припливі ґрунтових вод влаштовують відкриті або закриті дренажі. Відкриті дренажі являють собою канави, на дно яких укладаються шари фільтруючого матеріалу: крупнозернистого піску, щебню або гравію. Закриті дренажі (Рис. 3.4. б, в) – це траншеї, що розробляються нижче рівня сезонного промерзання ґрунту і засипаються пошарово фільтруючими матеріалами. На поверхню дна дренажу можна вкладати трубу з отворами в бічних стінках (перфоровану) для відводу води.

Для захисту від прибуття води можуть використовуватися крижані стіни із замороженого ґрунту або *протифільтраційні екрани*.



а б в

Рис. 3.4. Водовідвід за допомогою:
а - обвалування майданчику; б - звичайного дренажу; в - дренажу з перфорованою трубою; 1 - земляне обвалування; 2 - водовідвідна канава; 3 - котлован; 4 - будівельний майданчик; 5 - місцевий ґрунт; 6 - дренуючий матеріал; 7, 8 - відповідно дрібно- і крупнозернистий пісок; 9 - гравій; 10 - ущільнювальний шар; 11 - перфорована (з отворами) труба; і - ухил

Штучне заморожування (Рис. 3.5. а) здійснюють за допомогою охолодженого до від'ємної температури розчину солей з низькою точкою замерзання (хлористий кальцій та ін.). Для цього від холодильної установки (Рис. 3.5. б) у пробурені свердловини опускають заморожуючі колони, що складаються з двох труб: внутрішньої і зовнішньої із закритим торцем (Рис. 3.6. а). Між цими трубами пропускають сольовий розчин (холодоагент), охолоджений нижче необхідної температури ґрунту. Ґрунт біля стінок

зовнішньої труби замерзає і, поступово збільшуючись у діаметрі, утворює крижану завісу.



а б

Рис. 3.5. Створення водонепроникного контуру методом штучного заморожування при проходці похилої шахты (а); пересувна холодильна установка (б)

Тиксотропний протифільтраційний екран може бути влаштований після забивання шпунта з металевих або дерев'яних пластин. Потім окремі шпунтини-ін'єктори поступово витягають, а на їх місце нагнітають розчин бентонітової глини, з водовідштовхувальними властивостями (Рис. 3.6. б).

Суспензія бентонітової глини може нагнітатися в щілини, прорізати спеціальними машинами-барами (Рис. 3.6. в) або подаватися через свердловини під великим тиском за допомогою повітряного струменю (Рис. 3.6. г). Суспензія розмиває щілину в ґрунті і заповнює її.

Ґрунтобетонний екран (Рис. 3.6. д, 3.7, 3,8) влаштовується таким чином: у ґрунт занурюють бурові штанги з ріжучими та перемішуючими лопатями, через них нагнітається водоцементна суспензія. При зворотному підйомі штанг з обертанням лопаті розкриваються, ґрунт перемішується з суспензією й надалі твердне, утворюючи протифільтраційних завіс.

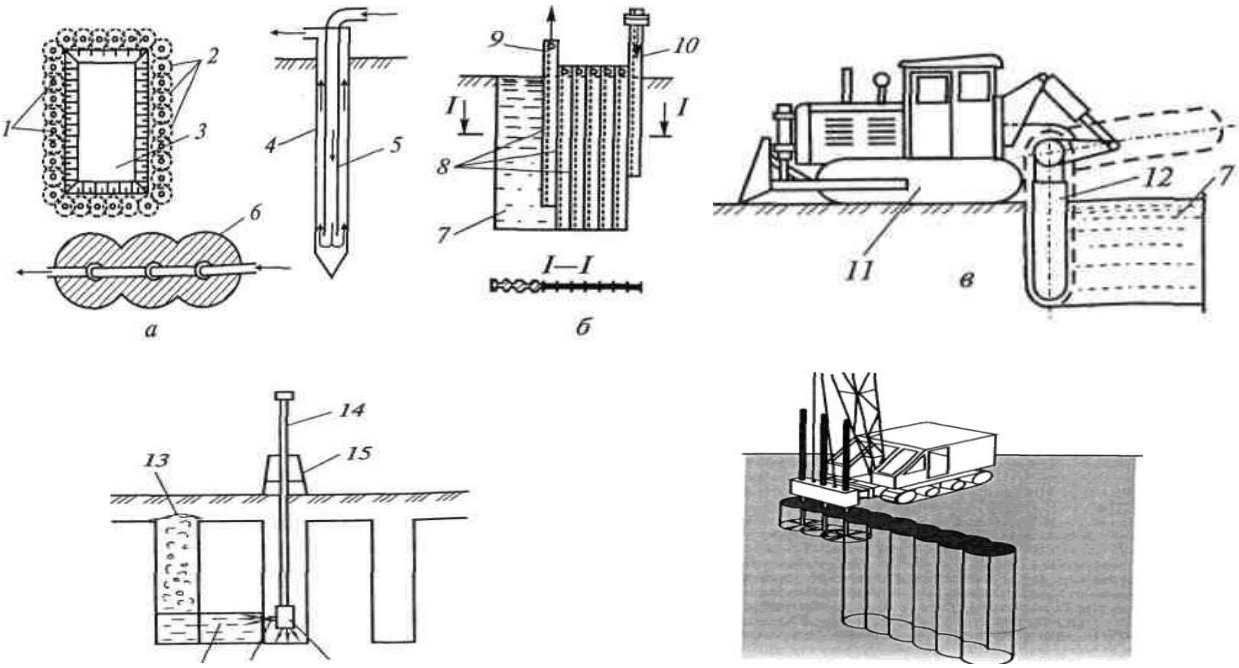


Рис. 3.6. Штучна огорожа виїмок від ґрунтових вод:
а - схема заморожування ґрунту; б - влаштування протифільтраційного екрану із застосуванням шпунтин-ін'єкторів; в, г - те ж, із застосуванням бурових машин і водовоповітряного струменю; д - улаштування ґрунтобетонного екрану;
1 - заморожуючі колонки; 2 - стовпи мерзлого ґрунту; 3 - котлован; 4 - зовнішня труба; 5 - внутрішня труба; 6 - поверхня замороженого ґрунту; 7 - суспензія; 8 - труби для подачі суспензії; 9 - шпунтина, яку видобувають із ґрунту; 10 - те ж, занурювана; 11 - трактор; 12 - робочий орган з барами; 13 - витіснений на поверхню ґрунт; 14 - штанга; 15 - напрямна; 16 - ін’єкторна головка; 17 - моніторна головка



Рис. 3.7. Послідовність створення вертикальної протифільтраційної тиксотропної завіси з використанням струминної технології (Jet - grouting)

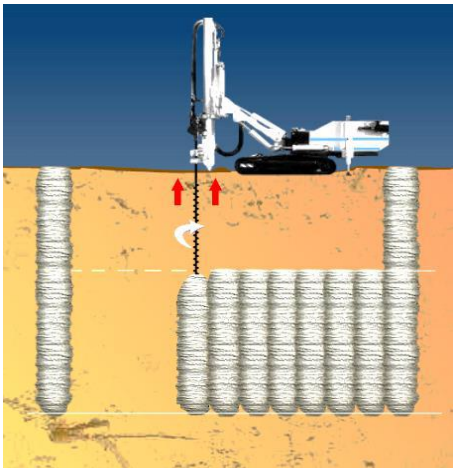


Рис. 3.8. Облаштування горизонтальної протифільтраційної завіси за допомогою технології струминної цементації ґрунтів

При розробці виїмок в ґрунтах може застосовуватися відкритий водовідлив або штучне зниження рівня ґрунтових вод.

Осушення виїмки відкритим водовідливом застосовується при невеликому притоці води і полягає в тому, що підошві виїмки надається невеликий ухил (Рис. 3.9) до зумпфа, розмір якого в плані відповідає 1×1 м. Воду з приямків відкачують насосами: поршневими при невеликому притоці води; відцентровими для чистої води; діафрагмовими для забрудненої води.

Відкачана з зумпф-колодязя вода відводиться по трубах або лотках. При великому припливі води стінки котлованів, щоб уникнути обвалення, кріплять.

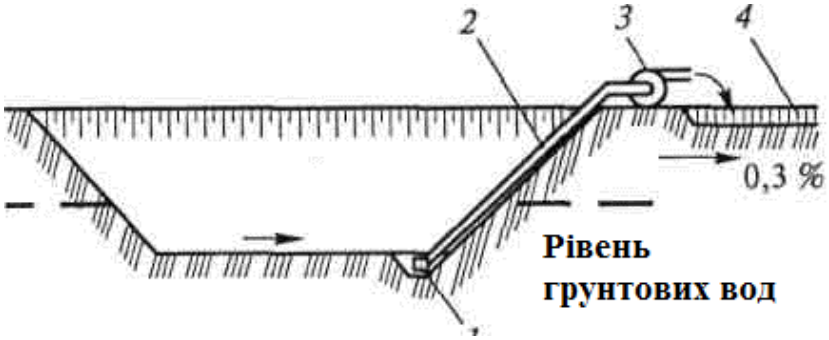


Рис. 3.9. Відкритий водовідлив:
1 - зумпф-колодязь; 2 - рукав; 3 - насос; 4 - лоток



Рис. 3.10. Водовідведення і водовідлив:
Зверху – водовідведення, знизу – устаткування, водозбірні канави і приямки для відкачування ґрунтових вод: 1 - в стійких ґрунтах; 2 - в опливаючих ґрунтах в оболонці з дренажного геотекстиля; 3 - облаштування приямка за допомогою бетонних перфорованих кілець

Незважаючи на простоту і економічність відкритого водовідливу, виробництво робіт при цьому способі може бути ускладнене постійною присутністю води і можливим порушенням структури ґрунту стінок і основи. Тому часто доводиться використовувати штучне зниження рівня ґрунтових вод за допомогою голкофільтрів (Рис. 3.11. а, б), що занурюються в ґрунт по периметру котлована.

У легких голкофільтрових установках (ЛГУ) вода відкачується через одну трубу звичайними методами, в ежекторних голкофільтрових установках (ЕГУ) кожен голкофільтр складається з двох труб, вода, навпаки, закачується і, проходячи по спеціальному пристосуванню – ежектору, створює розрядження повітря (Рис. 3.11. в, д).

Ежекторними голкофільтрами рівень ґрунтових вод (депресійна крива) може бути знижений до 17-18 м, легкими – до 4-5 м. Тому легкі голкофільтри іноді ставлять в два і три яруси (Рис. 3.12).

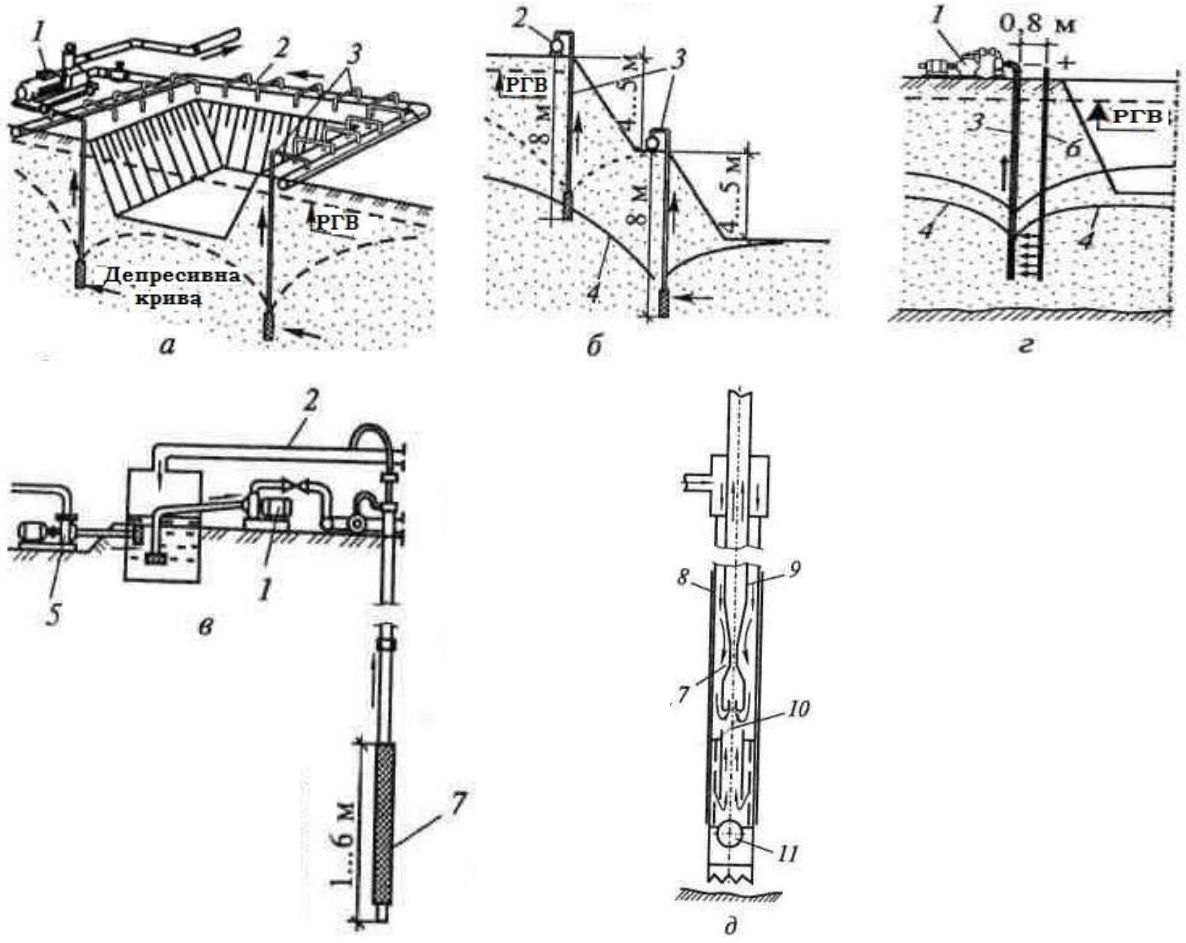
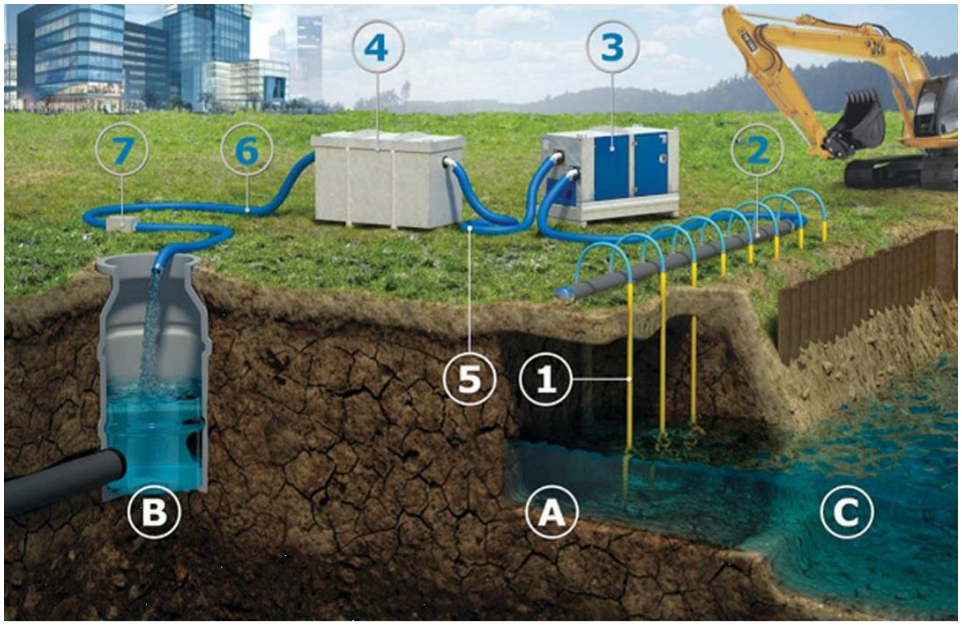


Рис. 3.11. Схеми голкофільтрових установок:
а - котлован з легкими голкофільтрами в один ярус; б - те ж, в два яруси; в, д -

ежекторна голкофільтрова установка та фільтрова ланка; г - схема електроосушіння;
1 - робочий насос; 2 - водовідвідний колектор; 3 - голкофільтр; 4 - рівень ґрунтових вод після осушення; 5 - низьконапірний насос; 6 - сталевий стрижень (анод); 7 - фільтрова ланка; 8 - труба зовнішня; 9 - труба внутрішня з ежекторним пристроєм; 10 - вакуум;
11 - клапан кульовий; РГВ - рівень ґрунтових вод



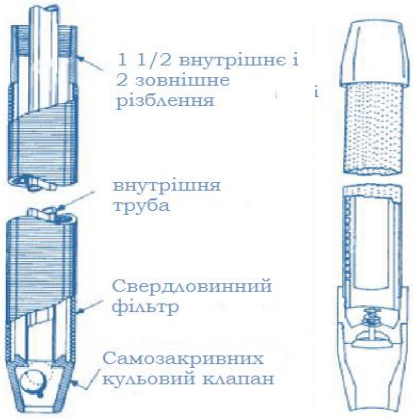




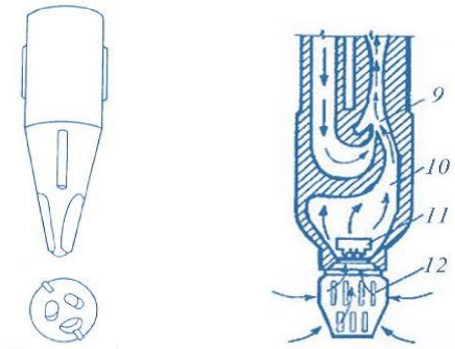
Насадка високого тиску для замивання легких голкофільтрів (вимиває грунт на глибину рівну глибині голкофільтра



Фрагмент обсадного фільтру, наконечник легкого пластмасового голкофільтру



Безперервної дії, з латуною головкою і пружиним клапаном



Реактивний наконечник, вакумний (ежекторний) наконечник

Рис. 3.12. Схема роботи установки голкофільтрового водопониження:
1 - голкофільтр; 2 - колектор; 3 - поршневий насос; 4 - уловлювач піску; 5 - відвідний

трубопровід; 6 - зливний шланг; 7 - лічильник потоку; 8 - наконечник сталевого голкофільтра безперервної дії; А - ґрунтові води; В - колодязь; С - котлован; D - типи і схеми наконечників, що фільтрують і замиваючих ланок голкофільтрів; 9 - сопло; 10 - всмоктуюча вода; 11 - зворотній клапан; 12 - сітка фільтру

У ґрунтах з низьким коефіцієнтом фільтрації можна використовувати явище електроосмосу, для чого необхідно на відстані 0,5-1 м від голкофільтрів забити металеві стержні або труби і підключити їх до позитивного полюсу джерела постійного струму (аноду), а голкофільтри – до негативного (катоду). Від аноду до катоду починає йти спрямований струм, під впливом якого в ґрунті у цьому ж напрямку переміщається вода (напрямок переміщення води на рис. 3.6. г позначено стрілками).

При необхідності пониження ґрунтових вод на 20 м і більше можуть застосовуватися трубчасті колодязі з артезіанськими насосами.

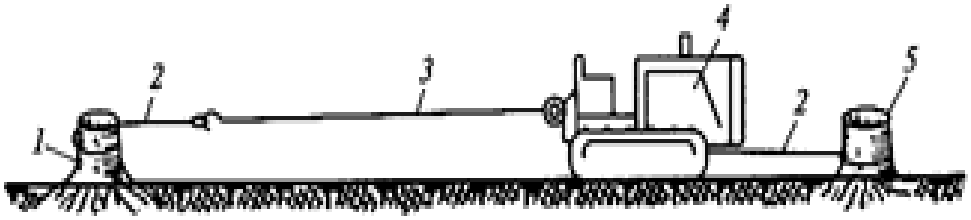
Розчищення території та знесення будівель. Відповідно до проекту підготовчих робіт частину зелених насаджень на будівельному майданчику захищають від пошкоджень і пересаджують на нові місця. Дерева і чагарники, які не підлягають вирубці і пересадці, огороджують, а решту спилюють механічними або електричними пилами, товсті корені пнів підрізають розпушувачами або бульдозерами, після чого пні корчують за допомогою факторних лебідок, іноді за допомогою поліспастів (Рис. 3.13).

Дерева, діаметром до 25 см, валять бульдозерами, чагарники зрізають тракторами-кущорізами. Для роздроблення великих каменів і розщеплення великих пнів іноді використовують підривні методи.

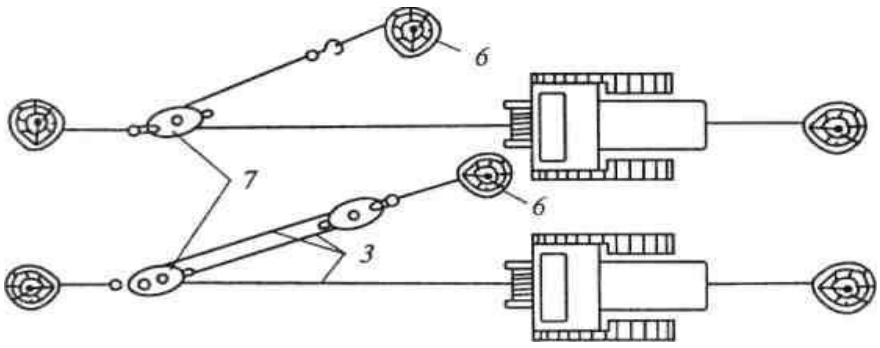
Родючий шар ґрунту, що підлягає зняттю, переміщають бульдозерами у спеціально виділені місця (бурти), а потім використовують в місцях озеленення або відвозять в інші місця для рекультивації землі. Комплекс робіт зі зняття, транспортування і нанесення родючого шару ґрунту на малопродуктивні угіддя з метою їх поліпшення носить у будівельників назву «землювання».

Потужність родючих і потенційно родючих шарів, що знімаються, встановлюється на основі оцінки родючості окремих горизонтів ґрунтів.

Зазвичай, якщо товщина родючого шару перевищує 10 см, проводиться його зняття.



а



б

Рис. 3.13. Корчування пнів тракторною тріловочно-корчувальною лебідкою:

а - корчування прямою тягою; б - корчування за допомогою подвійного і потрійного поліспаста;

1 - пень, що викорчовується; 2 - анкерний канат; 3 - тяговий канат; 4 - трактор з лебідкою; 5 - анкерний пень; 6 - допоміжний анкерний пень; 7 - блок

При вертикальному плануванні ділянок, які використовуються надалі під сквери, парки або для зелених насаджень, ґрунтовий покрив зберігають, а відведення зливових вод здійснюють завдяки улаштуванню тимчасових стоків.

Дерев'яні будови при знесенні розбирають на елементи з метою подальшого використання придатної деревини. При розбиранні кожен відокремлюваний елемент повинен бути попередньо розкріплений і займати стійке положення.

Металеві конструкції при розбиранні розкріплюють, а потім розрізають кисневими різаками. Залізобетонні будови розбирають у відповідності зі схемою знесення, що забезпечує стійкість будівлі в цілому. У конструкціях попередньо оголюють арматуру, розкріпляють отримані окремі блоки, ріжуть арматуру і обламують блоки. Найбільша маса такого блоку відповідно до

вимог техніки безпеки не повинна перевищувати половини вантажопідйомності крану при найбільшому вильоті гаку. Послідовність зносу будівель приймається у зворотній послідовності монтажу. Збірні залізобетонні конструкції, що не піддаються поелементному розділенню, руйнують як монолітні. При розробці бажано використовувати екскаватори з різним спеціальним ефективним навісним обладнанням (Рис. 3.14). Наприклад, устаткування «ножиці» на базі екскаватора КАТО НД 1500 GYS володіє зусиллям різання +2649 кН.

Демонтаж (руйнування)

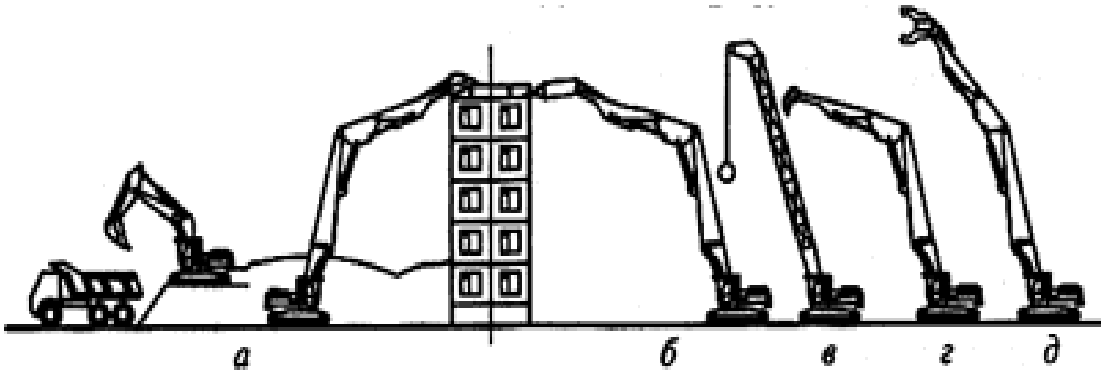


Рис. 3.14. Знесення за допомогою екскаваторів, обладнаних:
а - ковшем; б - гідравлічним молотом; в - шар-бабою; г - розломлювачем; д - гідроножицями

§ 3.4. Зміцнення ґрунтів

Зазвичай при зведенні земляних споруд їх бічні стінки влаштовують таким чином, щоб кут укосу був менше кута природного укосу. Однак дуже часто, особливо в міських умовах, через певні обмеження влаштувати укоси неможливо. Крім того, при намоканні навіть в умовах правильно виконаних укосів верхня частина виїмки може порушитися. Такі випадки відбуваються через те, що при намоканні ґрунту його кут природного укосу може різко змінитися (наприклад, у глини з 45° до 15°, у суглинку з 50° до 20° тощо).

У таких умовах необхідно, поряд з обмеженням припливу води, зміцнювати бічні стінки земляних споруд кріпленнями (Рис. 3.15).

Шпунтова огорожа є дорогим способом, який застосовується при розробці виїмок у водонасичених ґрунтах поблизу існуючих будівель і

споруд. Шпунт забивають до розробки виїмки, чим забезпечують стійкий і природний стан ґрунту за її межами.

Кріплення консольного типу складається зі стійок-паль, заземлених нижньою частиною в ґрунті глибше дна виїмки. Вони служать опорами для щитів або дощок, які безпосередньо сприймають тиск ґрунту. Кріплення консольного типу доцільне при глибині виїмки до 5 м. У траншеях значної глибини використовують консольно-розпірне кріплення, що відрізняється від консольного тим, що між стійками у верхній їх частині перпендикулярно осі траншеї встановлюють розпірки.

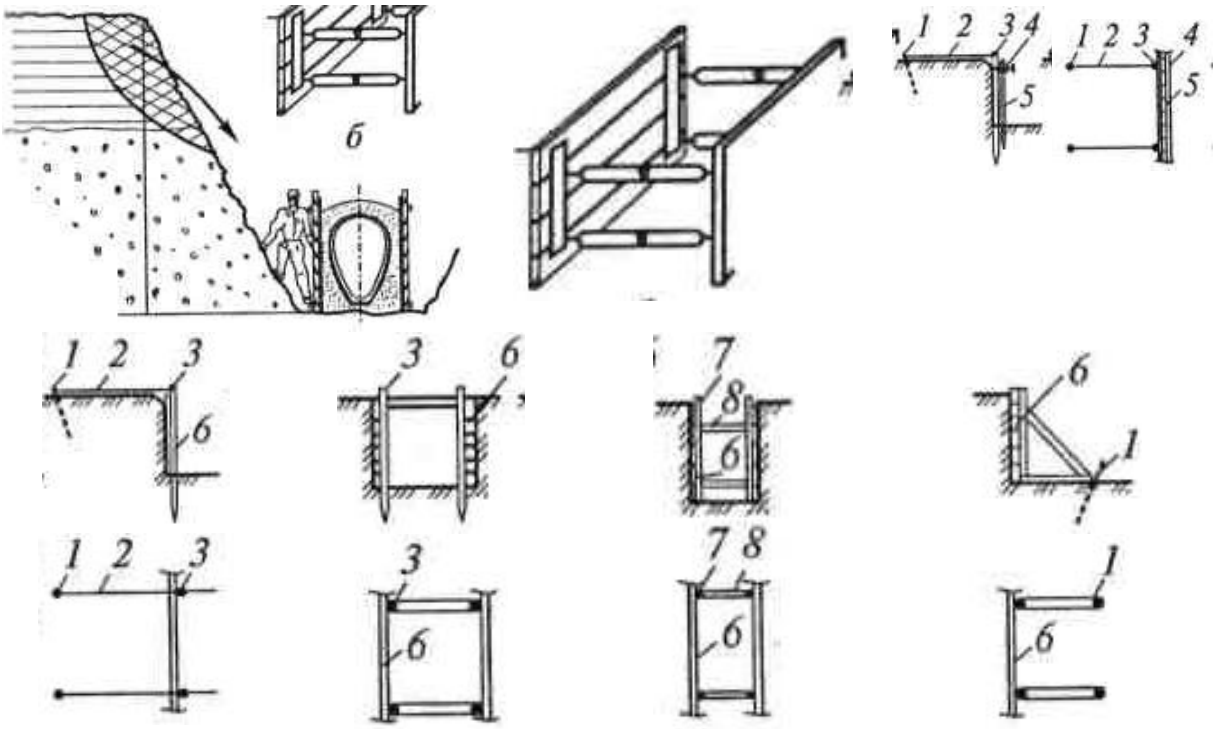


Рис. 3.15. Кріплення ґрунту від обвалення:
а - схема обвалення верхньої частини укосу при намочуванні; б - інвентарні трубчасті розпірні рами; в, г, д - кріплення: відповідно шпунтове, консольне, консольно-розпірне;
е, ж - кріплення розпірне і підкісне;
1 - анкерна паля; 2 - відтяжка; 3 - маякова паля (опорна стійка); 4 - направляюча паля;
5 - шпунтове огородження; 6 - щити (дошки); 7 - стійки розспірної рами; 8 - розпірка

Розпірне (рамне) кріплення – найбільш просте у виконанні – застосовується при влаштуванні траншей, глибиною до 4 м, в сухих або ґрунтах з нормальною вологістю. Воно складається зі стійок, горизонтальних дощок або щитів і розпірок, притискаючих дошки або щити до стінок траншеї.

Найбільш ефективні інвентарні трубчасті розпірні рами (Рис. 3.16) завдяки їх малій масі, легкості монтажу і демонтажу. На необхідну ширину їх встановлюють поворотом муфт з гвинтовою нарізкою.

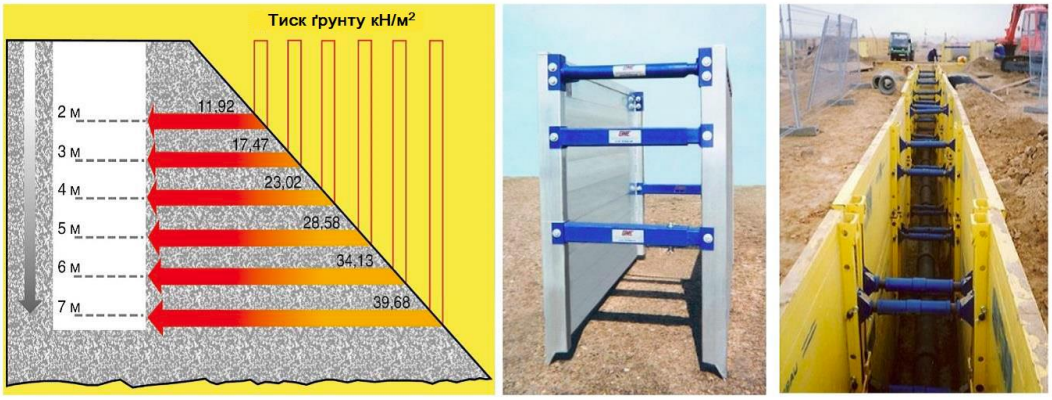


Рис. 3.16. Усереднена діаграма тиску ґрунту в траншейній виїмці, в залежності від її глибини. Інвентарне кріплення для траншей – праворуч

При розробці траншей дерев'яні або металеві кріплення встановлюють екскаватором безпосередньо при копанні виїмки. Екскаватор встановлює блоки і за ступенем поглиблення траншеї придавлює ковшем їх верхні торці.

При створенні навколо розроблюваних виїмок постійних водонепроникних завіс або у разі підвищення несучої здатності ґрунтових основ застосовують такі способи штучного закріплення ґрунтів: цементацію і бітумізацію; хімічний, термічний, електричний, електрохімічний, механічний та ін.

Цементація та бітумізація полягає в ін'єктуванні цементного розчину або розігрітих бітумів в товщу ґрунту. Ці способи застосовують для пористих ґрунтів з високим коефіцієнтом фільтрації, а також тріщинуватих скельних порід.

Хімічним способом (силікатизацією) закріплюють піщані і лесові ґрунти, нагнітаючи в них хімічні розчини. Термічне закріплення полягає в випалюванні лесових ґрунтів розпеченими газами, нагнітається через свердловини в їх пори. Гази подаються в товщу ґрунту разом з повітрям через жароміцні труби в пробурених свердловинах.

Електричним способом закріплюють вологі глинисті ґрунти. Спосіб полягає у використанні ефекту електроосмосу, для чого через ґрунт пропускають постійний електричний струм з напруженістю поля 0,5-1 В/см і щільністю 1-5 А/м^2. При цьому глина осушується, ущільнюється і втрачає здатність до пучення.

Електрохімічний спосіб відрізняється від попереднього тим, що одночасно з електричним струмом в ґрунт вводять через трубу, що є катодом, розчини хімічних добавок (хлористий кальцій та ін.). Завдяки цьому інтенсивність процесу закріплення ґрунту зростає.

Механічний спосіб зміцнення ґрунтів має такі різновиди: улаштування ґрунтових подушок і ґрунтових паль, втрамбовування котлованів та ін.

Обладнання ґрунтових подушок полягає в заміні слабкого ґрунту основи іншим, більш міцним. Для цього слабкий ґрунт видаляють, а об’єм, що вивільнився, заповнюють підсипанням міцного ґрунту з пошаровим трамбуванням.

При влаштуванні ґрунтових паль в слабкий ґрунт забивають палю-лідер, після вилучення лідера в отриману свердловину засипають ґрунт з пошаровим ущільненням.

Втрамбовування котлованів здійснюють за допомогою важких трамбовок, підвішених на стрілі крану. Цей спосіб менш складний, ніж спосіб ґрунтових подушок, оскільки не вимагає заміни ґрунту основи.

Ущільнення котлованів значних розмірів може здійснюватися гладкими або кулачковими катками, трамбуючими машинами, віброкатками і віброплитами.

§ 3.5. Визначення обсягів земляних робіт

Обсяги ґрунту, що розробляється, вимірюють кубічними метрами щільного тіла. Для деяких процесів (ущільнення поверхні, планування тощо) обсяги можуть вимірюватися квадратними метрами поверхні.

Підрахунок обсягів ґрунту, що розробляється, зводиться до визначення обсягів різних геометричних фігур. При цьому допускається, що об'єм ґрунту обмежений площинами, і окремі нерівності не впливають значно на точність розрахунку.

У промисловому і цивільному будівництві доводиться в основному розраховувати обсяги котлованів, траншей, виїмок і насипів при вертикальному плануванні майданчиків.

Об’єм котловану, що має форму багатокутника (б) $V = \frac{H}{6}\left(F_1 + F_2 + 4F_{cp}\right)$

Об’єм круглого в плані котловану з відкосами (в) $V_k + \frac{\pi H}{3}\left(R^2 + r^2 + Rr\right)$

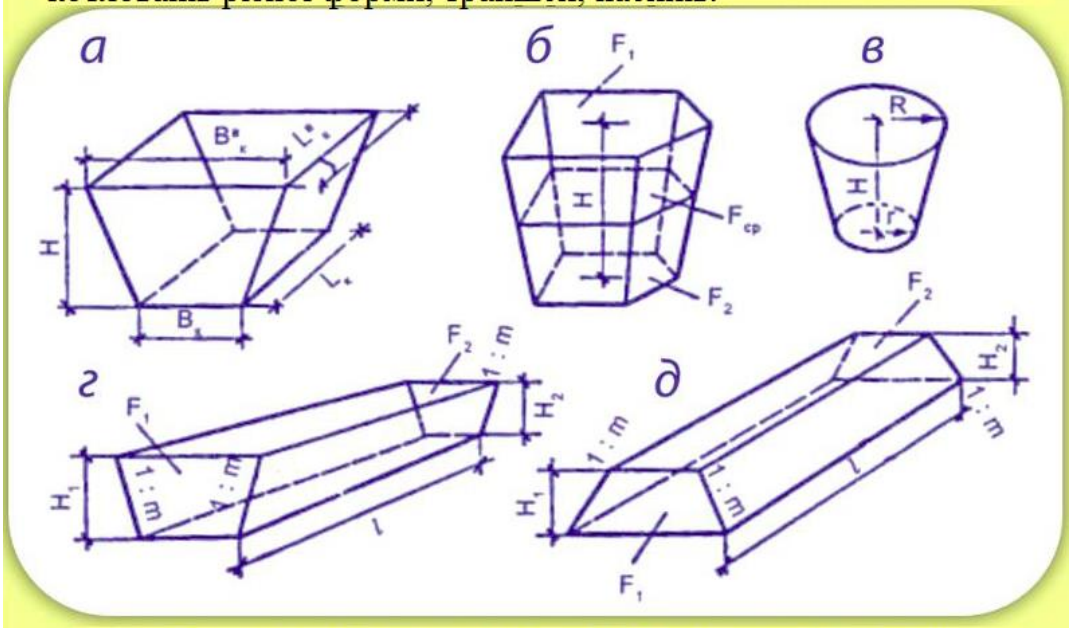
Об’єм квадратного котлова-ну з відкосами $V_k = \frac{H}{3}\left(F_1 + F_2 + \sqrt{F_1 F_2}\right)$

Об’єм котловану прямо-кутної форми з відкосами (а) $V_k = \frac{H}{6}\left\{B_k L_k + B_{kb} L_{kb} + \left(B_k + B_{kb}\right)\left(L_k + L_{kb}\right)\right\}$

$B_к$ и $L_к$ – ширина та довжина котловану по дну, м;

$B_{кв}$ и $L_{кв}$ – те ж, поверху; Н – глибина котловану.

Схема для визначення обсягів земельних робіт при влаштуванні котлованів різної форми, траншей, насипів:



а, б, в - котловани прямокутні, багатокутний, круглі;
г - траншея з укосами; д - насип

Обсяг котловану (Рис. 3.17. а),

$$V = \frac{H}{6}\left[\left(2a + a_1\right)\cdot b + \left(2a_1 + a\right)\cdot b_1\right] \qquad (3.1)$$

де Н - глибина котловану; a, b - довжини сторін котловану біля основи;

a_1, b_1 - довжини сторін котловану поверху (a_1 = a + 2Нт; b_1 = b + 2Нт);

т - коефіцієнт укосу (нормативне значення за табл. 3.4).

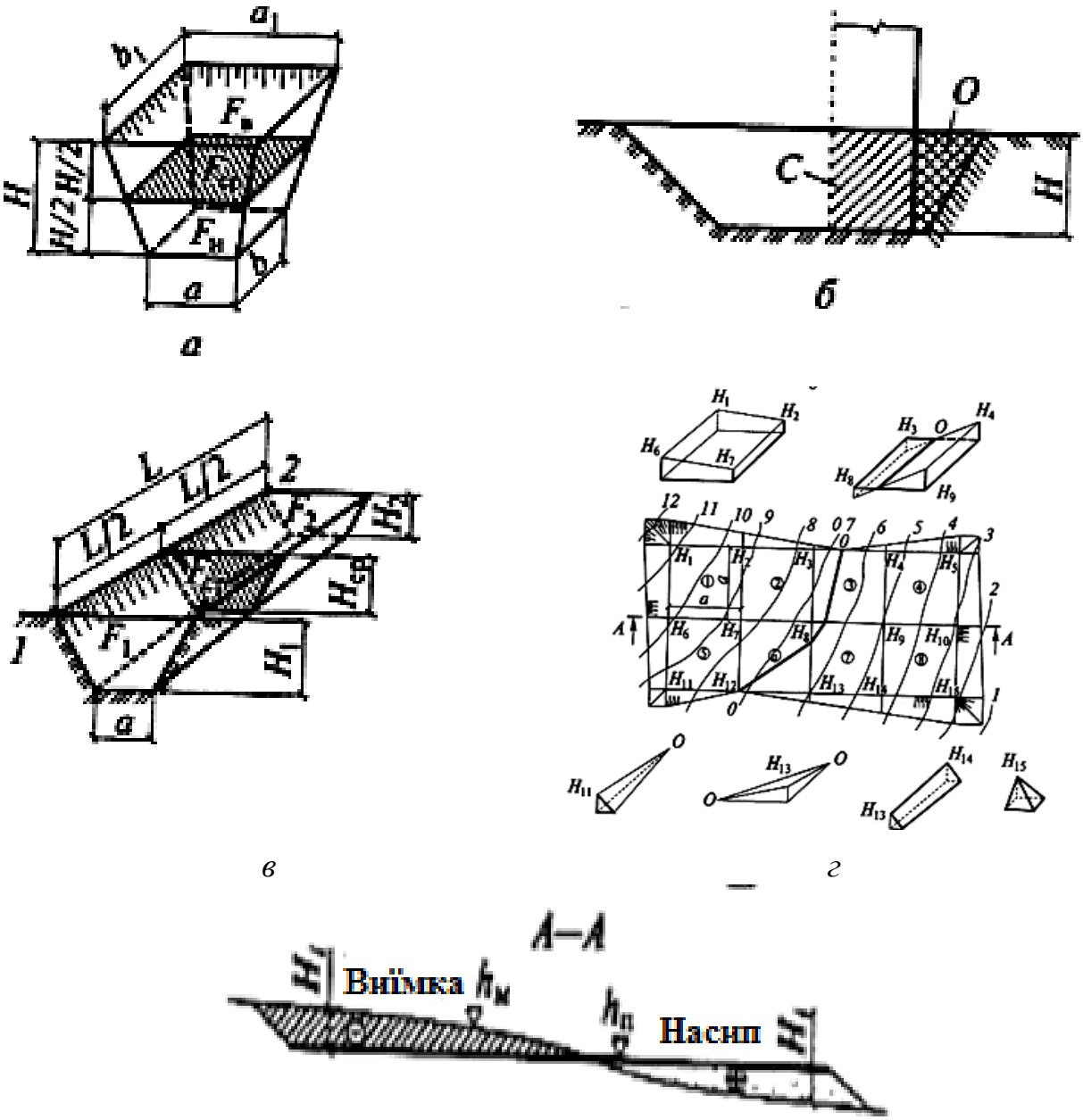


Рис. 3.17. Схеми визначення обсягів земляних робіт:

а, в - геометричні схеми визначення об'єму: відповідно котловану і траншеї; б - розріз котловану; г - план майданчика з укосами (з лінією нульових робіт і схематичним поданням геометричних фігур для визначення обсягів ґрунту, що розробляється);

С - споруда; О - зворотня засипка

Для визначення обсягу зворотньої засипки пазух котловану, коли обсяг його відомий, потрібно з обсягу котловану відняти об'єм підземної частини споруди (Рис. 3.17. б);

$$V_{обз} = V - a'b'H\ , \tag{3.2}$$

де a', b' - розміри будинку в плані.

При розрахунку обсягів траншей та інших лінійно протяжних споруд їх поздовжні профілі ділять на ділянки між точками перелому. Для кожної такої ділянки обсяг траншеї обчислюють окремо, після чого їх підсумовують. Так, обсяг траншеї на ділянці між пунктами 7 і 2 (Рис. 3.17. в) обчислюють за формулами:

$$V_{1-2} = (F_1 + F_2) \cdot \frac{L_{1-2}}{2} \text{ (Завищений)}, \tag{3.3}$$

або

$$V_{1-2} = F_{ср} \cdot L_{1-2} \text{ (Занижений)}, \tag{3.4}$$

де F_1, F_2 – площі поперечного перерізу у відповідних пунктах поздовжнього профілю;

$F_{ср}$ – площа поперечного перерізу на середині відстані між пунктами 1 і 2.

Більш точно,

$$V_{1-2} = \left[F_{ср} + m(H_1 - H_2)^2/12\right] L_{1-2}, \tag{3.5}$$

або ,

$$V_{1-2} = \left(\frac{F_1}{2} + \frac{F_2}{2} - m \cdot \frac{(H_1 - H_2)^2}{6}\right) \cdot L_{1-2}, \tag{3.6}$$

Для отримання обсягів планувальних робіт всю площу на плані з горизонталями ділять на елементарні ділянки, потім підсумовують обсяги робіт з ним. В якості елементарних ділянок зазвичай застосовують квадрати (рідше прямокутники і трикутники) зі стороною 10-100 м. Чим спокійніший рельєф місцевості, тим більше сторона квадрату.

У вершинах квадратів прийомами, відомими з курсу геодезії, підраховують робочі позначки H_i (різниця між проектними відмітками – відмітками планування $h_П$ та відмітками місцевості – відмітками поверхні

землі $h_м$). Робочі позначки зі знаком плюс (+) вказують на необхідність влаштування насипу, відмітки зі знаком мінус (-) – виїмки (Рис. 3.17. г).

Між двома вершинами з робочими відмітками різного знаку завжди знаходять таку точку, в якій робоча відмітка дорівнює 0, в цій точці не потрібно ніяких земляних робіт. Відстань від цієї точки до вершин, що мають відповідні робочі позначки H_3 і H_4 (або H_8 і H_9), знаходять за правилом пропорційності сторін подібних трикутників:

$$x_1 = \frac{a H_3}{(H_3 + H_4)}, \tag{3.7}$$

де X_{ox} – відстань нульової точки від вершини, що має позначку H_3; а - сторона квадрата між вершинами з робітниками відмітками H_3 і H_4; H_3, H_4 - абсолютні величини параметрів.

Поєднуючи нульові точки, отримують лінію нульових робіт, що відокремлює зону планувальної виїмки від зони планувального насипу (лінія 0-0 на рис. 3.17. г). Обсяги виїмок або насипів, укладених в окремих квадратах або в їх частинах, розраховують за формулами, що наведені в Табл. 3.6.

Таблиця 3.6.

Розрахункові формули для визначення обсягів робіт при вертикальному плануванні

Фігура	Розрахункова формула
Цілий елементарний квадрат	$V = F(H_1 + H_2 + H_7 + H_6)/4$
Фігури, що відсікаються нульовою лінією:	$V = \frac{F H_8}{3}$
Трикутник	
Трапеція	$V = F(H_4 + H_9)/4$
П'ятикутник	$V = F(H_9 + H_{14} + H_{13})/5$
Елементи укосів:	$V = m^2 H_{15}^3/3$
Кутовий, типу чотиригранної піраміди	
Бічний, типу призматоїд	$V = ma(H_{13}^2 + H_{14}^2)/4$
Те ж, тригранної піраміди	$V = ma H_{11}^2/4$

Примітка: F - площа в плані відповідної фігури; т - коефіцієнт закладення укосу.

Загальний обсяг ґрунту, що розробляється при плануванні майданчика визначають як суму всіх обсягів.

§ 3.6. Основні способи розробки ґрунту і механізми, що застосовуються

Ґрунти можна розробляти механічним, гідромеханічним і вибуховим способами. Основним способом є механічний.

Механічний спосіб розробки полягає у відділенні ґрунту від масиву різанням за допомогою землерийних машин (екскаваторів) або землерийно-транспортних машин (бульдозерів, скреперів, грейдерів).

Гідромеханічний спосіб заснований на розмиванні ґрунту водяним струменем гідромонітору або всмоктуванні розрідженого ґрунту земснарядом.

Вибуховим способом в основному розробляють щільні ґрунти, що знаходяться за містом. Для цього в земляному масиві бурять свердловини, в які закладаються вибухові речовини (ВР).

Основні процеси механічної розробки ґрунту – розпушування, розробка, транспортування, засипка, розрівнювання, ущільнення, планування укосів і площ.

Механізми для розробки ґрунту наведено в Табл. 3.7.

Таблиця 3.7.

Технічні характеристики землерийних, землерийно-транспортних та ґрунтоущільнюючих машин

Марка (тип трактору)	Потуж-ність, кВт	Маса, т	Ємність ковша, м	Найбільші розміри розробки, м		Габарити (довжина ширина висота),	Виробіток, $\frac{м^3}{ч}$
				ширина	глибина (висота)		
Екскаватори							
ЭО-2621А	44	5,5	0,25	10	2,2	7,5х2,0х2,25	20
ЭО-3322	55	14,5	0.4...0.5	16,4	5,2	9,3х2,5х3,1	25
ЭО-3332	55	14,5	0,4	17,2	5,1	8,8х2,3х3,1	25,5
Э-5015А	59	13,0	0,5	14,6	3,9	8,1х2,8х3,0	30

ЭО-4321	59	19,2	0,65	18,0	5,6	9,1x3,0x4,5	40
ЭО-4121	95	24,5	1,0	18,8	5,0	10,4x3,0x3,2	50
ЭО-5122	125	35,8	1,25; 1,6	18,8	5,0	13,0x3,1x4,9	60
ЭО-5123	125	37,0	2,0	20,4	5,5	13,0x3,1x4,9	80
ЭО-6122	150	58,0	5,0	20,4	5,3	14,0x3,6x5,5	100
Навантажувачі							
ТО-19	29	4,4	0,25	1,4	2,6	5,2x1,9x2,4	15
ТО-15	37	4,1	0,4	1,8	2,1	5,5x2,2x2,4	20
ТО-6	59	7,1	1,0	2,3	2,7	5,8x2,3x2,9	30
ТО-18	100	10,0	1,5	2,4	2,8	7,2x2,4x3,0	60
ТО-8	176	19,0	2,7	3,1	3,4	8,0x3,2x3,2	90
ТО-21	405	62,0	7,5	4,4	4,5	10,9x4,4x4,7	350
Бульдозери							
ДЗ-37 (МТЗ-52)	41	3,8	2,00,7	2,0	0,15	6,2x2,3x3,3	200
ДЗ-29 (Т-74)	55	6,6	2,60,8	2,6	0,3	4,8x2,5x2,5	280
ДЗ-42 (ДТ-75)	59	7,3	2,60,8	2,6	0,3	4,8x2,6x2,7	300
ДЗ-8 (Т-100)	79	13,6	3,21,2	3,2	1,0	5,3x3,2x3,1	510
ДЗ-18 (Т-100)	79	13,6	3,91,0	3,9	0,5	5,5x3,2x3,1	570
ДЗ-28 (Т-130)	118	14,1	3,91,0	3,9	0,4	6,4x3,2x3,1	860
ДЗ-24А(Т-180)	132	18,2	3,41,1	3,4	1,0	7,0x4,4x2,8	900
ДЗ-48 (К-702)	155	18,2	3,61,2	3,6	0,6	7,5x3,6x3,5	1050
ДЗ-34 (ДЭТ-250)	221	31,4	4,51,6	4,5	0,4	6,9x3,8x3,2	1400
Бульдозерно-розпушувальні агрегати							
ДП-14,15(Т-100)	79	15	3,21,2	3,2	0,4	6,8x3,2x3,1	500
ДП-5С(Т-130)	118	17,3	3,21,3	3,2	0,4	6,4x3,2x3,1	850
ДП-26С(Т-130)	118	17,9	3,21,1	3,2	0,45	6,6x3,2x3,1	850
ДП-22С(Т-180)	132	22,7	3,61,3	3,6	0,5	8,4x3,6x2,8	1000
ДП-18 (Т-180)	132	20,9	3,41,1	3,4	0,4	8,4x3,6x2,8	1000
Д-671С(Т-220)	162	23,3	3,51,1	3,5	0,5	7,6x3,5x2,9	1000
Скрепери причіпні							
ДЗ-30 (Т-74)	55	2,8	3	1,9	0,15	5,8x2,4x2,1	35
ДЗ-57 (ТП-4)	66	4,8	5	2,4	0,25	6,8x2,9x2,2	45
ДЗ-20А (Т-100)	79	7,3	7	2,7	0,3	7,3x3,2x2,4	50
ДЗ-77С(Т-130)	118	9,8	8	2,7	0,35	9,9x3,1x2,7	60
ДЗ-26 (Т-180)	132	9,2	10	2,8	0,3	9,0x3,2x2,7	90
ДЗ-23 (ДЭТ-250)	221	16,3	15	2,9	0,35	11,3x3,4x3,1	110
Скрепери самохідні							
ДЗ-11П	158	19	9	2,7	0,3	10,2x3,2x2,9	40
ДЗ-32	177	20	10	2,9	0,3	10,2x3,2x2,9	50
ДЗ-13	265	35	15	2,8	0,35	13,9x3,6x3,8	70
ДЗ-115	2652	44	15	3,0	0,35	13,9x3,6x3,8	100

ДЗ-67	3152	64	25	3,6	0,4	16,1x4,4x4,3	120
Причіпні котки							
ДУ-30 (Т-100)	79	12,5	-	2,2	0,27	5,3x2,3x1,8	140
ЗУР-25 (Т-100)	79	15	-	2,9	0,5	5,8x2,8x2,3	160
ДУ-32А(Т-130)	108	18	-	2,6	0,3	5,0x2,3x2,1	170
ДУ-39А (Т-180)	118	25	-	2,6	0,4	5,8x2,9x2,4	180
ДУ-4 (К-700)	158	25	-	2,5	0,4	5,7x3,2x2,2	200
ДУ-16 (МАЗ-529Е)	158	25	-	2,8	0,45	9,2x3,2x2,9	200

Машини для земляних робіт за призначенням розділяють на:

1. Землерийні, призначені для виконання однієї операції – відділення ґрунту від масиву. До таких машин відносять одноковшеві з дизельним двигуном екскаватори (циклічної дії) і багатоковшеві (безперервної дії). Найбільшого поширення набули одноковшеві з дизельним двигуном екскаватори, які виконують близько 50% всього обсягу землерийних робіт.

2. Землерийно-транспортні, які не тільки відокремлюють ґрунт від масиву, але і переміщають його. Основні землерийно-транспортні машини бульдозери та скрепери, які за один цикл розробляють ґрунт, переміщують його, розвантажують в насип і повертаються в забій в порожньому стані.

3. Спеціальні, призначені для ущільнення ґрунтів (катки, трамбовки, віброущільнювачі). Для ущільнення ґрунтів в залежності від фізико-механічних властивостей можуть бути використані два види ущільнюючих впливів – статичний і динамічний.

4. Машини для пальових робіт (віброзанурювачі, дизель-молоти, машини і механізовані комплекси для влаштування буронабивних і буроін'єкційних паль тощо).

§ 3.7. Розробка ґрунту одноковшевими екскаваторами

Загальні положення. Приблизно, 97% всіх робіт при влаштуванні земляних споруд комплексно механізовані, тобто при виконанні процесу повністю виключається ручна праця. На рис. 3.18 наведені схеми комплексної механізації робіт при відсипанні товщі земляної греблі. Ґрунт

розробляється в кар'єрі екскаватором із завантаженням в автосамоскиди (Рис. 3.18. а), транспортується на відстань L, розвантажується після підйому кузова, розрівнюється бульдозерами і ущільнюється котками (Рис. 3.18. б, в).

У промисловому і цивільному будівництві найбільш поширені наступні машини для земляних робіт: землерийні (екскаватори); землерийно-транспортні (бульдозери, скрепери, грейдери); розпушувальні (бульдозери-розпушувачі, дизель-молоти); транспортуючі (автосамоскиди); ґрунтоущільнювачі (катки, вібраційні трамбуючі плити та ін.); спеціальні машини (бурові установки, копри тощо). Найбільший обсяг земляних робіт в будівництві (45%) виконується одноковшевими екскаваторами: на пневмоколісному ходу (місткість стандартного ковша 0,15-0,65 м^3), на гусеничному ходу (місткість стандартного ковша 0,25-2,5 м^3, рідше до 4 м^3). Крім стандартних ковшів при розробці легких ґрунтів можуть встановлюватися ковші підвищеної місткості.

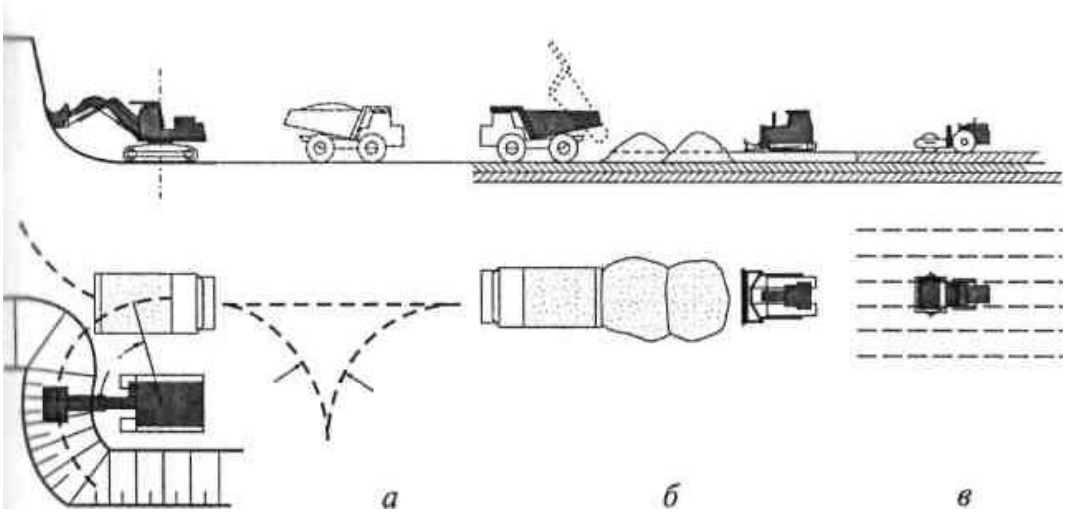


Рис. 3.18. Схеми комплексної механізації земляних робіт:
а - розробка і транспортування; б - розвантаження і розрівнювання; в - ущільнення

Індекс (марка) екскаватора, позначає той чи інший екскаватор і відображає його основну характеристику. (Рис. 3.19).

Раніше в індекси, що застосовувалися для позначення екскаваторів, закладалася тільки ємність його основного ковша. Наприклад, Е-652Б - екскаватор з ковшем ємністю 65 декалітрів (0,65м^3), модель 2, друга модернізація (Б). За старою системою індекс не давав уявлення ні про тип

ходового пристрою екскаватора, ні про виконання робочого обладнання, що вельми важливо для характеристики машини і її експлуатаційних можливостей. Крім того, визначення розміру (класу) одноківшевого екскаватора тільки по ємності одного з застосовуваних на цій машині ковшів невизначено і призводить до неправильного уявлення про можливості машини.

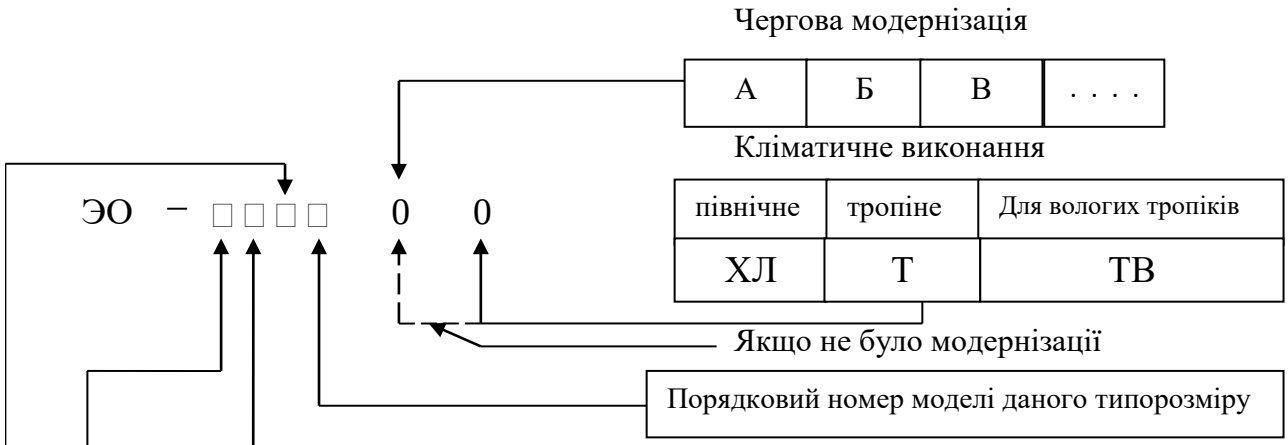
Це в ще більшій мірі відноситься до гідравлічних екскаваторів, у яких ємність ковшів, що застосовуються на одній і тій же машині, може відрізнятися в два і більше разів.

Розмір екскаватора, від якого залежать його робочі параметри, продуктивність і т. п., визначається сукупністю факторів. При цьому параметром, найповніше (в порівнянні з іншими) характеризує розмір гідравлічного екскаватора, є маса машини, яка визначає її стійкість і можливість ефективного використання ковшів даних ємностей на відповідних вильотах, глибині або висоті.

В основу діючої системи індексації екскаваторів закладена розмірна група машин, яка визначається в основному в залежності від ескплуатаціонной маси екскаватора. Ємності використовуваних ковшів (діапазон яких може змінюватися в міру вдосконалення конструкції) наведені для орієнтування (рис. 3.19).

Експлуатаційною масою називається маса екскаватора з повною заправкою паливом і робочою рідиною гідроприводу (без машиніста).

Нова система індексації одноківшових універсальних екскаваторів (ЕО) передбачає структуру індексу машини. Чотири основні цифри індексу означають по порядку їх розташування: перша - розмірну групу, друга - тип ходового пристрою, третя - виконання робочого обладнання і четверта - порядковий номер даної моделі. Букви (А, Б, В ...) позначають чергову модернізацію даної машини, а також її спеціальне кліматичне виконання (ХЛ, Т, ТВ).



Розмірна гр	Маса експлуата-ційна	Потужність основного двигуна, л.с. (приблизна)	Ємкість ковшів (геометрична), м3
1	3-3,5* 5,5-6	30	0,15-0,4
2	5,5-6,5* 8,5-9,5	47	0,25-0,65
3	12 - 17	50-80	0,4-1,0
4	19 - 30	80 - 130	0,65 – 1,6
5	36 - 40	130 - 200	1,0 – 2,5
6	56 - 60	220 - 350	1,6 – 4,0
7	88 - 95	380 - 550	2,5 – 6,3
8 9		резерв	

Тип ходового пристрою		
індекс	умовні позначення	схема
1	Г	
2	ГУ	
3	П	
4	Сш	
5	А	
6	Тр	
7	Пр	
8 9	резерв	

Виконання робочого обладнання		
індекс	найменування	схема
1	З канатної підвіскою	
2	З жорсткою підвіскою	
3	телескопічне	
4 5		резерв

В чисельнику показана маса екскаваторів, навісних на тракторі

Рис. 3.19. Схема маркування одноковшевих універсальних екскаваторів:
ЕО - екскаватор одноковшевий універсальний; ХЛ - північне виконання; Т - тропічне виконання; ТВ - тропічне вологе виконання; Г - гусеничний ходовий пристрій з

мінімально допустимою поверхнею гусениць; ГУ - гусеничний ходовий пристрій із збільшеною поверхнею гусениць; П - пневмоколісний ходовий пристрій; $С_Ш$ - спеціальне шасі автомобільного типу; А - шасі вантажного автомобіля; Тр - трактор; Пр - причіпний ходовий пристрій;

Наприклад, індекс ЕО-3322А позначають екскаватор одноковшевий універсальний 3-й розмірної групи на пневмоколісному ходовому пристрою з жорсткою (шарнірно-важеля) підвіскою робочого обладнання, 2-й моделі, що пройшов першу модернізацію.

Основним екскаваторним обладнанням є ківш зворотної лопати. До інших видів змінного устаткування відносяться пряма лопата, грейфер, драглайн, планувальний і навантажувальний ковші.

Робочу зону екскаватора, включаючи місце стоянки транспортних засобів, називають забоєм, переміщення екскаватора при розробці ґрунту – проходкою. Значення переміщення екскаватора при зміні суміжного місця стоянки називається довжиною пересування. Вибої бувають лобовими (при застосуванні зворотної лопати – торцевими) і бічними, проходки – поздовжніми і поперечними. Залежно від кількості проходок по висоті виїмки розрізняють одно-, дво- і триярусну розробку ґрунту.

Робочий цикл екскаватору має п'ять основних операцій: набір ґрунту, переміщення ковша, розвантаження ковша у відвал або транспортний засіб, зворотний поворот для набору ґрунту, опускання ковша для подальшого набору ґрунту. Для зменшення часу циклу екскаваторники при вантаженні ґрунту в транспортний засіб зазвичай поєднують четверту і п'яту операції, при відсипанні ґрунту у відвал – другу і третю.

Продуктивність екскаватору та інших землерийних і землерийно-транспортних машин,

$$П_Т = \frac{Tq K_Н K_В}{(T_ц K_р)}, \qquad (3.8)$$

де Т, $Т_ц$ – відповідно час роботи машини, час циклу екскавації;

q – геометрична місткість ковша (земляної призми);

$К_н$, $К_р$, $К_в$ – відповідно коефіцієнти наповнення ковша, розпушення ґрунту, використання часу протягом зміни.

Продуктивність можна підвищити в результаті наступних заходів:

- скорочення циклу екскавації ($Т_ц$), поєднуючи робочі операції, зменшуючи кут повороту стріли при розвантаженні, розпушуючи ґрунт в період перерв у подачі транспорту тощо;

- збільшення обсягу ґрунту, який розроблюється за один цикл (q, $К_Н$), у разі застосування ковшів підвищеної місткості, більш повного їх заповнення («із шапкою») тощо;

- збільшення коефіцієнту $К_В$ в процесі скорочення простоїв (своєчасне проведення профілактичних робіт, представлення фронту робіт, підвезення паливно-мастильних матеріалів та ін.).

Підбір екскаватора і транспортних засобів. Орієнтовно екскаватор можна підібрати за обсягом робіт (Табл. 3.8), заданих термінів виконання робіт або необхідних характеристик машин, Табл. 3.9.

Таблиця 3.8

Орієнтовний підбір екскаватора за обсягом робіт

Обсяг робіт	До	1500	5000	15000	Понад
Q, $м^3$	1500	5000	15000	20000	20000
Місткість ковша q, $м^3$	0,15-0,35	0,35-0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2,5
Довжина пересувки Lп, м	1-1,25	1,25-1,5	1,5-1,75	1,75-2	2-2,5

Таблиця 3.9

Тип лопати	Група ґрунту	При місткості ковша, $м^3$							
		0,4	0,5	0,8	1,0	1,6	2,0	3,0	4,0
Пряма лопата	I, II	1,5	1,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4
	III	2,5	2,5	3,5	4,5	4,5	4,5	5	5,5
	IV	3,0	3,5	5,5	6	6	6,5	6,5	7
Зворотна лопата	I, II	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	3	---	---
	III	1,8	2	2	3	3,5	4	---	---

При заданому терміні виконання робіт підібрати машину, здатну виконати роботу в строк, по продуктивності:

$$П_п > Q/T, \quad (3.9)$$

де Q - обсяг робіт;

Т - заданий термін.

При підборі екскаватора за необхідними технічними характеристиками враховують основні параметри машини (Рис. 3.20) і умови роботи.

Робота при максимальних вильотах стріли (R_{max}) призводить до швидкого зносу машини, тому приймаються оптимальні робочі параметри (R_0), що складають 90% показаних на Рис. 3.20 максимальних значень:

$$R^p_к = 0{,}9R_к, \qquad (3.10)$$

де 0,9 – коефіцієнт використання технічних характеристик екскаватора.

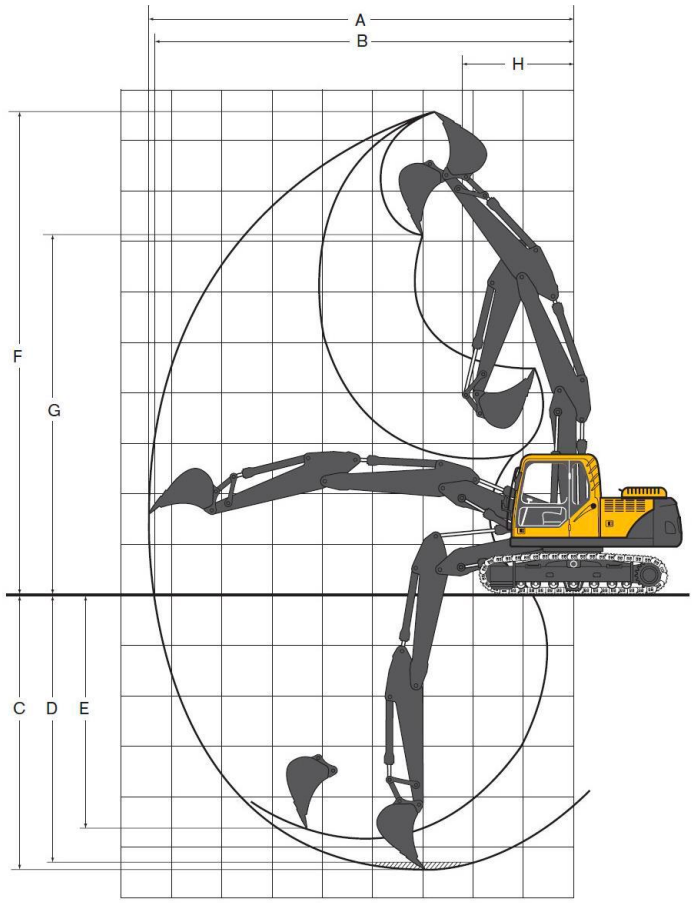


Рис. 3.20. Діаграма основних технічних параметрів одноковшевого екскаватора:

A - максимальний виліт при виємці; B - максимальний виліт на рівні ґрунту; C - максимальна глибина виїмки; D - гранична глибина виїмки; E - максимальна глибина виїмки з вертикальною стінкою; F - максимальна висота різання; G - максимальна висота розвантаження; H - мінімальний передній радіус повороту

При роботі екскаватора із завантаженням ґрунту в транспортні засоби число потрібних самоскидів:

$$N = [T_п + 2L/V_{ср} + T_р + T_u]/T_п, \quad (3.11)$$

де $T_п$, $T_р$, $T_м$ - тривалість відповідно завантаження, розвантаження, маневрів самоскида;

L - відстань перевезення;

$V_{ср}$ - середня швидкість руху автомашини (у місті V = 25 км/год).

Тривалість завантаження

$$T_п = H_{вр}\, nυ_{факт}/100, \quad (3.12)$$

де $H_{вр}$ - норма часу на розробку ґрунту та завантаженням його до транспортних засобів;

n - кількість ковшів, завантажених до самоскиду;

υ-факт - об'єм ґрунту у ковші.

$$n = Q_c / Q_{факт}, \quad (3.13)$$

де Q_c, $Q_{факт}$ - відповідно вантажопідйомність самоскида і маса ґрунту в ковші екскаватора.

Параметр

$$Q_{факт} = \gamma q K_н / K_р, \quad (3.14)$$

де Y - щільність ґрунту;

q - геометричний об'єм ковша;

$K_н$ - коефіцієнт наповнення ковша розпушеним ґрунтом, приймається рівним від 1 до 1,2;

$K_р$ - коефіцієнт розпушення ґрунту (див. Табл. 3.4).

Екскаватор з прямою лопатою (Рис. 3.21.а) в основному використовується при розробці виїмок в сухих та ґрунтах нормальної вологості, що пов'язане з необхідністю з'їзду на дно виїмки. Застосовують поздовжні лобові (Рис. 3.21. б-г) або бічну (Рис. 3.21. д) проходки із завантаженням ґрунту до транспортного засобу, який зазвичай розміщують безпосередньо у забої. Для виїзду і в'їзду транспорту влаштовують похилі пандуси з ухилом 10-15°.

Нормальна ширина лобової проходки (див. Рис. 3.21. в)

$$B = 2\sqrt{R_0^2 - L_n^2}, \tag{3.15}$$

де R_o - оптимальний радіус різання;

L_n - довжина пересування (відстань, на яку пересувається екскаватор після розробки ґрунту з попередньої стоянки).

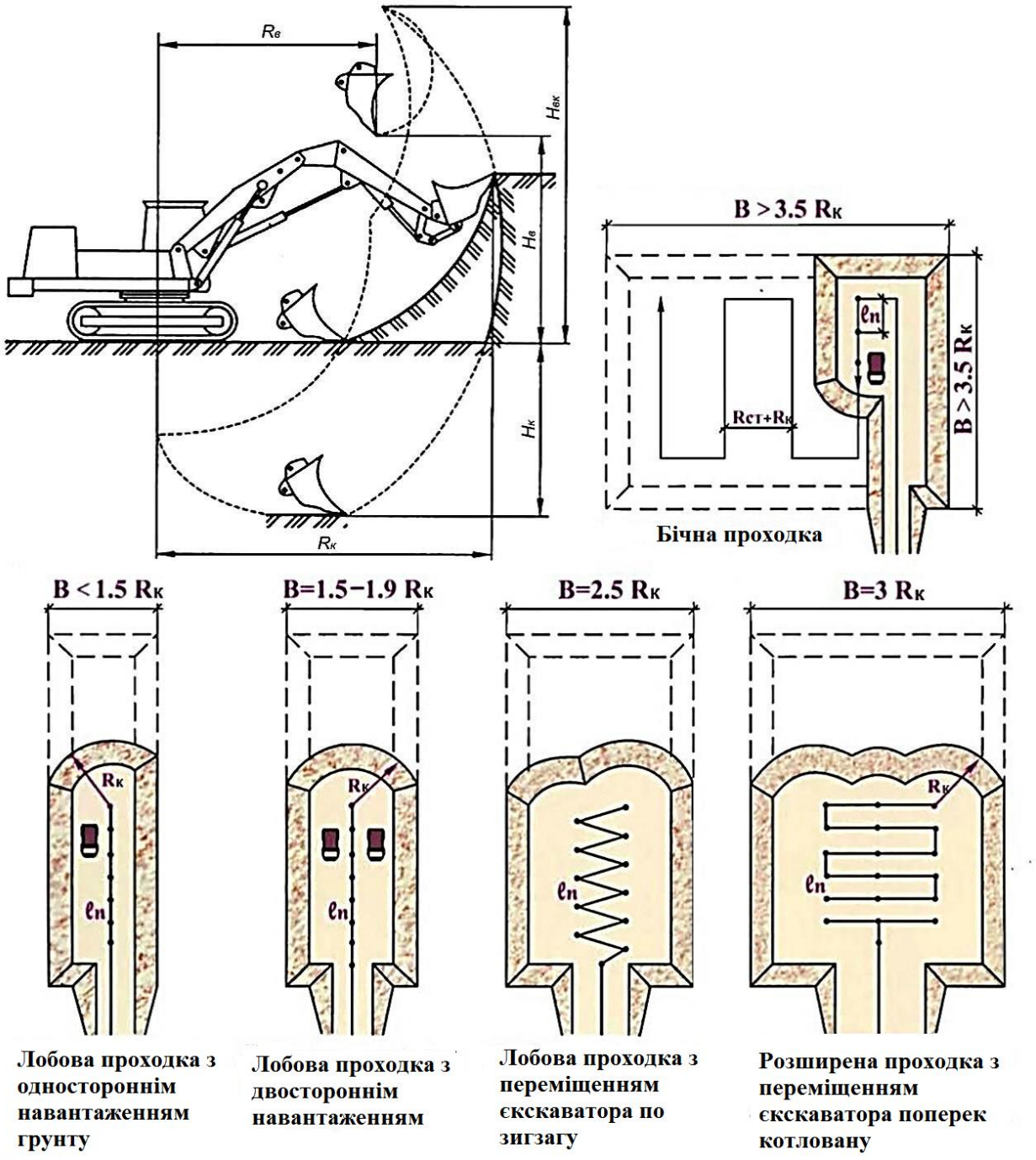
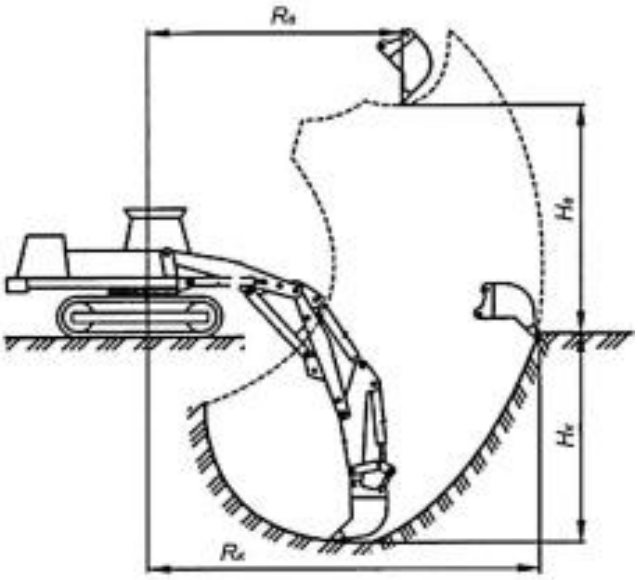


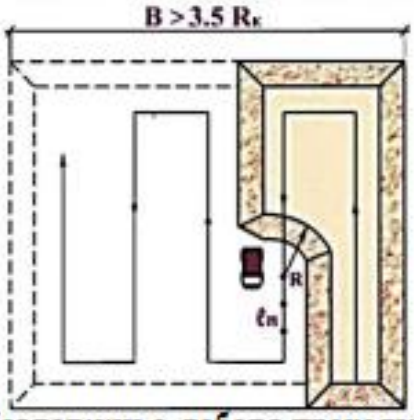
Рис. 3.21. Схеми розробки виїмок екскаватором «пряма лопата»
а - загальний вигляд; б, в, г - лобові проходки: відповідно вузька, нормальної ширини, розширена; д - бічна проходка

Поряд з проходками нормальної ширини [(1,5-1,9)R_o] через умови роботи можуть застосовуватися вузькі проходки (до 1,5R_o) і розширені проходки [(2-2,5)R_o]. Залежно від ширини проходки лобові забої підрозділяються на вузькі, нормальні і розширені. Через великий кут повороту стріли продуктивність екскаватора, працюючого у вузькому забої, буває нижче, ніж при роботі в нормальних і розширених забоях.

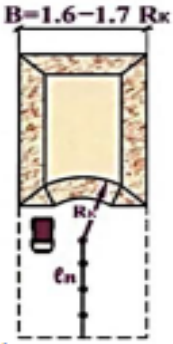
При бічній проходці (див. Рис. 3.21. д) транспорт подається під завантаження збоку виробітку, що зменшує кут повороту стріли екскаватора і сприяє підвищенню його продуктивності.

Екскаватори, обладнані зворотною лопатою, розробляють виїмки торцевими (лобовими) і бічними проходками (Рис. 3.22), розташовуючись вище дна забою, що дозволяє використовувати їх при розробці зволожених і мокрих ґрунтів, із завантаженням у транспортний засіб або у відвал.





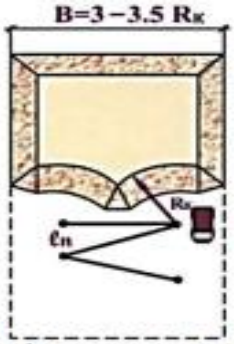
Поздовжньо-лобова проходка



Лобова проходка при переміщенні екскаватора по прямій



Лобова проходка з двома проходами екскаватора



Лобова проходка при зигзагоподібному переміщенні екскаватора

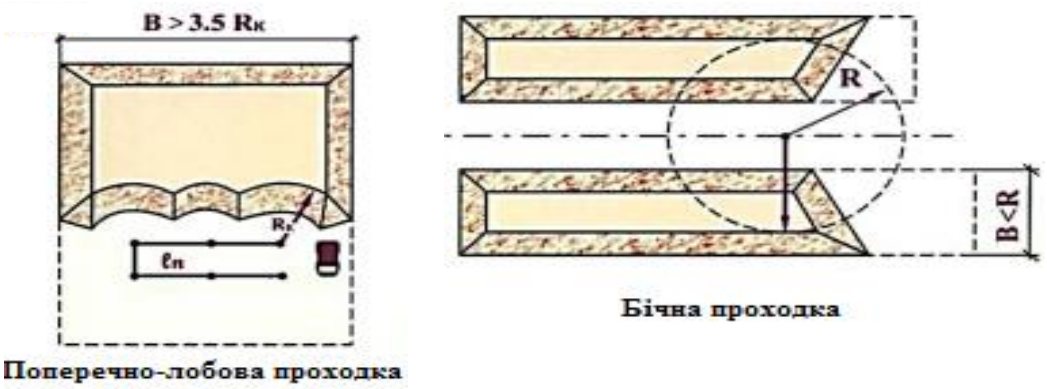


Рис. 3.22. Варіанти проходки екскаватора з робочим обладнанням «зворотна лопата»:
а - торцева (лобова); б - розширена лобова; в - поперечно-торцева; г - бічна; д - торцева з розвантаженням ґрунту до транспорту і у відвал

Транспорт може подаватися по дну виїмки чи поверху з одного або двох сторін. Глибина забою визначається довжиною рукояті екскаватору. Ширина торцевої проходки при двосторонньому завантаженні самоскидів $(1,6\text{-}1,7)R_o$, при односторонньому – $(1,2\text{-}1,5)R_o$. При роботі у відвал ширина проходки буває менше – $(0,5\text{-}0,8)R_o$. При бічній проходці автотранспорт під завантаження може подаватися по верху або по дну котловану, з правого або лівого боку (Рис. 3.23).

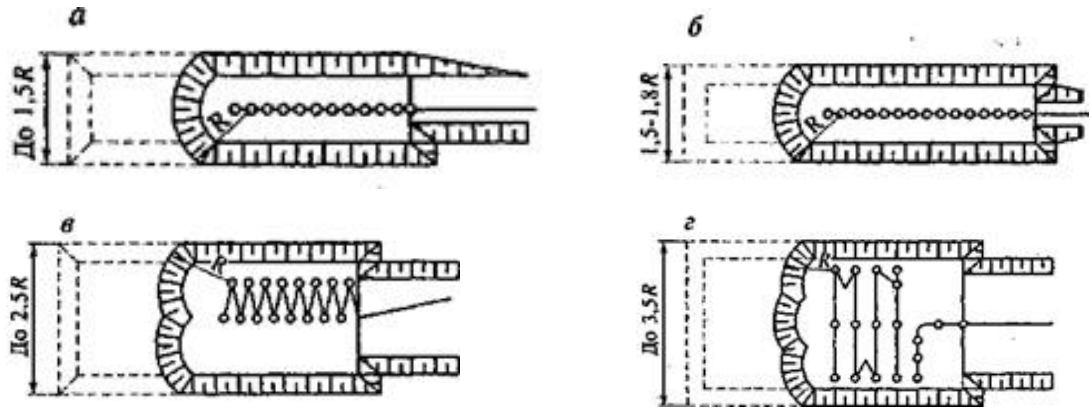


Рис.3.23. Схеми розробки котлованів екскаваторами, обладнаними прямою лопатою:
а - лобова з односторонньою навантаженням грунту в автосамоскиди; б - те ж, з двосторонньою; в - те ж, з переміщенням по зигзагу; г - розширена проходка з переміщенням екскаватора поперек котловану

Екскаватори з грейферним ковшем застосовують при розробці вузьких або глибоких виїмок (траншей, колодязів) в м'яких і сипучих ґрунтах, у тому числі при високому рівні ґрунтових вод (рис. 3.24). Ківш може бути

встановлений на рукояті або підвішений на гратчасту стрілу. При цьому ґрунт набирається з використанням гідравлічного приводу або врізання в ґрунт важкого ковша (Рис. 3.25. а, б). Гідравлічна система приводу дозволяє розробляти щільні ґрунти легкими ковшами, що дає можливість за один цикл екскавації набирати в ківш більше ґрунту. Продуктивність екскаваторів з таким обладнанням значно підвищується. При викопуванні невеликих в плані, глибоких виїмок екскаватор, обладнаний грейферним ковшем, працює без переміщень. При відкопуванні траншей він переміщається уздовж траншеї, тому під'їзд транспорту може здійснюватися з будь-якої вільної сторони.



Екскаватор-грейфер з канатним приводом

Екскаватор-грейфер із стійковим приводом

Екскаватор-грейфер для облаштування "стін у грунті"

Рис. 3.24. Види виконання екскаватора з робочим органом – грейфером

Драглайн (Рис. 3.25, 3.26 в, г) застосовують при розробці ґрунту нижче рівня стоянки екскаватора, без з'їзду на дно виїмки, тому наявність ґрунтових вод не впливає на роботу машини.

Драглайн використовують для риття порівняно великих котлованів і траншей, а також для відсипання насипів, зокрема на будівництві каналів, автомобільних доріг і залізниць.

При застосуванні драглайна виїмку ґрунту можна здійснювати лобовими або бічними проходками. Оскільки ківш підвішений на канаті, то при завантаженні він розгойдується і закидається на відстань радіусу забою $R_З$, що перевищує довжину стріли; часто використовують човникові способи роботи (Рис. 3.27. а, б).

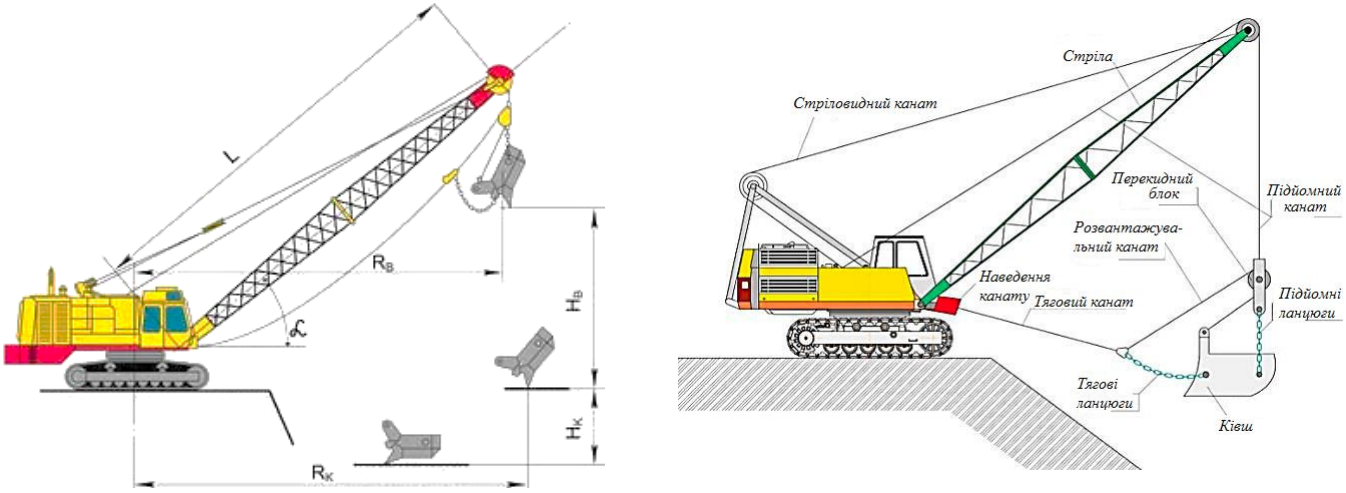


Рис. 3.25. Екскаватор «драглайн», його основні елементи та параметри

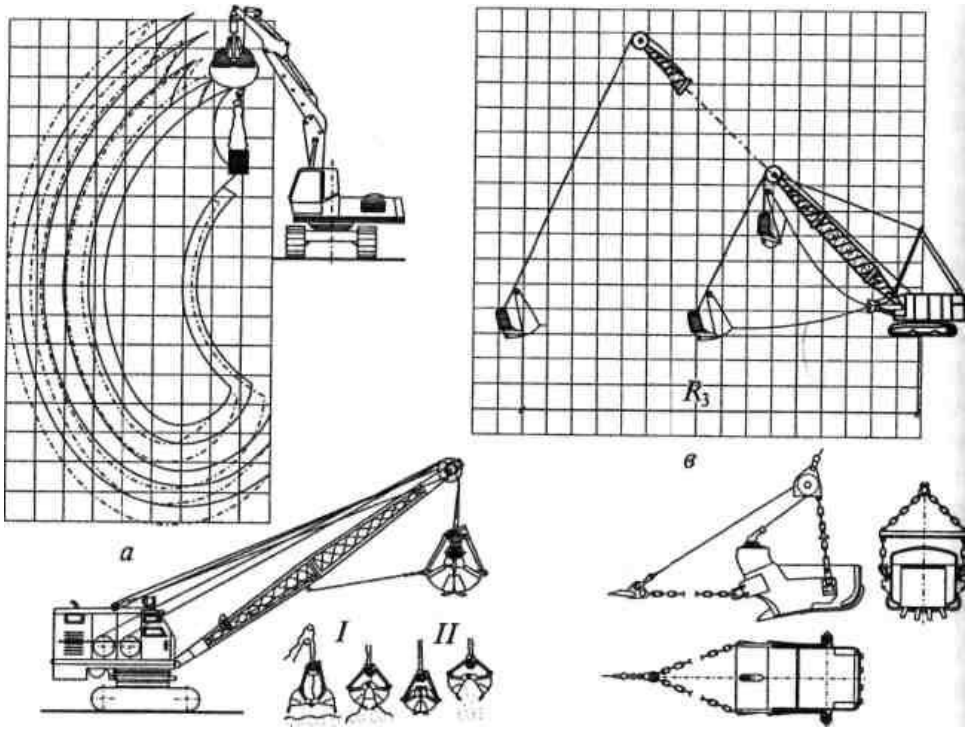
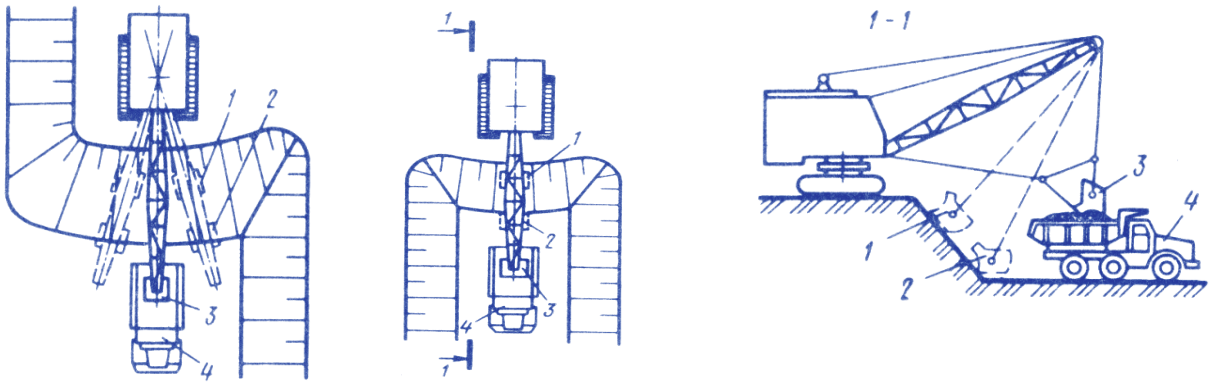


Рис. 3.26. Схеми розробки ґрунту екскаваторами, обладнаними ковшами «грейфер» і «драглайн»:

а, б - при установці грейфера на рукояті і гратчастої стріли; в, г - робота з ковшем «драглайн»;

I - положення ковша при наборі ґрунту; II - те ж, при підйомі і розвантаженні



а б

Рис. 3.27. Схеми роботи драглайну:

а - бокова проходка з розробкою ґрунту поперечно-човниковим способом; б - лобова проходка з розробкою ґрунту поздовжньо-човниковим способом;
1 - закінчення набору та підйом ковша; 2 - опускання ковшу та набір ґрунту;
3 - розвантаження ковшу; 4 - автосамоскид

При поперечно-човниковому способі самоскид завантажується поперемінним черпанням ковша з обох сторін кузова. При поздовжньо-човниковому способі ґрунт набирається перед заднім бортом кузова самоскиду. Кут повороту стріли екскаватора при навантаженні за поздовжньо-човниковою схемою наближається до 0, а за поперечно-човниковою – до 15°-20°. Під час розвантаження рух ковша не припиняється, завдяки чому тривалість циклу екскавації знижується на 20-26%.

Екскаватори з телескопічною стрілою (Рис. 3.28. в) працюють так само, як екскаватори, обладнані зворотною лопатою. Однак, крім звичайних екскаваторних робіт за допомогою цього обладнання можна виконувати зачисні і планувальні роботи, що є перевагою при розробці дрібних розосереджених земляних споруд. Для збільшення швидкості пересування з об'єкту на об'єкт існують екскаватори на пневмоходу. Механізм втягування стріли у них пристосований для копання ґрунту, планування і зачистки поверхонь, завантаження сипучих матеріалів і штучних вантажів. Приклад області застосування екскаватора представлен на рис. 3.29.

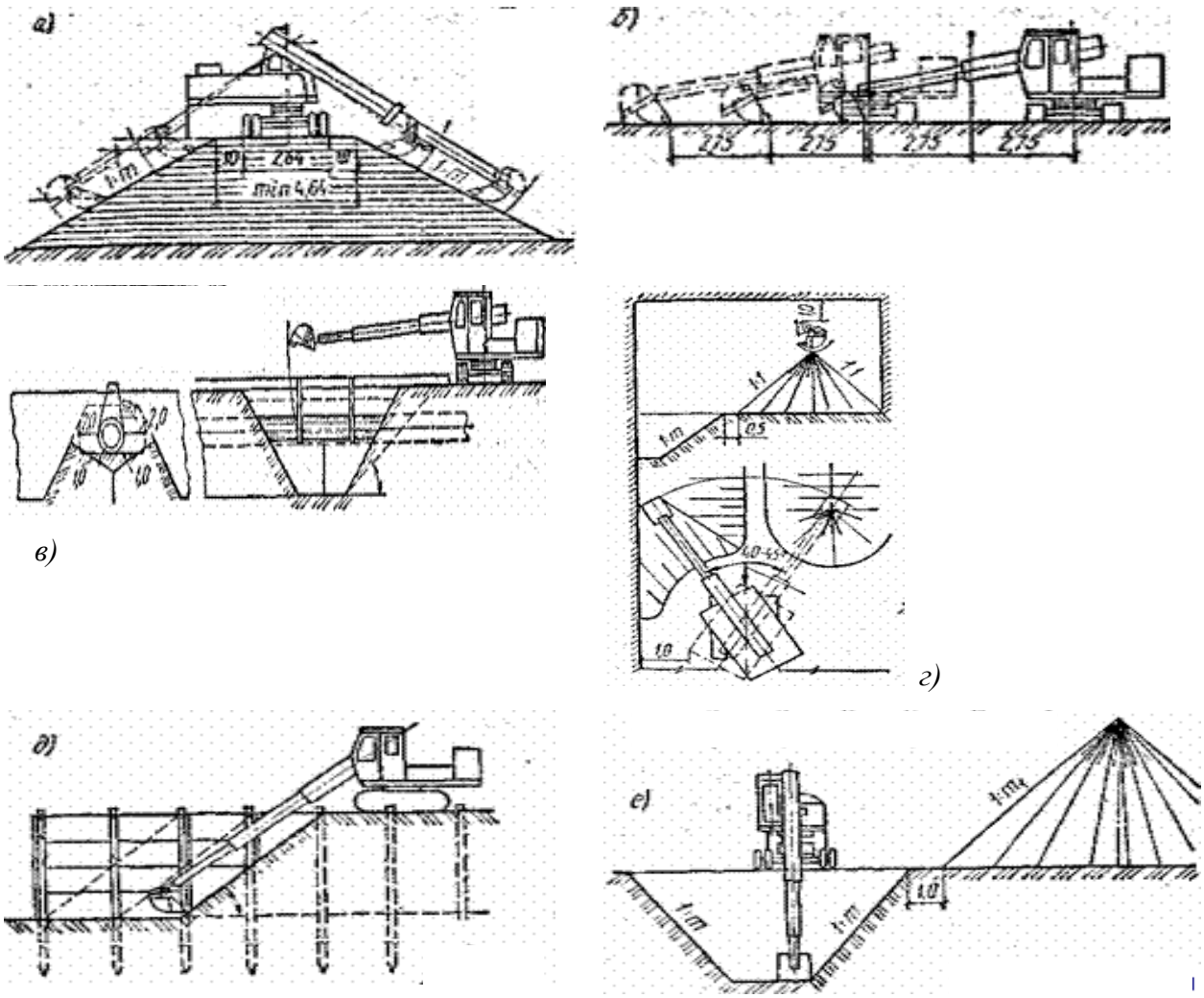


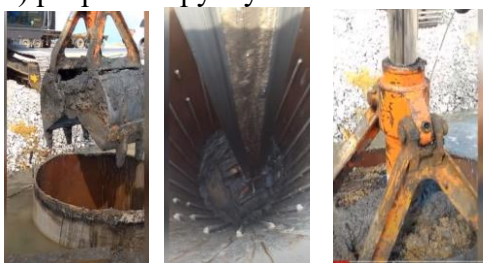
Рис. 3.28. Схеми роботи екскаватора з телескопічним устаткуванням
а - планування укосів; б - планування основи; в - розчищення простору близько трубопроводу; г - розробка приямку під стінами закритого приміщення; д - розробка траншеї з вертикальними стінками і щитами; е - розробка траншеї з укосами



а) розробка грунту



б) розробка котловану (h_{max} = 30 m)



в) розробка грунту в трубі



г) розробка грунту на водоймищах

Рис. 3.29. Сучасний екскаватор з телескопічним устаткуванням

Навантажувачі на гусеничному і пневмоколісному ходу (Рис. 3.30), як і пряма лопата, працюють вище рівня стоянки машини рухом ковша від себе. Місткість ковша навантажувача в 1,5-2 рази більше місткості ковша прямої лопати, що дозволяє істотно підвищити продуктивність екскаватору. Рух ріжучої кромки відвалу по прямолінійній горизонтальній траєкторії дозволяє планувати майданчик, на якому працює машина. Завдяки можливості переміщення ґрунту на невеликі відстані робота одноковшевих навантажувачів буває особливо ефективною в обмежених умовах. Ківш наповнюється ступінчастим, екскаваційним, роздільним і сполученим способами (див. Рис. 3.30. I-IV відповідно).

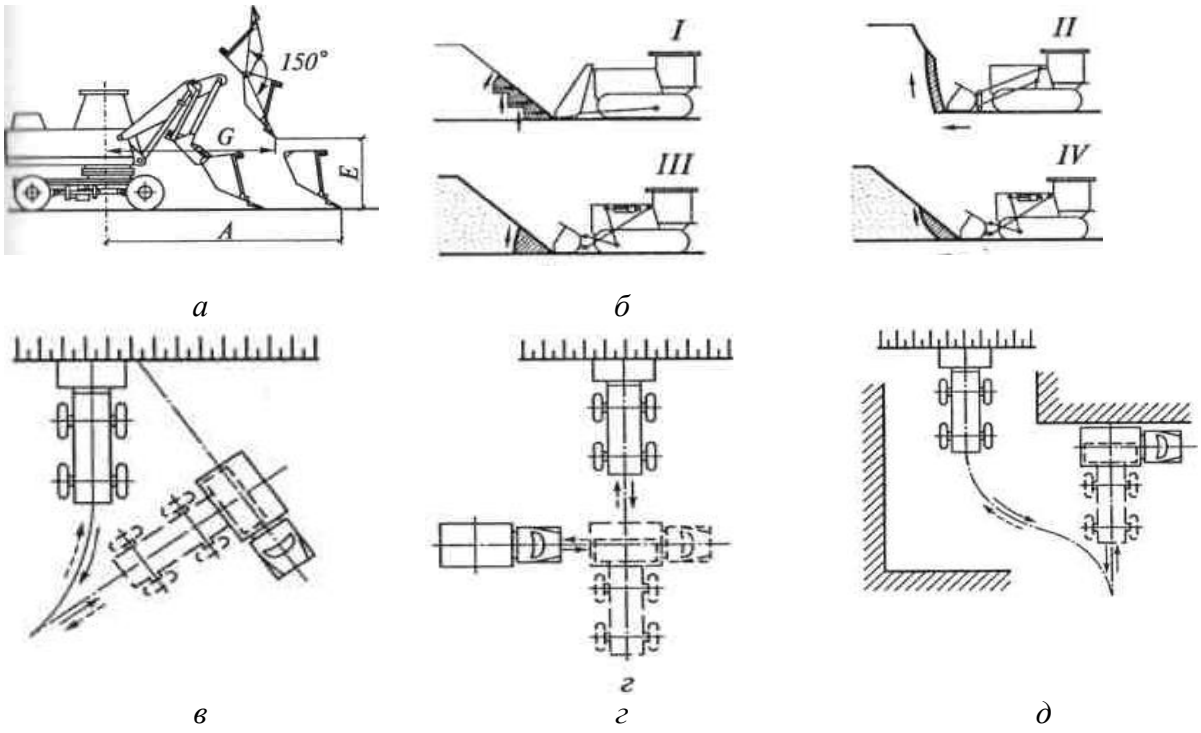


Рис. 3.30. Схеми розробки ґрунту одноковшевими навантажувачами:
а - на пневмоходу; б - на гусеничному ходу; в, г, д - відповідно поворотна, човникова і поєднана схеми розробки ґрунту

§ 3.8. Розробка ґрунту екскаваторами безперервної дії

У екскаваторів безперервної дії всі операції по розробці ґрунту виконуються одночасно і безперервно. За типом робочого органу екскаватори підрозділяють на ланцюгові багатоковшові і скребкові, роторні багатоковшові і безковшові. За характером руху робочого органу екскаватори діляться на екскаватори поздовжнього, поперечного і радіального копання. У

перших напрямок руху робочого органу (ротору, ковшового ланцюга) збігається з напрямком руху машини. У других він перпендикулярний напрямку руху машини. У третіх робочі органи повертаються щодо бази машини (роторні стрілові екскаватори).

За типом ходового устаткування розрізняють екскаватори на гусеничному, пневмоколісному і рейковому ходу.

Ланцюгові екскаватори поздовжнього копання (безперервної дії) (Рис. 3.31. а, б) застосовуються для розкопування траншей під кабелі, трубопроводи та інші комунікації з невеликим обсягом робіт в ґрунтах першої групи без кам'яних включень. Після зрізання ковшами ґрунт піднімається наверх, звідки шкребками, шнеками і відвальним пристроєм зсувається у сторону від траншеї.

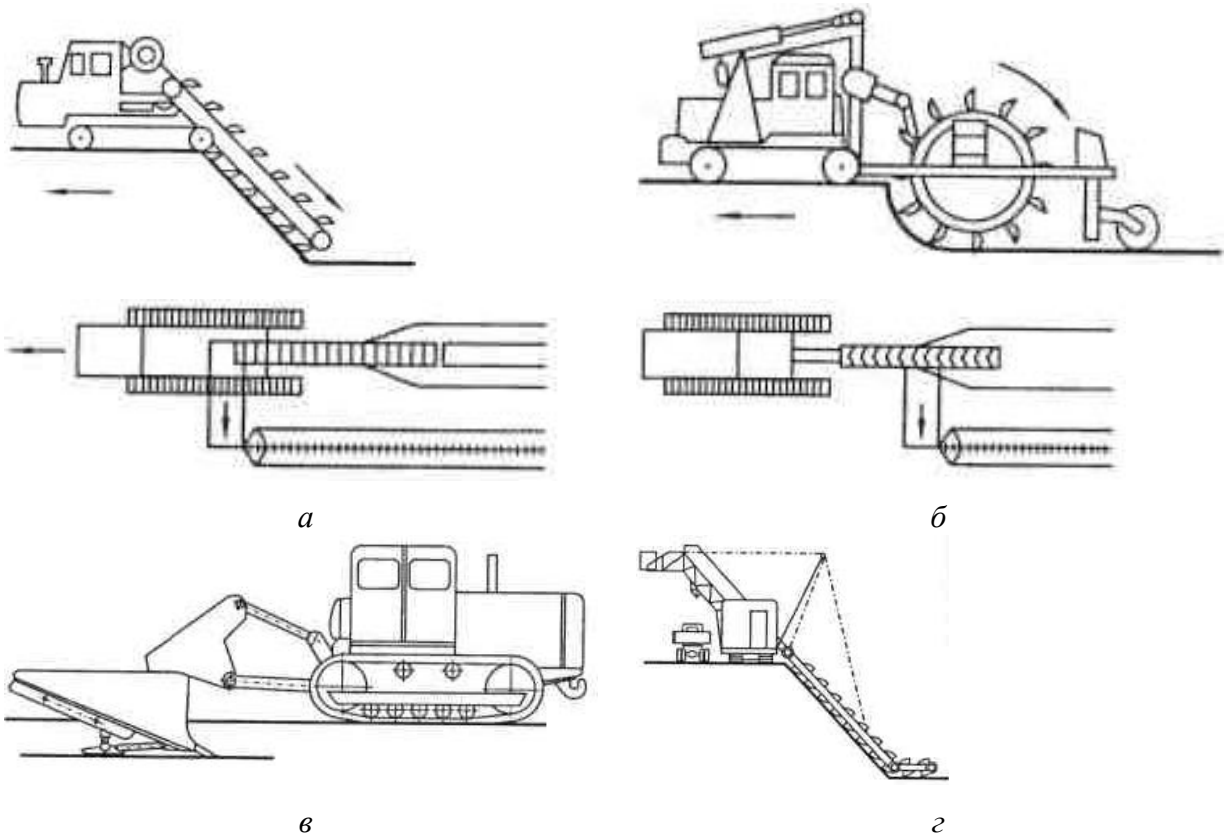


Рис. 3.31. Екскаватори безперервної дії:
а, б - екскаватор поздовжнього копання - ланцюговий і роторний; в - плужний канавокопач; г - екскаватор поперечного копання

Роторні екскаватори поздовжнього копання мають, у порівнянні з ланцюговими, більш високу продуктивність, але і більшу масу. Вони

використовуються при великих обсягах земляних робіт і розробці виїмок під великі лінійно-протяжні споруди (Рис. 3.32).

Плужні канавокопачі (Рис. 3.31. в) застосовуються для викопування каналів повного профілю при створенні зрошувальних і осушувальних мереж.

Екскаватори поперечного копання (Рис. 3.31. г) випускаються з ланцюговим робочим органом і застосовуються при видобутку будівельних матеріалів (піску, глини), меліоративних та інших роботах.



а б

Рис. 3.32. Кар'єрні багатоковшеві екскаватори:
а - ланцюгового поперечного копання; б - роторний радіального копання

Роторні стрілові екскаватори (Рис. 3.33) застосовуються в промисловому, транспортному і меліоративному будівництві при розробці великих котлованів, прокладання каналів, тунелів, улаштуванні гребель і дамб, розробці ґрунту в обмежених умовах. Вони мають невеликі розміри і мають гарну маневреність. Ґрунт розробляється обертовим ротором при одночасному повороті роторної стріли в горизонтальній і вертикальній площинах. Зрізаний ґрунт через стрічковий транспортер перевантажується в транспортний засіб і відвозиться від місця розробки.

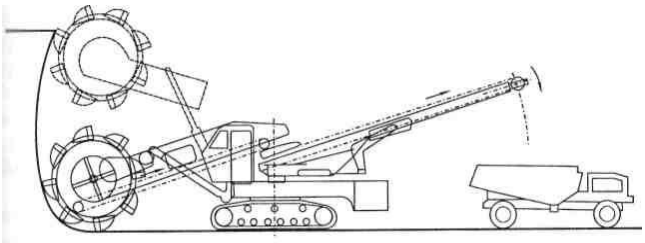
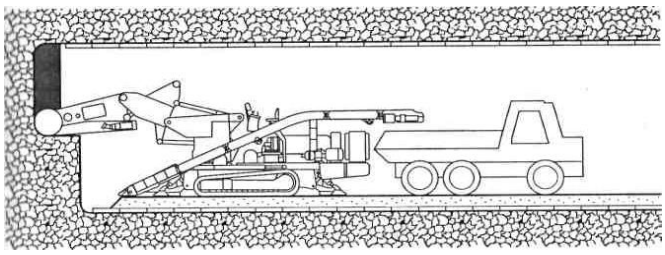


Рис. 3.33. Схеми розробки ґрунту роторними стріловими екскаваторами:
а - при відкритій розробці;



б - при закритій розробці

§ 3.9. Розробка ґрунту землерийно-транспортними машинами

До основних землерийно-транспортних машин відносяться скрепери, бульдозери, грейдери, які розробляють ґрунт, переміщують його, розвантажують в насип і повертаються в забій порожняком (Рис. 3.34).



Рис. 3.34. Землерийно-транспортні машини

Скрепери призначені для пошарового копання ґрунтів в материковому заляганні, їх транспортування і відсипання в земляні споруди з плануванням шарами рівномірної товщини. Скрепери застосовують для розробки талих ґрунтів I і II груп, у тому числі ґрунтів з кам'янистими включеннями. Принципова схема самохідного скреперу представлена на рисунку 3.35.

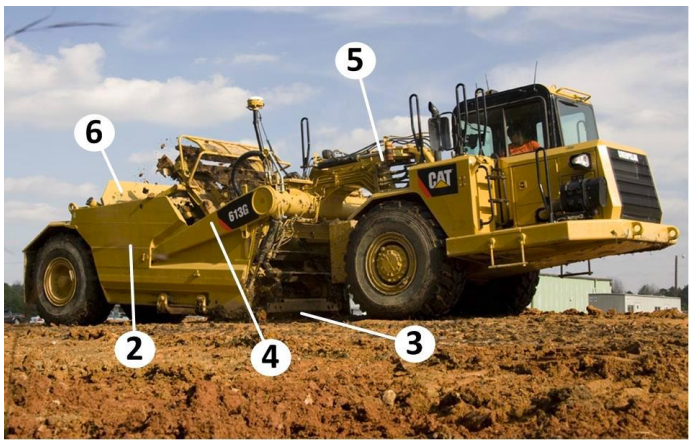


Рис. 3.35. Принципова схема самохідного скреперу:
1 - силова установка - одноосний трактор; 2 - ківш; 3 - двухлезвійний ніж; 4 - П-подібна рама; 5 - хобот;
6 - висувна задня стінка ковша для примусового розвантаження

При роботі на вологих суглинках, лесах, чорноземах і ґрунтах з домішками гравію і гальки скрепери завантажуються з «шапкою» і розвантажуються повністю; ці ж ґрунти, але висохлі і отверділі, а також глини, солончаки необхідно попередньо розпушити плугами або розпушувачами, щоб забезпечити нормальне завантаження скреперів.

При сухих сипучих пісках скрепери завантажуються на 60-70% геометричної місткості. На липких і перезволожених ґрунтах робота скреперів малопродуктивна внаслідок прилипання ґрунту до днища і стінок ковшів. На горизонтах нижче рівня ґрунтових вод скрепери непрацездатні.

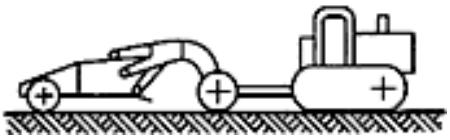
Застосовують причіпні (з об'ємом ковша 3-10 м^3), напівпричіпні (4,5-5 м^3) і самохідні (8-25 м^3) скрепери (Рис. 3.36, 3.37).

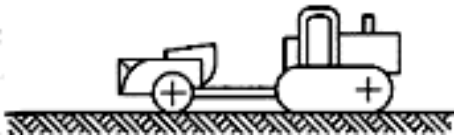

Причіпний скрепер

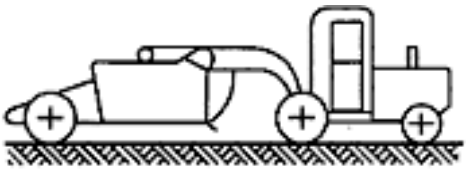

Напівпричіпний скрепер


Самохідний скрепер

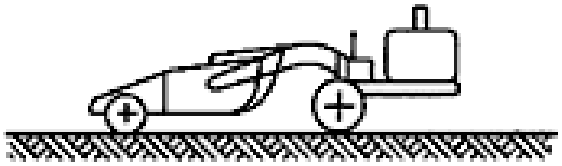
Рис. 3.36. Фото сучасних скреперів


а


б



в



г

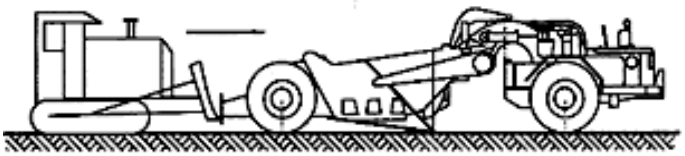


Рис. 3.37. Основні види та схеми скреперів:
а, б - причіпні дво- і одновісні; в - напівпричіпні; г - самохідний; д - самохідний в парі з бульдозером-штовхачем

Причіпні та напівпричіпні скрепери найбільш ефективні при транспортуванні ґрунту на відстань до 1000м, а самохідні - на відстань до 3000м.

Робочий цикл скрепера складається з послідовно повторюваних операцій:

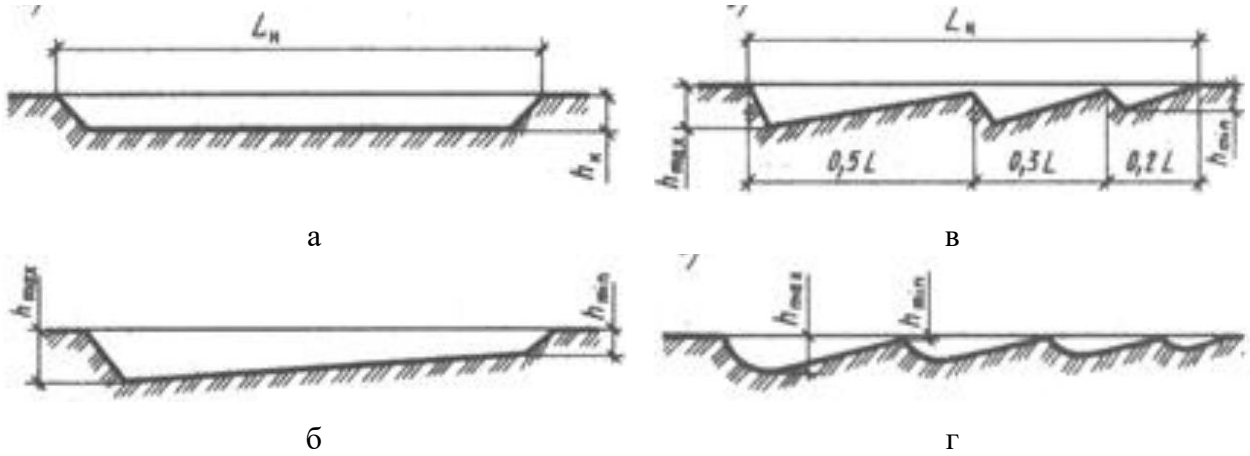
- викопування и забір ґрунту до ковшу;
- робочий хід (транспортування ґрунту);
- розвантажування;
- холостий хід (повернення скреперу до резерву, забою).

Скрепер знімає ковшем стружку ґрунту товщиною 0,12-0,35 м.

Набір ґрунту проводять при прямолінійному русі скрепера або русі під ухил. При розробці щільних ґрунтів для збільшення товщини стружки застосовують трактори-штовхачі (див. Рис. 3.37. д), число яких залежить від типу скрепера, місткості ковша і дальності транспортування (1 штовхач на 2-6 скреперів).

Скрепери набирають ґрунт (залежно від його виду) різними способами (Рис. 3.38). Спосіб набору ґрунту постійної товщини тонкою прямою стружкою застосовують на зв'язних ґрунтах при роботі під ухил; клиновою стружкою (змінної товщини) – при розробці зв'язних ґрунтів на горизонтальних ділянках; гребінцевою стружкою з перемінним заглибленням і виглибленням ковша – при розробці сухих суглинних і глинистих ґрунтів на

горизонтальних ділянках; клевковою стружкою (різновид гребінчастого способу) – при розробці сухих піщаних і супіщаних ґрунтів. Залежно від характеру споруджуваної споруди, взаємного розташування місць розробки та укладання ґрунту і місцевих умов застосовують еліптичну, спіральну, «вісімкою», зигзагоподібну, човниково-поперечну і човниково-поздовжню (див. Рис. 3.39. д-к) схеми руху скреперів.



а в

б г

Рис. 3.38 Способи набирання грунту:

а) тонку пряму стружку застосовують на будь-яких зв'язкових грунтах;
б) клиновий при розробці легких зв'язкових грунтів на горизонтальних ділянках;
в) гребенчатой при розробці сухих суглинних і глинистих ґрунтів на горизонтальних ділянках; г) клевковой зі змінним заглибленням ковша скрепера

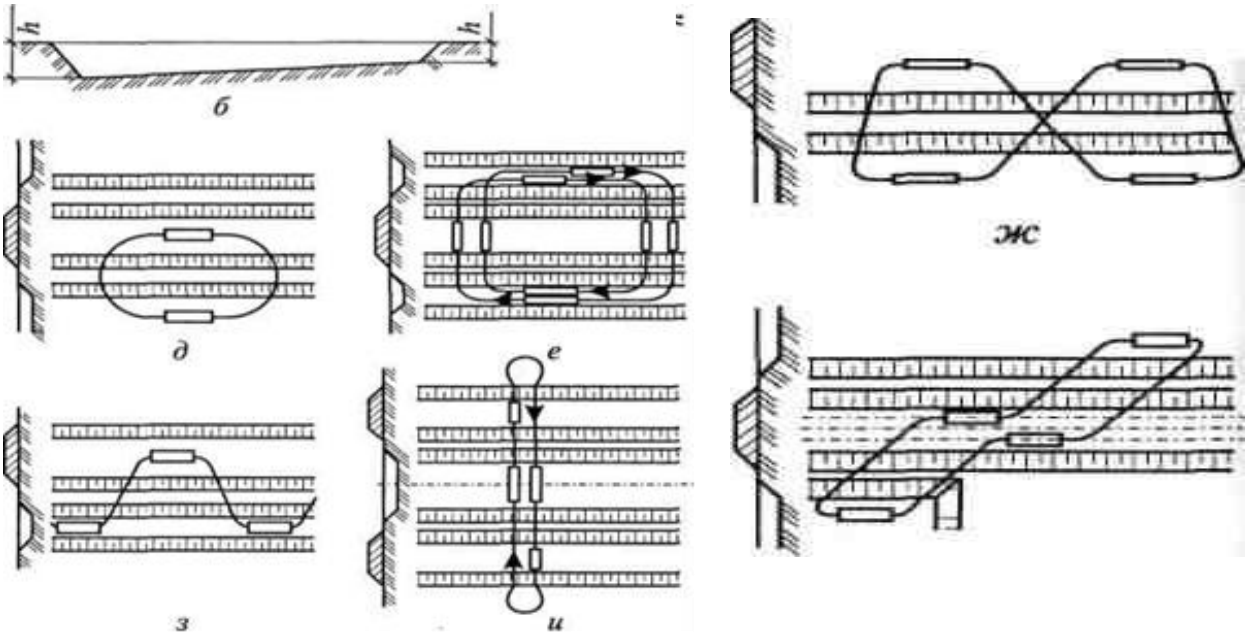


Рис. 3.39. Схеми різання ґрунту скреперами і траєкторії їх руху:

а, б, в, г - відповідно зрізання ґрунту постійної товщини (I) і довжини (L), клиновий, гребінчастий і клевковий способи; д, е, ж, з - траєкторії руху відповідно еліпс, спіраль, вісімка, зигзаг; і - човниково-поперечна і човниково поздовжня траєкторії руху

Важкі ґрунти, а також ґрунти з домішками, заздалегідь розпушують на товщину зрізаної стружки. Для розпушування застосовують розпушувачі, що є причіпним обладнанням до гусеничного трактору або навісним – до бульдозеру.

Бульдозери бувають з неповоротним та поворотним відвалом (рис.3.40) Бульдозери використовують для зворотної засипки, спорудження насипів з ґрунтів бічних резервів, грубого планування земляних поверхонь і підготовчих робіт, а також для розподілу ґрунтових відвалів при роботі екскаваторів і землевозів, формування терас на косогорах, штабелювання сипучих матеріалів та ін.



Рис. 3.40. Бульдозер з неповоротним та поворотним відвалом

Бульдозери застосовують при переміщенні ґрунту на відстань 10-70 м і більше при сприятливих умовах (попутних ухилах шляхів переміщення, легких ґрунтах). Для зменшення втрат відвали можуть обладнуватися відкрилками і козирками.

У *цикл роботи бульдозеру* (Рис. 3.41, 3.42) входять наступні операції:

- викопування ґрунту з утворенням призми волочення;
- транспортування його до місця штабелювання;
- зупинка для переключеня передачі і піднімання відвалу;
- зворотний хід машини;
- зупинка для включення переднього ходу;
- опускання відвалу на робочу поверхню.

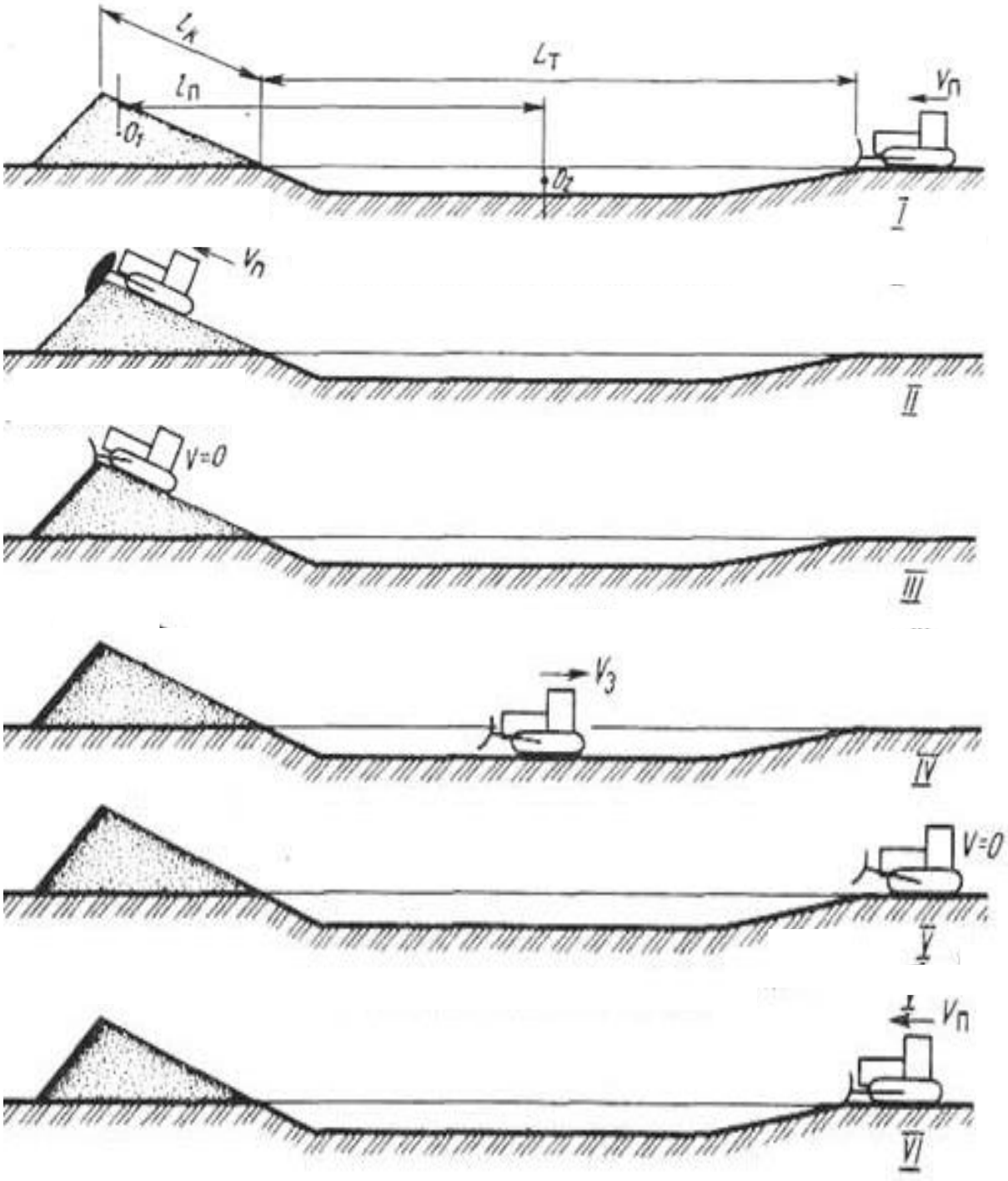


Рис. 3.41. Робочий цикл бульдозеру

Робочий цикл починається в момент першого руху машини (I). Потім робочий хід (II), в процесі якого відвал зрізає ґрунт на початку траншеї до утворення призми волочіння і транспортує її до місця вивантаження на кавальєр зі швидкістю Vn. При переміщенні матеріалу машиніст продовжує набирати ґрунт в призму, тому що передбачається неминучий його витік в бічні валики. Після цього машина зупиняється (III) для розвантаження і підйому відвалу на 200-300 мм над поверхнею дна траншеї і включення задньої передачі. Холостий хід (IV) бульдозеру виконують зі швидкістю V3. Остання операція циклу – зупинка (V = 0) машини для включення передньої передачі і опускання відвалу. Досвідчені машиністи поєднують перемикання передач і робочі рухи робочого обладнання

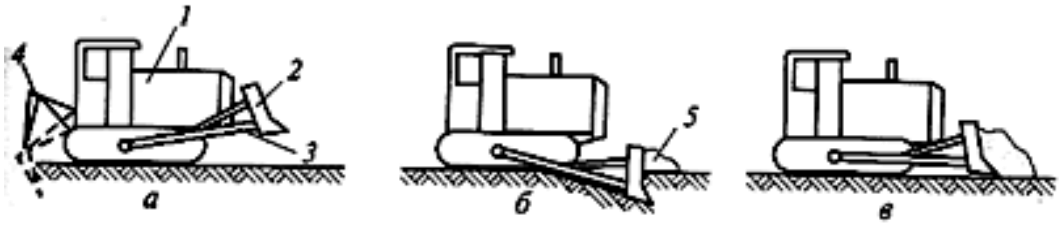


Рис. 3.42. Схеми основних операцій при роботі бульдозеру:
а - транспортне положення і розпушування ґрунту; б - різання і набір ґрунту;
в - переміщення ґрунту;
1 - трактор; 2 - відвал; 3 - штовхальний брус; 4 - розпушувач; 5 - призма ґрунту перед відвалом

Планування майданчиків бульдозерами виконується переважно траншейним і пошаровим способами.

При траншейному способі (Рис. 3.43. в) виїмку розбивають на яруси глибиною 0,4-0,5 м. Розробку кожного ярусу ведуть траншеями на ширину відвалу, залишаючи між ними смуги незайманого ґрунту шириною 0,4-0,6 м.

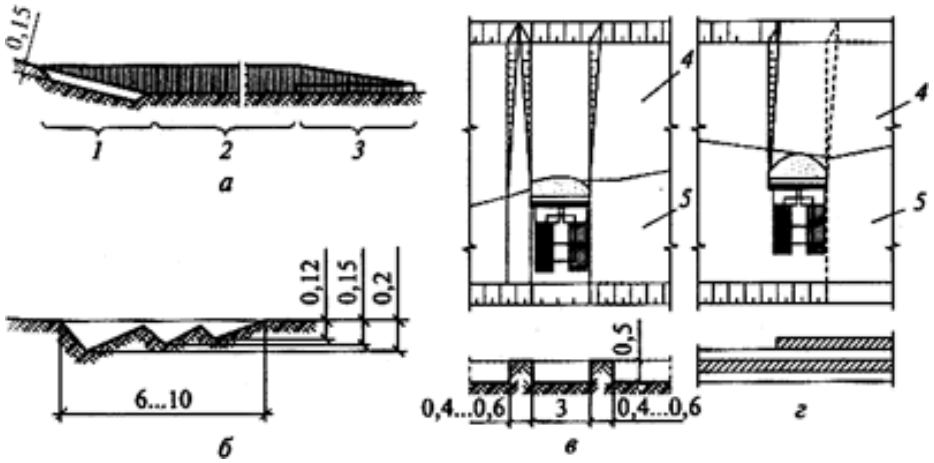


Рис. 3.43. Схеми різання і переміщення ґрунту бульдозером:
а - під ухил; б - на горизонтальній ділянці; в - траншейним способом; г - пошаровим способом;
1 - ділянка різання; 2 - ділянка переміщення; 3 - ділянка розвантаження; 4 - насип; 5 - виїмка

Ці вали зрізають бульдозерами в останню чергу. Траншейний спосіб виключає значні втрати ґрунту при його транспортуванні і тому він вважається більш продуктивним.

При пошаровому способі (Рис. 3.43. г) виїмку розробляють шарами на товщину стружки, що знімається за один прохід бульдозеру послідовно по

всій ширині виїмки або окремими його частинами. Цей спосіб простий і використовується частіше, ніж траншейний.

При переміщеннях ґрунту на відстань понад 40 м застосовують спосіб розробки з проміжним валом, а також спарену роботу двох бульдозерів. Відсипку ґрунту ведуть пошарово, починаючи з більш віддаленої точки від місця забору. При дальності переміщення до 70 м бульдозер повертається в забій для повторення циклу заднім ходом без розвороту машини. При роботі бульдозеру в особливо щільних ґрунтах (вище III групи) ґрунт заздалегідь розпушують.

Грейдери (Рис. 3.44) призначені для планувальних і профілювальних робіт при будівництві доріг, аеродромів та інших лінійних і майданних об'єктів. За труднощі розробки грейдерами ґрунти підрозділяють на I, II і III групи. Грейдери застосовуються в ґрунтах з відміткою вище рівня ґрунтових вод і непрацездатні на заболочених землях.



Рис. 3.44. Принципова схема автогрейдеру:
1 - силовий агрегат; 2 - основна рама; 3 - поворотний круг; 4 - відвал; 5 - тягова рама;
6 - розпушувач (опціонально); 7 - гідроприводи управління становищем відвалу;
8 - передній відвал

Ефективність роботи грейдерів забезпечується при робочих ходах протяжністю більше 0,5 км. Конструкція і схеми роботи грейдеру показани на рис. 3.45.

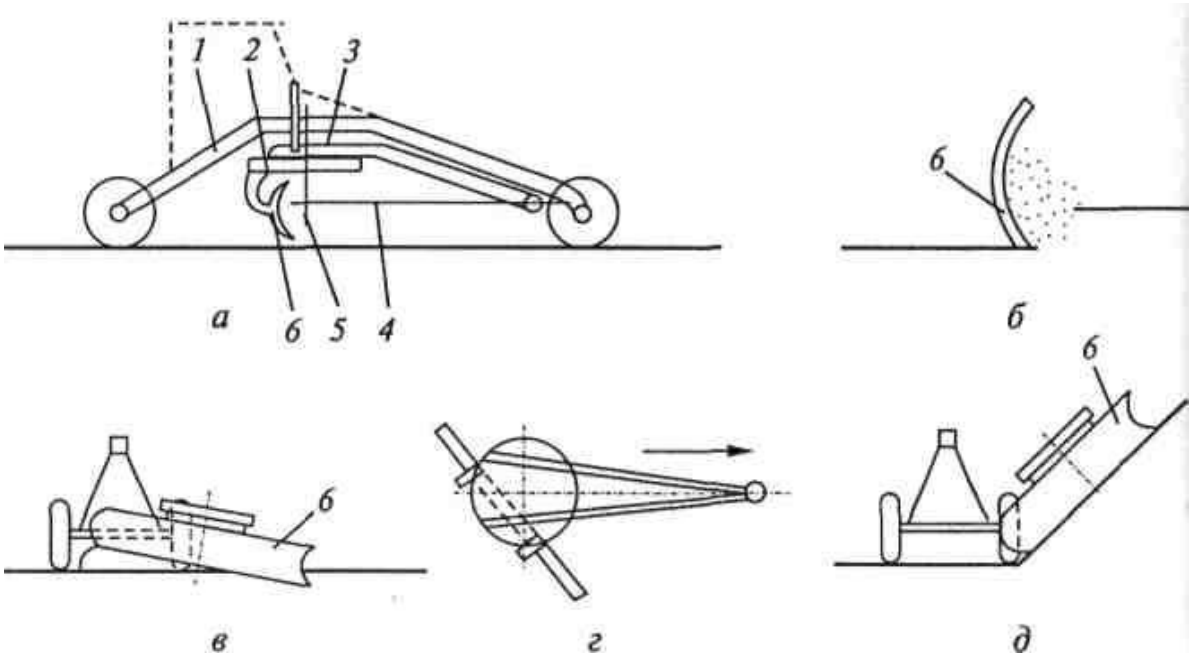


Рис. 3.45. Конструкція і схеми роботи грейдеру:
а - вид збоку; б - різання ґрунту; в, д - планування дорожнього полотна і укосу виїмки;
г - поворот відвалу;
1 - рама; 2 - поворотний круг; 3 - тягова рама; 4 - вісь тягової рами; 5 - вісь поворотного круга; 6 - відвал

Робочий цикл грейдера складається з послідовних операцій:

• врізання в ґрунт;

• прямий хід з переміщенням ґрунту;

• або розрівнювання ґрунту;

• або забезпечення заданого кута нахилу укосу (насипу);

• зворотний холостий хід.

Грейдер-елеватори (Рис. 3.46) застосовуються при копанні ґрунту I-III груп в рівнинних місцевостях і відсипанні його в лінійно-протяжні земляні споруди з бічних резервів. Вони поділяються на напівпричіпні (до трактору) або навісні (на автогрейдери).

При виконанні різних операцій кути нахилів грейдеру змінюються в наступних межах: кут захоплення – 30-70°, кут різання – 35-60°, кут нахилу – 2-18°.

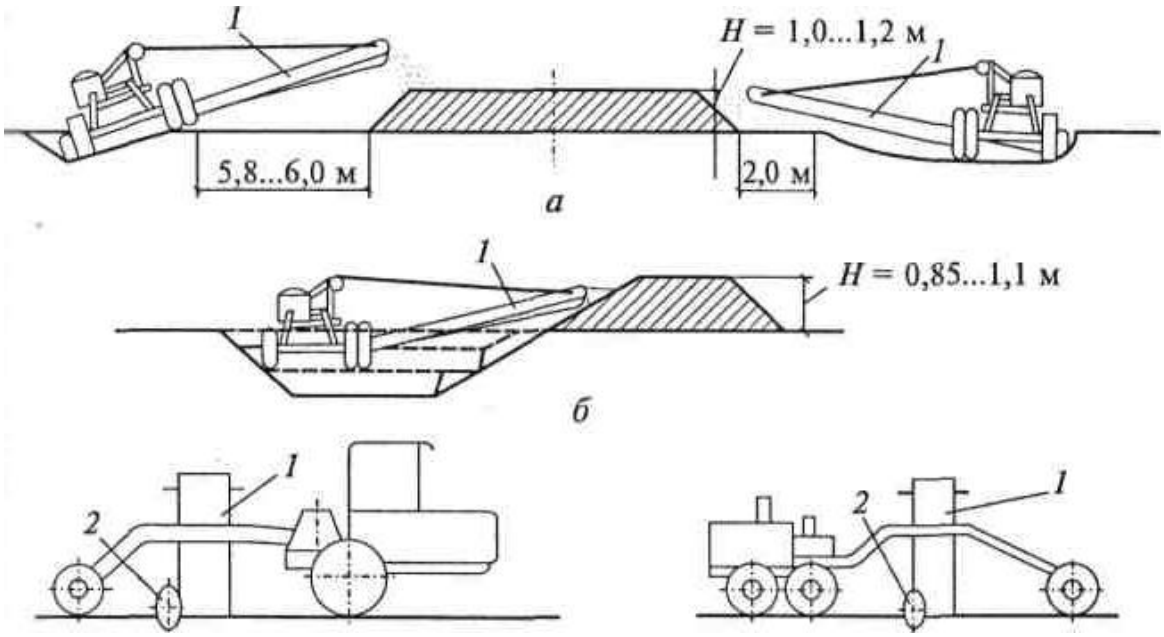


Рис. 3.46. Схеми роботи і агрегування грейдер-елеваторів:
а, б - спорудження дорожнього насипу і каналу; в, г - напівпричіпний і навісний грейдер-елеватори;
1 - транспортер; 2 - плуг

Таблиця 3.10

Рекомендовані кути установки ножа грейдеру

Робочі операції	Кути установки ножа, град.		
	захоплення	різання	нахил
Різання ґрунту:			
▪ розпушеного плугом ▪ розпушеного розпушувачем ▪ не розпушеного	до 30 30-35 35-40	до 40 до 40 до 35	15 15 15
Переміщення ґрунту	35-50	35-45	18
Розрівнювання ґрунту	55-70	50-60	2
Планування ґрунту	45-55	40-45	18

У практиці будівництва застосовуються декілька способів укладання ґрунту:

- *впритиск* – ґрунт укладають шарами, відсипаючи його від бровки до осі дороги (профилировочні роботи в нульових відмітках при висоті насипу, що не перевищує 0,1-0,15 м);

- *врозбіжку* – валики розміщують один біля іншого із зіткненням їх тільки основами (відсипання насипів заввишки 0,15-0,25 м);

- *напівввпритиск* – кожен подальший валик частково притискають до раніше укладеного, перекриваючи його основою на 20-25 гребнів цих двох валиків, розташовуються на відстані 0,3-0,4 м один від одного (відсипання насипів заввишки до 0,2-0,4 м);

- *шарами* – кожен подальший валик притискається до раніше укладеного без жодного проміжку; новий валик переміщають відвалом впритул до раніше укладеного із захопленням його на 5-10 см; утворюється один широкий щільний вал вищий за перший валик на 10-15 см (відсипання насипів заввишки до 0,5-0,6 м).

§ 3.10. Спеціальні способи виробництва земляних робіт

До спеціальних способів виробництва земляних робіт відносяться наступні:

Гідромеханічний спосіб:

- гідромонітором
- земснарядом

Вибуховий спосіб

Закритий спосіб розробки грунту:

- щитова проходка,
- горизонтальне буріння,
- продавлювання,
- прокол.

Гідромоніторний спосіб - спосіб руйнування і змиву гірських порід і штучних масивів.

Гідромоніторна установка складається з гідромоніторів, приєднаних до магістрального трубопроводу, по якому з насосної станції подають воду. Гідромонітор являє собою сталевий стовбур, коліна якого дозволяють повертати його у вертикальній і горизонтальній площинах під великим кутом в напрямку потрібної точки забою. На кінець стовбура кожного гідромонітора нагвинчується насадки, що формує викидаючю велику

кінетичну енергію струмінь, яка перетворює грунт в гідросуміш - пульпу, який спрямовується самопливом по лотках або канавах в насип.

Технологічні процеси наступні:

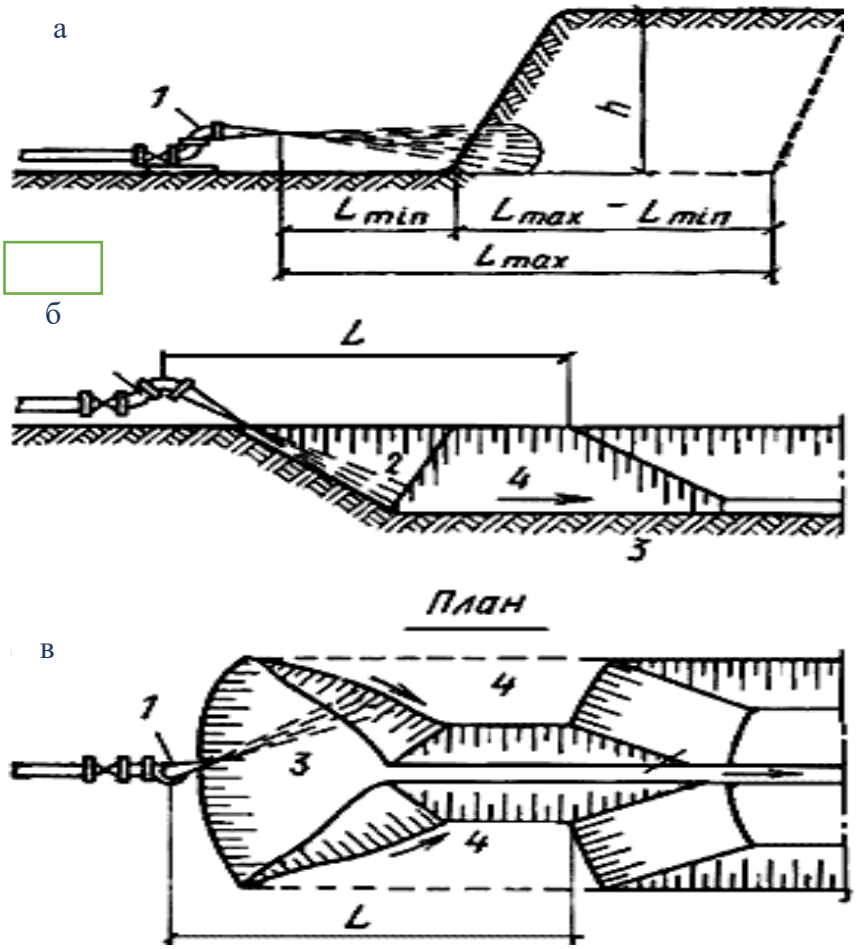
- Установка осного знаряддя в робочу зону,

- Подача водяного струменя (зі швидкістю 20 - 70 м/с) в точку забою,

- Розмив ґрунту землесосом,

- Транспортування ґрунту по трубах до місця укладання (якщо рельєф місцевості дозволяє, то розріджений ґрунт (пульпа) транспортується до місця укладання самопливом - по жолобах або канавах.

Область застосування: гідромеханізація - виробництва земляних і гірничих робіт.



а - зустрічним забоєм (від низу до верху)

б, в - попутним забоєм (зверху вниз);

Рис. 3.47. Способи розмиву ґрунту гідромонітором

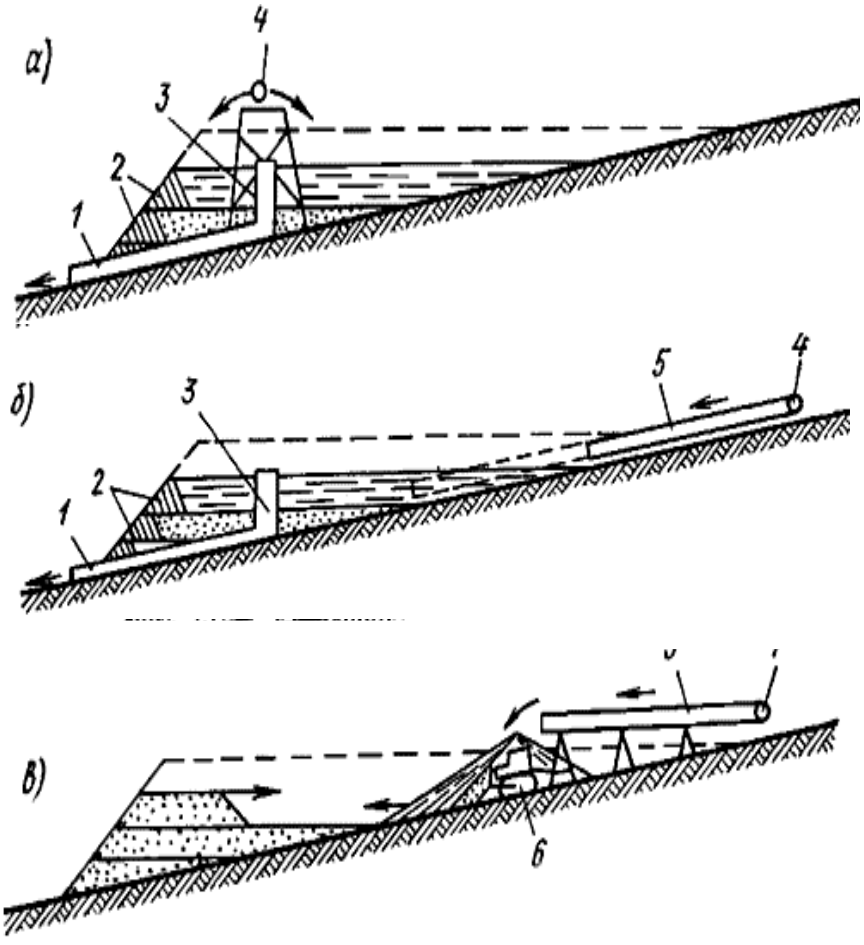
1 - гідромонітор; 2 - канава для відводу пульпи; 3, 4 - послідовність розробки забою.

Продуктивність гидромониторов збільшується також при нагнітанні води в свердловини по трубах під тиском до 0,7 МПа. Насичений водою грунт легше розмивається гідромонітором. Цей метод особливо ефективний при розробці пористих лесових грунтів. При цьому висота вибою може бути збільшена до 20м. Важкі грунти рекомендується попередньо розпушувати бульдозерами.

Найбільшу руйнуючу силу струмінь має на відстані 3 ... 4 м від насадка. Тому раціонально застосовувати гідромонітор ближнього бою при висоті забою не менше 3 м.

Зі збільшенням відстані розмиваєма здатність струменя зменшується. З умови компактності струменя, яка має ще достатньо руйнуючу силу, визначають максимальну відстань гідромонітора від забою.

Недолік розробки грунту зустрічним забоєм полягає в утворені недомивів, для зачистки яких додатково потрібно бульдозер.



а - естакадний

б - безестакадний

в - комплексний

Рис. 3.48. Схеми зведення насипу методом намиву:

1 - водовипускні труби, 2 - грунтові вали; 3 - дренажний колодязь;

4 - магістральний пульпопровід; 5 - випускний патрубок; 6 - бульдозер.

Естакадний спосіб. При естакадному способі розподільний трубопровід укладають на естакадах і гідросуміш розосереджено випускається з трубопроводу на намиваєму поверхню з ряду регульованих отворів - випусків. Висота ярусу намиву визначається висотою естакад, закладення укосу греблі і наявних засобів механізації. Естакади зазвичай виконують з стандартного круглого лісу - подтоварника - діаметром до 20-22 см і довжиною 6,5 м. Висота естакад 5 м при заглибленні в грунт на 1,5 м.

Останнім часом в практиці намиву застосовують інвентарні металеві розбірні естакади.

Труби монтують на естакадах тракторними кранами-трубоукладачами з подовженою стрілою або гусеничними кранами звичайної конструкції.

Для розподільного трубопроводу застосовують металеві труби з фланцевими або бандажними самоуплотняющимися швидкороз'ємними з'єднаннями.

Недоліками естакадного способу намиву є, великі витрати лісоматеріалу для виконання естакад і розподільних лотків; складність монтажних робіт з укладання і перекладки розподільних трубопроводів; трудність відсипання попутного обвалування поруч з естакадами і управління самим процесом намиву. Застосування інвентарних металевих естакад значною мірою підвищило економічні показники цього методу, усунуло втрати лісоматеріалу і спростило підготовчі та монтажні роботи.

Безестакадний спосіб. Безестакадний спосіб намиву розроблений і освоєний вперше в СРСР Всесоюзним трестом гідромеханізації Міністерства електротехніки та електростанцій СРСР. Цей спосіб найбільш механізований і економічний у порівнянні з іншими способами. При безестакадном способі намиву розподільний трубопровід укладається безпосередньо по намиваючому грунту і гідросуміш випускається зосереджено з торця кінцевої ланки трубопроводу. Труби нарощуються в процесі намиву за допомогою

крана-трубоукладача. Труби забезпечені спеціальними швидкороз'ємними розтрубними з'єднаннями (рис. 136). При намиві в воду чергову ланку, труби нарощують після того, як у торця трубопроводу утворюють достатній для цього пляж намиву.

По мірі намиву труби поступово нарощуються або розбираються краном, який човниково ходить по карті намиву паралельно лінії зовнішнього укосу на відстані 8 м від дамби обвалування. Товщина намиваємого шару 0,15-1,0 м. Для швидкості збирання і розбирання трубопроводу застосовують спеціальні швидкороз'ємні з'єднання. Спосіб застосовується для всіх грунтів, крім глинистих і дрібнозернистих, з поганою водоотдачею, коли неможливо рух кранів по намиваючому шару.

Переваги: практична відсутність потреби в лісі; висока продуктивність; низькі витрати на виробництво (в 3-3,5 рази нижче, ніж при естакадному способі).

Недолік: зосереджений випуск пульпи погіршує умови консолідації.

Земснаряд є баржа, яка обладнана грунтозабірним пристрієм для вільного всмоктування або всмоктування з попутним розпушуванням (фрезами, гідрорихлітелямі та ін.), грунтових насосом, плавучим пульпопроводом на понтонах, з'єднаним з береговим пульпопроводом, папильонажними палями і лебідками з якорями для фіксації робочого положення.

Розробку грунту починають з занурення до заданої позначки всмоктувального пристрою. У процесі його заглиблення земснаряд періодично відводять назад і в сторону для розширення воронки. Для подальшої розробки виїмки земснаряд папільоніруют, тобто переміщують його в забої палі-канатним способом за допомогою тросів по дузі окружності, канатним способом - маніпуляцією лебідками з періодичним перекладанням якорів або пале-бесканатним способом - поворотом грунтозаборного пристрої навколо вертикальної осі з подачей земснаряда вперед відштовхуванням від напірної палі (рис.3.49).

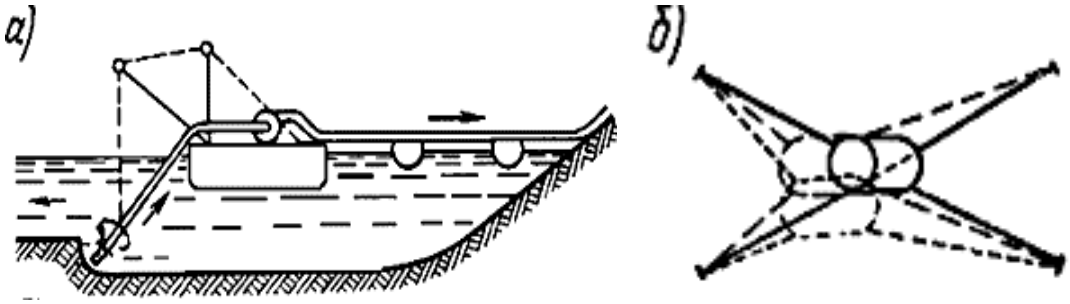


Рис. 3.49. Схема роботи земснаряду
а - розробка підводного забою;
б - схема пересування землесосного снаряда папільонірованіем

Технологічні процеси наступні:

- Монтаж плаваючого понтона,
- Установка землесосного снаряда,
- Установка і монтаж трубопроводу,
- Підключення трубопроводу до магістрального трубопроводу на березі,
- Підготовка майданчика намива для перекачування гідросуміші,
- Повернення землесосного снаряда за допомогою тросів і лебідок віялоподібно в плані,
- У опущену трубу, грунт засмоктується з водою і перекачує утворювану гідросуміш до берега по трубопроводу,
- Гідросуміш подається на майданчик намиву,
- Гідросуміш випускається на підготовлену ділянку.

На планувальних роботах зазвичай застосовують земснаряди продуктивністю до 150 м^3/ч, що подають пульпу на відстань до 3,5 км.

Для розробки 1 м^3 піщаних грунтів витрачається 7 ... 11 м^3 води, піщано-гравійних і суглинних - від 14 до 22 м^3.

§ 3.11. Укладання і ущільнення ґрунтів

Укладання в насип і ущільнення ґрунту виконується при планувальних роботах, зведенні різних насипів, зворотній засипці траншей, пазух фундаментів та ін. Ущільнення проводиться з метою збільшення несучої здатності ґрунту, зменшення його стисливості і зниження водопроникності.

Ущільнення може бути поверхневим і глибинним. В обох випадках воно здійснюється механізмами.

Машини і устаткування для ущільнення ґрунтів (Рис. 3.46) підрозділяють на наступні групи:

- катки і колеса статичної дії з гладкими, кулачковими і вібровальцями, з пневматичними шинами;
- трамбуючі машини з вантажем, що падає, з трамбуючими плитами, віброплитами і вібропластинами;
- ручна віброутрамбовуюча машина.



Рис. 3.46. Машини і пристосування для ущільнення ґрунтів

Трамбування здійснюється циклічно або безперервно. Циклічне ущільнення ґрунту забезпечується (Рис. 3.47) плитами або конусами масою 1-1,5 т підвішеними на стропах до підйомного канату екскаватору-драглайну

або стріловидного самохідного крану. Плити піднімають вантажною лебідкою на висоту 1-2 м і скидають на ущільнюючий ґрунт. Частота ударів не перевищує 0,05-0,1 с-1, енергія одиничного удару – 10-15 кДж. Утрамбовуючі машини циклічної дії застосовують в основному для роботи в обмежених умовах на об'єктах з невеликими об'ємами робіт.

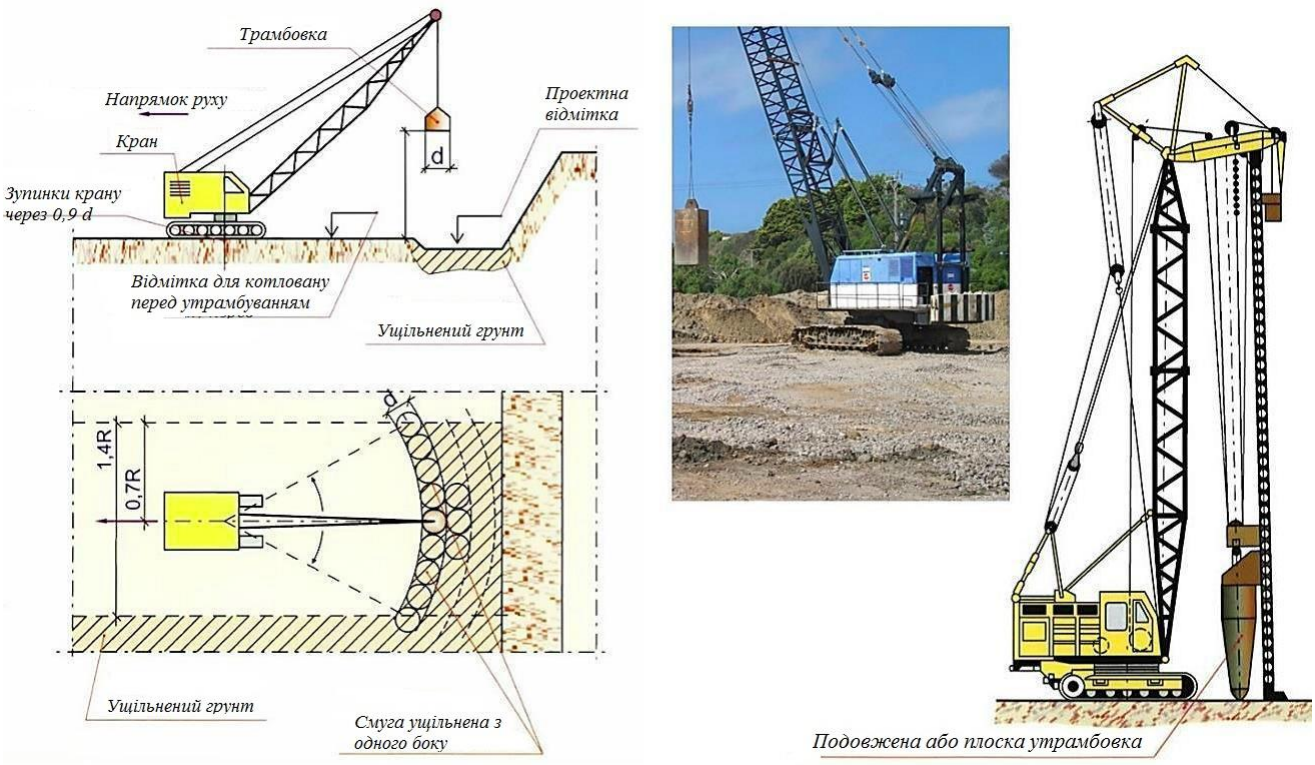


Рис. 3.47. Ущільнення ґрунтів утрамбуванням

Існує ущільнення ґрунтів укочуванням, трамбуванням і вібруванням. Найбільш бажаний комбінований метод ущільнення, що полягає в одночасній передачі на ґрунт різних впливів (наприклад, вібрування і укочування), або об'єднання ущільнення з іншим робочим процесом (наприклад, укочування і рух транспортних засобів тощо).

Для забезпечення рівномірного ущільнення відсипаний ґрунт розрівнюють бульдозерами або іншими машинами. Найбільше ущільнення ґрунту з найменшою витратою праці досягається при певній, оптимальній для даного ґрунту, вологості (див. Табл. 3.1). Тому сухі ґрунти повинні зволожуватися, а перезволожені – осушуватися.

Ґрунт ущільнюють ділянками (захватками), розміри яких повинні забезпечувати достатній фронт робіт. Збільшення фронту робіт може призвести до висихання підготовленого до ущільнення ґрунту в жарку погоду або, навпаки, до перезволоження в дощову.

Найбільш важким є ущільнення ґрунту при зворотній засипці пазух фундаментів або траншей, оскільки роботи ведуться в обмежених умовах. Щоб уникнути пошкодження фундаментів або трубопроводів прилеглий до них ґрунт на ширину 0,8 м ущільнюється за допомогою віброплит, пневматичних і електричних трамбовок шарами, товщиною 0,15-0,25 м (Рис. 3.48. а-в). Більш продуктивні способи, наприклад, самопересувні віброплити та інші (Рис. 3.48. г-е), застосовуються при ущільненні засипки під підлоги.

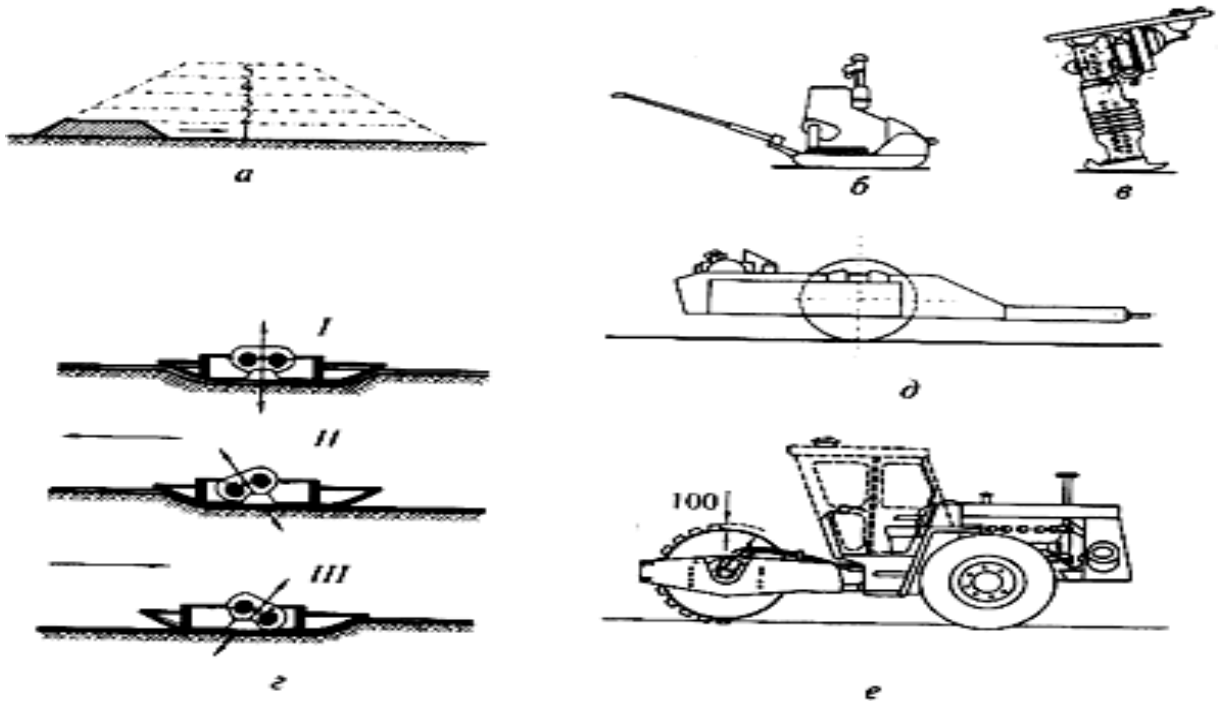


Рис. 3.48. Схеми ущільнення ґрунту:
а - загальний вигляд насипу; б, в - ущільнення віброплитою та вібротрамбовкою; г - те ж, самопересувною віброплитою; д, е - те ж, причіпним віброкатком та самохідним кулачковим катком;
І, П, Ш - відповідно віброущільнення на місці, при русі вперед і назад

Насипи, що мають велику площу, рекомендується ущільнювати причіпними або самохідними гладкими або кулачковими катками, а також трамбуючими машинами по замкнутому колу.

Проходки ґрунтоутрамбувальних машин робляться з невеликим перекриттям, щоб уникнути пропусків неущільненого ґрунту. Число проходок по одному місцю і товщина шару задаються в залежності від виду ґрунту і типу ґрунтоутрамбувальних машин або встановлюються дослідним шляхом (зазвичай 6-8 проходок).

Насипи, до яких не пред'являються високі вимоги по щільності ґрунту, можна ущільнювати транспортними засобами в процесі відсипання ґрунту. Схема роботи складається так, щоб навантажений транспорт переміщався по відсипаному шару ґрунту.

§ 3.12. Розробка ґрунту в зимових умовах

В умовах сучасного цілорічного будівництва приблизно 20% обсягу земляних робіт розробляють в зимовий період.

У зв'язку з підвищеною міцністю мерзлих ґрунтів взимку в кілька разів збільшується трудомісткість і вартість їх розробки.

Без попередньої підготовки може розроблятися ґрунт, промерзлий на глибину до: 0,1 м - скреперами і бульдозерами; 0,15 м – екскаваторами-драглайнами; 0,25 м - екскаваторами, обладнаними прямою лопатою, з ковшами місткістю 0,5-0,65 м^3; 0,4 м - те ж, але більш потужними екскаваторами. В інших випадках ґрунт до розробки повинен бути попередньо підготовлений одним із таких способів: запобіганням від промерзання; розтаненням; розпушуванням.

Запобігання від промерзання полягає у попередній обробці або утепленні ґрунту до замерзання теплоізоляційними матеріалами. Для цього ґрунт після відводу поверхневих вод можна розпушувати або зорювати з боронуванням на глибину до 0,35 м, закривати місцевими теплоізоляційними матеріалами (листя, хвоя, тирса тощо), а також влаштовувати снігозатримання.

Відтаювання ґрунту може здійснюватися зверху вниз, знизу вгору і у горизонтальному напрямку – радіально від нагрівача.

Найбільш простим (але дорогим) є вогневий спосіб (Рис. 3.49), при якому ґрунт відтає зверху вниз завдяки спалюванню на поверхні замерзлого ґрунту під ковпаком твердого або рідкого палива. Для відтавання 1 м^3 мерзлого ґрунту витрачається приблизно 130 кг торфу, 50 кг вугілля, 0,15 м^3 дров, 5 кг дизельного палива.

Також у напрямку зверху вниз ґрунт можна відігрівати горизонтальними електродами. Для створення струмопровідних умов поверхню ґрунту покривають тирсою, зволоженою сольовим розчином. Потім відігрітий ґрунт стає провідником струму, а тирса сприяє збереженню тепла.

Прогрівання мерзлого ґрунту електрострумом знизу вгору можна здійснити, якщо є можливість занурити вертикальні електроди нижче рівня промерзання ґрунту.

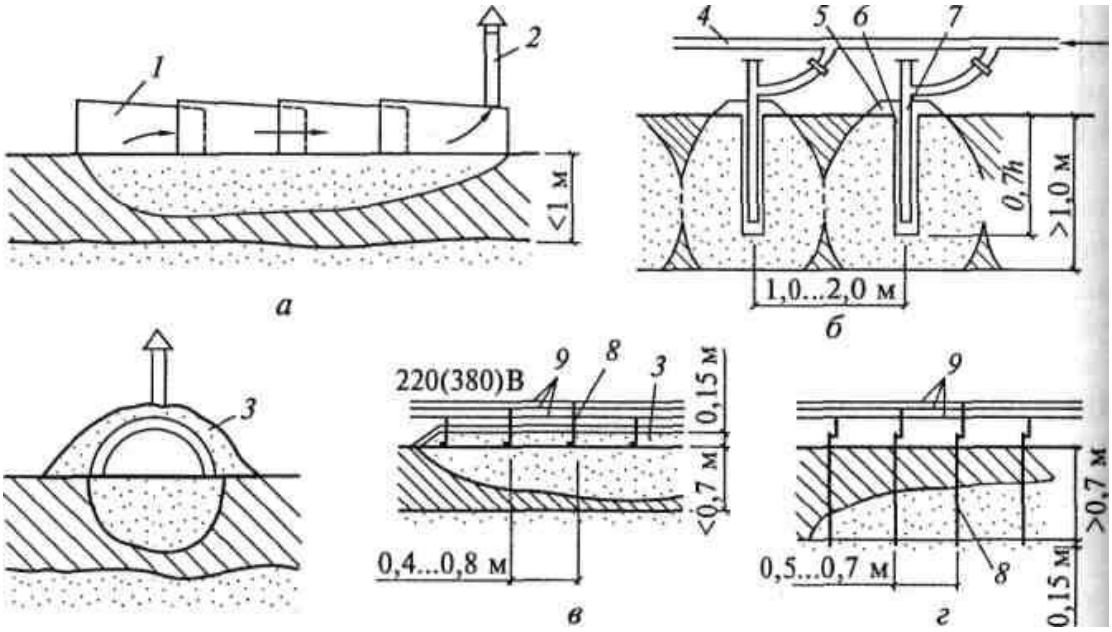


Рис. 3.49. Схеми відтаювання ґрунту:

а - вогневим способом; 6 - паровими голками; в, г - горизонтальними і вертикальними електродами;

1 - камера згоряння; 2 - витяжна труба; 3 - шар ґрунту (тирси); 4 - паропровід; 5 - ковпак; 6 - свердловина; 7 - парова голка; 8 - електрод; 9 - трифазна електромережа

Прикладом відігрівання ґрунту в радіальному напрямку може служити відтаювання паровими голками або електронагрівачами. У першому випадку пара, проходячи між двома трубами, віддає тепло ґрунту через зовнішню

трубу; у другому – всередині труб розташовують нагрівальний елемент, який нагріває поверхню труби.

Розпушування ґрунту може здійснюватися вибуховим або механічним способом. Підривання ґрунту проводять тільки спеціально підготовлені робітники-підривники. Для цього в ґрунті пробурюють отвори – шпури або нарізають щілини, в які закладаються заряди вибухової речовини.

Механічне розпушування може здійснюватися статичним або динамічним впливом. Приклад статичного впливу – розпушування ґрунту бульдозерно-розпушувальними агрегатами.

Як механізми для динамічної дії використовують дизель-молоти, клин-молоти, машини ударної дії, а також навісне обладнання на екскаватори (клин і куля-молоти) або гідравлічні молоти (Рис. 3.50).

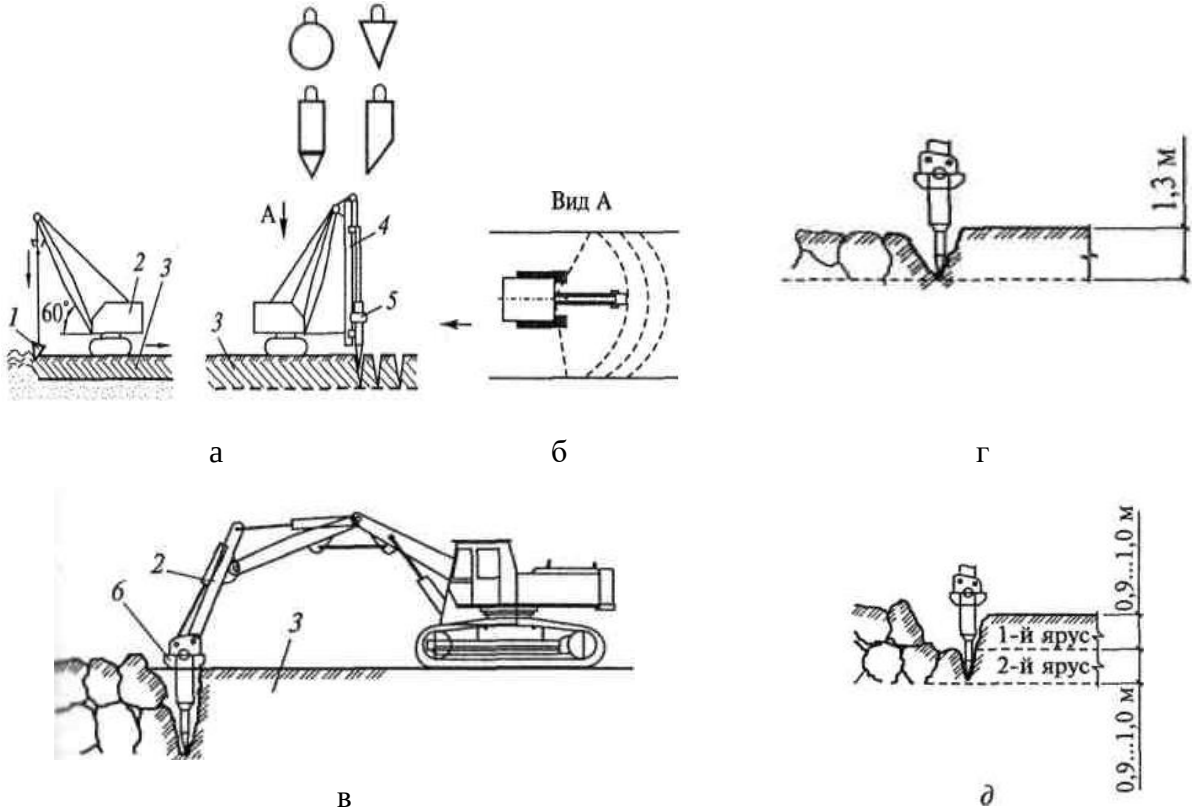


Рис. 3.50. Розпушування мерзлого ґрунту:
а - молотом вільного падіння; б, в - те ж, дизель-молотом і гідромолотом; г, д - при глибині промерзання до 1,5 м і більше;
1 - молот; 2 - екскаватор; 3 - мерзлий шар ґрунту; 4 - напрямна штанга; 5 - дизель-молот; 6 - гідромолот

Крім розпушування іноді мерзлі ґрунти ріжуть на блоки з подальшим їх видаленням тракторами або розробкою екскаваторами. Такий метод особливо ефективний у тих випадках, коли неприпустимий струс ґрунту. Для нарізання блоків рекомендуються барові машини з ланцюговим робочим органом, змонтованим на базі трактору.

§ 3.13. Комплексна механізація земляних робіт

При комплексній механізації земляних робіт основні та допоміжні операції з розробки ґрунту, його переміщення, укладання в насип, ущільненню, а також з остаточної обробки земляної споруди виконуються за допомогою комплекту взаємопов'язаних машин і механізмів. Неодмінною умовою комплексної механізації (крім повної механізації всіх процесів) є відповідність продуктивності всіх машин і механізмів комплекту експлуатаційної продуктивності ведучої машини, як правило, виконує основну операцію – розробку ґрунту. Роботи виконуються окремими потоками, комплектами машин в послідовності, встановленій ПВР.

Для робіт, які часто зустрічаються (риття котлованів під фундаменти будівель, відривка траншей тощо) розроблені типові технологічні карти або схеми, що включають в себе рекомендований набір механізмів, послідовність виконання робіт, взаємозв'язок у часі та просторі.

§ 3.14. Контроль якості робіт та охорони навколишнього середовища

При влаштуванні тимчасових споруд (котлованів, траншей) перевіряють горизонтальну прив'язку, правильність розбивки осей, вертикальні позначки, випадкові перебори ґрунту (зняття ґрунту нижче проектних відміток) заповнюють однорідним ґрунтом, що попередньо вийнятий, з наступним його ущільненням, а в особливо відповідальних випадках – більшим шаром бетону.

На закінчені частини земляних споруд, у тому числі на приховані роботи, складають акти, які разом з виконавчими кресленнями, результатами лабораторних випробувань ґрунтів, журналами робіт та іншими документами пред'являють приймальній комісії під час технічної здачі-приймання об'єкту.

Викоуються наступні роботи і елементи: улаштування основ під земляні споруди, фундаменти, трубопроводи та інші комунікації; виконання заходів із закріплення ґрунтів та підготовки основ; конструкції, що входять в тіло земляної споруди; зворотні засипки, ґрунтові подушки, насипні основи під підлоги; заходи, необхідні для відновлення робіт при перервах більше 1 місяця при консервації та розконсервації робіт.

Приймання насипів і виїмок полягає у перевірці в натурі положення земляної споруди, її геометричних розмірів, відміток дна, улаштування водовідведення, ступеню ущільнення ґрунтів.

У процесі приймання робіт з планування майданчиків та територій слід упевнитися в тому, що позначки і ухили відповідають проектним, відсутні перезволожені ділянки та місцеві просідання ґрунту.

Котловани і траншеї, перевіряють відповідність проекту їх розмірів, відміток, якості ґрунту в основі, правильність влаштування кріплень. Після огляду виконаних робіт дозволяється влаштовувати фундаменти, укладати труби тощо.

Систематично має перевірятися виконання розроблених заходів з охорони природи: зняття і переміщення у відвали родючого шару ґрунту для подальшого використання; захист буртів від ерозії, підтоплення, забруднення; виявлення археологічних та палеонтологічних знахідок і вживання заходів щодо їх збереження; надійне зберігання паливно-мастильних та інших матеріалів, здатних негативно впливати на природу. Припустимі відхилення на тимчасові земляні споруди наведені на Рис. 3.51 і 3.52.

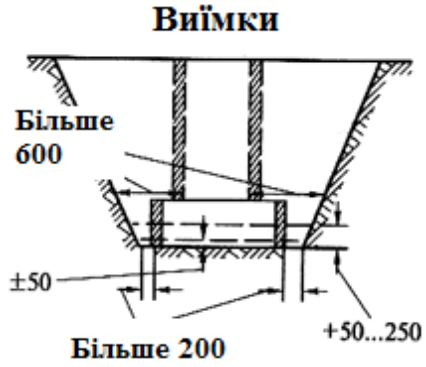


Рис. 3.51.Технологічні схеми допустимих відхилень, мм виїмок

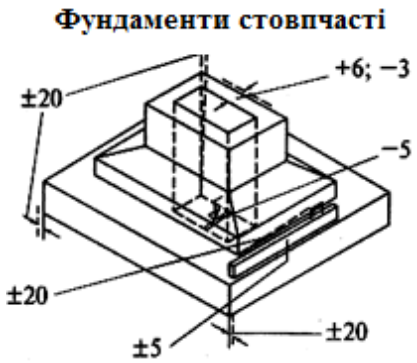


Рис. 3.52. Технологічні схеми допустимих відхилень, мм стовпчастих фундаментів

Питання для самоперевірки:

1. Види земляних споруд.
2. Класифікація та основні будівельні властивості ґрунтів.
3. Як виконується підрахунок об'ємів виїмки або насипу.
4. Перелічіть процеси, які виконуються при підготовці будівельного майданчика.
5. Визначення об'ємів робіт при вертикальній планеровці.
6. Перелічіть способи розробок ґрунтів.
7. Визначення обсягів земляних робіт.
8. Основні способи розробки ґрунту і механізми, що застосовуються.
9. Розробка ґрунту однокошовими екскаваторами.
10. Розробка ґрунту екскаваторами безперервної дії.
11. Розробка ґрунту землерийно-транспортними машинами.
12. Укладання і ущільнення ґрунтів.
13. Розробка ґрунту в зимових умовах.
14. Комплексна механізація земляних робіт.
15. Контроль якості робіт та охорони навколишнього середовища.

Список літератури:

1. Г.К. Соколов. Технологія та організація будівництва. - М.: Видавничий центр «Академія», 2008. - 528 с.

2. Технологія будівельних процесів // Данилов М.М., Терентьєв О.М., під ред. М.М. Данилова та О.М. Терентьєва. - М.: «Вища школа», 2000 р.
3. Афонін І.А., Євстратов Г.І., Штоль Р.М. «Технологія і організація монтажу спеціальних споруд». Навчальний довідник. - М.: Вища школа, 1986 р.
4. Дикман Л.Г. «Організація і планування будівельного виробництва». - М.: Вища школа, 1988 р.
5. Технологія будівельного виробництва. За редакцією В.К. Чернетка, М.Г. Ярмоленка. Київ: Вища школа, 2002.

Тема № 4 ФУНДАМЕНТЫ

План

4.1. Загальні поняття і класифікація фундаментів

4.2. Стрічковий фундамент

4.3. Стовпчастий фундамент

4.4. Пальовий фундамент

4.5. Плитковий фундамент

§ 4.1. Загальні поняття і класифікація фундаментів

Фундáмент (лат. *fundamentum*) — будівельна несуча конструкція, частина будівлі, споруди, яка сприймає усі навантаження від конструкцій, що розміщені вище, і розподіляє їх по основі.

Класифікація фундаментів

По глибині закладання:

- Неглибокого закладання на природних або штучних основах;
- Глибокого закладання;

За призначенням:

- Несучі;
- Комбіновані, тобто не тільки несучі, а здатні на додаток виконувати ще і функції сейсмічного захисту;

- Спеціальні, наприклад, експериментальні антисейсмічні фундаменти, що «хитаються»; «плаваючі» фундаменти, тиск яких дорівнює тиску вийнятого грунту, та інші.

По материалу

- Кам'яні:
  - з природних каменів (бут) : бутові, бутобетонні;
  - з штучних каменів: керамічна цеглина, бетонний блок.
- Залізобетонні:
  - бетонні;
  - з ніздрюватого бетону;
- дерев' яні.

За типом конструкції:

- **Стрічковий** фундамент**:**
  - заглиблений (нижче глибини промерзання);
  - мілкого закладання (вище за глибину промерзання);
- **Стовпчастий** фундамент:
  - безпосередньо стовпчастий;
  - типу «стакан»;
- **Пальовий** фундамент (збірний або монолітний):
  - забивні палі;
  - трубобетонні палі;
  - буронабивні палі;
  - набивні палі;
  - гвинтовий фундамент;
- **Плитковий** фундамент
- **Плаваючий** фундамент

Фундаменти закладаються нижче глибини промерзання грунту для того, щоб запобігти їх випинанню.

Вибір фундаменту залежить від геологічних умов, сейсмічних умов і забудови місцевості, а так само від архітектурних рішень.

§ 4.2. Стрічковий фундамент

Стрічковий фундамент - це залізобетонна смуга, що йде по периметру усієї будівлі. Він має суцільну конструкцію і розташовується під несучими стінами будівель. Стрічковий фундамент закладають під усі внутрішні і зовнішні стіни забудови, зберігаючи однакову форму поперечного перерізу по усьому периметру фундаменту.

Стрічкові фундаменти придатні для будинків з бетонними, кам'яними, цегляними стінами або з важкими перекриттями. Якщо у будинку планується підвал або гараж, то потрібний саме такий тип фундаменту.

Сфера застосування : приватне житлове будівництво (одно- або двоповерхова будівля).

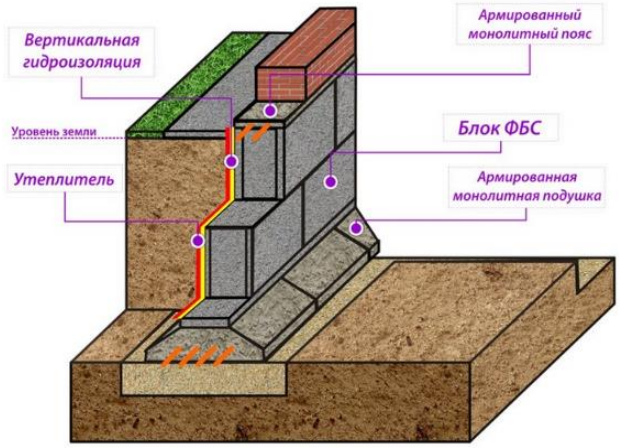
Розрізняють два основні види стрічкової конструкції :

- Збірний фундамент - виконується із залізобетонних блоків.
- Монолітний - виготовляється відразу на будівельному майданчику.

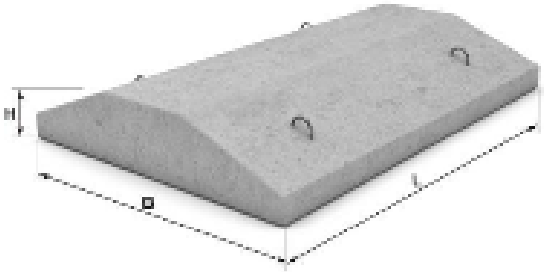
Технологія монтажу збірного фундаменту складається з наступних етапів:

- Підготовка будівельної ділянки - прибирання поверхневої рослинності, викорчовування коренів, видалення валунів і сміття;
- Розмітка контурів фундаментної стрічки за допомогою дощок обноски і мотузки. Розмічаються як зовнішні, так і внутрішні стіни будівлі;
- Розробка траншеї під фундамент. При улаштуванні основи мілкого закладання котлован відкопується вручну; при необхідності закладки фундаменту нижче рівня промерзання грунту (на глибину 1.5-2 м) використовують екскаватор;
- Улаштування на дні котловану ущільнюючої піщаної подушки завтовшки (10-15 см) з пошаровим (кожні 100 мм) віброущільненням;
- Установка блоків спеціалізованої залізобетонної підошви (ФЛ), які укладаються на піщану подушку;
- Кладка фундаментних блоків (марка ФБС);

• Улаштування армованого монолітного поясу зверху блокового фундаменту.



а



б



в

Рис.4.1. Приклад збірного стрічкового фундаменту:
а - улаштування блокового фундаменту;
б - блок спеціалізованої залізобетонної підошви;
в - фото-фрагмент монтажу фундаментних блоків

Технологія виготовлення монолітного фундаменту складається з наступних етапів:

• Підготовка будівельної ділянки - прибирання поверхневої рослинності, викорчовування коренів, видалення валунів і сміття;

• Розмітка контурів фундаментної стрічки за допомогою дощок обноски і мотузки. Розмічаються як зовнішні, так і внутрішні стіни будівлі;

• Розробка траншеї під фундамент. При улаштуванні основи мілкого закладання котлован відкопується вручну; при необхідності закладки фундаменту нижче рівня промерзання грунту (на глибину 1.5-2 м) використовують екскаватор;

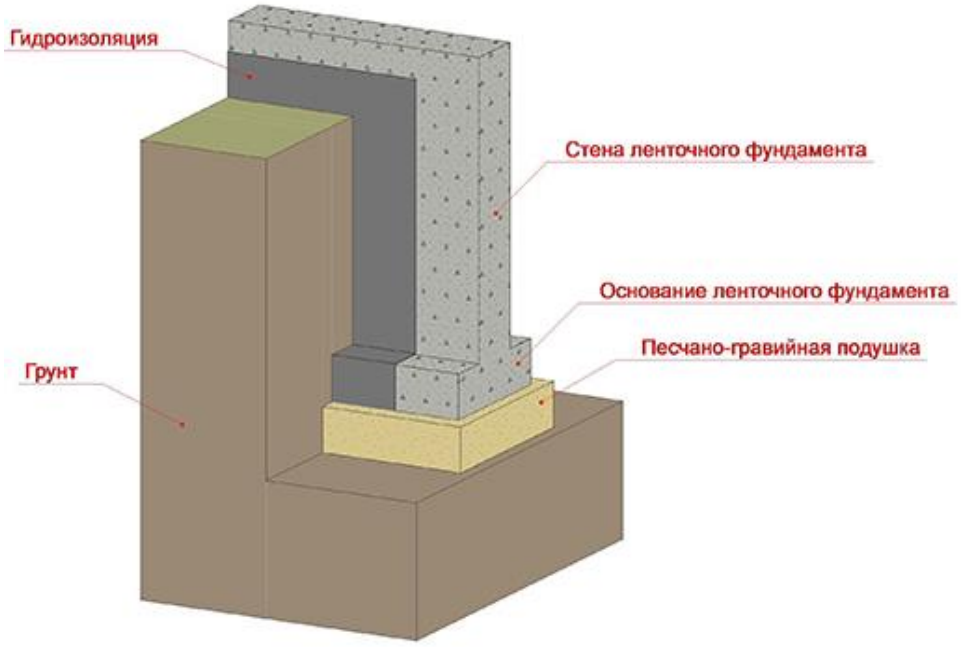
• Улаштування ущільнюючої підсипки на дні котловану завтовшки (10-15 см) шарів піску і дрібного щебеню;

• Улаштування опалубки під заливку бетону;

• Укладання в траншею і на внутрішні стінки опалубки клейонки, яка перешкоджатиме витоку з бетону цементного молочка;

• Зборка каркаса і його установка в опалубку. Для створення каркаса використовуються стержні арматури Ø12 мм (подовжні) і 8 мм (поперечні перемички), які з'єднуються за допомогою зварювання або в'язального дроту;

• Заливка опалубки бетоном і його подальше ущільнення (вібрацією або штикуванням арматурою). Заливка фундаменту виконується безперервно або з мінімальними паузами, що не допускають схоплювання попередніх шарів бетону.



а) фрагмент структури стрічкового фундаменту



б) фото-фрагмент виконання стрічкового фундаменту

Рис. 4.2. Опалубка і армокаркас стрічкового фундаменту

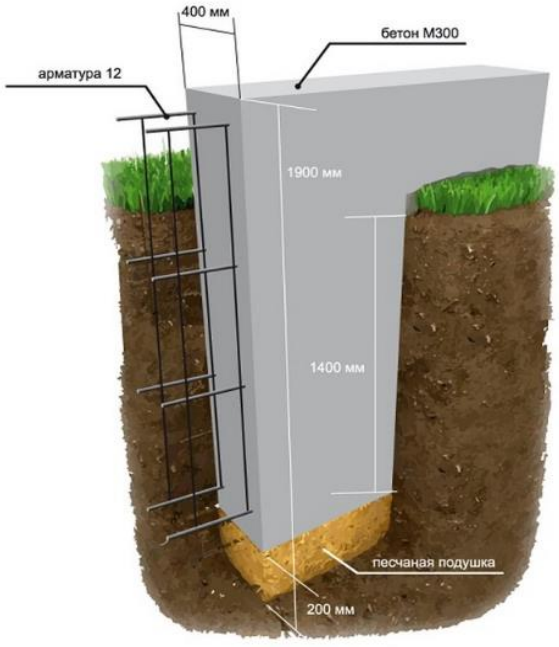
Улаштування стрічкового фундаменту

Як правило, стрічковий фундамент закладають на 20 см глибше за межу промерзання, але не глибше 50-70 см від рівня землі. Товщина стрічкового фундаменту може бути різна. Усе залежить від товщини стін, використовуваного матеріалу, а також передбачуваної сили тиску будівлі.

Стрічкові фундаменти заглиблений і мілкого закладання

Заглиблений стрічковий фундамент улаштовується у будинках з важкими стінами або перекриттями.

Так само улаштування заглибленого фундаменту потрібне, якщо у будинку планується **підвал** або **гараж.** Глибина заглиблення такого фундаменту зазвичай на 20-30 см нижче глибини промерзання грунту. Заглиблений стрічковий фундамент вимагає більшої витрати матеріалу.



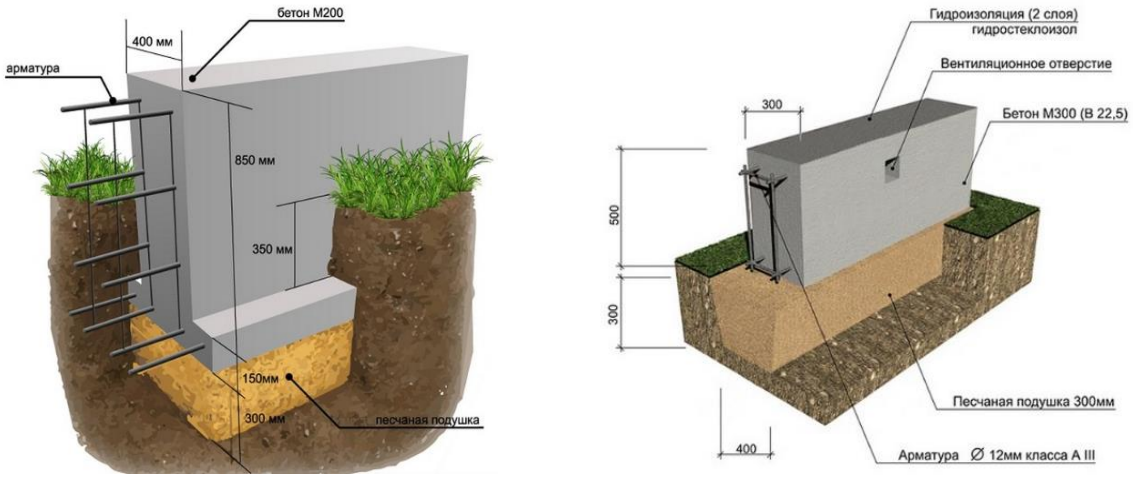


а - Конструктивна схема заглибленого стрічкового фундаменту

б - фото-фрагмент заглибленого стрічкового фундаменту

Рис. 4.3. Заглиблений стрічковий фундамент

Стрічковий фундамент мілкого закладання використовується в основному для дерев'яних будинків і невеликих кам'яних будинків. Але фундамент **мілкого закладання** влаштовується на слабкопучинистих грунтах. Глибина його заглиблення - 50-70 см.



а -стрічкова основа Т - образного б – незаглиблений стрічковий фундамент перерізу

Рис. 4.4. Схеми стрічкових фундаментів мілкого закладання

§4.3. Стовпчастий фундамент

Стовпчастий фундамент - ця основа, сформована із стовпчиків, розміщених в кутах майбутньої будівлі і в тих місцях, де намічений перетин стін, під опорами важко навантажених прогонів і інших точках з підвищеним навантаженням. Відстань між стовпами 1,5-2,5 м; вони можуть бути з бетону, бутобетону, кам'яної або цегляної кладки. Стовпи згори з'єднуються балками із залізобетону і розраховані на будинки з відносно невеликою вагою.

При улаштуванні стовпчастого фундаменту вільний простір між стовпами засипається щебенем або крупнозернистим піском. Далі йде товстий шар бетону або залізобетону. Щоб зберегти тепло підпільного простору, оберегти його від попадання вологи і пилу роблять ***закидку***.

Закидка - це стінка, що сполучає стовпи. Для її будівництва можна використати цеглу, бетон, бутову кладку завтовшки 10-20 см. Якщо грунт пучинистий, то під закидкой слідують зробити **піщану подушку** в 15-20 см. Сама ж закидка поглиблюється в грунт на 10-20 см

Він економічний, надійний, не вимагає додаткових робіт по гідроізоляції, проте застосується тільки для легких будинків - каркасного або дерев'яного типу. До того ж він виключає будівництво підвалів і льохів.

Фундамент такого типу застосовують на грунтах, які не схильні до пучення і переміщень.

Сфера застосування: для невеликих господарських будов, лазень, сараїв і інших споруд, які не передбачають підвалу і мають не занадто велику вагу.

Розрізняють два основні види стовпчастих фундаментів :

- Збірний фундамент - виконується із залізобетонних блоків.
- Монолітний - виготовляється одразу на будівельному майданчику.

Стовпчасті фундаменти виготовляються з наступних матеріалів:

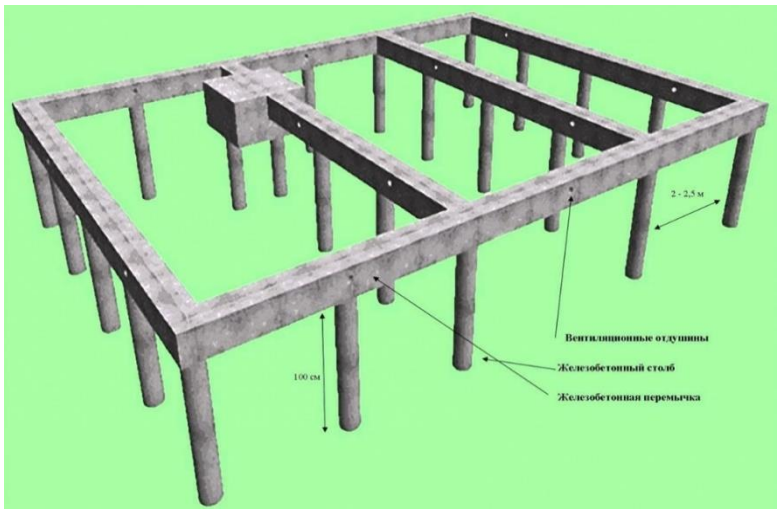
- цегла - використовується для підтримки будівель і споруд з цегляними стінами заввишки до двох поверхів;
- камінь - для важких будівель;
- дерево - оптимальний варіант для дерев'яних конструкцій, наприклад, лазень або дачних будиночків;
- армований бетон - найважчий варіант стовпчастого фундаменту, що використовується в промислових спорудах або будівлях з великою вагою, які мають більше двох поверхів.

Технологія виготовлення монолітного стовпчастого фундаменту з азбоцементних труб наступна:

- Розмітка фундаменту і визначення місць розташування опорних стовпів;
- Буріння свердловин під стовпи за допомогою ручного бура. Глибина заставляння опор має бути нижча сезонного промерзання грунту; оптимальний варіант 2-2.5 метрів;
- Підсипка у свердловину ущільнюючої подушки з піску завтовшки 15-20 см. Пісок поливається водою і трамбується;
- Установка у свердловини азбоцементних труб, висота яких вирівнюється по нульовому рівню фундаменту. Труби закріплюються тимчасовими розпірками з дерев'яного бруса;

• Всередину труб встановлюються арматурні прути у кількості 4-6 шт., пов'язані між собою сталевим дротом;

• Заливка азбоцементних труб бетоном;



а - Схема монолітного стовпчастого фундаменту



б - Збірний стовпчастий фундамент з цегли

Рис. 4.5. Види стовпчастих фундаментів

Недоліки стовпчастих фундаментів наступні:

• недостатня стійкість до перекидання - недоречно використовувати в умовах рухливих грунтів;

- рекомендовано утриматися від використання стовпчастих основ при будівництві будівель із стінами, що мають велику масу, тим більше, якщо роботи ведуться на слабконесучому грунті;
- нетривалий експлуатаційний період - 70 років (рис. 4.6);
- неможливе або ускладнене облаштування підвального приміщення;
- низька несуча здатність - можна використати тільки при зведенні каркасно-щитових будинків, дерев'яних будівель;
- заборонено зводити стовпчасті фундаменти на місцевості з перепадами висот.



Рис. 4.6. Фото-фрагмент руйнування стовпчастого фундаменту

§4.4. Пальовий фундамент - це фундамент в процесі облаштування якого, на відміну від стрічкового, в якості опорних елементів використовуються палі. Фундаменти цього типу більш рівномірно розподіляють навантаження на грунт і, при правильному улаштуванні, не схильні до «хвороб» стрічкових фундаментів таких як - нерівномірна усадка і розтріскування. Також пальові фундаменти є єдиним виходом в місцевості з «складними» або рухливими грунтами; в цьому випадку палі не лише краще

витримують масу будови, але і зміцнюють грунт і запобігають його раптовим переміщенням. Залежно від планованих навантажень пальові фундаменти розділяють на декілька видів. Нижче представлена класифікація пальових фундаментів за: роботою палі, матеріалу, способу монтажу, типу і виду ростверків (рис. 4.7).

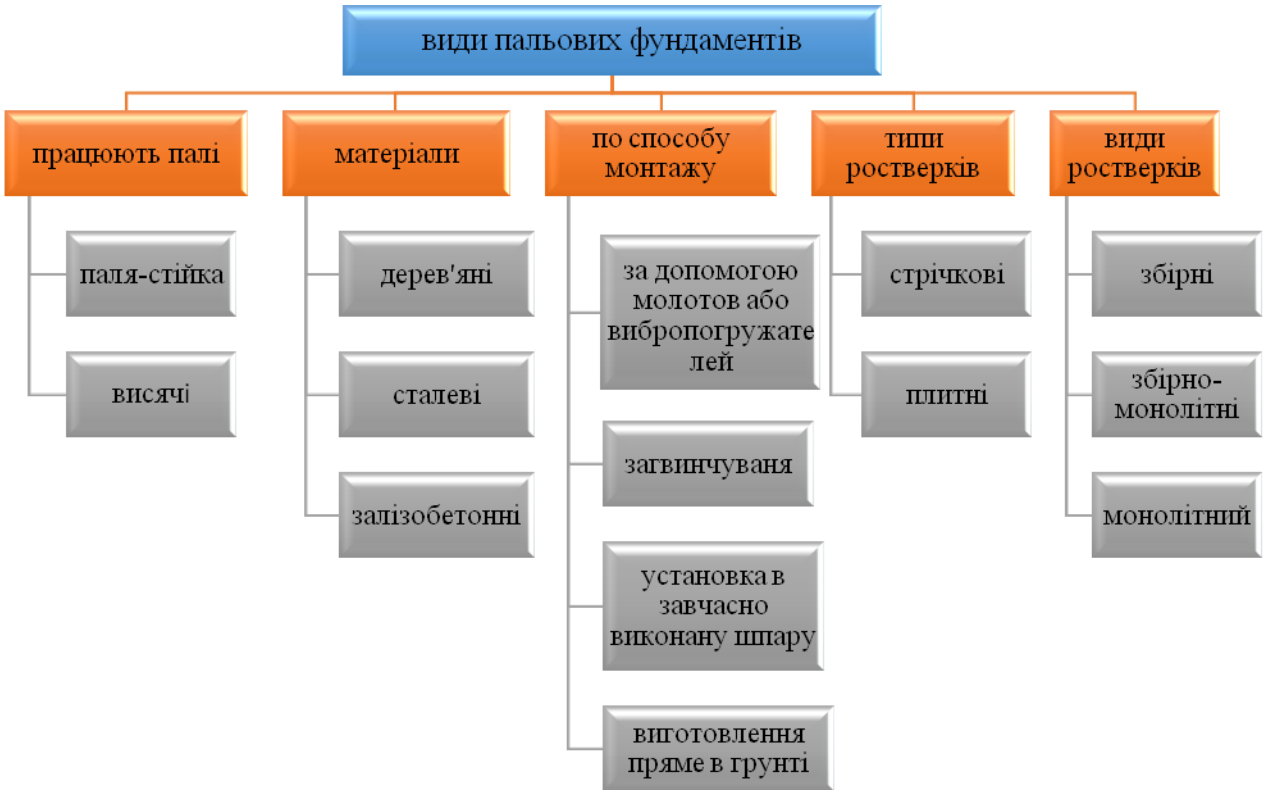


Рис. 4.7. Класифікація пальових фундаментів

У сучасному будівництві застосовують різні види пальових фундаментів і робота паль в них також здійснюється по-різному.

За цією ознакою можна виділити два типи опо :

1. Палі-стійки

Така паля переносить навантаження від ваги будівлі на грунт, в який упирається. Палю-стійку виготовляють за технологією, що забезпечує міцну основу, адже саме на неї може доводитися до 85% ваги будови.

Палі стійкового типу - це класичний і найбільш поширений варіант. Спираючись на міцний грунт, вони майже не дають осідання і можуть витримувати дуже великі навантаження.

2. Висячі палі

Палі цього різновиду не упираються в грунт, а утримуються в нім подібно до того, як тримається вбитий в дошку цвях, тобто за рахунок сили тертя між бічною поверхнею і зовнішнім середовищем.

Порівнюючи висячу палю із стійкою, можна виділити дві основні відмінності: площа бічної поверхні у висячої палі збільшена, при цьому вона має рельєфне виконання, завдяки чому міцніше «чіпляється» за грунт, що оточує її.

Застосування висячих паль виправдане в тих випадках, коли міцний грунт залягає особливо глибоко і палі-стійки довелося б робити занадто довгими.

Ділення на різні види пальових фундаментів і класифікація паль мають на увазі групування за матеріалом виготовлення і способом монтажу (рис. 4.7).

За матеріалом

Вибираючи матеріал палі, слід оцінювати не лише його фізичні властивості у поєднанні з робочими характеристиками, але, також, вартість, доступність і зручність монтажу.

1. **Дерев'яні**



Рис. 4.8. Фото-фрагмент дерев'яних паль

Найбільш поширені дерев'яні опори з сосни і ялини, але іноді зустрічаються і модринові, дубові і кедрові палі.

Деревина добрі піддається обробці і у багатьох регіонах є найдоступнішим матеріалом, але із-за таких істотних недоліків, як мала міцність і схильність до гниття, застосування дерев'яних паль сьогодні досить обмежене.

Дерев'яна паля повинна мати в діаметрі не менше 180 мм. Найбільша довжина цілого стовбура дерев'яних паль зазвичай не перевищує 16 м. Якщо ж потрібна довша опора, зрощують декілька стволів, збільшуючи таким чином довжину палі до 25 м (рис. 4.7).

2. Сталеві



Рис. 4.8. Конструкція сталевої палі

Палі, виконані із сталі, можуть мати найрізноманітнішу конструкцію. У більшості випадків це суцільнотягнута труба з товщиною стінки від 8 до 12 мм, але можуть застосовуватися, наприклад, опори коробчатого перерізу, виготовлені з двотаврів або інших елементів.

Для посилення несучої здатності сталеві палі після встановлення на місцеположення заливаються бетоном.

Із сталі виготовляються і так звані гвинтові палі, досить популярні сьогодні. Вони мають вигляд свердла або звичайної труби, що забезпечена шнековою навивкою (рис 4.8).

Палі великих діаметрів загвинчують із застосуванням механізованого устаткування, наприклад, кабестанів, але опору діаметром 100 мм цілком можуть встановити на місце дві людини за допомогою коловорота.

Завдяки подібності різьбленню гвинтова паля фіксується в грунті особливо міцно і навіть при невеликому діаметрі основного стовбура і малої міцності грунту може утримувати значні навантаження.

Важливою перевагою опор цього різновиду є можливість їх багатократного використання. При спорудженні мобільної будови палю не бетонують, а при перенесенні будівлі її витягають, щоб пізніше встановити на новому місці.

Сталь - дуже міцний і довговічний матеріал, але він має високу вартість і схильний до корозії.

3. Залізобетонні



Рис. 4.9. Фрагмент залізобетонних паль

Найбільш поширені на сьогодні види паль і пальових фундаментів виготовляються із залізобетону.

Цей варіант найбільш практичний з точки зору індивідуального будівництва, оскільки дозволяє виготовити палю будь-якого діаметру прямо в грунті, не використовуючи дорогого підйомного устаткування.

Залізобетонні палі поставляються на будмайданчик в готовому виді. В цьому випадку вони, зазвичай, мають квадратний (з розмірами від 200х200 до 400х400 мм) або прямокутний (250х500 або 200х400 мм) поперечний переріз.

Широке застосування знайшли гвинтові залізобетонні палі. При загвинчуванні в них заводиться сталевий сердечник, який після закінчення монтажу витягається для загвинчування наступної палі.

Палі із залізобетону можуть бути як суцільними, так і порожнистими.

За способом монтажу

Виділяють різні види пальових фундаментів за способом занурення паль в грунт. Застосовують наступні методи:

1. **Заглиблення в грунт за допомогою молотів або віброзанурювачів**



Рис. 4.10. Фото-фрагмент забивання палі

Палі, що встановлюються так само, називаються забивними. Усі вони, незалежно від матеріалу, мають загострений кінець завдовжки в 1,5 - 2 діаметри, який при роботах в щільному грунті захищають за допомогою спеціальної деталі - башмака.

Захищається і верхня частина палі, яка піддається ударній дії: на неї одягається товстостінне сталеве кільце.

Перевагою цього способу установки паль є відсутність земляних робіт, але зробити його вручну неможливо. Тому в індивідуальному будівництві цей спосіб застосовується рідко.

Крім того, у нього є істотний недолік: при забиванні сама паля або її гідроізоляційне покриття можуть виявитися пошкодженими, що практично неможливо проконтролювати.

2. Загвинчування



Рис. 4.11. Фото-фрагмент загвинчування гвинтової палі

Загвинчування гвинтових паль може робитися як механічним способом - за допомогою машини, обладнаної гідробуром, так і ручним методом - силами декількох чоловік.

При механічному способі монтажу простіше контролювати необхідне зусилля загвинчування. Цей спосіб дозволяє точніше зцентрувати стовбур. Тим самим досягається більш висока точність монтажу. Максимальне відхилення стовбура палі, що загвинчується, від вертикальної осі не повинне перевищувати 2-х градусів.

Після того, як паля загвинчена на необхідну глибину, робиться відрізання її верхньої частини. Щоб урізання усіх паль було виставлене по одному рівню, використовується лазерний нівелір.

Потім в ствол палі заливається бетонний розчин. Усупереч поширеній думці бетон заливається не для посилення палі, а для того, щоб витіснити з неї кисень і тим самим запобігти корозію металу зсередини стовбура. Якщо відкриту палю не забетонувати, то з приходом зими вона може заповнитися водою і її розірве.

Помилки при монтажі:

- При монтажі фундаменту з паль не допускається виставляння єдиного рівня паль шляхом їх викручування. Це приведе до того, що ущільнений грунт

розпушуватиметься, і при монтажі будинку паля просяде рівно на ту відстань, яку було розпушено із-за її викручування;

- Також однією з найпоширеніших помилок є те, що палю укручують до готової, заздалегідь виритої ями. Глибина «приямка» не повинна перевищувати 30 см.

3. Установка в завчасно виконану свердловину



Рис.4.12.Фото-фрагмент буронабивної палі

При такому способі установки палю називають буронабивною. Утворення свердловини здійснюють за допомогою бура, причому зробити це можна і вручну.

Свердловини для улаштування буронабивных паль виконують за допомогою бурових агрегатів; досягши проектної відмітки, бур виймається і звільняється від грунту. У свердловину опускається заздалегідь виготовлений каркас з арматури, який заповнюється бетонною сумішшю через воронку. Суміш подається в порожнину конструкції безпосередньо з бетонозмішувальної установки або приймального бункера для бетонної суміші.

Залежно від грунтових умов буронабивні палі влаштовують одним з наступних способів - сухим способом (без кріплення стінок свердловин), із застосуванням глинистого розчину (для запобігання обваленню стінок свердловини) і з кріпленням свердловини обсадною трубою.

Сухий спосіб застосовний в стійких грунтах (просадних і глинистих; твердою, напівтвердою і тугопластичної консистенції), які можуть тримати стінки свердловини (рис.4.13). Свердловина необхідного діаметру розбурюється методом обертального буріння в грунті на задану глибину. Після приймання свердловини в установленому порядку при необхідності в ній монтують арматурний каркас і бетонують методом труби, що вертикально переміщається.

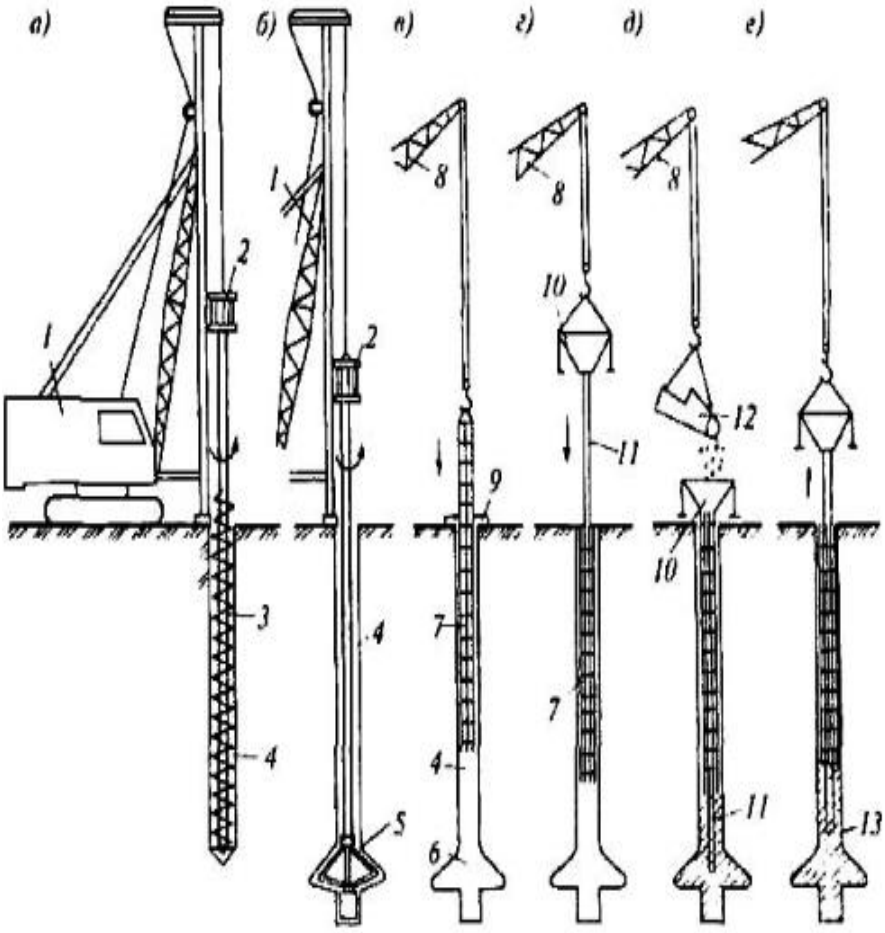


Рис.4.13. Технологічна схема улаштування буронабивних паль сухим способом :

а - буріння свердловини; *б* - розбурювання розширеної порожнини; *у* - установка арматурного каркаса; *г* - установка бетонолитної труби з вібробункером; *д* - бетонування свердловини методом вертикально переміщуваної труби (ВПТ); *е* - підйом бетонолитної труби;

1 - бурова установка; 2 - привід; 3 - шнековий робочий орган, 4 - свердловина; 5 - розширювач, 6 - розширена порожнина; 7 - арматурний каркас; 8 - стріловидний кран; 9 - кондуктор-патрубок; 10 - вібробункер; 11 - бетонолитна труба; 12 - цебер з бетонною сумішшю; 13 - розширена п'ята палі

Технологія влаштування наступна: секції бетонолитних труб завдовжки 2,4...6 м стикують між собою болтами або замковими з'єднаннями. До першої секції кріпиться приймальний бункер, через який бетонна суміш подається в трубу. У свердловину опускається бетонолитна труба до самого низу; в приймальну воронку подається бетонна суміш з автобетонозмішувача або за допомогою спеціального завантажувального бункера. На цій же воронці закріплені вібратори, які ущільнюють бетонну суміш, що укладається. По мірі укладання суміші бетонолитна труба витягається зі свердловини. Після закінчення бетонування свердловини голову палі формують в спеціальному інвентарному кондукторові; в зимовий час додатково надійно захищають. Сухим способом за розглянутою технологією виготовляють буронабивні палі діаметром від 400 до 1200 мм, довжина паль досягає 30 м.

Застосування глинистого розчину. Улаштування буронабивних паль в слабких водонасичених грунтах вимагає підвищених трудовитрат, що обумовлено необхідністю кріплення стінок свердловини для оберігання їх від обвалення (рис.4.14). У таких нестійких грунтах для запобігання обваленню стінок свердловин застосовують насичений глинистий розчин *бентонітових глин* щільністю 1,15...1,3 г/см^3, який чинить гідростатичний тиск на стінки, добре тимчасово скріплює окремі грунти (особливо обводнені і нестійкі); при цьому добре утримує стінки свердловин від обвалення. Цьому ж сприяє утворення на стінках свердловини глинистої кірки внаслідок проникнення розчину в грунт.

Свердловини бурять обертальним способом. Глинистий розчин готують на місці виконання робіт і по мірі буріння подають у свердловину по порожнистій буровій штанзі під тиском. По мірі буріння розчин, що знаходиться під гідростатичним тиском, зустрічаючи опір грунту, починає підніматися від місця забурювання вгору уздовж стінок свердловини, виносячи зруйновані буром грунти і виходячи на поверхню, потрапляє у відстійник-зумпф, звідки знову насосом подається у свердловину для подальшої циркуляції.

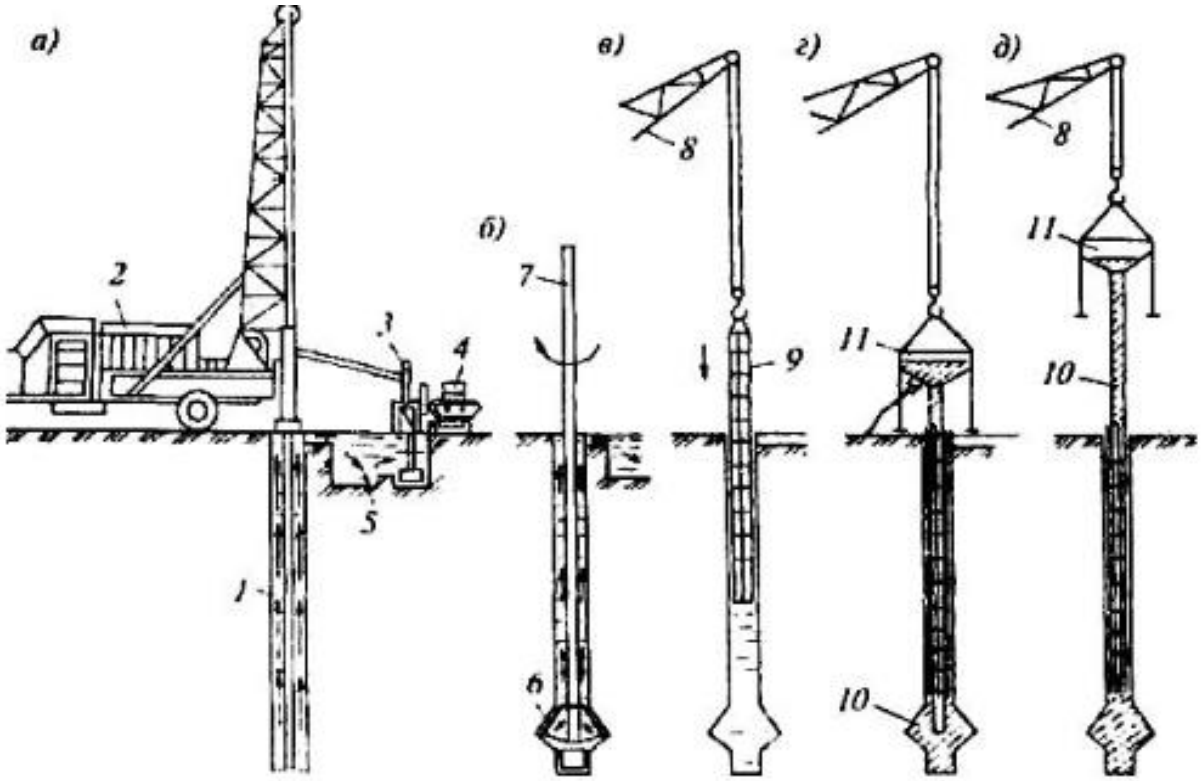


Рис.4.14. Технологічна схема улаштування буронабивних паль під глинистим розчином:

а - буріння свердловини; *б* - облаштування розширеної порожнини; *у* - установка арматурного каркаса; *г* - установка вібробункера з бетонолитною трубою; *д* - бетонування свердловини методом ВПТ; 1 - свердловина, 2 - бурова установка; 3 - насос; 4 - глинозмішувач, 5 - приямок для глинистого розчину; 6 - розширювач; 7 - штанга; 8 - стріловидний кран; 9 - арматурний каркас; 10 - бетонолитна труба; 11 - вібробункер

Глинистий розчин, що знаходиться у свердловині під тиском, цементує грунт стінок, тим самим перешкоджаючи проникненню води, що дозволяє виключити застосування обсадних труб. Після завершення проходки свердловини в неї при необхідності встановлюється арматурний каркас; бетонна суміш з вібробункера по бетонолитній трубі потрапляє на дно свердловини, піднімаючись вгору; бетонна суміш витісняє глинистий розчин. У міру заповнення свердловини бетонною сумішшю роблять підйом бетоновода.

Ще в цій технології можливо застосовувати спеціальний полімерний концентрат на основі поліакриламіду, який в процесі гідратації утворює колоїдний буровий розчин, що створює захисну плівку на стінках свердловини; це у поєднанні з надмірним гідростатичним тиском запобігає їх

осипанню. Буріння в складних геологічних умовах без застосування обсадних труб показало цілісність буронабивної палі по усій глибині після закачування в неї бетону і відсутність яких-небудь напливів або западин бетону на бічній поверхні палі. Використання колоїдного розчину дозволяє істотно збільшити продуктивність бурових робіт, понизити їх собівартість і трудомісткість, різко скоротити потребу в обсадних трубах без зниження якості робіт.

Кріплення свердловин обсадними трубами. Облаштування паль цим методом можливо у будь-яких гідрогеологиних умовах; обсадні труби можуть бути залишені у свердловині або витягнуті з неї в процесі виготовлення палі (рис.4.15). Обсадні труби сполучають між собою за допомогою замків спеціальної конструкції (якщо це інвентарні труби) або на зварюванні. Пробурюють свердловини обертальним або ударним способом. Занурення обсадних труб в грунт в процесі буріння свердловини здійснюють гідродомкратами.

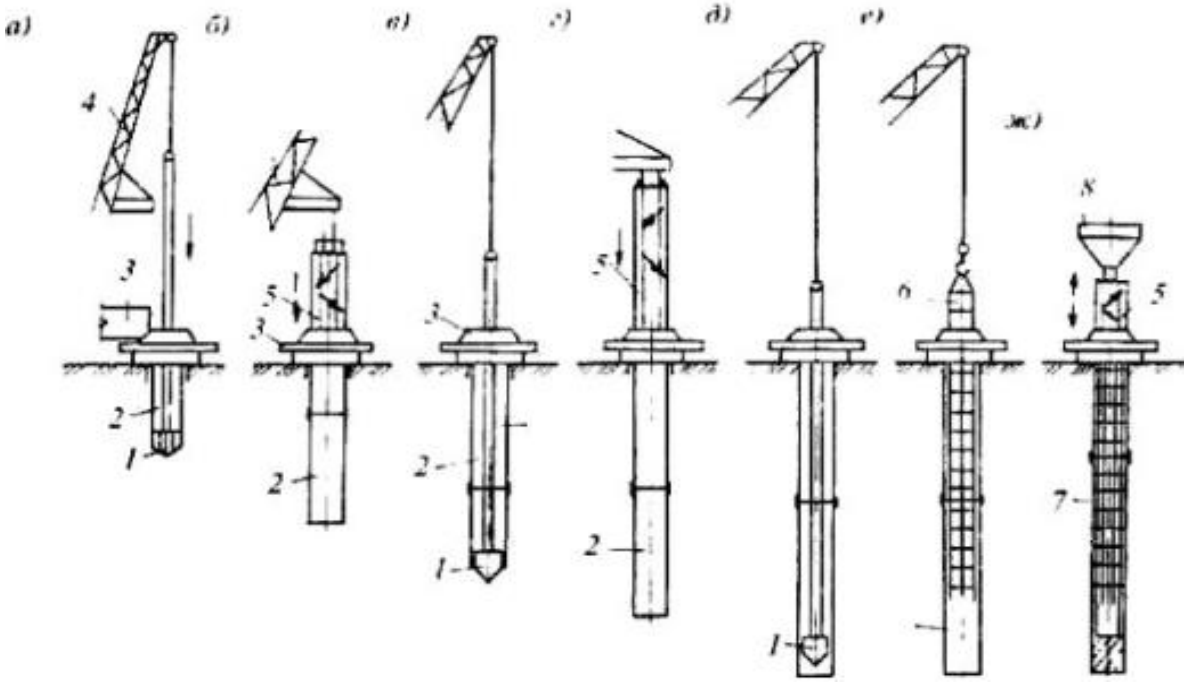


Рис.4.15. Технологічна схема улаштування буронабивних паль із застосуванням обсадних труб:

а - установка кондуктора і забурювання свердловини; *б* - занурення обсадної труби; *у* - проходка свердловини; *г* - нарощування наступної ланки обсадної труби; *д* - зачистка забою свердловини; *е* - установка арматурного каркаса; *ж* - заповнення свердловини бетонною сумішшю і витягання обсадної труби; 1 - робочий орган для

буріння свердловини; 2 - свердловина; 3 - кондуктор; 4 - бурова установка; 5 - обсадна труба; 6 - арматурний каркас; 7 - бетонолитна труба; 8 - вібробункер

Після зачистки забою і установки арматурного каркаса свердловину бетонують методом вертикально переміщуваної труби. По мірі заповнення свердловини бетонною сумішшю можуть робити витягання інвентарної обсадної труби. Спеціальна система домкратів, змонтованих на установці, надає трубі зворотно-поступальний рух, за рахунок чого бетонна суміш додатково ущільнюється. Після закінчення бетонування свердловини здійснюють формування голови палі. Для виготовлення набивних паль з використанням обсадних труб з витяганням грунту з труби застосовують віброгрейфери (рис.4.16)

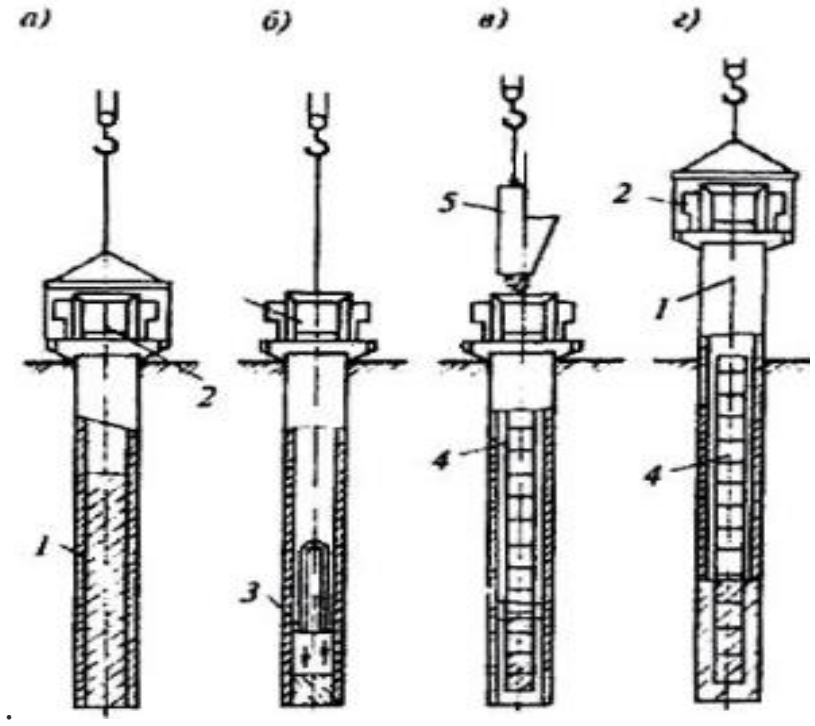


Рис.4.16. Технологічна схема виготовлення набивних паль з виїмкою грунту під захистом обсадних труб:

а - занурення обсадної труби віброустановкою; *б* - витягання грунту з обсадної труби віброгрейфером; *у* - бетонування палі; *г* - витягання обсадної труби віброустановкою; 1 - обсадна труба; 2 - віброустановка; 3 - віброгрейфер; 4 - арматурний каркас; 5 - цебер з бетонною сумішшю

Буронабивні палі з розширеною п'ятою. Діаметр таких паль 0,6...2,0 м, довжина 14...50 м. Існують три способи облаштування розширень паль

(розпирання грунту, пробурювання свердловини, облаштування розширень вибухом).

Перший спосіб - *розпирання грунту* посиленим *трамбуванням* бетонної суміші в нижній частині свердловини, коли неможливо оцінити якість робіт, форму (якою стала п'ята розширення), наскільки бетон перемішався з грунтом і яка його несуча здатність.

При *другому способі* свердловину пробурюють верстатом, що має на буровій колонці спеціальний пристрій у вигляді ножа, що розкривається. Для утворення розширення свердловини діаметром до 3 м (рис.4.17), ніж розкривається гідравлічним механізмом, керованим з поверхні землі. При обертанні штанги ножі зрізують грунт, який потрапляє в цебер, розташований над розширювачем. За декілька операцій зрізування ножами грунту і витягання його на поверхню в грунті утворюється розширена порожнина. У свердловину подають глинистий розчин з бентонітових глин, який безперервно циркулює і забезпечує стійкість стінок свердловини. При облаштуванні розширень розбурювання порожнини здійснюють одночасно з поданням у свердловину свіжого глинистого розчину до повної заміни розчину, забрудненого грунтом. Після завершення буріння свердловини на проектну глибину бурову колонку з розширювачем витягають; у свердловину встановлюють арматурний каркас. Бетонування ведуть методом труби, що вертикально переміщається, коли одночасно в трубу подають бетонну суміш і піднімають її. Бетонна суміш, стикаючись з в'язким глинистим розчином, не знижує своєї міцності; цементне в'яжуче з суміші не вимивається. Бетонна суміш вичавлює глинистий розчин вгору по трубі через проміжок між трубою і свердловиною. Нижній кінець бетонолитної труби заглиблений у бетонну суміш на глибину близько 2 м; бетонування здійснюють безперервно, щоб не виникали прошарки глинистого розчину у бетоні.

Третій вибуховий спосіб - облаштування розширень (рис.4.18). У пробурену свердловину встановлюють обсадну трубу. На дно свердловини опускають заряд вибухової речовини розрахункової маси і виводять дроти

від детонатора до вибухової машинки, що знаходиться на поверхні. Свердловину заповнюють бетонною сумішшю на 1,5...2,0 м, піднімають на 0,5 м обсадну трубу і здійснюють вибух. Енергія вибуху ущільнює грунт і створює сферичну порожнину, яка заповнюється бетонною сумішшю з обсадної труби. Після цього порціями і з необхідним ущільненням заповнюють обсадну трубу бетонною сумішшю доверху.

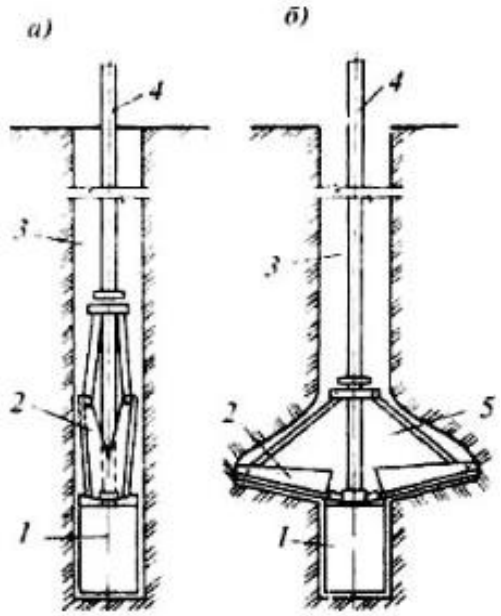


Рис.4.17. Розбурювання порожнини в грунті розширювачем :
а - положення розширювача під час розбурювання свердловини; б - те ж, в процесі розбурювання порожнини;
1 - грунтозбірник; 2 - різальні ножі; 3 - свердловина; 4 - штанга; 5 - розширена порожнина

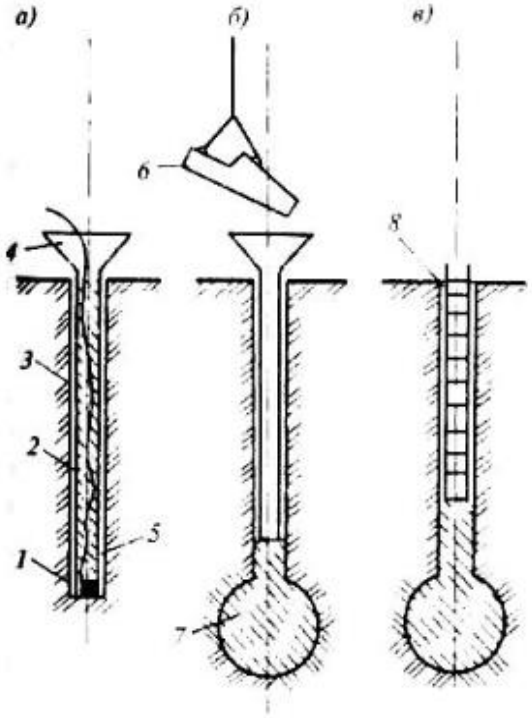


Рис.4.18. Технологічна схема улаштування паль з камуфлетным розширенням:
а - опускання заряду ВВ і заповнення свердловини бетонною сумішшю; *б* - підйом бетонолитної труби і утворення розширеної п'яти вибухом; *у* - готова набивна паля з камуфлетним розширенням;
1 - заряд ВВ; 2 - дріт до підривної машини; 3 - обсадна труба; 4 - приймальна воронка; 5 - бетонна суміш; 6 - цебер з бетонною сумішшю; 7 - розширена п'ята; 8 - арматурний каркас

При явному недоліку цього способу занурення, який полягає в необхідності земляних робіт, є у нього і важливі переваги:

- замість загострення паля має плоский нижній торець або навіть спеціальне розширення (п'яту), що забезпечує їй стійкіше положення і мінімальне осідання;
- при установці палі в готову свердловину практично відсутній ризик ушкодження гідроізоляції, що особливо актуально для сталевих паль;
- через відсутність ударної дії на палю вірогідність її ушкодження при монтажі зводиться до нуля.

4. Виготовлення прямо в грунті

За цією технологією встановлюються буронабивні палі. У заздалегідь зроблену свердловину встановлюють опалубку і арматуру, після чого її заливають бетоном.



Рис. 4.19. Фото-фрагмент буронабивних паль

Буронабивна паля з башмаком. Особливість методу в тому, що в пробурену свердловину опускають обсадну трубу, яка має на кінці вільно опертий чавунний башмак, що залишається в грунті після занурення обсадної труби на необхідну глибину. Порційно завантажуючи бетонну суміш, регулярно її ущільнюючи і поступово витягаючи трубу зі свердловини отримують готову набивну бетонну палю.

Трубобетонні палі. Принципова відмінність методу в тому, що обсадна труба завдовжки до 40...50 м має в нижній частині жорстко закріплений башмак. Після досягнення дна свердловини труба залишається там, не витягається, а заповнюється бетонною сумішшю.

Підводне бетонування використовують для оберігання бетонної суміші від розмиву при високому рівні малорухомих грунтових вод. Бетонну суміш подають в обсадну трубу не по лотку, а під тиском по трубопроводу, зануреному до самого низу свердловини. Завдяки тиску суміш видавлюється з труби, заповнює знизу простір свердловини і починає підніматися вгору, відтісняючи воду, що знаходиться вгорі у свердловині. В процесі заповнення бетонною сумішшю свердловини необхідно стежити, щоб бетонолитна труба піднімалася з однією швидкістю з обсадною трубою, низ труби постійно був нижчий верху укладеної бетонної суміші на 30...40 см. Після повного заповнення свердловини верхній шар бетонної суміші завтовшки 10...20 см, що був у контакті з водою, зрізують.

У грунтах, що обводнені, може бути використане напірне бетонування набивних паль, яке полягає у безперервному нагнітанні бетонної суміші на усю висоту свердловини під впливом гідростатичного тиску, що створюється бетононасосами. Напірне бетонування виключає змішування бетонної суміші з водою, глинистим розчином або шлаком (матеріалами розбурювання). Швидкість нагнітання встановлюється виходячи з умов безперервності процесу бетонування палі і безперешкодного витягання обсадної труби після заповнення свердловини бетоном до початку схоплювання. Рухливість бетонних сумішей, що нагнітаються, має бути в межах 18...24 см.

Пневмотрамбовані палі. Палі застосовують при облаштуванні фундаментів в насичених водою грунтах з великим коефіцієнтом фільтрації. В цьому випадку бетонну суміш укладають в порожнину обсадної труби при постійному підвищеному тиску повітря (0,25...0,3 МПа), яке подається від компресора через ресівер, що служить для згладжування коливань тиску. Бетонну суміш подають невеликими порціями через спеціальний пристрій -

шлюзову камеру, діючу за принципом пневмонагнітачив, вживаних для транспортування бетонної суміші. Шлюзова камера закривається спеціальними клапанами. Подання бетонної суміші в камеру здійснюється при закритому нижньому клапані і відкритому верхньому; при заповненні камери сумішшю верхній клапан закривається, нижній, навпаки, відкривається, суміш вичавлюється у свердловину.

Набивні палі будь-якого типу слід бетонувати без перерв. При розташуванні паль одна від одної менш ніж на 1,5 м їх виконують через одну, щоб не пошкодити тільки що забетоновані.

Пропущені свердловини бетонують при другій проходці бетонолитної установки після набору раніше забетонованими палями достатньої міцності і несучої здатності. Така послідовність робіт передбачає оберігання як готових свердловин, так і свіжозабетонованих паль від ушкодження.

Буронабивні палі мають ***недоліки:*** невелику питому несучу здатність, високу трудомісткість бурових робіт, необхідність кріплення свердловин в нестійких грунтах, складність бетонування паль у водонасичених грунтах і трудність контролю якості виконаних робіт.

Облаштування паль в продавлених свердловинах досить ефективно в сухих грунтах. При облаштуванні таких паль в грунті створюється ущільнена зона, підвищується міцність грунту і знижується його деформативность. Облаштування набивних паль в ущільнених свердловинах роблять методами продавлювання без витягання грунту на поверхню.

Ця технологія робіт базується на утворенні свердловини шляхом багатократного скидання з висоти чавунного конуса, внаслідок чого пробивається свердловина. Потім свердловину порційно заповнюють бетонною сумішшю, щебенем або піском і ущільнюють до утворення розширеної частини в основі палі. У верхній частині при укладанні бетонної суміші її ущільнюють вібрацією.

Утворення свердловин і порожнин в грунті без його виїмки здійснюють: пробивкою сердечниками і обсадними трубами за допомогою

молотів, продавлюванням віброзанурювачами і вібромолотами, пробивкою снарядами і трамбівкою, пробивкою пневмопробійниками, розширенням гідравлічними ущільнювачами, продавлюванням за допомогою гвинтових пристроїв.

Метод віброштампування - використовується верстат ударно-канатного буріння (рис.4.20). Спочатку на глибину до 1/2 довжини майбутньої палі пробурюють свердловину-лидер, потім свердловину пробивають ударним снарядом на необхідну глибину. Завантажують в нижню частину свердловини жорстку бетонну суміш стовпом 1,5...2 м і ударами трамбівки влаштовують в основі палі розширену п'яту. У гирлі свердловини встановлюють обсадну трубу, монтують арматурний каркас і здійснюють бетонування верхньої частини палі.

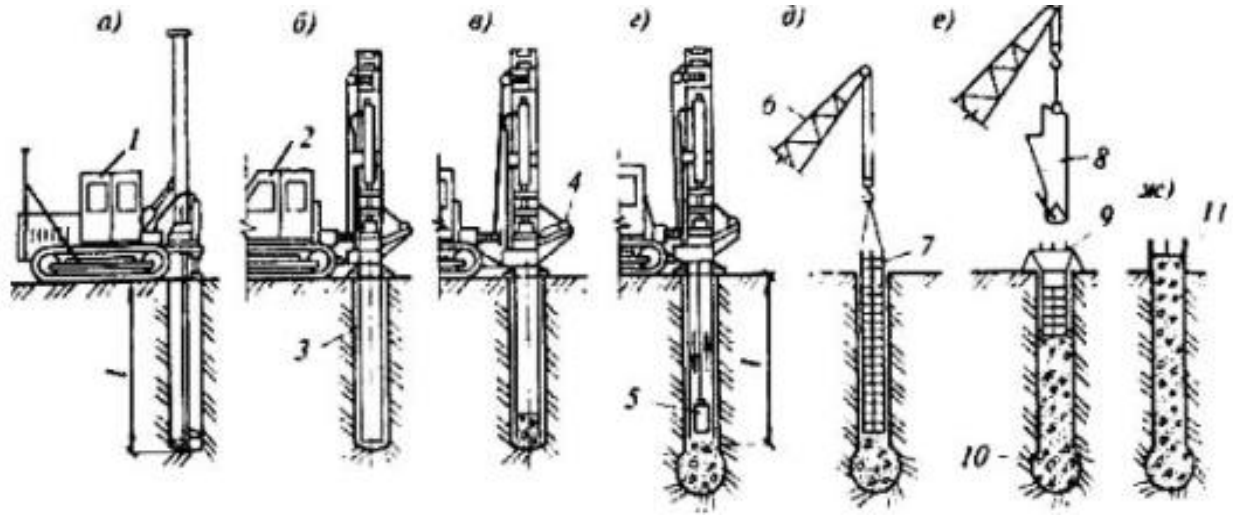


Рис.4.20. Технологічна схема улаштування буронабивных паль з виштампованою п'ятою:

а - буріння свердловини; *б* - установка у свердловину обсадної труби; *у* - засипка у свердловину жорсткої бетонної суміші; *г* - втрамбовування бетонної суміші в основу; *д* - витягання обсадної труби і установка арматурного каркаса; *е* - бетонування стовбура палі з ущільненням глибинним вібратором; *ж* - облаштування опалубки оголовка палі; 1 - бурова машина; 2 - робочий механізм з навісним устаткуванням для улаштування розширеної п'яти; 3 - обсадна труба, 4 - лоток для завантаження жорсткої бетонної суміші; 5 - трамбівка; 6 - стріловидний кран; 7 - арматурний каркас; 8 - цебер з бетонною сумішшю; 9 - воронка; 10 - виштампована розширена п'ята; 11 - опалубка оголовка

Метод віброформування паль характерний наявністю віброформователя. Його порожнистий наконечник має лопаті в нижній частині і з'єднується через жорстку штангу з віброзанурювачем. Під дією

останнього наконечник занурюється в грунт і утворює свердловину, яка у міру занурення наконечника заповнюється бетонною сумішшю з бункера, встановленого над гирлом свердловини. Після утворення свердловини наконечник трохи підводять, при цьому його лопаті розкриваються, крізь порожнину наконечника бетонна суміш потрапляє на дно свердловини. Замість лопатей, що розкриваються, може бути використаний чавунний башмак, що відділяється.

Витрамбовані палі використовують в сухих з'язних грунтах. У пробурену свердловину за допомогою віброзанурювача, закріпленого на екскаваторі, занурюють до проектної відмітки сталеву обсадну трубу, що має на кінці знімний залізобетонний башмак. Порожнину труби заповнюють на 0,8...1,0 м бетонною сумішшю, ущільнюють її за допомогою спеціальної штанги, що трамбує, і підвішеної до віброзанурювача (рис.4.21). В результаті башмак разом з бетонною сумішшю вдавлюється в грунт, при цьому утворюється розширена п'ята. Обсадна труба заповнюється бетонною сумішшю порціями з постійним ущільненням. У міру заповнення свердловини бетонною сумішшю здійснюється підйом обсадної труби екскаватором при працюючому віброзанурювачі, який значно знижує адгезію труби з бетоном в процесі її витягання.

Частотрамбовані палі улаштовують шляхом забивання обсадної труби в пробурену свердловину разом з надітим на кінці чавунним башмаком, який залишається в грунті (рис.4.22). Завантаження бетонної суміші в обсадну трубу здійснюють порціями за 2...3 прийоми. Переріз палі формується і обсадна труба витягається зі свердловини за допомогою молота подвійної дії, передаючого зусилля через обсадну трубу.

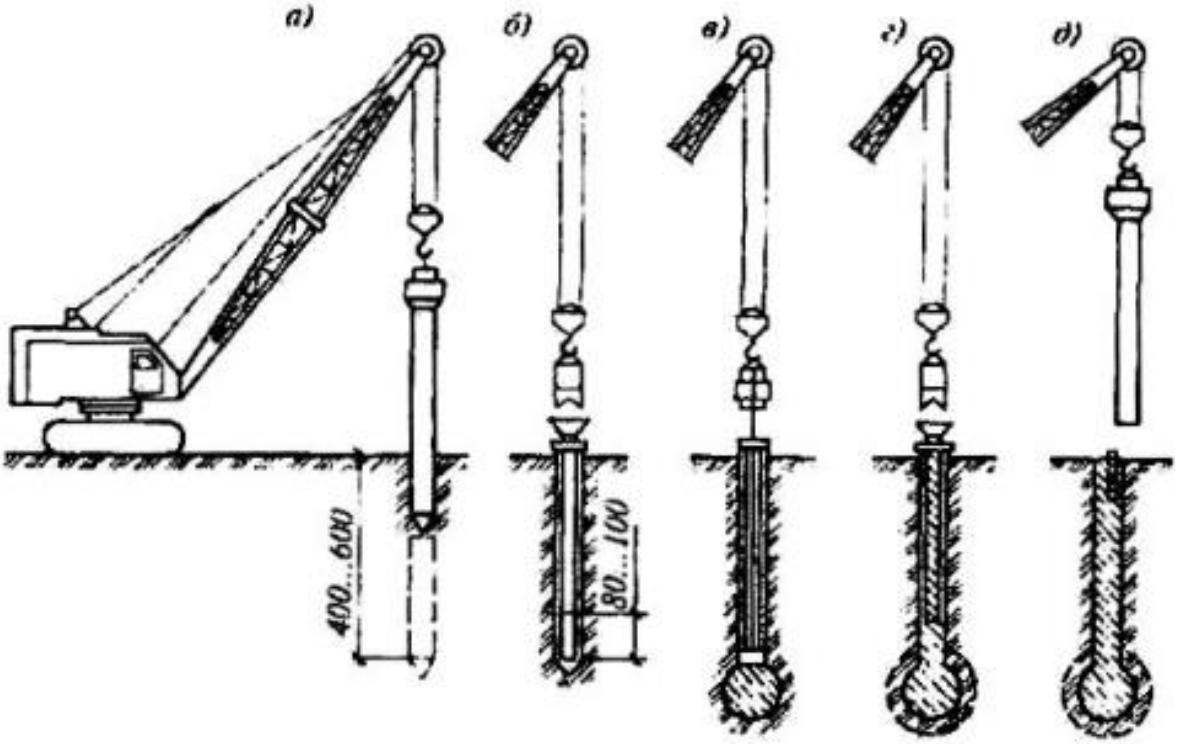


Рис.4.21. Технологічна схема улаштування витрамбованих паль:

а - утворення свердловини; *б* - укладання першої порції бетонної суміші; *у* - ущільнення бетонної суміші штангою, що трамбує і жорстко сполучена з віброзанурювачем; *г* - укладання і ущільнення подальших шарів бетонної суміші; *д* - витягання обсадної труби і установка арматурного каркаса в голові палі

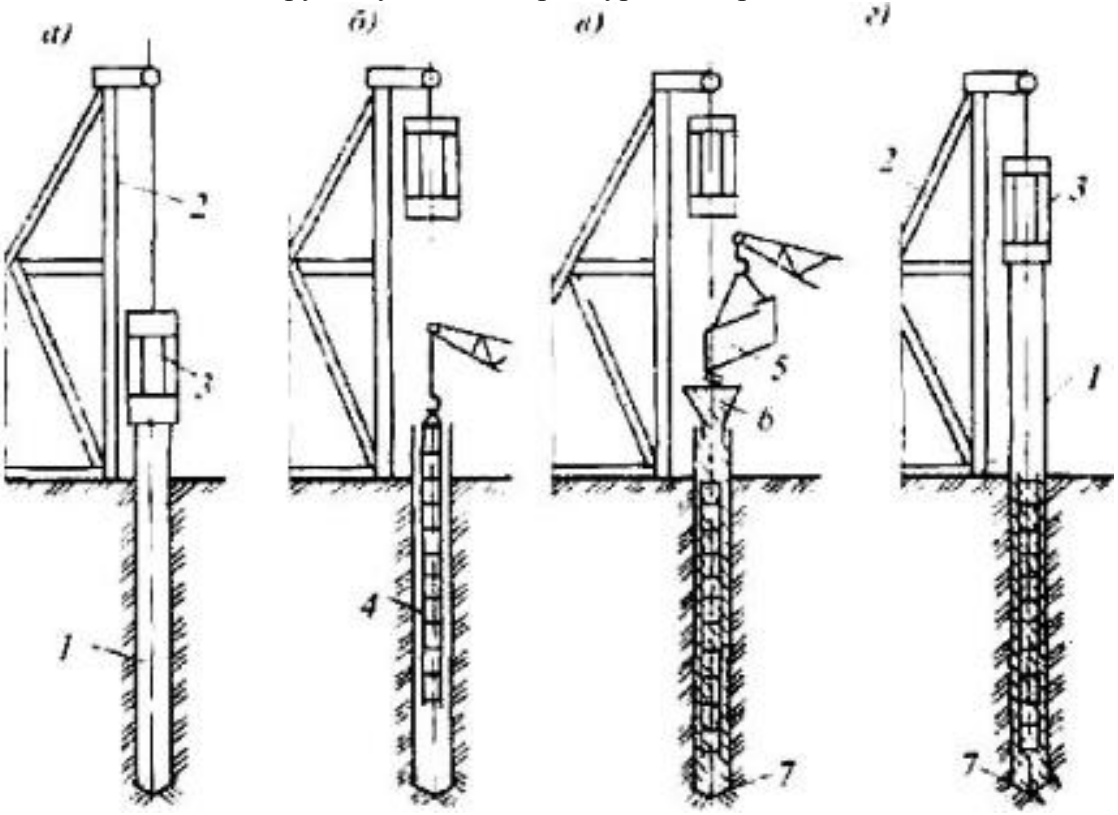


Рис.4.22. Технологічна схема улаштування частотрамбованих паль :

а - занурення обсадної труби; *б* - установка арматурного каркаса; *у* - подання бетонної суміші в порожнину труби; *г* - витягання обсадної труби з одночасним

ущільненням бетонної суміші; 1 - обсадна труба; 2 - копер; 3 - молот подвійної дії; 4 - арматурний каркас; 5 - цебер з бетонною сумішшю; 6 - приймальна воронка; 7 - чавунний башмак

Обсадну трубу з чавунним черевиком під дією ударів молота занурюють в грунт до проектної відмітки. Занурюючись, труба розсовує частки грунту і ущільнює його. Коли труба досягає нижньої точки в її порожнину опускають арматурний каркас (при необхідності), далі через воронку з віброцебра подають в порожнину обсадної труби жорстку бетонну суміш з осіданням конуса 8...10 см.

Після заповнення обсадної труби на висоту 1 м її починають піднімати, при цьому башмак зісковзує під дією бетонної суміші, що давить на нього і починає заповнювати свердловину. Молот подвійної дії, сполучений з обсадною трубою, при цьому робить часті парні удари, спрямовані поперемінно вгору і вниз. Від ударів, спрямованих вгору за 1 мін труба витягається з грунту на 4...5 см, а від ударів, спрямованих вниз, труба осаджується на 2...3 см. Трамбування бетонної суміші, що поступає у свердловину під дією власної маси, здійснюється за рахунок ударів нижньої кромки обсадної труби і тертя бетону об стінки труби в результаті вібраційної дії молота, у зв'язку з чим уся бетонна суміш постійно знаходиться в процесі вібрації і у результаті виявляється добре ущільненою. В результаті ущільнюється грунт в нижній частині свердловини, частина бетонної суміші упресовується в стінки свердловини, підвищуючи їх міцність.

Таке трамбування бетону в обсадній трубі продовжують до повного витягання труби з грунту. При необхідності на витягувану обсадну трубу закріплюють зовнішні вібратори, які дозволяють якісніше ущільнити верхні шари бетонної суміші. Частотрамбовані палі можна виготовляти армованими. Армування здійснюється за розрахунком, але у більшості випадків арматурний каркас застосовують тільки у верхній частині палі для з'єднання з армуванням монолітного ростверка. Якщо армування передбачене

на усю висоту палі, то арматурний каркас опускають в обсадну трубу до початку бетонування.

Піщані набивні палі - найбільш дешевий спосіб ущільнення слабких грунтів. Сталева обсадна труба з башком занурюється в грунт за допомогою віброзанурювача (рис.4.23). Досягнувши проектної відмітки, вона частково заповнюється піском. При підйомі обсадної труби за рахунок маси піску вона відділяється від башмака і за допомогою віброзанурювача витягається на поверхню. При цьому грунт від віброструсів ущільнюється. Додаткове і ефективне ущільнення може бути досягнуте протокою свердловини водою. Застосовують труби діаметром 32...50 см; при витяганні в трубі завжди повинен знаходитися шар піску заввишки 1,0...1,25 м. Спосіб застосовний для свердловин глибиною до 7 м.

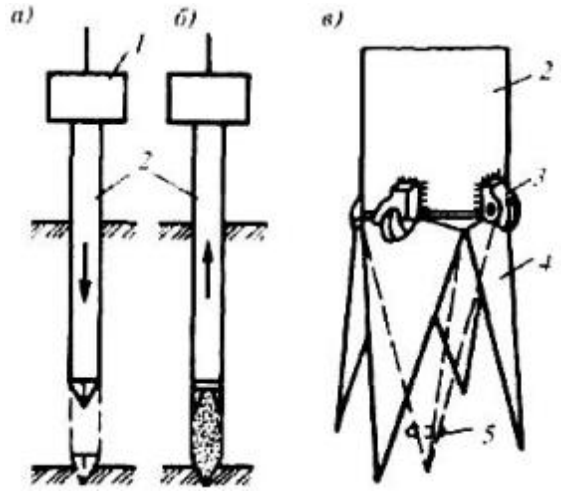


Рис.4.23. Схема улаштування піщаних (грунтових) набивних паль : *а* - занурення обсадної труби; *б* - витягання труби; *у* - наконечник, що розкривається; 1 - віброзанурювач; 2 - обсадна труба; 3 - шарнір; 4 - стулка наконечника; 5 -кільце

Палі грунтобетонні влаштовують за допомогою бурильних установок з порожнистою буровою штангою, що має на кінці буру змішувач із спеціальними різальними і одночасно перемішуючими суміш лопатями. Після того, як пробурять свердловину в слабких піщаних грунтах до потрібної відмітки в порожнисту штангу під тиском з розчинозмішувача подають водоцементну суспензію (розчин). Бурова штанга повільно при зворотному обертанні починає підніматися вгору, грунт насичується цементним розчином і додатково ущільнюється буром. В результаті виходить цементно-піщана паля, виготовлена на місці без виїмки грунту.

Бурозагвинчувані палі. У випадках щільної забудови доцільно застосовувати метод бурозагвинчуваних паль. Суть методу в тому, що металева труба не забивається в грунт, а загвинчується (рис.4.24). На трубу в заводських умовах навивається вузький шнек з арматури діаметром 10...16 мм з кроком 200...500 мм. Залежно від грунтових умов труба може бути оснащена заглушкою з розпушувачами, які глухі або втрачаються; вони дозволяють при необхідності не допустити воду в тіло труби. При загвинчуванні труби навколишній грунт частково ущільнюється, близько 15...25% його видавлюється назовні.

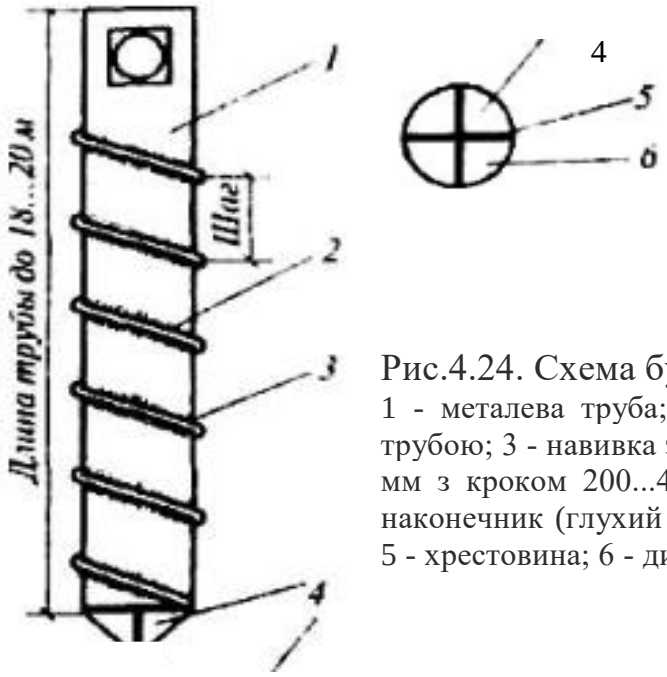


Рис.4.24. Схема бурозагвинчуваної палі : 1 - металева труба; 2 - зварювання навивки з трубою; 3 - навивка з арматури діаметром 10...16 мм з кроком 200...400 мм; 4 - хрестоподібний наконечник (глухий або такий, що втрачається); 5 - хрестовина; 6 - диск з металу

Якщо труба в нижній частині глуха, то після загвинчування до проектної відмітки в неї вставляється арматурний каркас і вона заповнюється бетонною сумішшю. Для труб з наконечником, що втрачається, в неї вставляється арматурний каркас, труба заповнюється бетоном, в процесі схоплювання бетону труба вигвинчується, в грунті залишається башмак, на який спирається залізобетонна буронабивна паля. При особливо щільних грунтах можливо попереднє пробурення свердловини на дещо меншу глибину (до 1 м), і діаметр свердловини має бути менше діаметру труби. Діаметр загвинчуваних труб 300...500 мм, довжина від 4 до 20 м. Важливо,

що технологія дозволяє виконувати роботи поблизу існуючих будівель при висоті в 5 поверхів на відстані близько 40 см, при більшій висоті - близько 70 см.

Останніми роками отримали широке поширення фундаменти у вигляді потужних опор глибокого залягання з великою несучою здатністю, що споруджуються за допомогою спеціальних верстатів (рис.4.25). Розробка грунту здійснюється за допомогою *ковша грейфера усередині* обсадної труби, що опускається. Під час розробки грунту нижній кінець труби має бути нижчий забою свердловини. Зачистка забою робиться ковшом грейфера. Після установки у свердловину арматурного каркаса здійснюється бетонування методом вертикально переміщуваної труби; заглиблення бетонолитної труби у бетонну суміш має бути не менше 1 м.

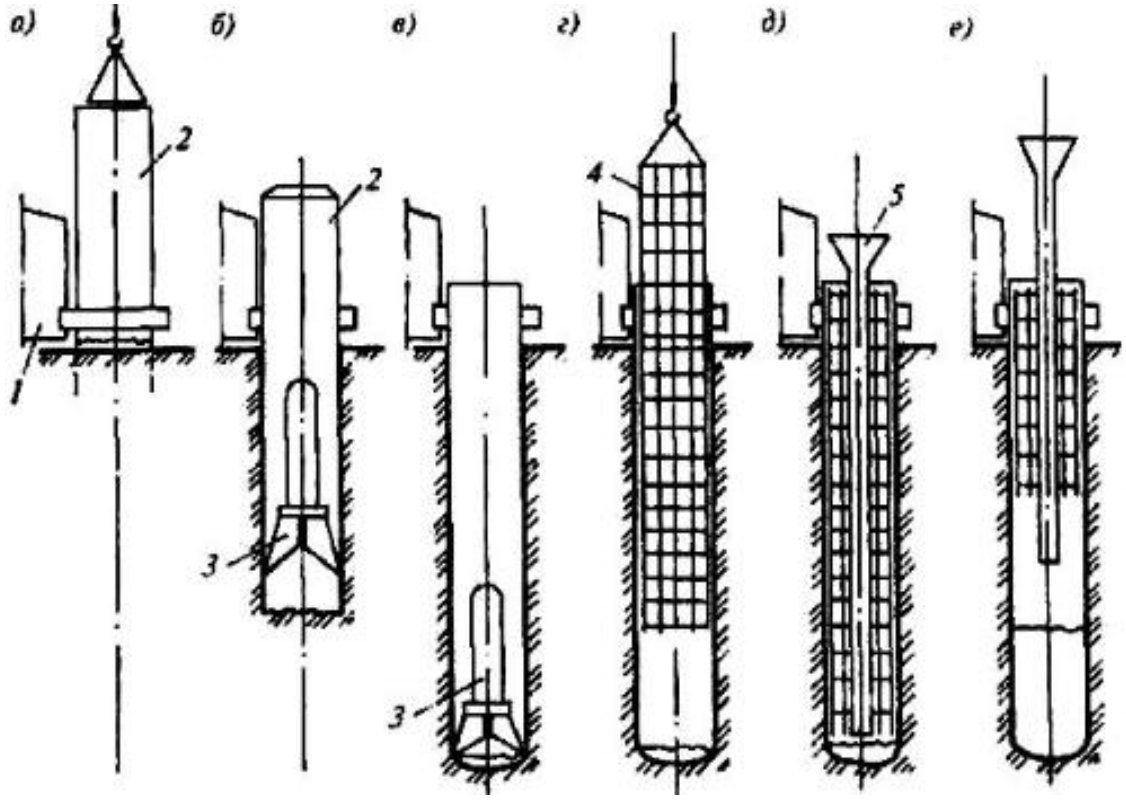


Рис.4.25. Технологічна схема улаштування буронабивних паль діаметром 2...3,5 м:

а - установка бурового верстата; *б* - проходка свердловини; *у* - зачистка забою; *г* - установка арматурного каркаса; *д* - установка бетонолитної труби; *е* - бетонування палі; 1 - бурова установка; 2 - обсадна труба; 3 - ківш грейфера; 4 - арматурний каркас; 5 - бетонолитна труба

Ростверки для пальових фундаментів

Ро́стверк (йому. *Rostwerk, від* Rost — грати *і* Werk — будова) — верхня частина пальового або стовпчастого фундаменту, що розподіляє навантаження від елементів несучої будівлі (споруди). Як правило, це залізобетонна рама під несучими стінами будівлі, що стоїть на укопаних в землю колонах. Ростверк виконується у вигляді балок або плит, що об'єднують оголовки стовпів (паль) і служить опорною конструкцією для елементів будівлі (споруди), що зводяться.

Ростверком також називається поодинокий або подвійний настил з колод або брусів, укладених на подушку з піску, гравію або щебеню, і що виконує роль фундаменту для легких будівель в комбінації з палями.



Рис. 4.26.Фото-фрагмент монолітного ростверку

Застосовуючи різні види пальових фундаментів і типи ростверків для них будівельники прагнуть отримати оптимальне поєднання низької вартості і прийнятної функціональності.

В першу чергу, ростверки діляться на дві групи:

- стрічкові: мають вигляд балок, що укладаються по периметру будівлі і під несучими стінами;
- плиткові: є плитою і застосовуються в тих випадках, коли палі розташовані по усій площі будови.

Крім того, розрізняють наступні види ростверків пальових фундаментів :

1. Збірні

Є укладеними поверх паль балками з металевого профілю (двотавр або швелер), деревини або залізобетону.

2. Збірно-монолітні

Ростверк набирається з декількох з/б елементів, забезпечених спеціальним замком. Після зборки конструкція замонолічується. Для спорудження такого ростверку обов'язковою є висока точність установки паль.

3. Монолітний

Виготовляється безпосередньо на будмайданчику шляхом заливки бетону в заздалегідь підготовлену опалубку зі встановленим в неї арматурним каркасом.

З точки зору індивідуального будівництва цей метод найбільш зручний, оскільки дозволяє обійтися тільки підручними інструментами.

§4.5. Плитковий фундамент

Плитковий фундамент - монолітна залізобетонна плита, яка розташовується під усією площею фундаменту. Це досить витратний тип фундаменту за рахунок великих витрат на земляні роботи і будівельний матеріал. Доцільно його використати при будівництві невеликих будинків, в яких сама плита виступає основою підлоги.



Рис. 4.27 Фото-фрамент улаштування плиткового фундаменту

Ідеально підходить для невеликих будинків без високого цоколя.

Улаштування плиткового фундаменту надійно і його можна використати для будівництва будинків на усіх видах грунтів і при будь-якій глибині залягання грунтових вод. Це хороший варіант і у тому випадку, якщо

будівництво ведеться на грунтах, що нерівномірно і сильно стискаються, пучинистих грунтах, піщаних подушках. Завдяки своїй міцній конструкції - **монолітній плиті**, яка виконується під усією площею будівлі, такий **фундамент-плита** не боїться ніяких зміщень грунтів. **На монолітній плиті фундаменту** можна будувати цегляний, брусовий або каркасний будинок в один або два поверхи.

Витрати на плитковий фундамент досить великі. Він дорожчий за стовпчастий, але дешевше за стрічковий. **Облаштування плиткового фундаменту потребує** серйозних земляних робіт, тому і загальна вартість монолітної плити фундаменту висока. До того ж велика витрата будівельного матеріалу - бетону, арматури. Доцільно використати плитковий фундамент при будівництві **невеликих будинків**, в яких сама плита виступає **основою підлоги**.

§ 4.6. Плаваючий фундамент

Плитковий фундамент «плаваючий» — незаглибленого типу є залізобетонною плитою, розташованою на поверхні грунту. При зміщеннях грунту плита зберігає цілісність за рахунок рухливості, запобігаючи ушкодженню конструктивних елементів будови. **Недоліком** цього типу основи прийнято вважати відсутність можливості облаштувати підвальні приміщення. В деяких випадках плита може трохи поглиблюватися в грунт.

Плаваючий фундамент використовується в тих місцевостях, де невисоке залягання грунтових вод, і на важких пучинистих, насипних і слабконесучих грунтах. Його конструкція досить проста, але при цьому фундамент надійно захищає будівлю від деформації і руйнування.



Рис. 4.28. Улаштування плаваючого фундаменту

Будівництво **плаваючого фундаменту**, безумовно, розпочинають з викопування траншеї. Її ширина має бути 50 см а глибина 70 см Потім укладається перший ряд бутобетону по усій довжині траншеї. Потім згори треба покласти смужку арматурної сітки шириною 35-40 см, або 3-4 смужки з арматурних прутків. Усі стики треба «прихопити» зварюванням, або обв'язати металевим дротом. Потім знову йде шар бутобетону. Тепер можна надбудовувати цоколь. Після закінчення робіт треба дати **плаваючому фундаменту «настоятися»** впродовж 5-7 днів у вологому стані, і потім 2-3 дні - в сухому.

Улаштування плаваючого фундаменту для легких конструкцій

Улаштування плаваючого фундаменту **для легких конструкцій** може бути дещо іншим. Викопується траншея в 60 см, засипається щебенем на 10 см і піском на 50 см. Усе це треба добре просочити водою до осідання, потім знову досипляти до потрібного рівня. На рівні землі слід відлити з бетону плитки під стовпчики. Далі кладуться стовпчики з цегли шириною в 1,5-2 цеглини. Можна використати невеликі бетонні блоки, що згори покрити руберойдом і дошкою в 40 мм, обов'язково просоченою від гниття.

Таким чином, якщо під фундаментом знаходиться вода, то вона буде під ним скрізь. При цьому можливий лише рівномірний рух фундаменту.

Питання для самоперевірки:

1. Поняття пальового фундаменту
2. Стрічковий фундамент.
3. Сфера застосування стрічкового фундаменту
4. Стовпчастий фундамент
5. Сфера застосування стовпчастого фундаменту
6. Пальовий фундамент
7. Види пальових фундаментів
8. Сфера застосування пальового фундаменту
5. Плитковий фундамент

Список літератури:

1. Г.К. Соколов. Технологія та організація будівництва. - М.: Видавничий центр «Академія», 2008. - 528 с.
2. Технологія будівельних процесів // Данилов М.М., Терентьєв О.М., під ред. М.М. Данилова та О.М. Терентьєва. - М.: «Вища школа», 2000 р.
3. Афонін І.А., Євстратов Г.І., Штоль Р.М. «Технологія і організація монтажу спеціальних споруд». Навчальний довідник. - М.: Вища школа, 1986 р.
4. Дикман Л.Г. «Організація і планування будівельного виробництва». - М.: Вища школа, 1988 р.
5. Технологія будівельного виробництва. За редакцією В.К. Черненка, М.Г. Ярмоленка. Київ: Вища школа, 2002.
6. http://docs.cntd.ru/document/677010288 ТТК. Устройство фундаментов из буронабивных свай в условиях существующей застройки и реконструкции
7. Источник: http://www.plotniki.su/fundament.php
8. Источник: https://ks5.ru/fundament/svainyi/vidy.html
9. Источник: https://fundamentaya.ru/svai/vidi/burovye_svai.html
10. Журавлёв И. П., Лапшин П. А. Каменщик. — 2-е. — Ростов н/Д: «Феникс», 2003. — 416 с. — (Начальное профессиональное образование). — ISBN 5-222-03437-2.
11. Сугробов Н. П.Общестроительные работы / Технический редактор Н. И. Горбачёва. — М.: «Академия», 2003. — С. 251-307. — 422 с. — (Начальное профессиональное образование). — 4000 экз. — ISBN 978-5-7695-2942-2.
12. Пономарёв А. Б. и др. Раздел 9 «Проектирование свайных фундаментов» // Основания и фундаменты / Офрихтер В. Г., Клевеко В. И.. — учеб.-метод. пособие. — Пермь: ПНИПУ, 2015. — С. 143—195. — 318 с. — ISBN 978-5-398-01417-4.

Тема № 5. СУЧАСНІ МЕТОДИ КОМПЛЕКСНОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА РОБОТИЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ. КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ ПРИ ВИКОНАННІ БЕТОННИХ РОБІТ

План

5.1. Загальні відомості про виробництво бетонних робіт.

5.2. Основні особливості бетонної суміші та бетону.

5.3. Структура комплексного процесу бетонування конструкцій та її залежність від процесів, що протікають при твердінні бетону.

§ 5.1. Загальні відомості про виробництво бетонних робіт

Бетон досить давно знайшов широке застосування при зведенні промислових, цивільних і сільськогосподарських будівель, а також в інших галузях народного господарства: суднобудуванні, машинобудуванні, нафтової і гірничодобувної промисловості тощо. Універсальність і економічність залізобетону підвищується в міру вдосконалення розрахунків конструкцій і технологічних прийомів, розробки методів застосування високоміцних і легких бетонів, бетонів з синтетичними компонентами, розвитку теорії структуроутворення бетонів.

Розширенню області застосування бетону та залізобетону сприяє розгорнута на базі передової техніки подальша індустріалізація, механізація і автоматизація процесів і робіт, що забезпечують випуск великої кількості збірних конструкцій. Заводи виробляють не тільки готові збірні залізобетонні конструкції, а й комплекти опалубки, арматурні каркаси і сітки, товарну бетонну суміш, сухі суміші для бетонів і розчинів, різні добавки до бетонних сумішей та розчинів, що дозволяють керувати фізико-механічними та технологічними властивостями останніх.

Бетонні роботи проводяться на підставі ретельно розробленого проекту виконання робіт, в якому ув'язуються фізико-хімічні процеси, що протікають в бетонній суміші і в бетоні, з технологічними процесами бетонних робіт,

особливостями зведених конструкцій будівлі або споруди, а також з урахуванням місцевих умов виконання робіт (кліматичні, тимчасові, організаційні та інші фактори). Виконувати бетонні роботи повинні спеціалізовані бригади або ланки, в яких робітники мають спеціальну підготовку, розуміють технологію та особливості виробництва цих робіт, дотримуються необхідної виробничої і технологічної дисципліни.

Якість бетонних конструкцій залежить від багатьох факторів, тому необхідні пооперaційний і лабораторний контроль якості.

§ 5.2. Основні особливості бетонної суміші та бетону

Технологія виробництва бетонних робіт в більшій мірі, ніж інших видів робіт, залежить від властивостей основних матеріалів, з якими доводиться мати справу, особливостей зовнішніх впливів середовища і власне технологічних процесів. Основним матеріалом, використовуваним при бетонних роботах, є бетонна суміш і цемент, що входить до її складу в якості в'яжучого.

Під бетонною сумішшю розуміють суміш всіх компонентів, що входять до складу бетону, починаючи з моменту її приготування (перемішування з водою) до умовного моменту початку твердіння. Суха бетонна суміш відрізняється відсутністю в ній води замішування і не володіє всіма властивостями, що властиві бетонним сумішам. В залежності від зміни складу компонентів властивості бетонної суміші можуть змінюватися досить різко при переході від особливо тяжких та тяжких до легких і ніздрюватих бетонів. Повітря (або інший газ) у складі бетонної суміші здатне по різному впливати на якість і властивості бетону. Він може бути як позитивним, так і негативним.

За сучасними теоретичними уявленнями, в'яжучі відіграють основну роль в утворенні та твердінні цементного каменю, послідовно проходить стадії розчинення, формування коагуляційної і кристалічної структури. У процесі розчинення компонентів, що входять до складу частинок цементу, утворюються ті чи інші насичені розчини солей. Останні, у свою чергу, є

передумовою утворення коагуляційної структури, що володіє пластичними властивостями і яка групується в так звані сольвентні оболонки, якими обволікаються дрібнодисперсні частинки цементу. По мірі гідратації цементу процес поступово переходить у стадію кристалізації, в цементному тісті з'являються дрібні кристали, у міру зростання утворюють кристалічну гратчасту структуру. Процес кристалізації визначає механізм твердіння цементного каменю і, отже, наростання міцності бетону.

На інтенсивність процесу твердіння і фізико-механічні властивості цементного каменю значний вплив мають: мінералогічний склад застосовуваного цементу, хімічний склад води, співвідношення між кількістю цементу і води (Ц/В), добавки, що вводиться, властивості і характеристики складових бетонної суміші, тепловологовий режим, при якому протікає твердіння, організація догляду за бетонами та ін.

Для твердіння цементного каменю найбільш сприятлива температура навколишнього середовища від 15 до 25^0С, при якій бетон на 28-у добу досягає марочної міцності. У процесі структуроутворення бетону і, відповідно, в процесі росту міцності за рахунок впливу негативних факторів можуть мати місце процеси, що руйнують кристалічну структуру і в значній мірі знижують міцність бетонів. Міцність виробів, які оброблюються в пропарювальних камерах, при недотриманні оптимальних умов тверднення може знизитися до 20 %, в порівнянні з можливо досяжною.

При пересушуванні або замороженні бетону в ранньому віці міцність може виявитися нульовою: відбувається повне руйнування бетону.

Це є результатом дії сил внутрішньої напруги, що руйнують новоутворення між окремими компонентами бетону.

Подальше твердіння в сприятливих умовах повністю не відновлює порушені зв'язки і знижує, зрештою, міцність бетону. Причини виникнення внутрішніх сил можуть бути найрізноманітнішими і несподіваними. Це запізнення з укладанням і ущільненням суміші, порушення Ц/В в результаті транспортування в жарку (або морозну) погоду, переміщення вантажів або

ходіння по бетону раннього віку, недостатня жорсткість опалубки, динамічні дії на основу від важких працюючих машин, транспортних засобів та прилеглих виробництв, різкі перепади температур в нічний і денний час, перехід води в порах з рідкого в пароподібний стан і навпаки, що обумовлює то підвищений, то знижений тиск в порах, що призводить до розриву новоутворень і кристалів.

При впливі негативних чинників порушується структура бетонного каменю, знижується його міцність, щільність, монолітність, морозостійкість і стійкість, збільшується кількість мікро- і макротріщин, змінюються геометричні параметри конструкцій, скорочується довговічність.

Наше уявлення про бетон як матеріал було б неповним, якби ми не торкнулися питання про структуру бетонного каменю. Виявляється, незважаючи на різноманітність методів підбору складу бетону, відмінність мінералогічного складу в'яжучого, заповнювачів, при різних зовнішніх впливах можуть бути отримані тільки дві принципово різні структури зрілого бетону при однакових марці цементу, Ц/В, ступені ущільнення і матеріалах. Схеми цих структур представлені на Рис. 5.1. Різниця структур полягає в тому, що перша структура являє собою як би скелет з великого і дрібного заповнювача, порожнечі в якому заповнені цементним каменем (клеєм), а друга – масу цементного розчину, в якій в підвішеному стані знаходиться заповнювач.

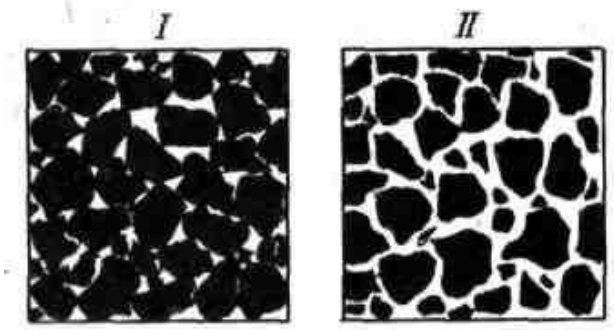


Рис. 5.1. Схеми мікроструктури бетону:
I - при підборі складу за методом абсолютних об’ємів; II - при підборі іншими методами

При однакових Ц/В і ступені ущільнення в застосовуваному цементі міцність бетону I типу повинна бути вище, ніж у бетону II типу, завдяки тому, що внутрішні напруження при стисканні, в основному, передаються через скелет з заповнювача, міцність якого, як правило, буває більше міцності цементного каменю. У бетону II типу внутрішні напруження сприймаються, в основному, цементним каменем.

Природньо, що в природі існує безліч структур бетонів, що займають проміжне положення між наведеними на Рис. 5.1 структурами. Ці треті структури будуть тяжіти до першої або другої, тому їх властивості як в якісному, так і в кількісному відношенні будуть відповідно змінюватися.

§ 5.3. Структура комплексного процесу бетонування конструкцій і її залежність від процесів, що протікають при твердінні бетону

Комплекс робіт зі зведення бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд складається із заготівельних, транспортних, монтажно-укладальних і контролюючих процесів і операцій, взаємноув'язаних при виконанні робіт поточно-швидкісним методом (Рис. 5.2). Укладання і ущільнення бетонної суміші є провідними процесами, яким повинні бути підпорядковані всі інші процеси.

Для більш правильного уявлення про процеси бетонування його слід розглядати на тлі фізико-хімічних процесів структуроутворення бетонного моноліту. Схема, наведена на Рис. 5.3, є спробою графічно пов'язати ці процеси по мірі їх розгортання в часі. При розгляді схеми слід враховувати, що процеси нестатичність як за часом, так і за інтенсивністю свого розвитку. З погляду кількісних оцінок і характеристик схема немасштабний, вона показує лише принциповий характер розвитку процесів.

Зведення монолітних залізобетонних конструкцій – важкий і трудомісткий процес з великою кількістю малопродуктивних ручних і допоміжних операцій. Виконанням основних операцій зайнято приблизно 80 % робітників, 20 % робітників виконують допоміжні операції. Опалубні

роботи виконують приблизно 25 % робітників, арматурно-зварювальні та монтажні – в середньому 15 %, безпосередньо бетонні роботи – 40 %. Багато процесів і операцій досі виконуються вручну. При цьому користуються найпростішим або механізованим інструментом. Найважливішим завданням на перспективу в області удосконалювання технології монолітного залізобетону є ліквідація ручної і малокваліфікованої праці.

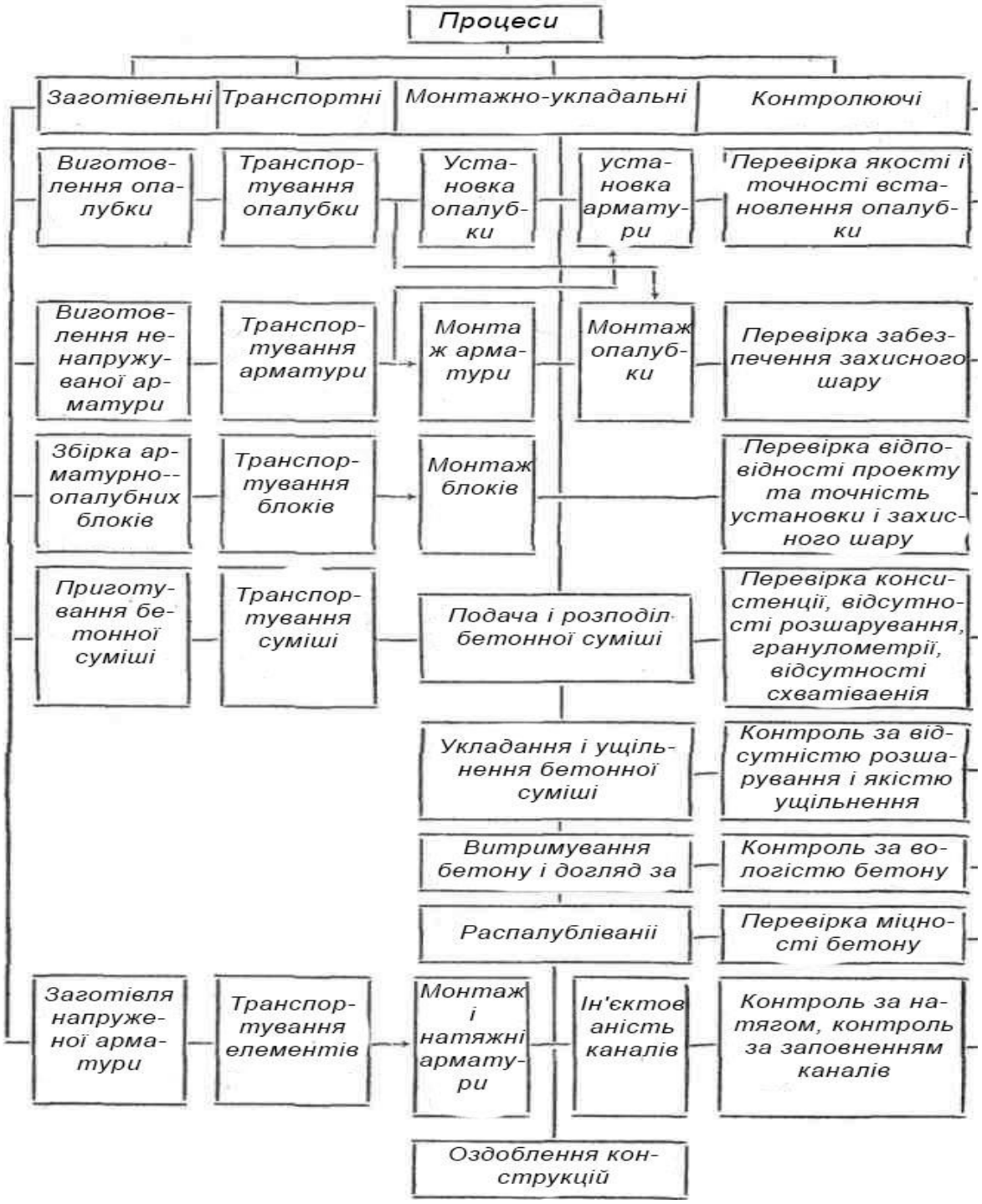


Рис. 5.2. Схема комплексного процесу виробництва бетонних робіт

Оптимальним тепловологим режимом при виконанні бетонних робіт вважається середньодобова температура 16-20°С при відносній вологості 60-65 %. У сухому жаркому кліматі t = 25°С, вологість W = 50%. Необхідний спеціальний розрахунок технологічних режимів, інтенсивності бетонування та догляду за бетоном. Те ж потрібно при зниженні середньодобової температури нижче 5°С, причому ПВР слід узгоджувати з проектною організацією.

На закінчення слід зазначити, що існують дві принципово різні технології залізобетонних робіт: горизонтальна – для порівняно невисоких споруд типу каналів, підпірних стінок одно- і двоповерхових споруд, вертикальна – для високих споруд типу багатоповерхових каркасів, градирень, труб, веж та інше.

Визначати інтенсивність технологічного процесу бетонування для розглянутих технологій слід по-різному.

Для горизонтальної технології інтенсивність процесу лімітується об'ємом бетону в комплекті опалубки і тривалістю його твердіння до моменту можливого розпалублення. При вертикальній технології залізобетонних робіт протягом усього періоду зведення будівлі або споруди має бути дотримана така умова: міцність бетону в найбільш завантажених місцях конструкцій або споруди завжди повинна бути більше напруг, що виникають від маси зведених конструкцій, що розташовані вище, або що спираються на ці конструкції опалубки, а саме риштування, люди, машини, пристосування, матеріали тощо.

Постійно, в будь-який момент зведення споруди повинна дотримуватися умова $R_б \geq \sigma_б k$ (тут $к$ – запас міцності, величина якого встановлюється залежно від конкретних умов виконання робіт на об'єкті).

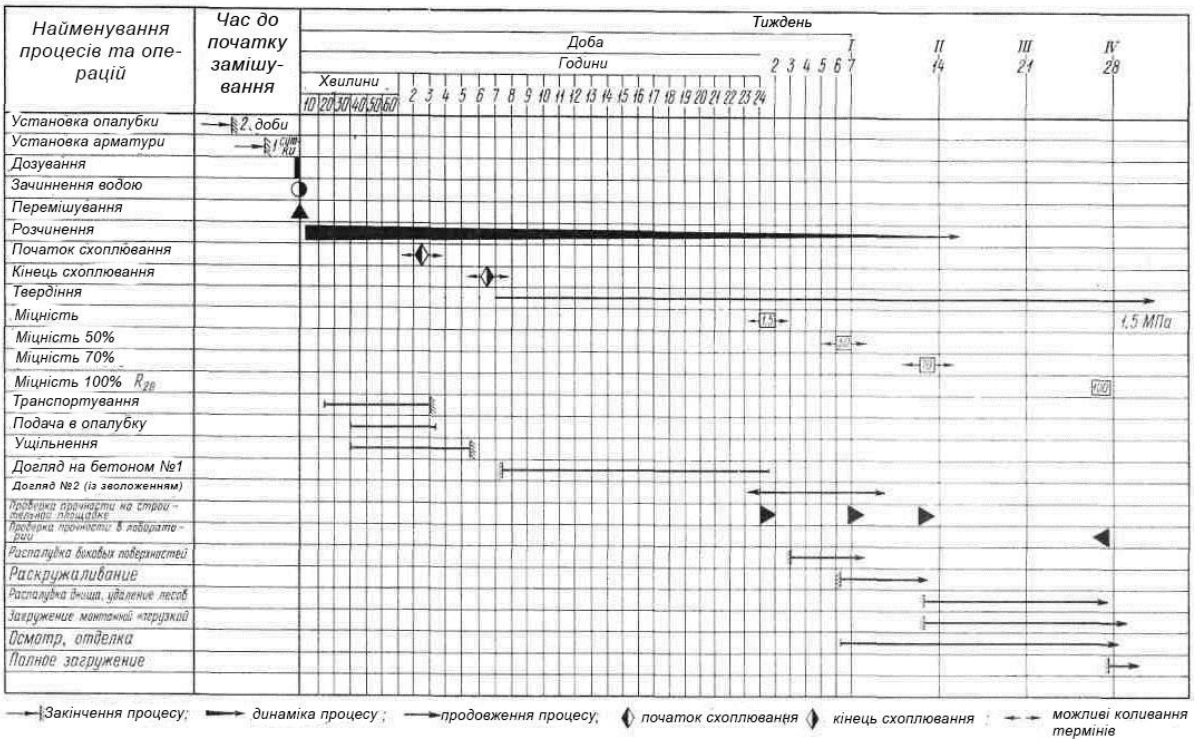


Рис. 5.3. Схема можливого суміщення процесів технології бетонних робіт з процесами твердіння

Питання для самоперевірки:

1. На підставі якого документу проводяться бетонні роботи, та хто їх виконує?

2. Що впливає на інтенсивність процесу твердіння і фізико-механічні властивості цементного каменю?

3. З яких процесів і операцій складається комплекс робіт зі зведення бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд?

Список літератури:

1. Г.К. Соколов. Технологія та організація будівництва. - М.: Видавничий центр «Академія», 2008. - 528 с.
2. Технологія будівельних процесів // Данилов М.М., Терентьєв О.М., під ред. М.М. Данилова та О.М. Терентьєва. - М.: «Вища школа», 2000 р.
3. Афонін І.А., Євстратов Г.І., Штоль Р.М. «Технологія і організація монтажу спеціальних споруд». Навчальний довідник. - М.: Вища школа, 1986 р.

4. Дикман Л.Г. «Організація і планування будівельного виробництва». - М.: Вища школа, 1988 р.
5. Технологія будівельного виробництва. За редакцією В.К. Чернетка, М.Г. Ярмоленка. Київ: Вища школа, 2002.

Тема № 6. ОПАЛУБНІ РОБОТИ

План

6.1. Загальні відомості.

6.2. Класифікація та область застосування опалубок.

6.3. Технологія опалубних робіт.

6.4. Застосування та влаштування різних типів опалубки для бетонування конструкцій і споруд.

§ 6.1. Загальні відомості

Опалубка – це форма, призначена для виготовлення бетонної або залізобетонної конструкції на будівельному майданчику. Вона складається з формуючих, несучих і підтримуючих елементів. Бетонну суміш укладають у встановлену опалубку, ущільнюють і витримують до набору бетоном необхідної міцності. Роботи, пов'язані з виготовленням та встановленням опалубки, називаються опалубними, з розбиранням – розпалубочні.

Опалубка повинна бути міцною, герметичною і стійкою, забезпечувати точність розмірів монолітних конструкцій, можливість укрупнення і переналагодження, швидку збірку і розбирання, необхідну якість бетонної поверхні конструкції. Вона не повинна ускладнювати улаштування арматури, укладання та ущільнення бетонної суміші.

Розрізняють опалубку інвентарну, багаторазово використовувану, і стаціонарну – разового застосування. Інвентарна опалубка, як правило, складається з комплекту уніфікованих елементів, що дозволяють компонувати

опалубні форми для різнотипних конструкцій. Вона повинна забезпечувати багаторазове застосування форми, яке характеризується нормативною обіговістю, із збереженням її якості. Залежно від типу опалубки і виду матеріалу, що використовується для її виготовлення, показник оборотності змінюється від 20 до 400.

Допустимий прогин елементів опалубки становить $L/400$ для відкритих поверхонь і $L/200$ для прихованих (тут L – вільний проліт елементу).

Як матеріал для виготовлення опалубки застосовуються метал, деревні матеріали, армобетонні і синтетичні матеріали. Найбільш ефективна опалубка виходить при використанні для її виготовлення декількох видів матеріалів. Так, підтримуючі і несучі елементи виконують найчастіше із сталі. Це забезпечує високу оборотність опалубок при невеликій витраті матеріалу. Для формуючої палуби використовуються деревні матеріали, пластик та ін.

З металів для опалубок, в основному, застосовуються сталь і алюмінієві сплави. Сталь повинна мати марку не нижче ВСт3, для штирів, петель і інших кріпильних елементів використовується ВСт3пс чи сталь 20. Листи та профілі з алюмінієвих сплавів повинні бути захищені спеціальними водо- і лугостійкими покриттями.

Для виготовлення опалубки застосовують пиломатеріали з хвойних і листяних порід не нижче другого сорту, фанеру, деревні плити і клеєні конструкції. Підтримуючі елементи опалубки роблять з хвойних порід з вологістю деревини не більше 15 %, інші конструктивні елементи – з деревини з вологістю до 25 %. Деревостружкові та деревоволокнисті плити використовують для влаштування палуби. Матеріал для опалубки повинен бути гідрофобним, торці плит захищені герметиком.

Клеєні дерев'яні конструкції використовують для виготовлення різних елементів опалубки. Застосування фанери найбільш ефективно при влаштуванні палуби. Матеріал повинен бути водостійким, а робоча поверхня мати захисне покриття на основі полімерних матеріалів (паперово-шаруватий пластик та ін.), торці фанери захищені водостійкими герметиками.

Для улаштування опалубки застосовують в основному склотекстоліт, склопластик, поліефірний плоский склопластик, гетинакс і вініпласт. Повністю синтетичні опалубки виготовляють рідко, тому що вони недостатньо ефективні. Листовий матеріал може використовуватися в якості незнімної опалубки – облицювання або ізоляції. Найменшою адгезію до бетону володіє гетинакс і текстоліт.

Армований бетон застосовується для виготовлення незнімних опалубних плит. У якості вихідних матеріалів використовують: армоцемент і металеві сітки з дроту діаметром 0,8-1,2 мм або зварні сітки з арматури діаметром 6-8 мм; залізобетон з арматурним каркасом; склоцементу з ровінгу (джгутом) зі скляних ниток; фибробетон з армуючими елементами (фібрами) із сталевого дроту d = 0,8-1 мм, довжиною $l \geq 100d$.

Для улаштування пневматичної (надувної) опалубки використовують тканинний матеріал (в основному різні види капронової тканини товщиною від 0,6 до 1,3 мм).

Для зменшення зчеплення бетону з дотичною поверхнею опалубки застосовують різні види мастил, які діляться на плівкоутворювальні, гідрофобізуючі, сповільнювачі схоплювання цементу і комбіновані. На даний час найбільшого поширення набули гідрофобізуючі мастила. До них відносяться емульсії, розчини, відходи нафтопродуктів, консистентні мастила та ін. Мастило вибирають залежно від конкретних умов і можливостей, технології бетонування та економічної доцільності.

§ 6.2. Класифікація та область застосування опалубок

Опалубки класифікуються за способом виконання роботи, виду зведених конструкцій і споруд з їх геометричними розмірами і об'ємним рішенням. Відповідно до цього розрізняють такі типи опалубки: розбірно-переставну дрібнощитову і крупнощитову, підйомно-переставну, об'ємно-переставну, блокову, ковзаючу, горизонтально-переміщувану, тунельну, пневматичну, незнімну.

Класифікація опалубки за функціональним призначенням:

Опалубку класифікують за функціональним призначенням в залежності від типу бетонованих конструкцій. У цих випадках розрізняють опалубку:

• для отримання вертикальних поверхонь (опалубка стін, опалубка колон);

• для горизонтальних і похилих поверхонь;

• для освіти криволінійних поверхонь (наприклад, пневматична);

• для одночасного бетонування стін і перекриттів, кімнат і цілих поверхів.

Класифікація опалубки за матеріалами формотворчих елементів (Рис. 6.1):

• металева;

• дерев'яна;

• з композитних і шаруватих матеріалів: фанерна, з OSB (орієнтіровано-стружкова плита) і т.п .;

• пластмасова;

• картонна;

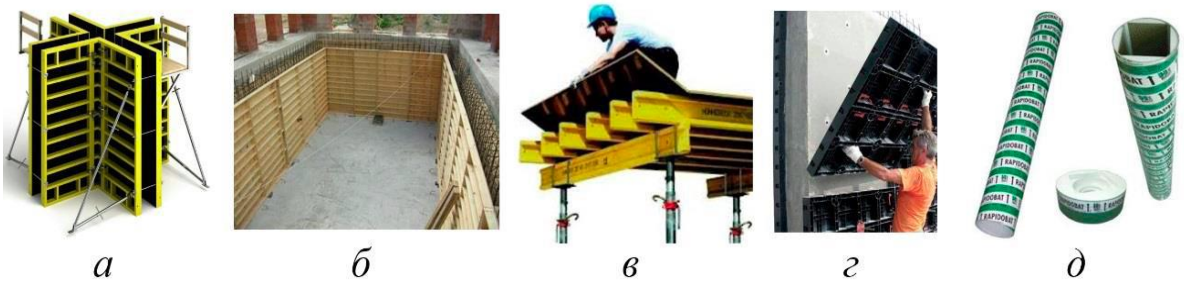
• незнімна (пінополістирол, фіброліту та т.п.).

Класифікація опалубки за вживаністю при різній температурі зовнішнього повітря і характеру її впливу на бетон:

• неутеплені;

• утеплена;

•гріє(термоактивна).



а *б* *в* *г* *д*

Рис. 6.1. Опалубка (матеріали формотворюючих елементів):
а - металева; б - дерев'яна; в - фанерна; г - пластмасова; д - картонна

Розбірно-переставна дрібнощитова опалубка складається з окремих елементів масою до 50 кг, у тому числі щитів площею до 1 м^2, несучих, що підтримують і кріпильних елементів. Опалубка призначена для бетонування конструкцій різного обрису в промисловому, житлово-цивільному, транспортному та інших видах будівництва.



Рис. 6.2. Дрібнощитова опалубка та її використання

Великорозмірна опалубка складається з великорозмірних щитів, обладнаних несучими або підтримуючими елементами, підкосами, анкерами, регулювальними й установочними домкратами, риштуванням для бетонування. Вона призначена для зведення великорозмірних і масивних конструкцій, у тому числі протяжних або повторюваних стін, перекриттів будівель і споруд різного призначення.

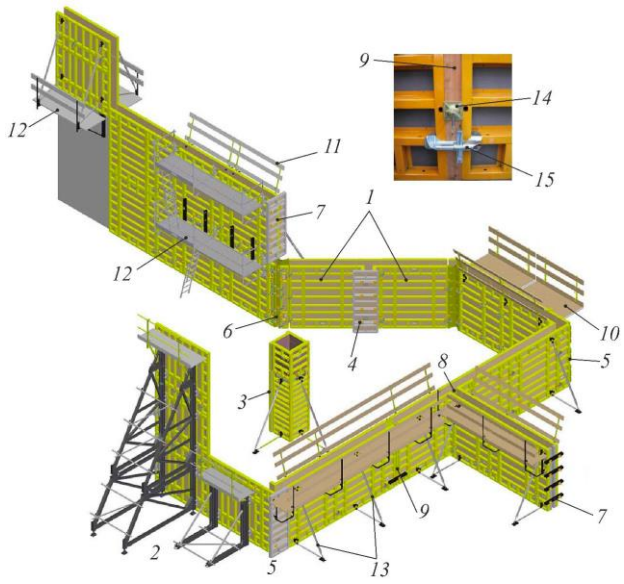


Рис. 6.3. Основні елементи великощитової опалубки для конструкцій стін та колон:
1 - щити лінійні; 2 - контрфорси для односторонньої опалубки; 3 - щити опалубки колон; 4 - щити опалубки для пілонів; 5 - кути 90º; 6 - кути шарнірні; 7 - торцеві заставки; 8 - примикання стін у формі літери Т; 9 - вставки; 10 - навісні підмостки; 11 - огорожі риштування; 12 - підйомно-переставні системи; 13 - підкоси; 14 - стяжки; 15 - замки

Підйомно-переставна опалубка складається з несучих щитів, щитів, що підтримують і кріпильних елементів, робочої підлоги і пристосувань для її підйому. При переміщенні опалубки на черговий ярус щити відокремлюються від бетонуємої конструкції. Опалубка застосовується для бетонування конструкцій і споруд змінного перерізу типу димових труб, градирень, колодязів, мостових опор та ін.

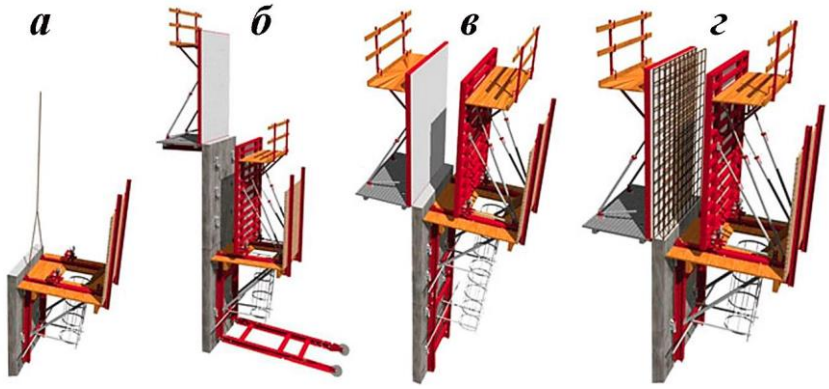


Рис. 6.4. Елементи підйомно-переставної опалубки і послідовність її монтажу і перестановки:
а - початкове улаштування краном; б, в, г - цикл підйому: розпалубка, підйом-перестановка, армування

Об'ємно-переставна опалубка складається з блоків-секцій П-подібної форми, здатних зрушуватися всередину. Секції з'єднуються по довжині і встановлюються паралельно і перпендикулярно один до одного, утворюючи опалубку для бетонування стін і перекриттів при будівництві житлових і цивільних будинків.



а б

Рис. 6.5. Об'ємно-переставна ("тунельна") опалубка (а); укладання арматури і підготовка до бетонування (б)

Блокова опалубка складається як з окремих опалубних щитів, що об'єднуються в блоки за допомогою рам, тяжів, болтів та інших блокуючих елементів, так і з окремих спеціально виготовлених блоків. Може застосовуватися для опалублювання як внутрішніх поверхонь конструкцій – сходових кліток, ліфтових шахт, замкнутих осередків стін житлових будинків та ін., так і зовнішніх – стовпчастих фундаментів, ростверків, масивів та ін.

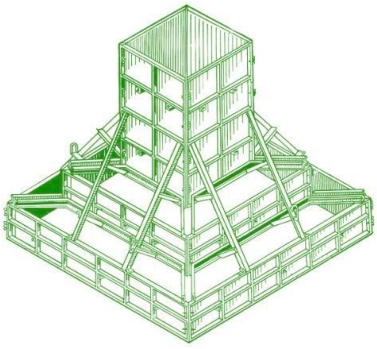


Рис. 6.6. Рознімна блок-форма

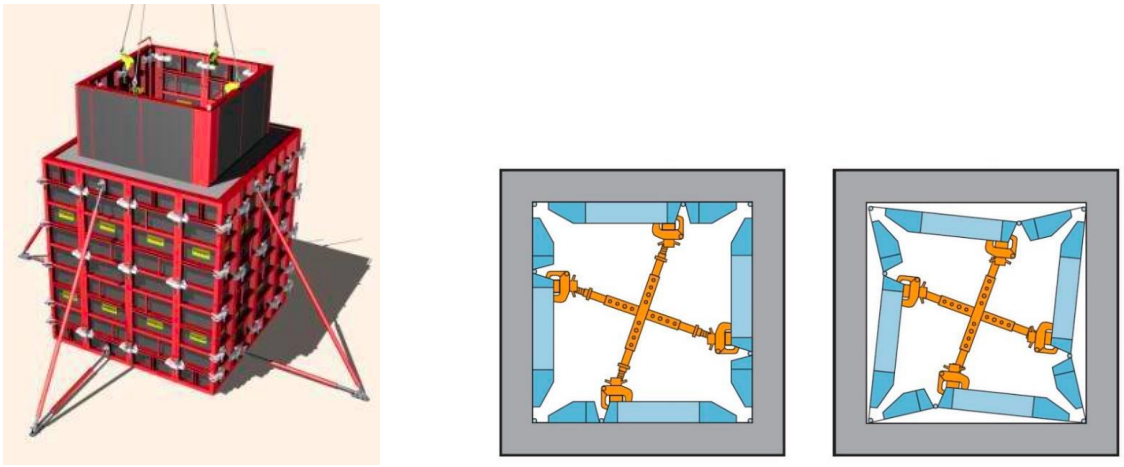


Рис. 6.7. Приклад блокової опалубки для бетонування ліфтових шахт і принцип її дії

Ковзна опалубка являє собою систему, що складається з щитів, робочої підлоги, домкратів, риштування, домкратних стрижнів, закріплених на домкратних рамах, і приводних станцій. Застосовується для зведення вертикальних конструкцій будівель і споруд, таких як колони, стіни, димові труби, силоси, градирні та інших елементів висотою більше 40 м і товщиною не менше 12 см.

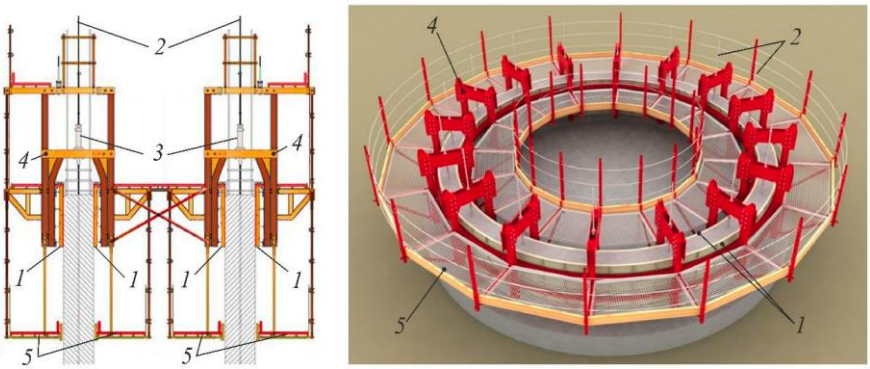
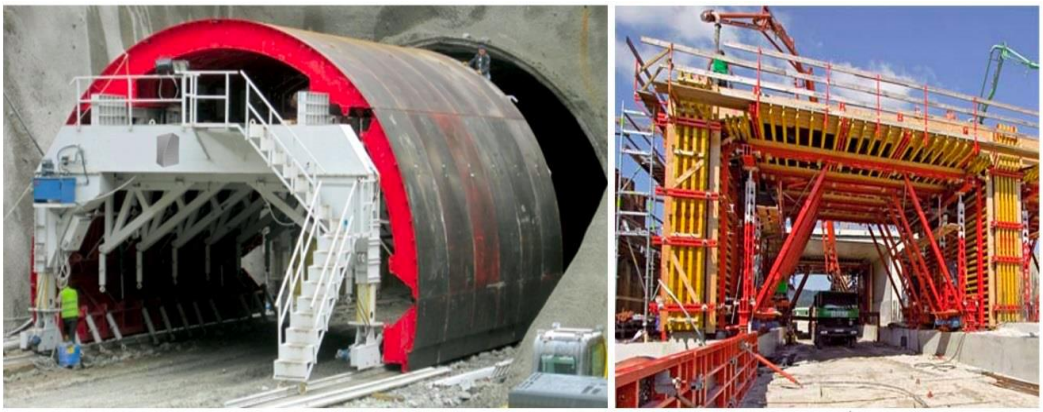


Рис. 6.8. Ковзаюча опалубка і приклад її застосування при бетонуванні конструкцій залізобетонного резервуару:
1 - щити опалубки; 2 - стержень домкрату; 3 - домкрат; 4 - домкратна рама; 5 - робітники

Горизонтально-переміщувана опалубка являє собою жорстку раму на візках з прикріпленими до неї двома опалубними щитами, робочим настилом з огорожею і бункером. Опалубка застосовується для безперервного поярусного бетонування стін протяжних конструкцій типу підпірних стінок, каналів, колекторів, резервуарів, аеротенків, тунелів та ін., що зводяться відкритим способом.



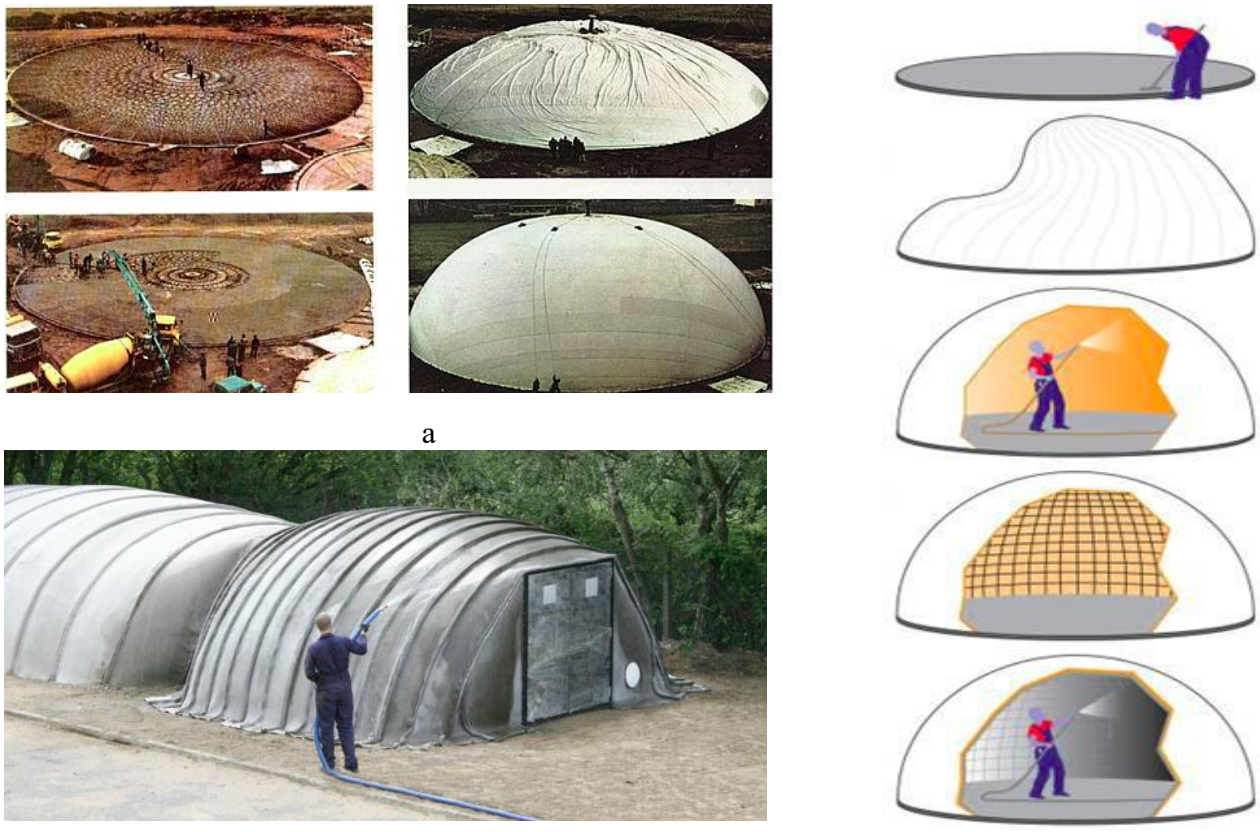
а *б*

Рис. 6.9. Горизонтально-переміщувана опалубка:
а - тунельна криволінійна; б - катуча прямолінійна

Тунельна опалубка складається із замкнутих по периметру тунелю секцій з підтримуючими і форм елементів. Призначена для влаштування монолітного оброблення (замкнутий контур) тунелів, що зводяться закритим способом. Опалубка переміщується вздовж тунелю за допомогою спеціальних механізмів. Незнімна опалубка складається з опалубних плит і листів, які після

бетонування залишаються в тілі конструкції, а також з інвентарних підтримуючих і підсилюючих елементів. Для незнімної опалубки може застосовуватися ткана металева сітка, залізобетонні, армо-, асбо-, склоцементні, металеві, пінопластові плити, листи оболонки і блоки. Даний тип опалубки застосовується при бетонуванні конструкцій у важкодоступних і обмежених умовах чи в інших випадках за економічної доцільності її застосування. Крім основного призначення, опалубка може служити для посилення, гідро- і теплозахисту, облицювання конструкцій.

Пневматична опалубка складається з гнучкої повітронепроникної формотворної оболонки, виконаної відповідно до виду споруджуваної споруди або конструкції, що підтримують, і несучих елементів. У робочому положенні підтримується надлишковим тиском повітря і служить для бетонування тонкостінних споруд і конструкцій криволінійного обрису.



а б в

Рис. 6.10. Пневматична опалубка

а - облаштування купольної конструкції; б - затвердіння водою оболонки, обкладеної бетонними полотнами; в - схема облаштування купольної конструкції із застосуванням способу торкретування зсередини

Опалубки будь-якого з розглянутих типів, обладнані нагрівальними елементами і пристроєм контролю та регулювання температурного режиму, називаються термоактивні і служать для обігріву бетону в зимових умовах або для прискорення його твердіння влітку.

Термоактивна (та, що гріє) опалубка – будь-яка система опалубки з теплоізоляційним шаром і/або зі встановленими на її поверхні нагрівальними елементами для прогрівання бетону.

Незнімна опалубка. Елементи незнімної опалубки залишаються після бетонування у складі конструкції і виконують у ряді випадків функції утеплювача, гідроізоляції, облицювання. Для її виготовлення використовують різні матеріали: тканину сітку, метал, пластмаси, армоцемент, стеклоцемент, залізобетон, пінополістирол, фіброліт і т.п.

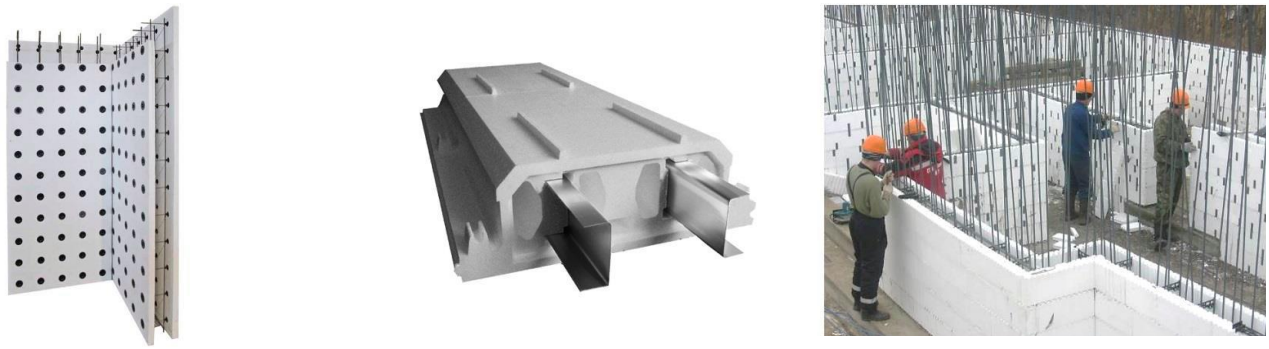


Рис. 6.11. Різні варіанти незнімної опалубки для стін і перекриттів

Кесонна опалубка призначена для формування кесонних часторебристих перекриттів із застосуванням форм, що обертаються, з певною відстанню між ребрами. Часторебристі перекриття дозволяють збільшувати проліт між опорними конструкціями, витримують підвищені навантаження.



Рис. 6.12. Кесонна знімна опалубка.

Справа – часторебристе перекриття, виконане за допомогою цієї опалубки

§ 6.3. Технологія опалубних робіт

Опалубні роботи повинні виконуватися відповідно до вимог ДСТУ та інших нормативних документів. На опалубні роботи розробляється ПВР, який є складовою частиною загального ПВР на будівництво.

ПВР опалубних робіт включає:

- обґрунтування типу опалубки із зазначенням її характеристик та особливостей застосування з урахуванням прийнятого способу ведення бетонних робіт;
- маркувальні креслення опалубки окремих, найбільш характерних або складних конструкцій, зі специфікацією елементів і зазначенням загального обсягу комплекту опалубки (на маркувальному кресленні схематично зображується поверхня конструкцій з елементами опалубки і присвоєними їм умовними позначеннями – марками; крім уніфікованих елементів показуються місця установки нестандартних елементів – добірних, матеріал і обсяг для їх влаштування);
- технологічні карти опалубних робіт для складних конструкцій, що мають маркувальні креслення, і для одного з видів часто повторюваних простих конструкцій (на картах вказується послідовність улаштування і розбирання елементів опалубки, окремих операцій при монтажі підтримуючих і несучих елементів опалубки складних конструкцій і споруд, наводяться калькуляції матеріальних і трудових витрат, вартості робіт, витрат машинного часу, електроенергії, стисненого повітря та ін.);
- схему організації опалубних робіт, ув'язану з іншими паралельно виконуваними видами робіт, з розбивкою на захватки, вказівкою напрямку руху комплектів опалубки, ланок і бригад, місць складування по маркам, вантажопідйомності машин і механізмів, графіків виконання робіт та оборотності опалубки.

Опалубні роботи виконуються ланками, організованими за операційно-розчленованим принципом. Кількісний склад ланок і бригад визначається обсягом опалубних робіт, терміном їх виконання і ритмом, кількістю потоків.

При наявності на будівельному майданчику кранів з необхідними технічними характеристиками опалубку слід гранично укрупнювати в блоки або, якщо можливе улаштування і закріплення арматури, в арматурно-опалубні блоки.

Перед улаштуванням опалубки проводять розмітку осей конструкцій, наносячи фарбою ризки на їх основу і нижню частину опалубних коробів або щитів. Для складання опалубки фундаментів попередньо урівень з основою по контуру фундаментів виставляють маяки – дерев'яні кілки, потім по маяках фарбою наносять ризки, що фіксують положення осей і робочої площини щитів опалубки.

Встановлена опалубка до початку бетонування повинна бути оглянута і прийнята майстром. При цьому перевіряються: відповідність геометричних розмірів і відміток рівнів опалубки вимогам проекту, правильність прив'язки її до осей конструкцій або споруди, щільність стиків і сполучень елементів опалубки, правильність улаштування несучих і підтримуючих елементів, анкерних улаштувань і елементів кріплення. Допустимі відхилення положення і розмірів встановленої опалубки, підтримуючих елементів і кріплень не повинні перевищувати величин, зазначених у відповідних ДСТУ або в проекті. В процесі бетонування за встановленою опалубкою повинно вестися безперервне спостереження, виявлені при цьому деформації або зсуви слід негайно усунути.

Змонтована ковзна і підйомно-переставна опалубки приймаються комісією і оформлюються актом приймання.

Зняття опалубки проводиться при досягненні бетоном необхідної міцності згідно ДСТУ або проекту в порядку, зворотному її установці. Видалення несучих і підтримуючих елементів допускається тільки після зняття бічної опалубки і ретельного огляду всіх елементів опалубки.

Демонтована опалубка повинна бути очищена, розсортована за елементами і складена у штабелі. Інвентарні кріпильні деталі здаються майстру за рахунком.

§ 6.4. Застосування і улаштування різних типів опалубки для бетонування конструкцій і споруд

Розглянемо різні типи конструкцій опалубки.

Уніфікована розбірно-переставна дрібнощитова опалубка (Рис. 6.13) складається з набору інвентарних взаємозамінних елементів, які з однотипних стикувальних вузлів дозволяють збирати різні опалубні форми. Така опалубка може використовуватися для бетонування фундаментів, стін, балок, колон, плоских і ребристих перекриттів, бункерів, резервуарів (круглих з радіусом більше 3 м), коробів та інших конструкцій.

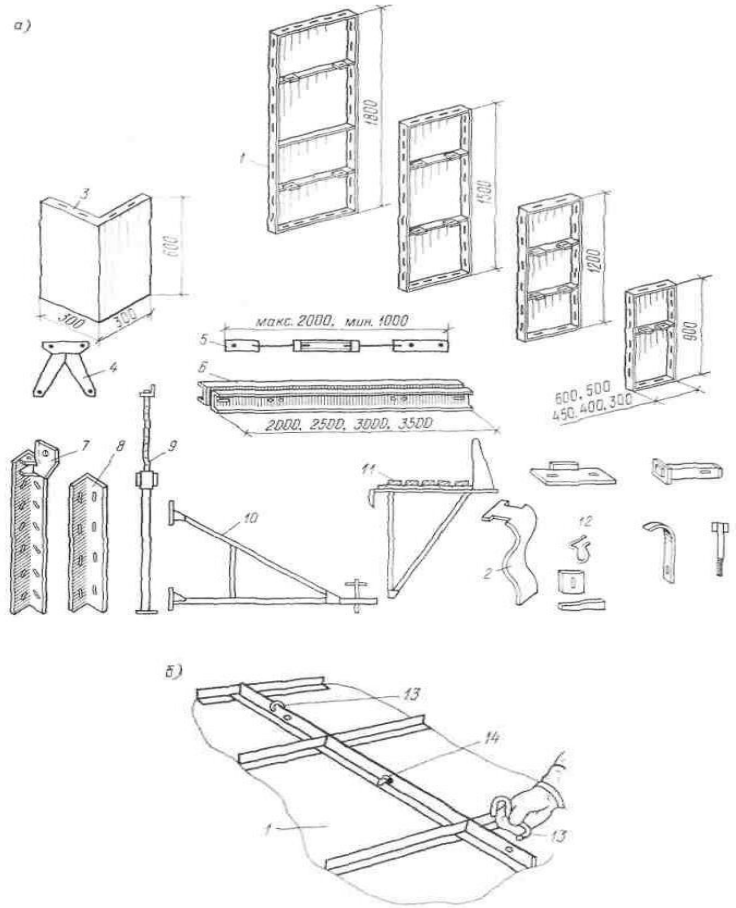


Рис. 6.13. Дрібнощитова розбірна переставна опалубка:
а - основні елементи опалубки; б - кріплення щитів між собою;
1 - дрібні щити; 2 - пружина кляммеру; 3 - кутовий щит; 4 - розкіс складу ферми; 5 - гвинтовий зв'язок поясу ферми; 6 - сутички; 7 - кутовий блокуючий елемент; 8 - монтажний

куточок; 9 - розсувна стійка; 10 - монтажний підкіс; 11 - навісний майданчик риштування; 12 - кріпильні деталі риштування; 13 - пружинні скоби; 14 - болти

Роботи з улаштування і розбирання опалубки повинні бути максимально механізовані. Для цієї мети спочатку виконують укрупнювальне збирання панелей або об'ємних блоків і потім їхній монтаж в проектне положення. Чим більша площа або обсяг укрупнених елементів, чим більше їхня оборотність без перебирання, тим ефективніше буде використаний данного типу опалубки. Однак у цьому випадку пред'являються підвищені вимоги до жорсткості і несучої здатності її елементів.

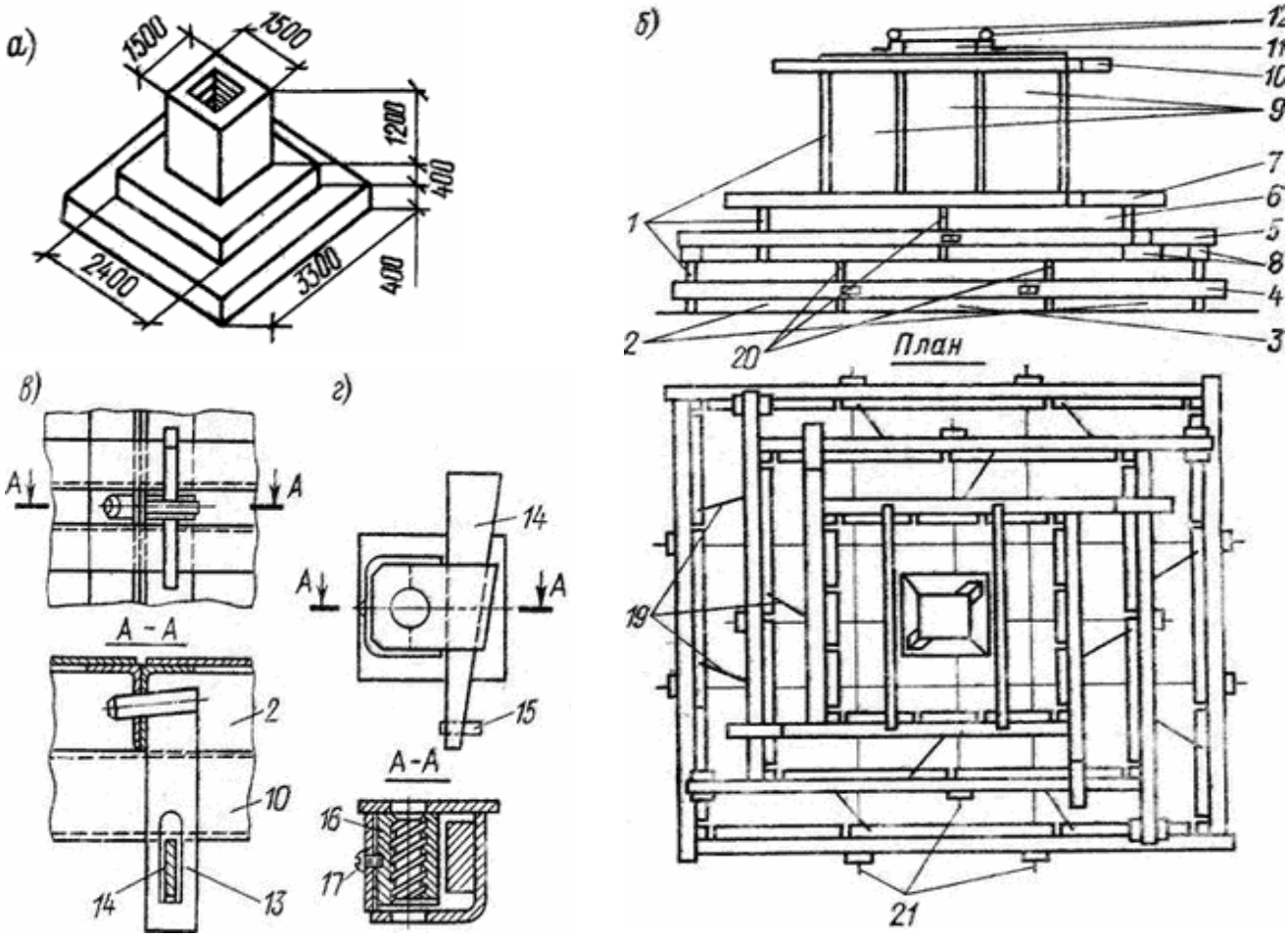
При складанні опалубки стовпчастого фундаменту в залежності від його обсягу робота проводиться в наступному порядку. Для фундаментів об'ємом до 15 $м^3$ (Рис. 6.14) збірку опалубки починають з нижнього щабля. За допомогою монтажних куточків і щитів (Щ. 0,9х0,4) спочатку утворюють кути опалубки. Якщо довжина щабля фундаменту не кратна довжині щитів, то між крайніми щитами і монтажними куточками встановлюють добірні елементи. Далі ставлять інші суміжні щити (Щ. 1,5х0,4) опалубного коробу і кріплять їх між собою пружинними гаками або кляммерами. Після цього до щитів кожної сторони короба приєднують сутички за допомогою натяжних гаків з клиновим або гвинтовим запором (Рис. 6.14. в). При висоті опалубки короба 500-600 мм встановлюють два ряди сутичок.

Зібраний опалубний короб нижнього ступеня рихтують і встановлюють у проектне становище. Для оберігання від розпору бетоном нижнього краю щитів забивають в землю кілки або арматурні коротиші з кроком до 1 м. При армуванні фундаменту в опалубку встановлюють арматурні мережі або каркас.

Для додання короба необхідної жорсткості згідно з розрахунком протилежні опалубні панелі сполучають стяжками з арматурної сталі періодичного профілю діаметром 4-10 мм. При довжині щабля більш 3000 мм встановлюють не менше двох стяжок на кожну пару панелей. Тяжі

пропускають через сутички і закріплюють за допомогою замка з клиновидним запором (Рис. 6.14. г).

На верхніх ребрах щитів роблять розмітку опалубних стін другого ступеню і, відступивши від рисок на товщину щитів, встановлюють на підставках (добірний елемент – сутички l = 300 мм) або балках зтяжок (С. 3,0) другого коробу і з'єднують їх один з одним «в млин» (Рис. 6.14). На встановлені і закріплені сутички навішують щити (Щ. 1,2х0,4) за допомогою натяжних гаків і з'єднують між собою. Зібраний опалубний короб другого ступеню рихтують, вивіряють по осях фундаменту і остаточно закріплюють. Потім при необхідності встановлюють тяжі.



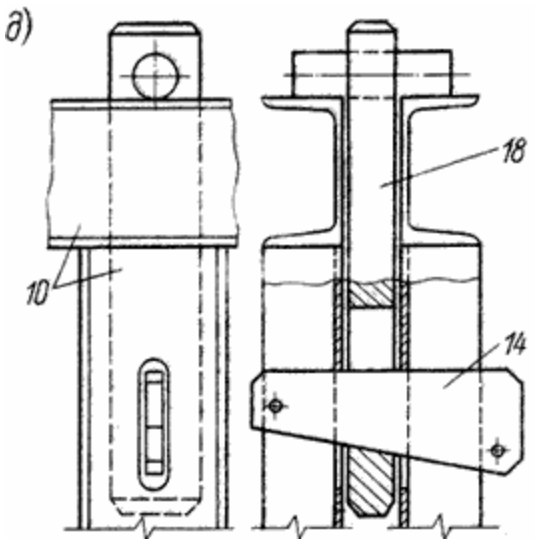


Рис. 6.14. Обладнання опалубки для стовпчастого фундаменту:
а - конструкція фундаменту; б - опалубка; в - з'єднання щитів; г - замок для кріплення тяжів; д - кутове з'єднання сутичок;
1 - монтажні куточки; 2 - щити 0,9 х 0,4 м; 3 - щити 1,5 х 0,4 м; 4, 5, 7 і 10 - захвати довжиною відповідно 3,5, 3,0, 2,5 і 2 м; 6 - щити 1,2 х 0,4 м; 8 - основа; 9 - щити 0,5 х 1,2 м; 11 - щити скляні; 12 - кутові блокуючі елементи з монтажними петлями; 13 - натяжний гак; 14 - клин; 15 - фіксатор клину; 16 - нерухомий палець, 17 - фіксатор пальця, 18 - стакан, 19 - скоби

Для складання підколонника використовують два ряди зтяжок – внизу і вгорі. Після улаштування нижнього ряду сутичок (С. 2,5) монтують щити (Щ. 1,2х0,5) і потім навішують верхній ряд сутичок (С. 2,0). Опалубку вивіряють по осях і закріплюють. Для оберігання від розпору верхні кромки щитів з'єднують на кожному ступені скобами з кроком до 1 м. На верхній частині короба роблять розмітку склянки. Опалубка стаканоутворювача з листової сталі товщиною 2-4 мм складається з двох Г-подібних стінок, з'єднаних кутовими блокуючими елементами. Для підвіски і закріплення опалубочного блоку склянки на верхньому коробі застосовуються монтажні куточки і струбцини. При складанні опалубки використовуються тимчасові робочі настили.

Розбирання опалубки ступеневого фундаменту виконують у зворотній послідовності. При повторному використанні опалубки і наявності монтажного крану розбирання ведуть укрупненими панелями розміром на одну сторону ступені фундаменту. У цьому випадку подальшу збірку опалубки виконують вже з використанням укрупнених панелей, що значно скорочує трудомісткість опалубних робіт.

Для фундаментів об'ємом до 100 м^3 збірку опалубних коробів ступенів виробляють із застосуванням балок висотою 300-600 мм, що складаються з

двох рядів сутичок, з'єднаних по вертикалі розпірками. Порядок складання опалубки такий же, як і для фундаментів об'ємом до 15 м^3.

При висоті підколонника більше 1800 мм опалубку збирають з двох і більше ярусів щитів. Після установки балок підколонника до них кріплять щити першого ярусу. Потім на всю висоту підколонника ставлять монтажні куточки і монтують щити наступних ярусів, з'єднуючи їх між собою належним чином. У верхній частині короба встановлюють і з'єднують між собою сутички.

Залежно від умов робіт збірку окремих опалубних коробів ступенів і підколонника можна проводити на спеціально підготовленому майданчику, а потім краном за допомогою траверси встановлювати в проектне положення.

Збірка опалубки стрічкових фундаментів прямокутного перерізу починається з улаштування маякових щитів по обидві його сторони з кроком 3-4 м, кратним розмірам щитів. Щити закріплюють тимчасовими підкосами і розпірками. На маякові щити навішують сутички і встановлюють інвентарні монтажні підкоси з гвинтовими домкратами. Решту щитів прикріплюють до сутичок і з'єднують між собою. Через 2-3 м ставлять стяжки і тимчасові розпірки. Після встановлення всіх елементів опалубку рихтують, вивіряють по осях фундаменту і остаточно закріплюють.

Опалубку ступеневого стрічкового фундаменту встановлюють за двома технологічними схемами. За першою схемою опалубку кожного ступеню збирають за вищеописаною технологією і бетонують. При цьому опалубка чергової сходинки спирається на бетон попередньої. За другою схемою опалубка збирається на всю висоту фундаменту. Опалубка першого ступеню встановлюється за першою схемою. Для опалубки другого ступеню на щити нижнього ступеню через 3-4 м кладуть поперечні балки (наприклад, залізобетонні перемички 100×140 мм). По балках роблять розмітку другого ступеню фундаменту і ставлять нижні сутички опалубки. На сутички навішують щити другого ступеню, закріплюють і з'єднують один з одним. Тимчасові розпірки встановлюються через 3-4 м. Протилежні стінки опалубки

з'єднують між собою стяжками. Для забезпечення стійкості застосовують монтажні підкоси або розтяжки. Розбирання опалубки стрічкового фундаменту роблять у зворотному порядку.

Улаштування опалубки конструкцій каркасу рамного типу (Рис. 6.15) починається зі збірки опалубки колони. З щитів необхідного розміру попередньо збирають за допомогою монтажних куточків і кріпильних елементів Г-образні блоки, які потім з'єднують в короб опалубки. Останній встановлюють в проектне положення на дерев'яні клини, поєднуючи осьові ризки-розмітки. Для збільшення жорсткості щитів і щільності вертикальних з'єднань короб стискається хомутами з клиновим запором. Кількість хомутів визначається за розрахунком. Після вивірки вертикального положення і відмітки низу опалубки (регулювання дерев'яними клинами) опалубний короб закріплюють розтяжками. При висоті колони більше 3 м, густому армуванні або невеликому їх поперечному перерізі один з щитів ярусів, що знаходиться вище опалубки встановлюється тільки після закінчення бетонування ярусу, який знаходиться нижче.

Збірку опалубки балок або ригелів починають з монтажу телескопічних стійок (Рис. 6.16. в), що дозволяють встановлювати опалубку на висоті від 2 до 5 м. При великій висоті застосовують спеціальні нерозсувні опорні стійки. На верхню частину стійок надягають наголовники для закріплення несучих елементів опалубки, зокрема балкових струбцин. Останні застосовують для опалубки балок перетином 200х300 - 600х800 мм. Для збільшення несучої здатності стійки за допомогою спеціальних струбцин можуть бути об'єднані в двох-, трьох- або чотиригілкові (у плані) стійки-колони.

На балкові струбцини можна спирати балки, сутички або безпосередньо опалубні щити. В останньому варіанті спочатку укладають щити днища, а потім бічні щити балок і розпірки. Після цього кронштейнами струбцин бічні щити стискають. До їх обтиску виконують вивірку положення опалубки і наявності будівельного підйому, який рекомендується приймати не менше 3 мм на 1 м довжини балки або ригелю. Розпалубку роблять у зворотному

порядку. Після розводки кронштейнів струбцин і відриву від бетону бічних щитів опускають телескопічні стійки на 10-15 см і приступають до розбирання щитів.

Збірку опалубки ребристих перекриттів (Рис. 6.16. б) починають зі збірки опалубних коробів балок за вищеописаною технологією. Далі встановлюють розсувні ригелі, спираючи їх кінцями на ребра бічних щитів балок. По ригелях укладають і з'єднують між собою щити опалубки плити. У місцях примикання щитів плити і балок укладають дерев'яний фризовий брусок, що оберігає щити від защемлення бетоном.

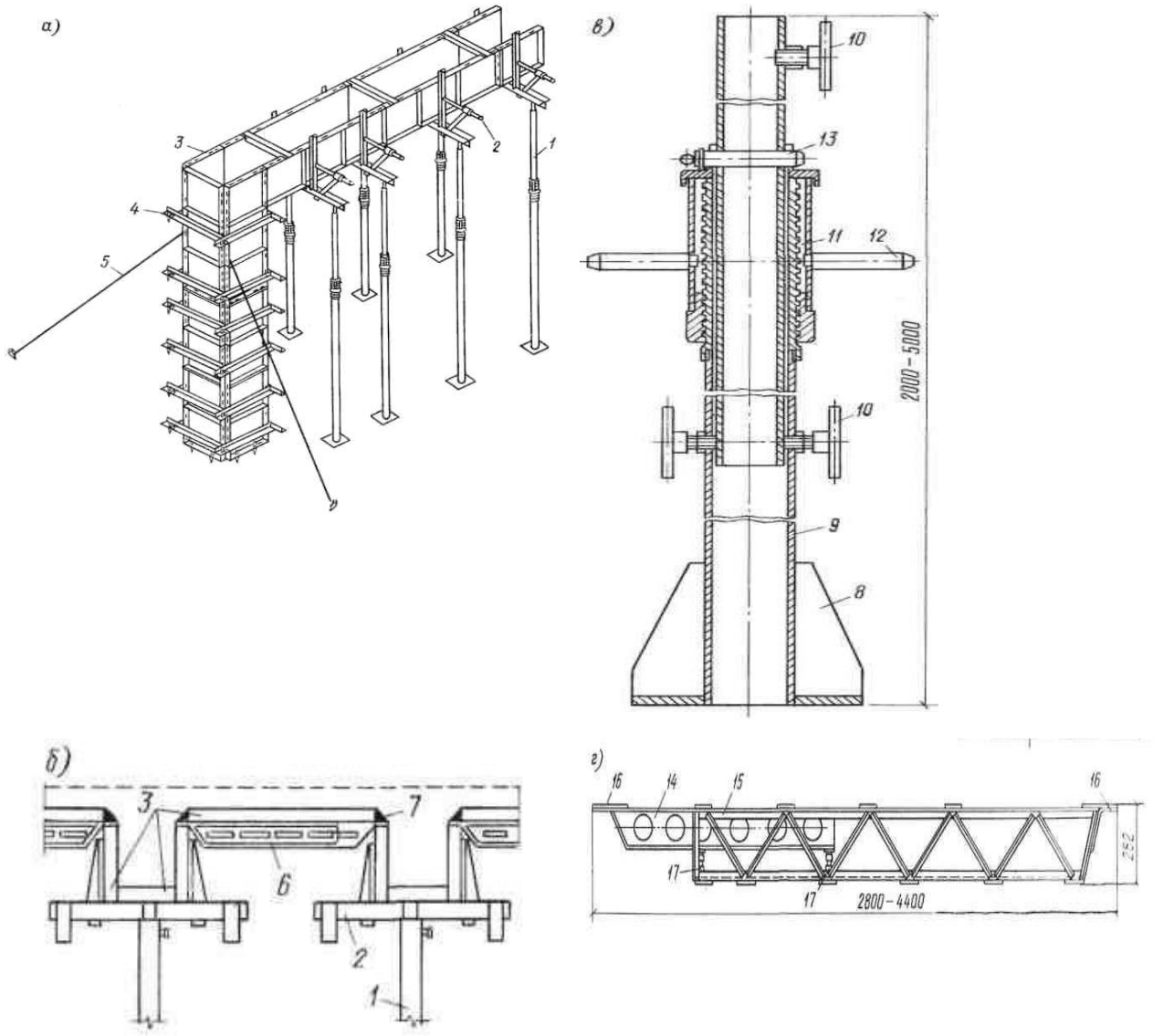


Рис. 6.16. Обладнання опалубки колон, балок та ребристого перекриття:
а - опалубка колон і балок; б - опалубка ребристого перекриття; в - телескопічна стійка; г - розсувний ригель;
1 - телескопічні стійки; 2 - балкові струбцини; 3 - щити; 4 - хомути; 5 - розтяжки; 6 - розсувний ригель; 7 - фризовий брусок; 8 - опора; 9 - стійки; 10 - фіксатори; 11 - домкрат; 12 -

ручка домкрата; 13 - опорний палець; 14 - висувна балка; 15 - ферма; 16 - опори; 17 - гвинтові домкрати

При рихтуванні і вивірці опалубки ребристого перекриття і в разі необхідності висувати або опускати висувні штанги стійок деякі зв'язки жорсткості в місцях примикання елементів тимчасово послаблюються (але не знімаються). Рихтування щитів днища проводиться шляхом установки регулюють прокладок в місцях обпирання ригелів і щитів.

Розпалубку ребристих перекриттів починають з ослаблення гвинтових упорів кронштейнів-струбцин та опускання телескопічних стійок на 2-3 см. Далі демонтують один з середніх ригелів, на якому щити завбачливо встановлюються із зазором, що закладаються клоччям або гумовим джгутом і закриваються зверху листовим матеріалом. Сусідні ригелі послаблюють до утворення прогину 5-8 см. Після цього виконують демонтаж суміжних рядів щитів, а потім і вивільнених ригелів. Далі процес повторюється.

Великорозмірна розбірно-переставна опалубка застосовується головним чином при виготовленні бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд з великими поверхнями. Прикладом такої опалубки може служити уніфікована великорозмірна модульна опалубка (Рис. 6.17). Вона складається з щитів (сталь або фанера) і несучого каркасу, що включає горизонтально розташовані прогони жорсткості і вертикально несучі ферми. Знизу ферми укріплені рихтувальними домкратами. Основні щити мають довжину 2,1-5,7 м, кутові щити – розмір в плані 0,2х0,2; 0,22х0,22; 0,24х0,24 м. Комбінуючи набір щитів, можна бетонувати будь довгі конструкції висотою 2,8 м і більше. У житлово-цивільному будівництві опалубка застосовується для бетонування конструкцій будівель з відстанями між осями стін 2,4-7,2 м, модулем 0,3 м, товщиною внутрішніх стін 13, 16 і 20 см, висотою поверху 2,8; 3,0 і 3,3 м і товщиною перекриттів 10, 12, 14 і 16 см.

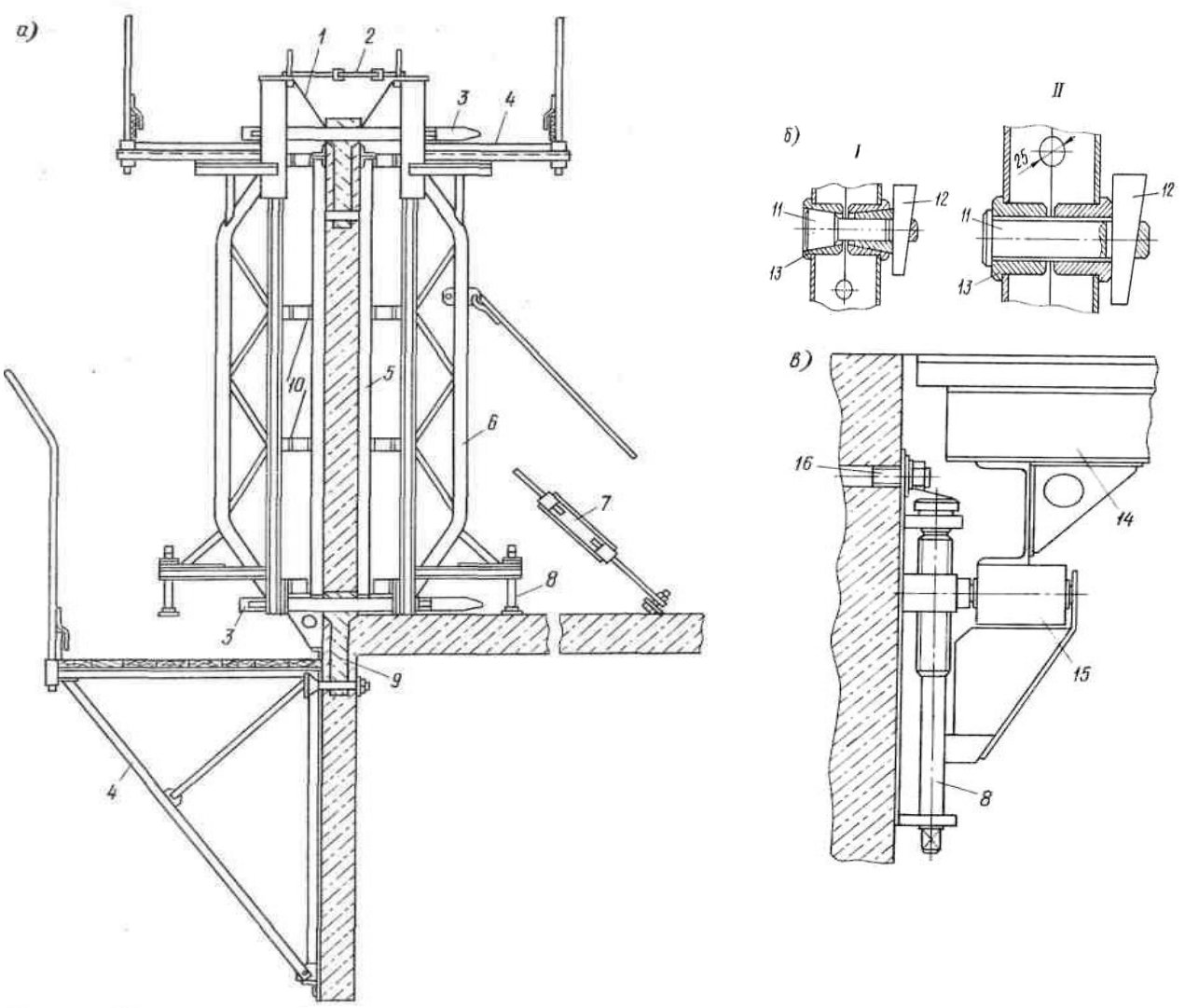


Рис. 6.17. Обладнання крупнощитової опалубки:
а - опалубка стін; б - замкові з’єднання щитів; I - верхнє, II - нижнє; в - роликова опора опалубки перекриття;
1 - формуючі окрилкі; 2 - стяжка; 3 - тяжі; 4 - підмостки; 5 - щити; 6 - ферми; 7 - регульовані відтяжки; 8 - домкрати; 9 - маяк; 10 - прогони жорсткості; 11 - палець; 12 - клин; 13 - втулка; 14 - опалубка перекриття; 15 - ролик; 16 - підвіска до стіни

Монтаж опалубки стін починають з улаштування кутових щитів, а потім щитів по довжині стіни, спираючи їх на перекриття і стяжні болти, що проходять через бетонні маяки. Між собою щити з'єднуються клиновими замками (Рис. 6.17. б). Для стійкості опалубки окремі щити кріплять до перекриття регульованими підкосами або відтяжками. По вертикалі щити вирівнюються за допомогою гвинтових домкратів. Щити верхніх ярусів встановлюються на монтажні підмостки або опорні консолі, закріплені до стіни.

При влаштуванні опалубки перекриттів щити можуть спиратися як на раму з телескопічних стійок, так і на регульовані роликові опори, що закріплюються в стіні (Рис. 6.17. в). Демонтаж опалубки стін проводиться краном в порядку, зворотньому улаштуванню. Опалубку перекриттів розбирають по-різному в залежності від виду підтримуючих конструкцій. При наявності монтажних риштуваннь опалубку опускають домкратами на колеса або візок і викочують разом з риштуванням в монтажний отвір. При опорних роликах опалубка також опускається на домкратах і потім викочується в проріз до появи перших отворів, стропи й витягується за підтримки краном до появи других місць стропування, після чого виводиться з-під перекриття. В обох варіантах для зняття опалубки може успішно застосовуватися траверса «качиний ніс».

Підйомно-переставна опалубка розглядається на прикладі будівництва монолітних залізобетонних димових труб (Рис. 6.18). Опалубка складається з двох конічних оболонок. Зовнішня оболонка разом з риштуванням підвішується до радіальних балок (Рис. 6.18. б) робочого майданчику, що представляє собою жорстку діафрагму, прикріплену до підйомної голівки, яка встановлюється і піднімається по шахтопідйомнику. У настилі робочого майданчику передбачається кільцева щілина для випусків арматури і укладання бетонної суміші в опалубку. Бетонування в підйомно-переставній опалубці виконується циклічним способом. Протягом одного циклу стовбур труби бетонується на висоту 2,5 м.

Зовнішня опалубка встановлюється на всю висоту двох ярусів (циклу) і складається з прямокутних (2,7×0,85 м) і трапецеїдальних (2,7×0,818 м) панелей, виконаних з листової сталі. З боків панелі опоряджують куточками. Панелі навішуються на підвіски механізму радіального переміщення і з'єднуються між собою болтами. Замикають зовнішню опалубку за допомогою кінцевої панелі (Рис. 6.18. а). Опалубку перевіряють по верхньому проектному радіусу і стискають стяжними болтами. При цьому вона повинна захоплювати знизу забетонований стовбур труби на 10-15 см.

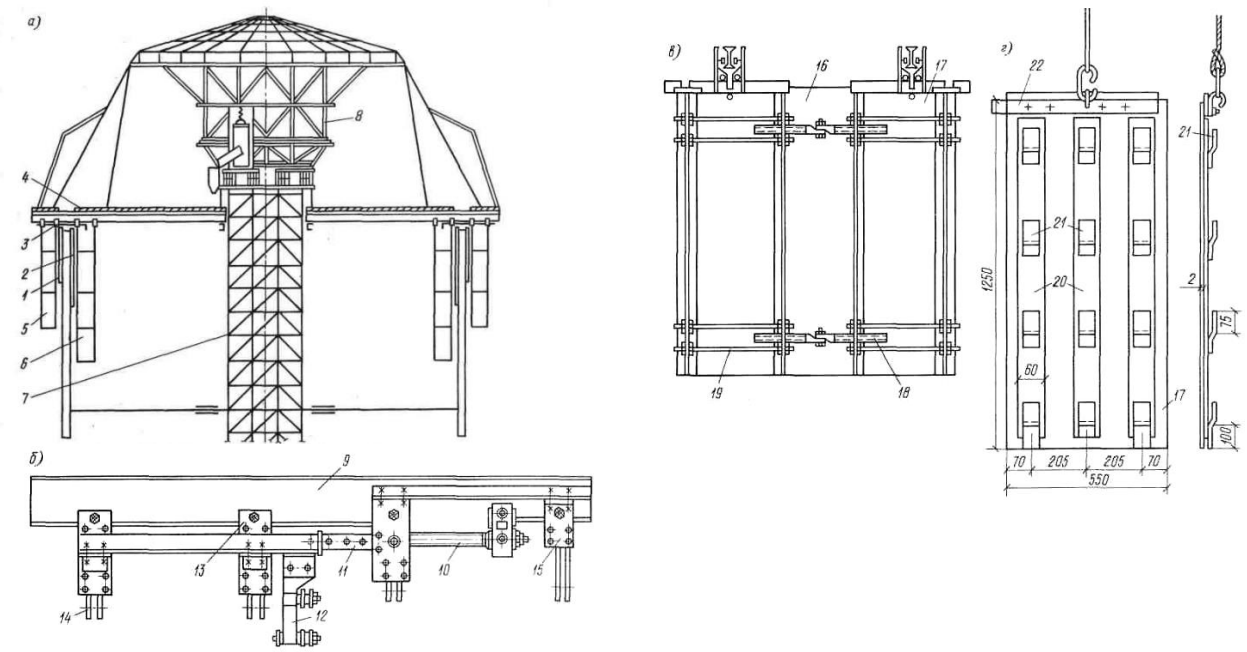


Рис. 6.18. Підйомно-переставна опалубка:
а - загальний вигляд опалубки; б - механізм радіального переміщення щитів опалубки; в - стяжка щитів наружної опалубки; г - щит внутрішньої опалубки;
1 - щити зовнішньої опалубки; 2 - внутрішня опалубка; 3 - механізм радіального переміщення; 4 - робочий майданчик; 5 - зовнішні підвісни риштування; 6 - те ж, внутрішні; 7 - шахтний підйомник; 8 - підйомна головка; 9 - головна радіальна балка; 10 - гвинт радіального переміщення; 11 - трубка фіксатор; 12 - роликова підвіска панелі зовнішньої опалубки; 13 - ролик підвіски; 14 - підвіска зовнішних риштувань; 15 - те ж, внутрішніх; 16 - кінцева панель; 17 - прямокутний щит; 18 - стяжні болти; 19 - стяжка; 20 - сталеві смуги; 21 - скоби зі смугової сталі; 22 - полосова накладка

Внутрішня опалубка складається з дрібних (Рис. 6.18. г) або великих (2,6×0,6 м) щитів, які ставляться внакладку. При товщині стін стовбура до 300 мм поярусно встановлюється дрібнощитова опалубка. При цьому слід мати три комплекти (ярусу) щитів. Це викликано тим, що щити кожного ярусу монтуються встик на щити попереднього ярусу, перекриваючи їх своїми нижніми скобами. Щити внутрішньої опалубки в кожному ярусі скріплюються за допомогою арматурних стрижнів, встановлюваних в скоби щитів і утворюють чотири розпірних горизонтальних кільця, накладки з'єднуються стисками. Для фіксування відстані між зовнішньою і внутрішньою опалубками на верхній кромці щитів кожного ярусу ставлять розпірки-фіксатори.

При товщині стін 300 мм і більше для внутрішньої опалубки допускається застосування великощитової опалубки або улаштування дрібнощитової опалубки на висоту двох ярусів (2,5 м).

У міру підйому опалубки її довжина по колу зменшується за рахунок зняття зайвих панелей і щитів.

Об'ємно-переставна опалубка являє собою секції або великорозмірні об'ємні блоки на розмір приміщення. Застосовується для бетонування стін і перекриттів. Прикладом може бути уніфікована об'ємно-переставна опалубка (Рис. 6.19), розроблена для будівель з поперечними несучими і поздовжніми стінами (крок поперечних стін 2,7-6,3 м з модулем 300 мм, товщина стін 12-30 см, висота поверху 2,8-3 м, товщина перекриттів 14-16 см). У комплект опалубки входить 26 типорозмірів, у тому числі основні та коридорні секції, щити торцьових стін і перекриттів, щитова опалубка зовнішніх стін, підмостки для улаштування і демонтажу опалубки та ін. Секції мають ширину 1,2; 1,5; 1,8 і складаються з двох Г-подібних щитів з підкосами, шарнірним розпалубочним механізмом, катками для пересування і домкратами для улаштування секцій в робоче положення та опускання їх при демонтажі.

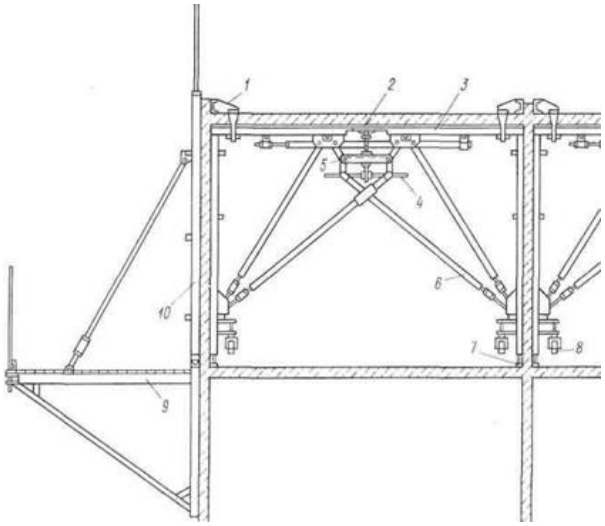


Рис. 6.19. Об'ємно-переставна опалубка:
1 - опалубка маяків; 2 - центральна вставка; 3 - Г-подібний щит; 4 - розпалубний гвинт; 5 - шарнірний розпалубний механізм; 6 - регульований підкіс; 7 - гвинтовий домкрат; 8 - катки; 9 - підмостки торцевих стін; 10 - щит торцевої стіни

Секції монтують краном послідовно і після приведення в робоче положення об'єднують в тунель. При розпалубленні після опускання центральної вставки та звільнення гвинтових домкратів регульованими підкосами приводиться в дію шарнірний механізм і П-подібна секція стискається, опускаючись на катки. Секції викочують через торцевий проріз на зовнішні підмостки або закріплюють спеціальною траверсою і піднімають краном. Можливий витяг секцій через монтажний отвір в перекритті.

Збірка великорозмірної об'ємно-переставної опалубки з окремих секцій на кімнату або квартиру виконується на спеціальному стапелі (кондукторі). Подальший монтаж на робочому місці і демонтаж виконуються без розбирання на секції.

Блокова опалубка (блок-форми) широко застосовується для бетонування східчастих фундаментів і являє собою просторово замкнутий опалубний блок. Для малогабаритних конструкцій фундаментів з опалубною (робочої) поверхнею до 12 м^2 застосовують нероз'ємні блок-форми; для конструкцій до 40 м^2 – роз'ємні; для бетонування різнотипних фундаментів – переналагоджувані блок-форми на різні типорозміри. У нероз'ємній блок-формі опалубка ступенів і підколінника виконується на конус. При висоті опалубки до 500 мм конусність становить 10-12 %, при висоті до 1000 мм – не менше 5 %. Демонтаж блок-форм доцільно робити при досягненні бетоном міцності 1-1,5 МПа. Відрив форми від бетону здійснюється за допомогою домкратів, перестановка – краном.

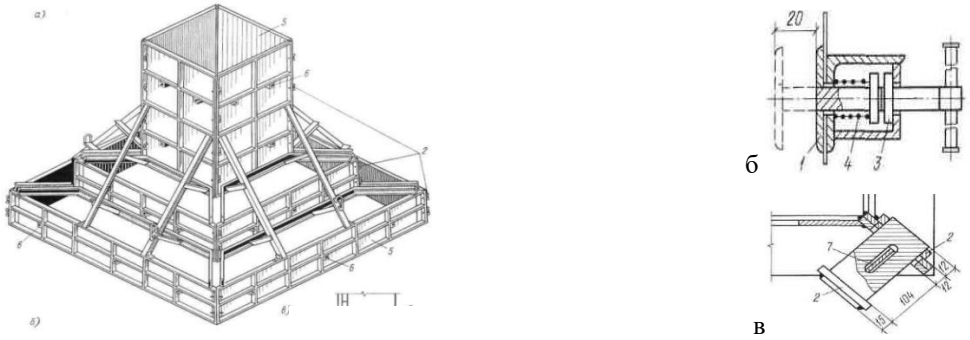


Рис. 6.20. Обладнання роз'ємної блок-форми:
а - загальний вигляд форми; б - віджимний механізм; в - вузол з'єднання стулок;
1 - опорна пластинка; 2 - клиновий замок; 3 - гвинт; 4 - пружина; 5 - стулка; 6 - віджимний пристрій, 7 - клин

Роз'ємна блок-форма (Рис. 6.20) складається з чотирьох просторових панелей, що включають щити двох ступенів і підколоннику, з'єднаних зв'язками жорсткості. Панелі з'єднані між собою в кутах клиновими замками (Рис. 6.20. б), які дозволяють скріплювати їх при установці в робоче положення і розсовувати при розпалубці. Відрив щитів опалубки від бетону роблять за допомогою віджимного пристрою (Рис. 6.20. в). При підйомі краном блок-форми панелі кожного боку фундаменту розходяться, утворюючи монтажний зазор, а при улаштуванні в робоче положення – стискаються. Для переналагодження блок-форми на інший типорозмір її необхідно повернути на стапель, розібрати, замінити окремі елементи опалубки і зібрати знову.

Ковзна опалубка застосовується для безперервного вертикального бетонування елементів будівель і споруд постійного або змінного поперечного перерізу (Рис. 6.21). Вона складається з двох рядів щитів, закріплених на домкратній рамі, до якої також кріпляться робочий настил, козирок, підмостки та інші елементи. Крім того, в комплект входить опалубка перекриттів. Монтаж ковзної опалубки починають з улаштування щитів. Застосовуються дрібно- і великорозмірна (Рис. 6.21. б) опалубки висотою 1,1-1,2 м. Після розмітки на основі контуру і бетонування стін на висоту 100-150 мм (маяки) приступають до монтажу внутрішніх щитів (при мілкощитовій опалубці спочатку встановлюють кружала, а потім щити). Їх встановлюють в конус (1/200-1/500 висоти) з уширенням донизу стіни. Після закріплення внутрішнього коробу щитів ставлять зовнішні щити, використовуючи розпірки-шаблони товщини стін (не менше двох на одну сторону коробу). Далі встановлюють домкратні рами, що складаються з жорстко скріплених ригелю і стійок. Трьох- і чотирьох стоїчні рами ставляться в кутах або на перетині стін. Крок домкратних рам в основному залежить від довжини стіни і вантажопідйомності домкрату. На встановлені кронштейни навішуються елементи риштування і монтується робоча підлога і козирьок. Після монтажу всієї гідросистеми до початку бетонування виробляють зарядку домкратів домкратними стрижнями (Рис. 6.21. в). Спочатку встановлювані стрижні

мають довжину 1, 2/3 і 1/3 розрахункової довжини (близько 3 м), а наступні – $^1/_2$ цієї довжини, що надалі забезпечує скорочення числа одночасно нарощуваних стрижнів на одній позначці. У процесі бетонування для стрижнів формується канал за допомогою захисної трубки (l = 1450 мм).

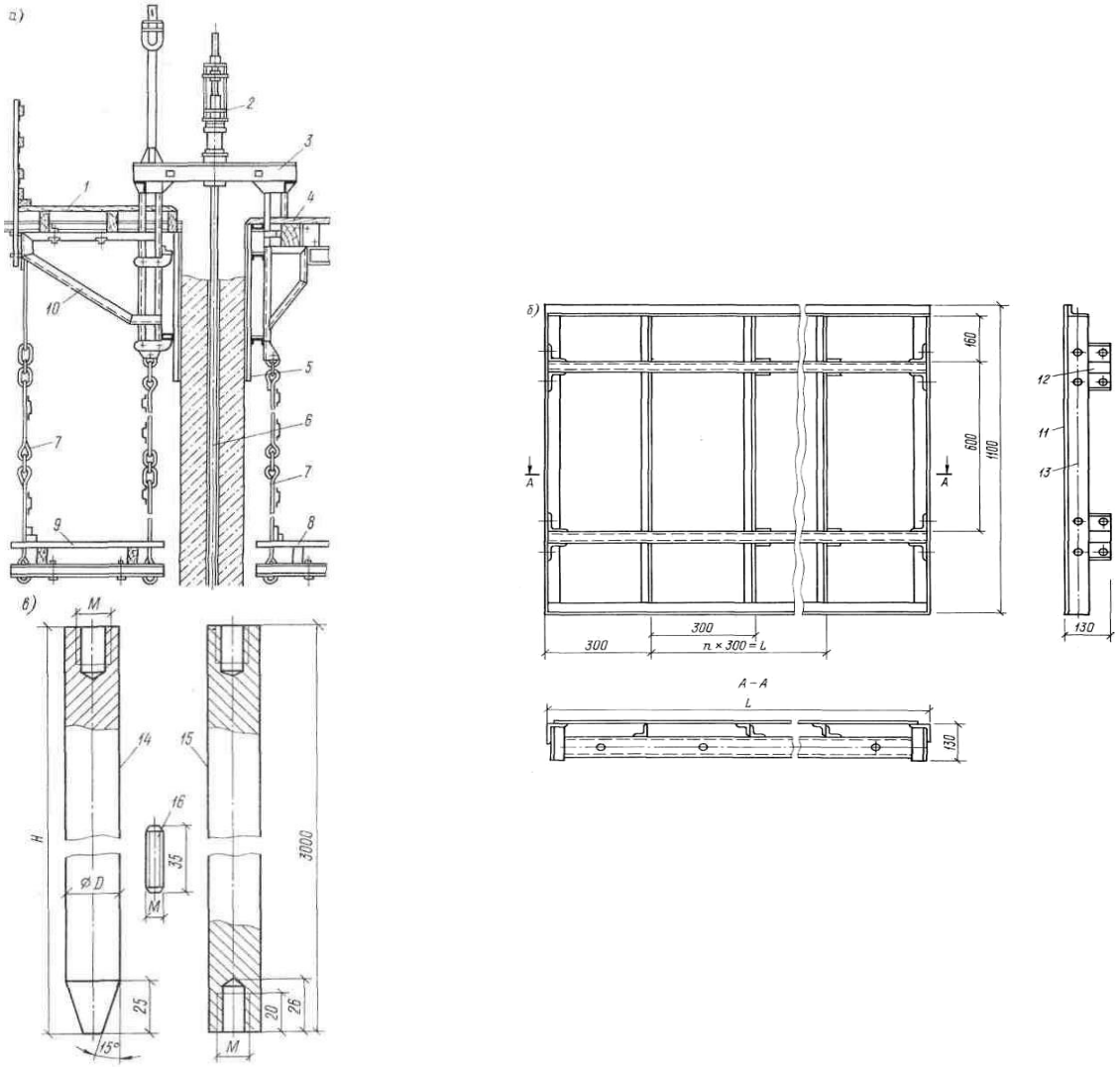


Рис. 6.21. Ковзна опалубка:

а - загальний вигляд опалубки; б - щит ковзної опалубки; в - домкратні стрижні;
1 - зовнішні підмощування; 2 - гідродомкрат з регулятором горизонтальності; 3 - домкратні рами; 4 - робоча підлога; 5 - щит опалубки; 6 - домкратний стрижень; 7 - підвіски; 8 - внутрішні підмощування; 9 - зовнішні підмощування; 10 - кронштейн; 11 - палуба; 12 - кронштейн для кріплення домкратної рами; 13 - каркас щиту; 14 - стрижні підвісної зарядки; 15 - стрижні послідовної зарядки; 16 - шпилька для з'єднання стрижнів

Спочатку підйом опалубки виконують при заповненні її бетоном на 60-70 см через 2,5-3,5 ч. При цьому суміш повинна зберігати додану їй форму. Після повного заповнення опалубки швидкість підйому доводять до рекомендованої будівельною лабораторією. Кожен наступний шар бетону слід

укладати до початку схоплювання попереднього. Для бетону на портландцементі М400 при температурі зовнішнього повітря 15-20°С швидкість підйому опалубки становить 150-200 мм/ч. Під час підйому ретельно стежать за вертикальністю і горизонтальністю опалубки. При появі відхилень виконують її вирівнювання.

По завершенні робіт щити піднімають вище стін і встановлюють, спираючи їх на підкладки для звільнення домкратів. Після вилучення опорних стрижнів за допомогою реверсивних гідравлічних домкратів виконують розбір опалубки у зворотньому порядку.

Горизонтально-переміщувана опалубка безперервного бетонування протяжних конструкцій найбільш ефективно використовується при великих обсягах робіт (Рис. 6.22). Такий вид опалубки економічно доцільно застосовувати замість щитової переставної опалубки при бетонуванні наступних споруд:

- лінійно-протяжних – з висотою стін до 3 м, площею не менше 200 м^2, висотою 3-6 м і площею більше 180 м^2;

- замкнутих у плані ємнісних споруд – при висоті стін до 3 м і площею не менше 450 м^2, висотою 3-6 м і площею більше 400 м^2.

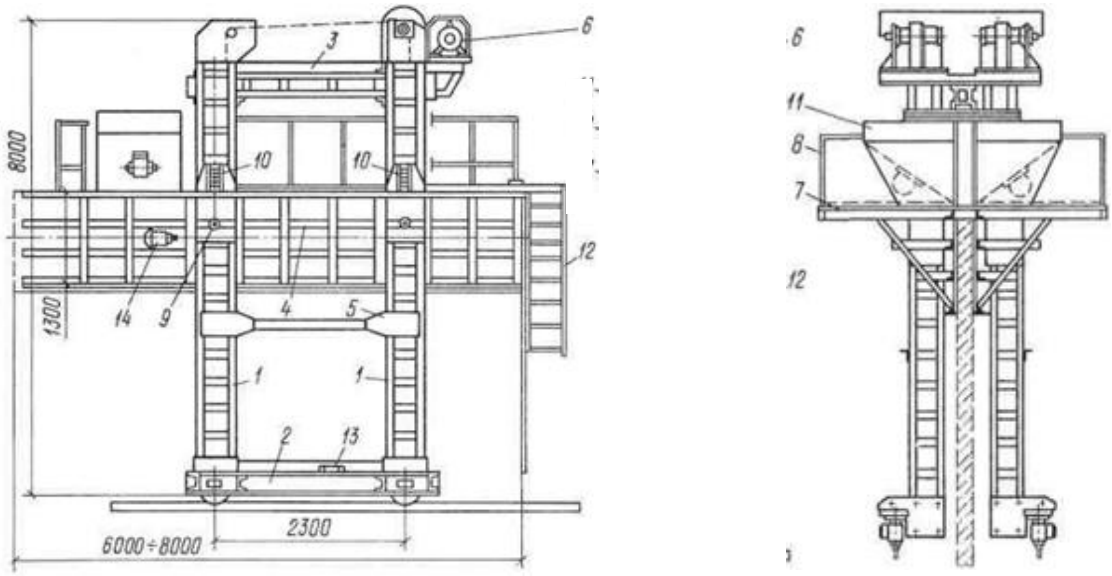


Рис. 6.22. Горизонтально-переміщувана опалубка:
1 - стійка; 2 - візок; 3 - балка; 4 - щит опалубки; 5 - монтажне обладнання; 6 - лебідка для підйому щитів; 7 - настіл; 8 - огорожа; 9 - повзуни; 10 - фіксатори; 11 - бункер; 12 - сходи; 13 - електричний привід; 14 - поверхневий вібратор

Горизонтально-переміщувана опалубка дозволяє бетонувати стіни товщиною 12-60 см. Довжина опалубних щитів становить 6-8 м, висота 1,2-1,5 м. Швидкість горизонтального пересування 6-8 м/ч.

Для переміщення ковзної опалубки в горизонтальному напрямку влаштовуються рейкові шляхи. При зведенні ємкісних споруд рейкові шляхи монтують на попередньо забетоноване днище, в інших випадках – на шпалах по щебеневій основі.

Монтаж опалубки починають з укрупнення двох секцій. Перша з них збирається з візка, двох стійок, опалубного щита і сполучної балки, друга – з тих же елементів, але замість сполучної балки ставиться монтажна балка. Секції встановлюють на рейкові шляхи, розкріпляють і жорстко з'єднують болтами зі сполучної балкою. По верху щитів укладають настил робочих майданчиків і встановлюють решту устаткування.

Після улаштування опалубки у вихідне проектне положення і бетонування на всю висоту через 45-60 хв починають перше пробний її горизонтальний рух. Якщо при цьому бетон не обпливає і немає видимих тріщин, то подальший рух опалубки і укладання бетону йдуть безперервно до закінчення бетонування першого ярусу. На другому і наступних ярусах опалубка повертається у вихідне положення, і процес повторюється.

Після завершення бетонування стіни опалубку розбирають на дві секції і переставляють на рейковий шлях іншої стіни. Демонтаж опалубки проводиться у зворотній послідовності.

Тунельна опалубка є різновидом об'ємно-переставної. Вона являє собою раму, на якій за допомогою важелів і домкратних тяг закріплені криволінійні щити, шарнірно з'єднані між собою (Рис. 6.23). За допомогою домкратів опалубка ставиться в робоче положення з опорою на бетонні уступи, а після бетонування – складається. Рама встановлюється на візках, що переміщаються по рейковому шляху.

Великорозмірний опалубний тунельний блок складається з окремих секцій шириною 130-140 см, які приєднуються один до одного в міру бетонування.

Незнімна (конструктивна) опалубка застосовується для бетонування конструкцій і споруд з простою конфігурацією і великими опалубними поверхнями. Зовнішні грані опалубки встановлюють врівень з гранями конструкцій; внутрішні поверхні повинні бути шорсткими і мати анкерні випуски для надійного зчеплення з бетоном конструкцій.

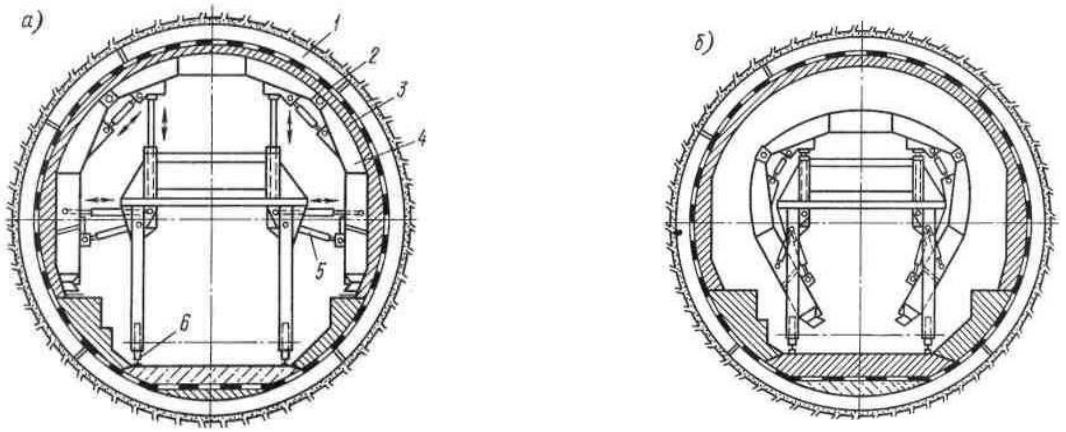


Рис. 6.23. Тунельна опалубка:
а - робоче положення; б - транспортне положення;
1 - залізобетонні тюбінги; 2 - ізоляція; 3 - бетонна поверхня; 4 - конструкція опалубки; 5 - гідроциліндри; 6 - візки

Для забезпечення необхідної жорсткості і стійкості незнімної опалубки протилежні щити конструкції з'єднують скрутками або тяжами. При застосуванні для опалубки тонколистового матеріалу плити кріплять за допомогою зовнішніх сутичок, прогонів, стійок, з'єднаних внутрішніми тяжами (Рис. 6.24).

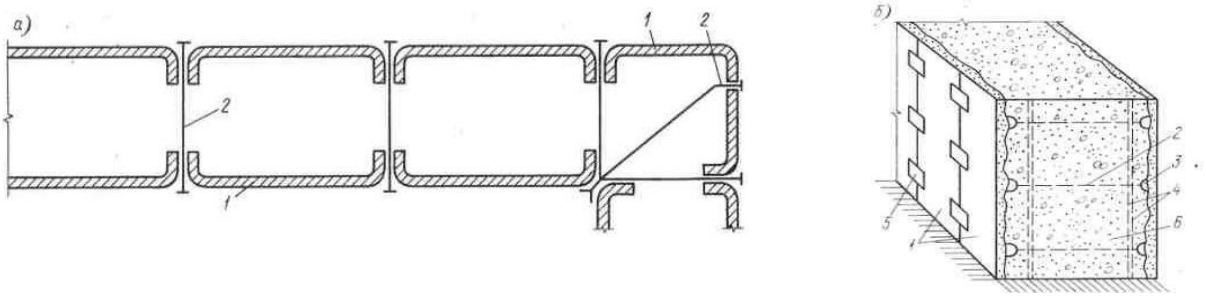


Рис. 6.24. Незнімна (конструктивна) опалубка:
а - з фібробетонних конструкцій; б - із залізобетонних плит;
1 - опалубні плити; 3 - анкерні петлі; 4 - арматура; 5 - з'єднувальні накладки; 6 - бетон

Пневматична опалубка застосовується в основному для зведення склепінних (прольотом 6, 12 і 18 м) і купольних споруд (діаметром 10 м). Застосовують два способи її улаштування: підйом опалубки до бетонування і після бетонування на горизонтально покладеної опалубці. При першому способі опалубку розстеляють на підготовлену основу і щільно кріплять по периметру споруди до фундаментів (Рис. 6.25). Потім повітрям від вентилятора або компресора через зворотній клапан опалубку накачують до розрахункового тиску та прийняття нею проектного положення. Далі встановлюють арматуру і пошарово виконують набризк бетонної суміші або нанесення склоцементу за допомогою пістолета-розпилювача.

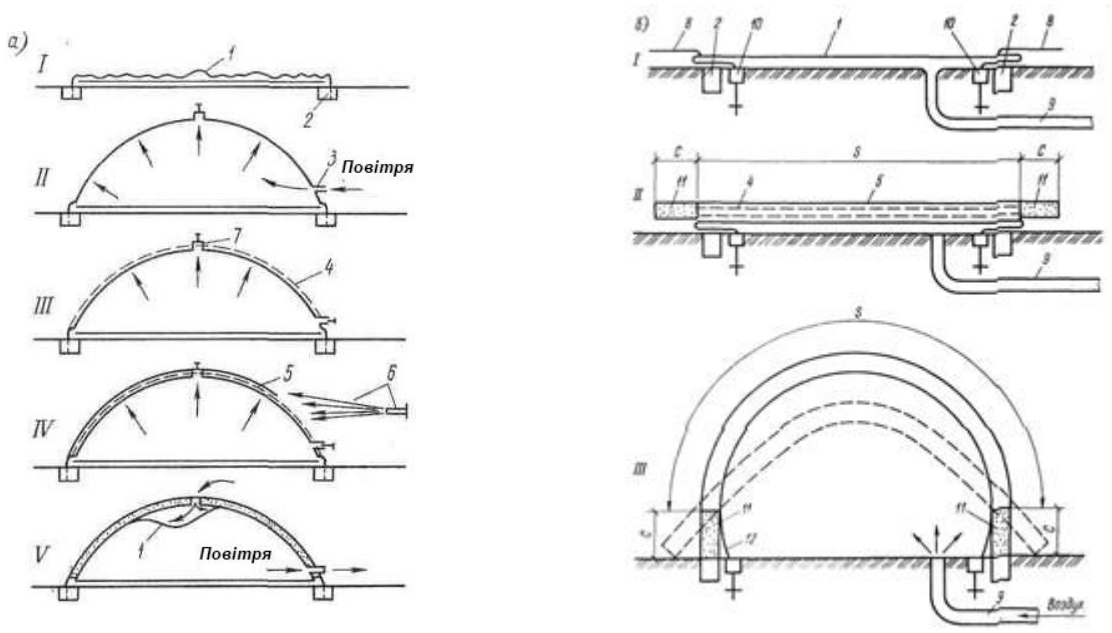


Рис. 6.25. Пневматична опалубка:

а - схема зведення півсфери з набризком бетонної суміші; б - схема зведення зводу з попереднім укладанням бетонної суміші;

1 - розложена опалубка; 2 - опорні фундаменти; 3 - клапан для впуску й випуску повітря; 4 - арматура; 5 - укладена бетонна суміш; 6 - набризк бетону; 7 - впускний клапан; 8 - окрилка; 9 - трубопровід для подачі повітря; 10 - анкеровка опалубки; 11 - ділянки зводу (стіни), бетоновані заздалегідь; 12 - пневмоопалубка;

I, II; II; IV; V - послідовність виконання робіт

Для підвищення стійкості і виключення місцевих деформацій такої опалубки використовують систему вант, які кріплять до її внутрішньої поверхні і розташовують радіально. Розпалубку виконують після набору бетоном розрахункової міцності.

При влаштуванні опалубки після бетонування її розстеляють по контуру фундаменту, потім укладають бетон і опалубку піднімають або влаштовують тільки одну або дві складки за межами фундаменту (Рис. 6.25. б). Бетонну суміш укладають горизонтально, включаючи ділянки відкрилок. Нагнітаючи повітря під опалубку, поступово збільшують тиск. При підйомі опалубки складки розтягуються і відкрилки займають проектне положення. Для запобігання опливання бетонної суміші застосовують спіральну арматуру і розтягується полотно, яким зверху закривають бетон. При нагнітанні повітря бетон між оболонками обтискається.

Питання для самоперевірки:

1. Що таке опалубка, для чого вона слугує?
2. Типи конструкцій опалубки?
3. Класифікація та область застосування опалубок.
4. Матеріали опалубки.
5. Технологія опалубних робіт.
6. Застосування і обладнання різних типів опалубки для бетонування конструкцій і споруд.

Список літератури:

1. Г.К. Соколов. Технологія та організація будівництва. - М.: Видавничий центр «Академія», 2008. - 528 с.
2. Технологія будівельних процесів // Данилов М.М., Терентьєв О.М., під ред. М.М. Данилова та О.М. Терентьєва. - М.: «Вища школа», 2000 р.
3. Афонін І.А., Євстратов Г.І., Штоль Р.М. «Технологія і організація монтажу спеціальних споруд». Навчальний довідник. - М.: Вища школа, 1986 р.
4. Дикман Л.Г. «Організація і планування будівельного виробництва». - М.: Вища школа, 1988 р.
5. Технологія будівельного виробництва. За редакцією В.К. Чернетка, М.Г. Ярмоленка. Київ: Вища школа, 2002.

Тема № 7. АРМАТУРНІ РОБОТИ

План

7.1. Загальні відомості про арматуру.

7.2. Заготівля арматури.

7.3. Транспортування та влаштування арматурних елементів.

7.4. Види з'єднань арматурних елементів.

7.5. Армування попередньо напружених залізобетонних конструкцій.

§ 7.1. **Загальні відомості** про арматуру

Арматура застосовується для підвищення несучої здатності бетонних конструкцій. Залежно від матеріалу, з якого вона виготовляється, арматура підрозділяється на металеву і неметалеву.

Для виробництва сталевої арматури використовується стрижнева гарячекатана гладка і періодичного профілю сталь діаметром 6-40 мм (поставляється у мотках (бунтах) або прутках), дріт звичайна гладка і періодичного профілю високоміцна періодичного профілю діаметром 3-8 мм (поставляється в мотках (бунтах)) і спіральні арматурні канати (пасма) діаметром 4,5-15 мм (поставляються на котушках (барабанах)). Арматурна сталь розділяється за класами (А-1, А-П, А-Ш та ін.) Залежно від механічних властивостей і всередині кожного класу – за марками (СтЗ, 18Г2С та ін.) Залежно від її хімічного складу.

В якості неметалевої арматури можуть використовуватися склопластиковий дріт, скложгут та інші матеріали, а для дисперсного армування – рубане скляне або азбестове волокно.

На будівельний об'єкт надходить арматура у вигляді окремих стрижнів, плоских і просторових каркасів, армоблоків, плоских і рулонних сіток (Рис. 7.1) або арматурна сталь, з якої арматура виготовляється безпосередньо на будівельному майданчику.

За призначенням арматуру підрозділяють на: робочу – для сприйняття в основному розтягуючих або стискаючих зусиль у конструкції; розподільну – для фіксування робочої арматури в залежності від навантажень на них; монтажну – для складання елементів каркасу і утримання всієї арматури в проектному положенні; хомути – для сприйняття тангенціальних навантажень (Рис. 7.1. б, в). В якості різновиду зустрічається листова сталева арматура, яка, крім основних функцій, може виконувати функції опалубки або захисного покриття.

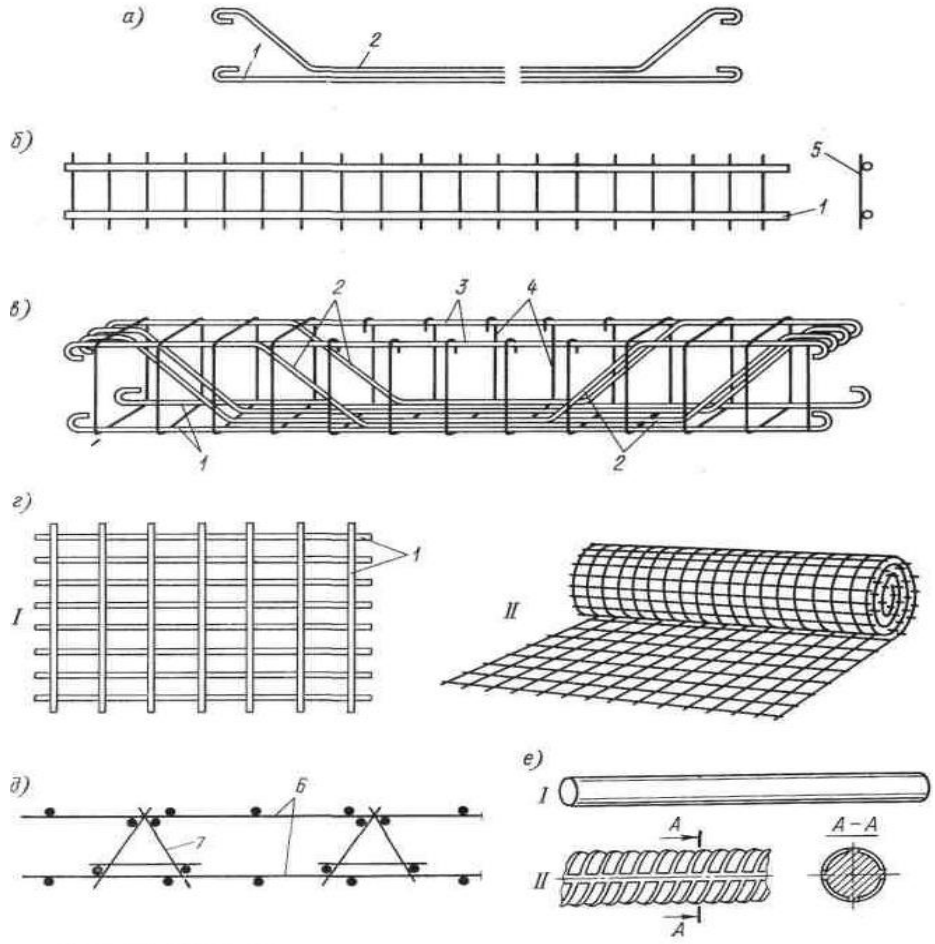


Рис. 7.1. Види арматури:
а - арматурні стрижні; б - плоский каркас; в - просторовий каркас; г - арматурні сітки; I - плоский; II - періодичний профіль;
1 - робочі стрижні прямі; 2 - те ж, відігнуті; 3 - монтажні стрижні; 4 - хомути; 5 - розподільні стрижні; 6 - сітки; 7 - просторовий каркас

За принципом роботи в залізобетонній конструкції розрізняють арматуру ненапружену і попередньо напружену (для більш повного використання її механічних властивостей).

Процес арматурних робіт складається з чотирьох основних етапів: заготівля арматурних елементів; транспортування арматурних заготовок і сталі; улаштування арматури в проектне положення; контроль та приймання змонтованої арматури.

§ 7.2. Заготівля арматури

В основному конструктивні елементи арматури виготовляють централізовано в арматурних цехах підприємств будіндустрії або на районних заводах, і у вигляді товарної продукції поставляють на будівельні об'єкти. Розміри арматурних елементів призначають, згідно проекту, з урахуванням умов транспортування, виду транспортних засобів, габаритів і маси елементів.

При прийманні арматурної сталі на будівельному майданчику для виготовлення арматури на місці необхідно за накладною перевірити відповідність діаметру та виду арматурної сталі вимогам проекту і сортаменту (за ДСТУ).

Процес заготівлі арматурних стержнів складається з наступних операцій: випрямлення, очищення, різання, гнуття і зварювання стиків арматури.

Очищення арматурної сталі від іржі і бруду виконують електрощітками або ручними сталевими щітками.

Стрижневу арматуру виправляють як на верстатах, так і вручну, використовуючи для цього сталеві плити з упорами (Рис. 7.2). Арматуру в мотках насаджують на вертушки і розмотують, подаючи в правильно-відрізний верстат (Рис. 7.2. в). Різання стрижневої арматури діаметром до 10 мм виконують ручними ножицями, діаметром до 40 мм – на приводних верстатах. Повна довжина стрижня, що відрізається визначається по розмітці ділянок арматури з урахуванням деякого розтягування сталі в місцях вигинів. Таке подовження приймається приблизно рівним: для відгину під кутом 90° – одному діаметру, 45° – половині діаметра, 180° – півтора діаметри стрижня.

Вигинають арматурні стрижні в холодному стані на згинальному верстаті з обертовим робочим диском і змінними центральним і згинаючим пальцями (Рис. 7.2. г).

Для стикування арматурних стержнів по довжині може застосовуватися зварювання: контактне стикове, електродугове одноелектродне, багатоелектродна ванна, електрошлакове, за допомогою голого легованого і порошкового дроту. Контактна стикова зварка здійснюється способом оплавлення або оплавлення з підігрівом торців арматурних стрижнів на контактних стикових машинах з напівавтоматичним або ручним приводом механізму для притиснення торців стрижнів.

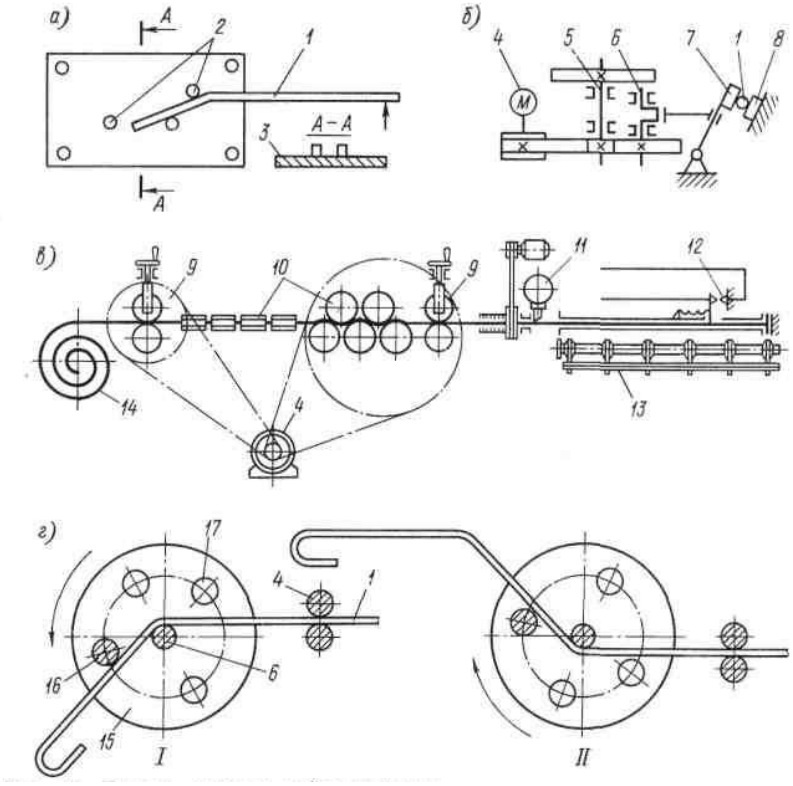


Рис. 7.2. Правка, різка і гнуття арматури:

а - пристосування для правки арматурних стрижнів; б - схема станку с електромеханічним приводом для різки арматурної сталі; в - схема правильно-відрізного станку; г - схема гнуття стрижнів на механічному станку (I і II - стаді стадії роботи);

1 - арматурний стрижень; 2 - упорні пальці; 3 - нерухома основа; 4 - електродвигун; 5 - приводний вал; 6 - колінчатий вал; 7-8 - рухомий і нерухомий ножі ; 9 - тянучі ролики; 10 - пристрій для правки; 11 - важільні ножі; 12 - вимикач вимірювання довжини стрижню; 13 - прийомний пристрій відрізаних прутків; 14 - моток арматурної сталі; 15 - диск; 16 - зйомний палець; 17 - отвір для пальців

Економічніше й надійніше зварювання тертям з використанням спеціальних машин, що дозволяють зварювати арматурні стрижні діаметром більше 10 мм.

§ 7.3. Транспортування та влаштування арматурних елементів

Арматуру на будівельний майданчик перевозять автомобільним і залізничним транспортом. Вантажно-розвантажувальні роботи і транспортування повинні забезпечувати повну схоронність арматурних елементів і з'єднань стрижнів. Арматура поставляється комплектно на кожен конструктивний елемент і складається на приоб'єктному складі або складально-комплектувальній ділянці. Доставлену арматуру оглядають, перевіряють наявність бирок, де повинні бути вказані марка і кількість однотипних елементів, а також документів, у яких виробник гарантує відповідність виробів і з'єднань проекту.

На приоб'єктному складі за необхідністю роблять укрупнювальне збирання арматурних елементів і розмітку (фарбою) стропувальних місць. До місця монтажу арматурні елементи повинні доставлятися транспортними засобами в обсязі, як правило, на всю конструкцію або частинами згідно вимог проекту виробництва арматурних робіт.

Армування конструкцій окремими стрижнями здійснюють, враховуючи просторове положення арматури в конструкції (колони, балки, плити і т. д.). Майже у всіх варіантах монтаж арматури починається з улаштування робочих стрижнів.

При армуванні колон спочатку встановлюються і закріплюються вертикальні робочі стрижні з приєднанням нижніх кінців до випусків і об'єднанням їх хомутами. Далі знизу вгору ставлять інші хомути і фіксують вертикальні стрижні. При такому армуванні дві сторони опалубки колони залишають відкритими.

При армуванні балок, прогонів, ригелів та інших конструкцій при висоті їх до 60 см збірку арматурного каркасу виконують на прокладках або козелка

над коробом опалубки, починаючи з розкладки нижніх робочих стрижнів і улаштування хомутів. Потім зібрану частину повертають на 180° робочими стрижнями униз, а хомутами вгору і встановлюють верхні робочі і монтажні стрижні. Готовий каркас опускають у короб. При висоті конструкцій більше 60 см збірку каркасу виконують на основі короба з відкритою однієї зі сторін опалубки.

Армування плит, днищ та інших подібних конструкцій починають з розмітки крейдою на основі положення поздовжніх і поперечних стрижнів. Потім розкладають стрижні і з'єднують їх між собою. Готову сітку піднімають на підкладки для забезпечення захисного шару. При подвійному армуванні другу сітку збирають аналогічно нижньої.

Армування конструкцій сітками і плоскими каркасами здійснюють, використовуючи крани, які забезпечують подачу пакетів арматури безпосередньо до конструкції, а при масі елементів понад 100 кг – їхню укладку в проектне положення. Плоскі арматурні каркаси встановлюються в опалубку і з'єднуються між собою розподільною арматурою. Рулонні або плоскі сітки встановлюють в опалубку і закріплюють у проектне положення. Стики сіток в основному виконуються внакладку. У напрямку робочих стрижнів накладка сіток з гладких круглих стрижнів становить л ≥ 250 мм з розташуванням в зоні стику не менше двох поперечних стрижнів. У сітках зі стрижнів періодичного профілю наявність поперечних стрижнів в зоні стику необов'язкова, але довжина накладки дорівнює 5-ти діаметрам робочих стрижнів. У напрямку розподільних стрижнів сітки можуть укладатися або без накладки або внакладку, або з улаштуванням додаткової сітки, що перекриває місце з'єднання основних сіток.

Армування конструкцій просторовими каркасами і армоблоками проводиться шляхом їх укладання в повністю або частково встановлену опалубку. Попередньо виправляють і вивіряють за проектом арматурні випуски основи і наносять розбивочні вісі. Потім краном за допомогою стропів або траверс піднімають армоелементи, встановлюють їх в проектне

положення за заздалегідь виконаною розміткою, вивіряють і тимчасово закріплюють розтяжками. Після цього підганяють і з'єднують арматурні випуски і звільняють стропи крану.

При армуванні конструкцій необхідно забезпечувати необхідну товщину захисного шару. У якості його фіксаторів використовуються прямокутні плитки з бетону або розчину, арматурні упори, підставки, подовжені поперечні (горизонтальні і вертикальні) стрижні та ін. Основна вимога до фіксаторів – зберегти проектне положення арматури в опалубці при укладанні та ущільненні бетонної суміші.

Після улаштування арматури виконують її приймання, яке включає візуальний огляд, інструментальну перевірку розмірів і встановлення їх відповідності проекту. Зварні стики і шви перевіряють візуально і вибірковими випробуваннями. Приймання оформлюється актом на приховані роботи.

§ 7.4. Види з'єднань арматурних елементів

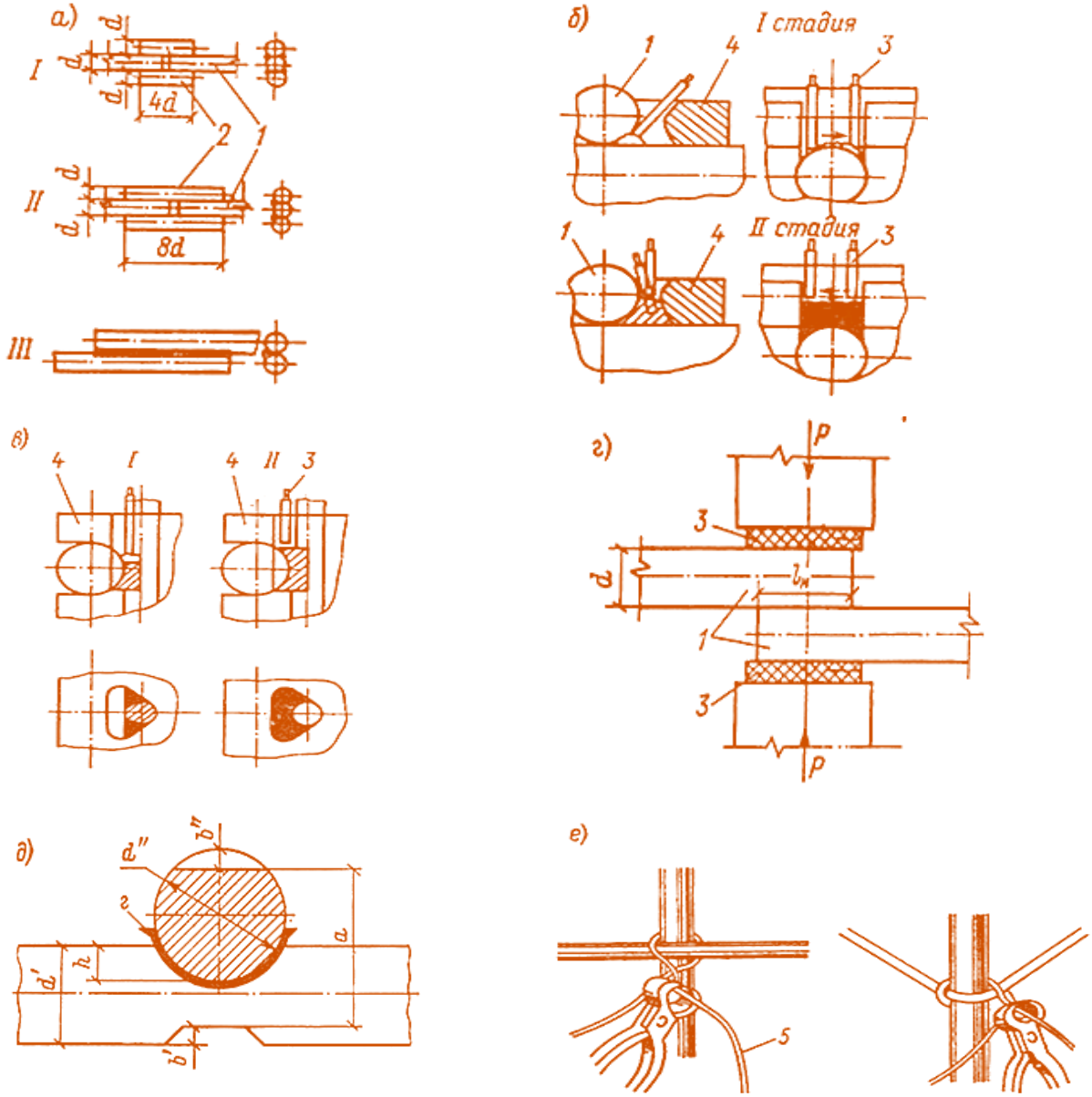
Арматурні стрижні, сітки, каркаси та інші елементи при улаштуванні в конструкцію з'єднуються між собою на зварці (електродугова та контактна), зв'язуються дротом, закріплюються пружинними фіксаторами.

З'єднання стрижнів по довжині електродуговим зварюванням (крім стикового ванного зварювання) роблять внакладку або з накладками (Рис. 7.3). З'єднання внакладку з одно- або двостороннім зварюванням швів застосовується для арматури діаметром не менше 20 мм. Загальна довжина шва визначається за розрахунком. З'єднання з накладками використовується практично для всіх діаметрів арматури.

Для виконання хрестоподібних з'єднань арматурних стрижнів, діаметром більше 10 мм, застосовують ручне дугове електрозварювання в мідних або графітових формуючих елементах (Рис. 7.3. б).

Контактне зварювання виконується для з'єднання арматурних стрижнів як по довжині, так і впоперек. При з'єднанні по довжині кінці стрижнів

накладаються один на інший внакладку на 1-1,5 діаметра арматури і потім у процесі зварювання осаджують до співвісного положення стрижнів (Рис. 7.3. г). При хрестоподібному з'єднанні величина осідання стрижнів близько 0,5 діаметра стрижня з меншою площею (Рис. 7.3. д). Контактне зварювання виконують за допомогою мобільних стикових машин.



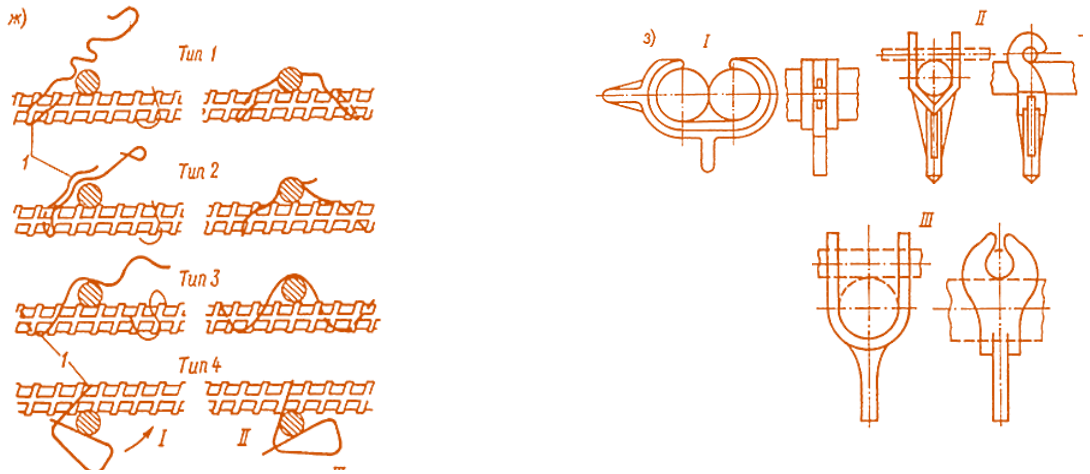


Рис. 7.3. Способи з'єднання арматурних стрижнів:

Способи з'єднання арматурних стержнів: а - стикування стрижнів ручним зварюванням: I - з накладками і двосторонніми швами; II - те ж, з односторонніми швами; III - внаклад; б - дугове зварювання з примусовим формуванням шву хрестоподібних горизонтальних з'єднань стрижнів; в - те ж, горизонтального з вертикальним; г - контактне точкове зварювання при з'єднанні стрижнів внахлест; д - те ж, при хрестоподібному з'єднанні;
е - в'язка дротом перетинань стрижнів: I - на початку зварювання: II - те ж, в кінці;
1 - стрижні, що з'єднуються; 2 - круглі накладки; 3 - електроди; 4 - інвентарні (мідні або графітові) форми; 5 - в'язальний дріт; ж - з'єднання стрижнів в перетинах пружинними фіксаторами: 1 - заведенням фіксатору; II - фіксатор в робочому положенні; I - пружинні фіксатори; з - пластмасові фіксатори: I - з'єднання паралельних стрижнів; II, III - те ж,стрижнів, що перетинаються. Умовні позначення: h - величина осаду стрижнів; а - товщина з'єднання; в'і в"- вм'ятини відповідно нижнього і верхнього стрижнів; г - грат; d' і d" - діаметри відповідно нижнього і верхнього стрижнів, що зварюються; lн - довжина накладу

Ручну в'язку арматури дротом застосовують при невеликих обсягах робіт або у випадках, коли контактне і дугове електрозварювання не допускаються. Дротяні вузли в'яжуть за допомогою арматурних кусачок або гачками (Рис. 7.3. е). Для в'язки використовується м'який дріт, діаметром близько 1 мм (Рис. 7.4).



Рис. 7.4. В'язка арматури сталевим дротом:

а - послідовність в'язки гачком; б - гачок; в - акумуляторний дротяний пістолет-автомат для в'язки арматури; г - готове з'єднання, виконане пістолетом-автоматом

Для прискорення з'єднання стрижнів застосовуються пружинні дротові фіксатори, діаметром 1,6-2,8 мм, за їх допомогою виконуються одно- і двосторонні з'єднання (Рис. 7.3. ж).

Сутність ванного способу зварювання полягає в тому, що електричну дугу збуджують між торцями стрижнів, що зварюються, за допомогою електродів (Рис. 7.5). Теплота, що виділяється, розплавляє метал з торців стрижнів і з електроду, в результаті чого створюється ванна розплавленого металу. Проміжок між стрижнями приймається рівним 1,5-2 діаметри електроду з покриттям. Для утворення ванни використовують інвентарні мідні форми і сталеві скоби-підкладки.

Спосіб має ряд переваг в порівнянні з іншими видами дугового зварювання – зменшується витрата металу на стик, знижується витрата електродів і електроенергії, а також трудомісткість і собівартість. Ванне зварювання застосовується для стрижнів діаметром від 20 до 80 мм.

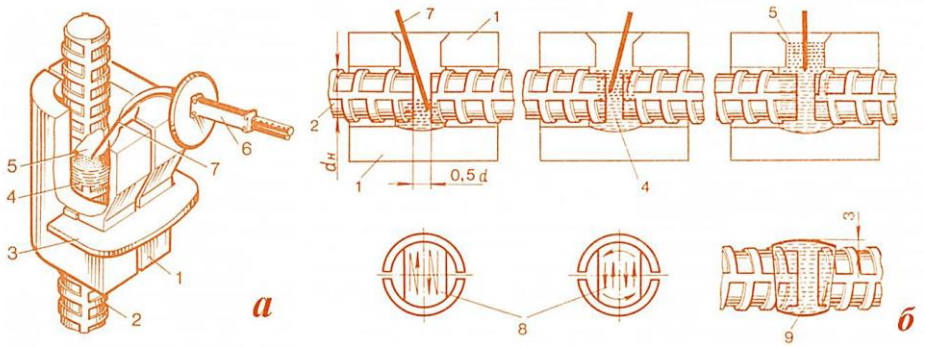


Рис. 7.5. Напівавтоматичне ванне зварювання арматурних стиків:
а - вертикального; б - горизонтального;
1 - напівформи; 2 - стрижні арматури; 3 - скоби; 4 - розплав металу; 5 - шлакова ванна; 6 - тримач; 7 - електродний дріт; 8 - напрямки руху зварювального дроту; 9 - стик

При дуговому зварюванні один з провідників струму приєднаний до зварюваних деталей, а інший – до електрода, затиснутого в електродотримачі. Після включення струму зварювальник дотикається електродом місця зварювання, замикаючи при цьому ланцюг, і відразу ж відводить електрод від деталі на 2-4 мм. Дуга, що утворюється, розплавляє стрижень електроду і частково деталі, що зварюються, метал яких з'єднується з металом електроду (рис.7.5, а). Температура на кінці металевого електроду досягає 2100°С, на

зварювальних елементах – 2300°С, в центрі дугового стовпа – близько 5000-6000°С.

Різьбові з'єднання арматури – конструкції з конічною різьбою – механічні з'єднання, призначені для стикування стрижневої арматури періодичного профілю діаметром від 12 до 40 мм класів А500С і А400 (А-III). Механічні з'єднання такого типу забезпечують рівноміцні стики як в з'єднаннях арматури одного діаметру, так і в з'єднаннях стрижнів різного діаметра. З'єднання здійснюються на спеціальному обладнанні за допомогою нарізки конічної різьби на кінцях арматурних стрижнів і їх об'єднання за допомогою готових муфт, які мають відповідне стрижням різьблення (Рис. 7.6. а). Послуги з нарізки різьблення на кінцях стрижнів представляється деякими виробниками арматури. Можна скористатися компактними різьбонарізними пристроями і встановити їх в арматурних майстернях або на самому будмайданчику.

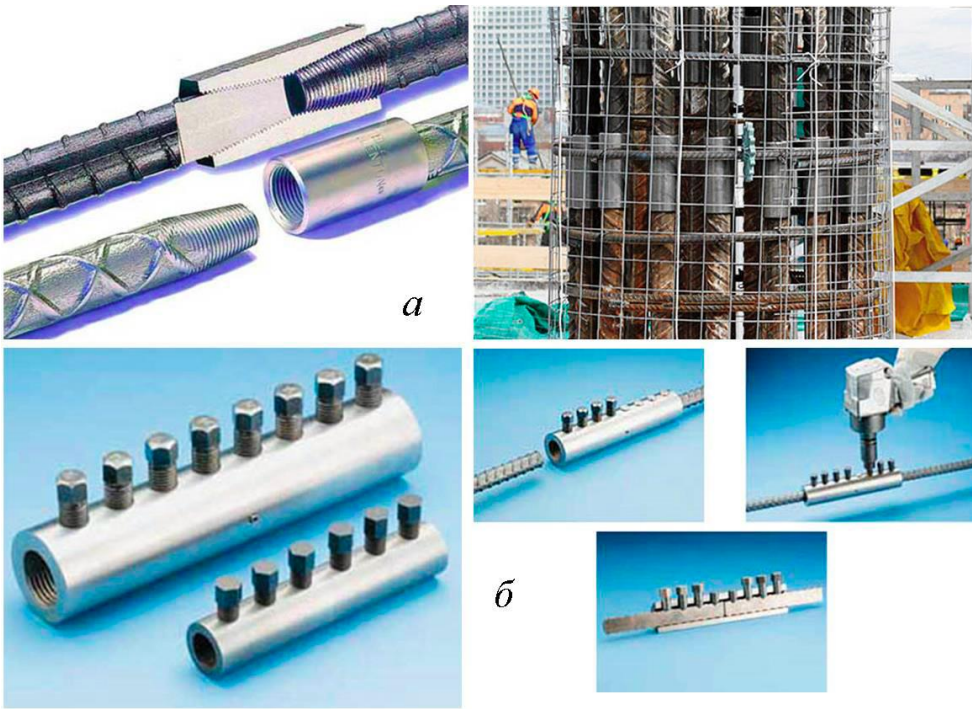


Рис.7.6. Поздовжнє з'єднання арматури:
а - муфтами з конічним різьбленням; б - гвинтовими муфтами

Гвинтові муфти забезпечують швидкий і простий монтаж арматури на будмайданчику, оскільки не вимагають спеціальної обробки кінців стрижнів. Муфти можуть монтуватися за допомогою стандартного гайкового ключа,

електричного або пневматичного гайковерта. Після досягнення необхідного ступеню затягування головки болтів зрізаються автоматично, що значно полегшує візуальний контроль з'єднань. Муфти випускаються для з'єднання арматурних стрижнів діаметром від 10 до 40 мм.

Великими перевагами володіє механічне з'єднання арматури за допомогою обтискних муфт. Кінці арматури з'єднуються поперечною деформацією спеціальних муфт. Для роботи з ручними обтискними пресами не потрібні висококваліфіковані зварники, істотно скорочуються витрати на електроенергію, підвищується продуктивність праці. За зміну бригада з двох чоловік, використовуючи обтискний прес, виконує в 3,5 рази більше з'єднань арматурних стрижнів, ніж зварювальник, що застосовує метод ванного зварювання. Не має потреби в додатковому обладнанні для підготовки арматурних стрижнів.

З'єднання арматури відбувається за допомогою суцільнокатаних гільз, призначених для холодного штампування в спеціальних пресах: стики обтискаються до тих пір, поки гільзи не приймають форму стрижнів (Рис. 7.7). Оскільки гільзи та арматура зроблені з різних матеріалів і мають різний ступінь щільності і піддатливості формуванню, то необхідний додатковий контроль якості стику.



Рис. 7.7. З'єднання арматури з використанням обтискних пресів

Механічні з'єднання можуть бути застосовані в залізобетонних конструкціях, де зварювання і з'єднання внапуск неприпустимі.

§ 7.5. Армування попередньо напружених залізобетонних конструкцій

Для армування конструкцій застосовують стрижні, дріт і пакети з нього, дротяні пучки і канати. Використовують два способи натягу арматури: натяг на упори і натяг на бетон. В умовах будівельного майданчику найчастіше виконують натяг на бетон. При цьому способі застосовують арматуру з пучків дротів.

Для закріплення дротяної арматури використовують анкери різної конструкції: конічний, гільзовий, склянковий і глухий (Рис. 7.8). Для пропуску арматури в процесі бетонування конструкції влаштовують канали діаметром на 10-15 мм більше діаметра арматурного пучка. При великорозмірних конструкціях канали виконують шляхом закладки сталевих тонкостінних труб, що залишаються в бетоні. Після набору бетоном проектної міцності в канали простягають арматуру і виконують натяг її гідравлічними домкратами одиночної або подвійної дії (Рис. 7.8. д, е). При використанні гідродомкрату одиночної дії один кінець арматурного пучка запресовують в склянковий анкер 4, а протилежний – в анкер будь-якої конструкції. Анкер 4 за допомогою муфти 3 з'єднують з рухомим штоком поршня 2, який при створенні тиску передає зусилля натягу арматурному пучку. У процесі натягу арматури в утворюваний простір між обмежувальною шайбою і стінкою залізобетонної конструкції забивають сталеві клини або вставляють шайби-скоби. При досягненні необхідного натягу арматури домкрат і півкільця анкеру знімають.

У разі використання гідродомкратів подвійної дії на дротяний пучок надягають металеву шайбу з конічним отвором, в яку впирається домкрат. Кінці проволоки закріплюють в кільцевому захопленні 12. При створенні тиску в циліндрі 1 відбувається натягнення арматурного пучка. По досягненні проектного натягу пучка приступають до його закріплення. Для цього створюють тиск в циліндрі 7 і поршнем 11 через шток в отвір шайби запресовують конусну пробку 10 і тим самим закріплюють дротяний пучок. Після зняття домкрату зусилля натягу передається через шайбу на бетон.

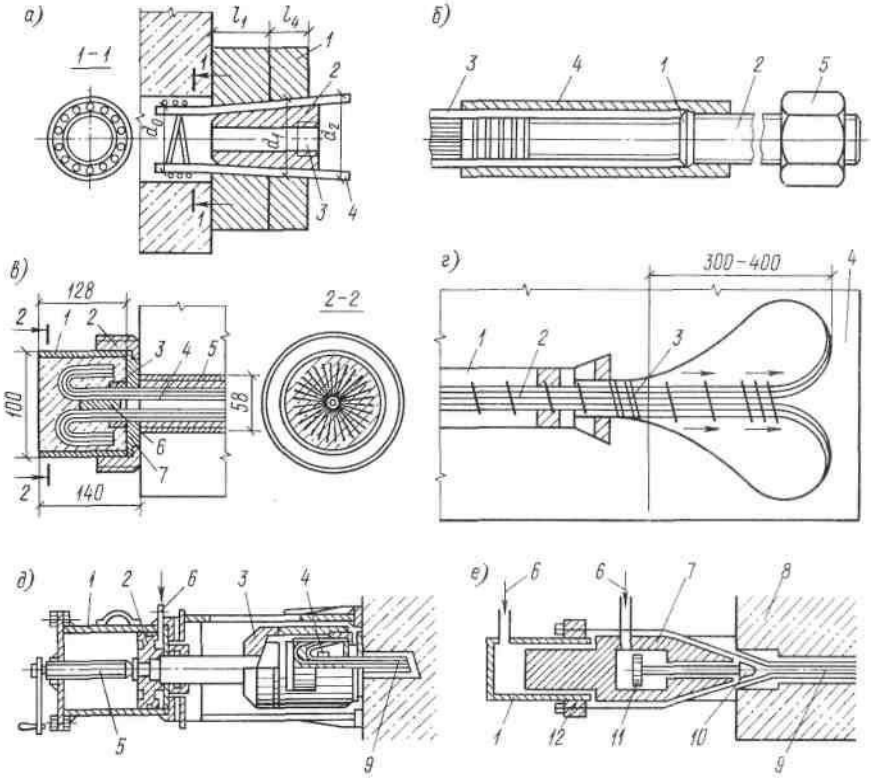


Рис. 7.8. Пристосування для закріплення і натяжки пучкової арматури
а - конічний анкер (1 - плита; 2 - анкерна пробка; 3 - отвір для нагнітання розчину; 4 - кінці проволоки); б - гільзовий анкер (1 - утовщення на стрижні; 2 - стрижень (болт); 3 - кінці проволок; 4 - гільза; 5 - гайка); в - стаканний анкер; д, е - гідравлічні домкрати одиночної або подвійної дії

При довжині арматури до 10 м натяг її виконують з одного кінця, при довжині більше 10 м – з двох кінців.

Для забезпечення монолітності конструкції і захисту арматури від корозії канал замонолічують, нагнітаючи в нього цементний розчин не нижче М300.

Для попереднього натягу арматури резервуарів, силосів та інших циліндричних спорудженнь використовують спеціальні навивальні машини, які обтягують арматурою стінки споруд зовні після набору бетоном проектної міцності. Для захисту арматури після її навивки зовнішні поверхні стін торкретують або обштукатурюють високоміцним цементним розчином.

Питання для самоперевірки:

1. Види арматурних елементів

2. Транспортування і влаштування арматурних елементів.

3. Способи з'єднання арматурних стрижнів.

4. Способи натягу арматури.

Список літератури:

1. Г.К. Соколов. Технологія та організація будівництва. - М.: Видавничий центр «Академія», 2008. - 528 с.
2. Технологія будівельних процесів // Данилов М.М., Терентьєв О.М., під ред. М.М. Данилова та О.М. Терентьєва. - М.: «Вища школа», 2000 р.
3. Афонін І.А., Євстратов Г.І., Штоль Р.М. «Технологія і організація монтажу спеціальних споруд». Навчальний довідник. - М.: Вища школа, 1986 р.
4. Дикман Л.Г. «Організація і планування будівельного виробництва». - М.: Вища школа, 1988 р.
5. Технологія будівельного виробництва. За редакцією В.К. Чернетка, М.Г. Ярмоленка. Київ: Вища школа, 2002.

Тема № 8. ПРИГОТУВАННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ

План

8.1. Приготування бетонної суміші.

8.2. Виготовлення і транспортування бетонної суміші до об’єкту.

8.2.1. Мобільні бетонні заводи.

8.2.2. Механізація транспортування суміші.

8.3. Механізація подачі та розподілу суміші.

8.4. Трубопровідний транспорт

§ 8.1. Приготування бетонної суміші

Процес приготування бетонної суміші складається з наступних операцій: транспортування зі складу заповнювачів і цементу, подача установками води

до камер змішувачів, дозування окремих компонентів, їх механічне перемішування і видача готової бетонної суміші на транспортні засоби для подачі її до місць укладання. Основною операцією при приготуванні бетонної суміші є механічне перемішування її складових частин.

Якщо перевести усереднені вагові частки компонентів 1 м^3 готової бетонної суміші в об'ємні:

• цемент 0,25 м^3 – 330 кг (насипна щільність цементу в середньому 1300 кг/м^3);

• вода 0,18 м^3 – 180 літрів;

• щебінь 0,9 м^3 – 1250 кг (при насипній щільності 1350 кг/м^3);

• пісок 0,43 м^3 – 600 кг (при насипній щільності 1400 кг/м^3),

отримаємо загальний обсяг 1,76 м^3. Виникає питання. Як же це все вміщується в один куб бетону? При перемішуванні і подальшому вібруванні ми отримуємо абсолютно щільну субстанцію. Всі пори і порожнечі будуть заміщені наповнювачами, які щільно прилягають один до одного. Якщо бетонну суміш не чіпати, вона досить швидко починає тверднути (тужавіти). В перші декілька хвилини твердіння при вібрації, перемішуванні, бетон знову переходить в пластичний стан (тиксотропія[2]), при припиненні впливу – він знову почне перетворюватися в щільну пружну масу. Проте цього не слід виконувати.

[2] Тиксотропія (тиксотропність) (від грец. Thixis – дотик і trope – зміна) – здатність субстанції зменшувати в'язкість (розріджуватися) від механічного впливу і збільшувати в'язкість (згущуватися) в стані спокою.

Міцність (марка) щебеню повинна бути приблизно в 2 рази більше розрахункової марки бетону через те, що проектна (28 добова) марка бетону – завжди значно нижче, ніж його реальна міцність, яку він набере через півроку або рік. Міцність щебеню – не росте з часом. Таким чином їх нівелюють.

Основні види щебеню:

• **вапняк**. Середня міцність (марка) М500-600. Окремі види вапнякових наповнювачів (до М800) цілком придатні для виготовлення бетону марки

М350, але маючи на увазі більш низьку його морозостійкіть, вапняк як правило використовують для виробництва бетонів марок М100-300.

• **гравій.** Міцність основних видів гравію М800-1000 достатня для виготовлення марки бетону до М450 (як правило, не вище М400).

• **гранітний щебінь.** Найпоширеніший вид наповнювача. Володіє всіма якостями, необхідними для отримання більшості бетонних сумішей. Наймічніший (до М1400-1600) з наповнювачів, має більш низьке водопоглинання і внаслідок цього – підвищену морозостійкість.

На сьогоднішній день в світі виробляється близько 800 видів добавок в бетон, кожна з яких надає бетону певні властивості і має конкретне призначення. Їх можна умовно розділити на групи:

■ **добавки, що регулюють основні властивості суміші**, такі як рухливість, пластичність, водоутримання, пороутворення тощо;

■ **добавки, що регулюють збереженість бетонної суміші** і відповідають **за швидкість затвердіння бетону (швидкість схоплювання цементу)**, в основному, впливають на процес гідратації на початковій стадії схоплювання, тверднення і набору міцності бетону;

■ **добавки для надання залізобетону спеціальних властивостей**: полімерні, біоцидні тощо;

■ **противоморозні добавки**, що дозволяють виконувати бетонування при мінусових температурах;

■ **добавки, що підвищують міцність, морозостійкість, корозійну стійкість**;

■ **інгібітори корозії сталі**. Сталева арматура, що входить до складу монолітного залізобетону, схильна до руйнівної дії агресивних середовищ, в яких доводиться працювати багатьом залізобетонним конструкціям;

■ добавки, що надають цементним розчинам розширюючих властивостей, знижують усадку, підвищують тріщиностійкість, що створюють самонапружені монолітні залізобетонні конструкції;

■ фарбувальні добавки – пігменти для бетону;

■ добавки для гідроізоляції, до яких можна віднести різні кольматуючі добавки, гідрофобізатори та інші засоби, що знижують водопроникність бетонної конструкції;

■ поризуючі добавки для легких бетонів, що сприяють цілеспрямованому утворенню в тілі бетону повітряних або інших газоподібних комірок: газоутворюючі, повітряутримуючі, піноутворюючі тощо.

■ армуючі добавки (фібра) – волокна різного складу і дрібнорозмірні металеві обрізки (Табл. 8.1). Завдяки їм істотно поліпшуються міцнісні і якісні характеристики будівельних бетонів і розчинів. Вони виступають повноцінною заміною протиусадочних сіток. Волокна рівномірно розподіляються в бетоні (розчині) на будь-якій стадії його створення і практично непомітні після затвердіння. При додаванні в бетон армуючих волокон, він набуває підвищену міцність на розтягнення при згині, поліпшені характеристики морозостійкості і хімічної стійкості і більш низьку водопроникність.

Таблиця 8.1

Властивості армуючих добавок (фібр) для бетону

Матеріал фібри	**Щільність, г/см^3**	**Модуль пружності, МПа**	**Міцність на розтягнення, МПа**	**Подовження при розриві,%**
Поліпропіленова	0,9	3500–8000	400–700	10–25
Поліамідна	0,9	1900–2000	720–750	24–25
Поліетиленова	0,95	1400–4200	600–720	10–12
Акрилова	1,1	2100–2150	210–420	25–45
Нейлонова	1,1	4200–4500	770–840	16–20
Віскозна надміцна	1,2	5600–5800	660–700	14–16
Поліефірна	1,4	8400–8600	730–780	11–13
Хлопкова	1,5	4900–5100	420–700	3–10
Карбонова	1,63	280 000–380 000	1200–4000	2,0–2,2
Вуглецева	2,00	200 000–250 000	2000–3500	1,0–1,6
Скляна	2,60	7000–8000	1800–3850	1,5–3,5
Асбестова	2,60	68 000–70 000	910–3100	0,6–0,7
Базальтова	2,60–2,70	7000–11 000	1600–3200	1,4–3,6
Стальна	7,80	190 000–210 000	600–3150	3–4

Товарний бетон маркується літерними і цифровими індексами: марка – М, клас – С, рухливість (легкоукладальність) – П, водонепроникність – W, морозостійкість – F.

Бетонна суміш готується відповідно до заданої за проектом марки бетону і з пропонованими до нього вимогами по водонепроникності, морозостійкості і збереженню механічних властивостей в агресивних середовищах. Крім цього, бетонна суміш повинна володіти певними технічними властивостями, що забезпечують її транспортування та зручність роботи з нею. У цьому відношенні суміш повинна не розшаровуватися і мати певну консистенцію, яка може змінюватися від рідкої до густої і жорсткої. Оцінку консистенції роблять за допомогою стандартного конуса і технічного віскозиметра.

Міра рухливості бетонної суміші визначається осіданням конуса: до 2 см – суміші жорсткі; 2-4 см – малорухливі; 4-15 см – рухливі; більше 15 см – литі.

Легкоукладальність (жорсткість) бетонної суміші визначається на віскозиметрі технічному і становить: більше 200 с – для сумішей особливо жорстких; 30-200 с – для жорстких; 15-30 с – для малорухомих.

Таблиця 8.2

Класифікація бетонної суміші за легкоукладальністю [5, с.191]

Марка за легкоукладальністю	Норма легкоукладальності	
	За жорсткістю, с	За рухливістю, см
П-1	-	4 і менше
П-2	-	5-9
П-3	-	10-15
П-4	-	16 і більше
Ж-4	31 і більше	
Ж-3	21-30	
Ж-2	11-20	
Ж-1	5-10	

Залежно від пропонованих вимог бетони характеризуються:

- За міцністю стискання – класами

Клас бетону	В7,5	В10	В12,5	В15	В20	В25	В30	В35	В40	В45	В50	В55	В60
Орієнтовна марка бетону	М100	-	М150	М200	М250	М300	М400	М450	М500	-	М600	М700	-

- За міцністю на розтяг класами – марками Bt0,8; BTL, 2; BTL, 6; Bt2; Bt2,4; Bt2,8; Bt3,2;

- За морозостійкістю – марками F50; F75; F100; F150; F200; F300; F400; F500;

- За водонепроникністю – марками W2; W4; W6; W8; W12.

Бетонну суміш готують в бетонозмішувачах, які поділяються за способом завантаження компонентів і видачі готової суміші на бетонозмішувачі безперервної дії (завантаження та видача суміші відбуваються безперервно) і циклічно. В останніх, розчленованих по часу завантаження компонентів і виходу суміші, робота відбувається за циклом завантаження – перемішування – вивантаження (до закінчення всього циклу нову порцію матеріалів не завантажують).

Залежно від способу перемішування розрізняють бетонозмішувачі гравітаційні і примусового перемішування.

У гравітаційних бетонозмішувачах барабан змішувача після завантаження в нього компонентів і води починає обертатися. При цьому завантажені в нього матеріали, що захоплюються лопатями, перемішуються. Цей спосіб застосовується для приготування рухомої суміші. Змішувачі примусового перемішування, обладнані лопатями або кулачками, при обертанні яких маса перемішується, застосовуються при приготуванні сумішей малорухомих, жорстких.

Бетонну суміш готують, як правило, на стаціонарних і приоб'єктних бетонних заводах. Постійно діючі стаціонарні заводи випускають товарний бетон для споживачів прилеглих районів. Великі бетонні заводи в комплексі з парком бетонотранспортних коштів постачають бетонною сумішшю будівельні об'єкти, що знаходяться в радіусі до 100 км. Приоб'єктні заводи, які, зазвичай, експлуатуються два-три роки, споруджують збірно-розбірними або з окремих блоків. Збірно-розбірні інвентарні установки доцільні при розташуванні об'єктів за межами радіуса бетонних заводів і незначній потребі

в бетоні (50-70 м^3/добу); такі установки складаються з бетонозмішувачів, вагових дозаторів і складів заповнювачів.

За способом компонування технологічного обладнання та подачі складових суміші бетонні заводи й установки можуть бути одно- і двоступінчастими. На заводах з одноступінчастою схемою прийнятий гравітаційний принцип руху заповнювачів бетону (під дією власної маси) через систему дозаторів до бетонозмішувача. Така схема доцільна при споживанні бетону більш 25-35 м^3/ч.

Інвентарна бетонозмішувальна установка СБ-6Б-11 з одноступінчастою схемою (Рис. 8.1. а) являє собою споруду баштового типу з металевим каркасом (має в плані форму прямокутника) і примикає до нього похилою галереєю для стрічкового конвеєра. Основними складовими частинами такої установки є стрічковий конвеєр, поворотна воронка, елеватор, комплект дозаторів (цементу, заповнювачів і води), витратні бункери і приймальна воронка бетонозмішувача СБ-91, роздаткові бункери. Вежа установки виконана збірно-розбірною, що дозволяє швидко перебазувати її на нове місце. Блокова конструкція установки з двоступеневою схемою значно скорочує тривалість монтажу її на будівельних об'єктах, що важливо при частому перебазуванні.

Бетонозмішувальна установка СБ-134 (Рис. 8.1. б) продуктивністю 20 м^3/год (циклічна, з двоступеневою подачею вихідних матеріалів) призначена для приготування рухомої бетонної суміші при плюсовій температурі зовнішнього повітря. Установка укомплектована сучасним технологічним обладнанням з електро-, гідро- і пневматичним, що забезпечує автоматизацію приготування суміші.

Установка складається з чотирьох блоків: перший блок (змішувально-дозувальний) включає в себе два змішувачи, розподільну воронку, два дозатори (води і цементу) і скіповий підйомник з напрямними; другий блок (склад цементу місткістю 22 м^3) складається з силосу і гвинтового конвеєру; третій блок (склад заповнювачів місткістю 230 м^3) включає в себе секторний

розподільник, на якому змонтовано опорно-поворотний пристрій стрілового скреперу з кабіною, стрілою і ковшем; четвертий блок (дозатор заповнювачів з бункером) розташований під секторним розподільником.

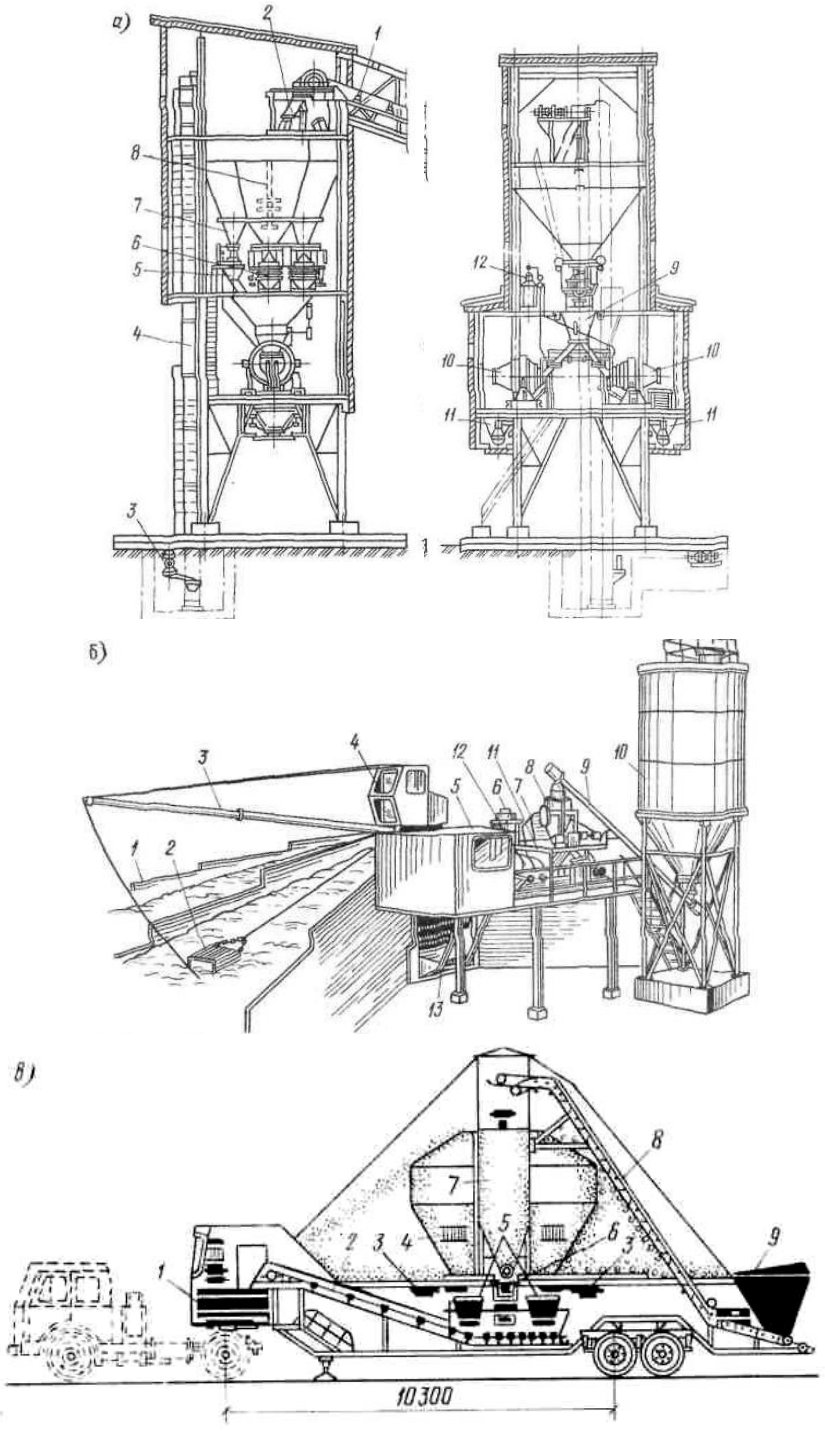


Рис. 8.1. Бетонозмішувальна установка

а - інвентарна бетонозмішувальна установка СБ-6Б-11 з одноступінчастою схемою; б - бетонозмішувальна установка СБ-134; в - схема мобільної установки для приготування бетонів і розчинів безпосередньо на будівельно-монтажному майданчику

Робота розглянутої установки починається із заповнення осередків секторного розподільника заповнювачами (піском, щебенем, гравієм), а силосу – цементом. Пісок і щебінь подають до завантажувальних вікон живильників скрепером. Цемент завантажують в силос з декількох автоцементовозів, що створює запас в'яжучих для безперебійної установки.

На Рис. 8.1 в зображена схема мобільної установки для приготування бетонів і розчинів безпосередньо на будівельно-монтажному майданчику.

§ 8.2. Виготовлення і транспортування бетонної суміші до об’єкту

§ 8.2.1. Мобільні бетонні заводи

Бетонні заводи прийнято розділяти на три основних види:

- стаціонарні заводи;
- приоб'єктні заводи;
- мобільні бетонні заводи.

Бетонні заводи *стаціонарного типу* використовують підприємства, що спеціалізуються на виробництві бетону в межах одного регіону і/або підприємства, у яких є лінії з виробництва залізобетонних виробів. Такі підприємства мають досить великі склади для зберігання цементу, щебеню і піску для того, щоб вести безперервне виробництво бетону. Вони мають в своєму складі один або декілька стаціонарних бетоно-змішувальних вузлів.

Приоб’єктні бетонні заводи призначені для будівельних організацій, які виробляють бетон для потреб будівництва власних об'єктів в будь-якій із областей.



а *б* *в*

Рис. 8.2. Бетонні заводи:
а - стаціонарні; б - приоб’єктні; в - мобільні

Монтаж приоб’єктного заводу займає 2-3 дні.

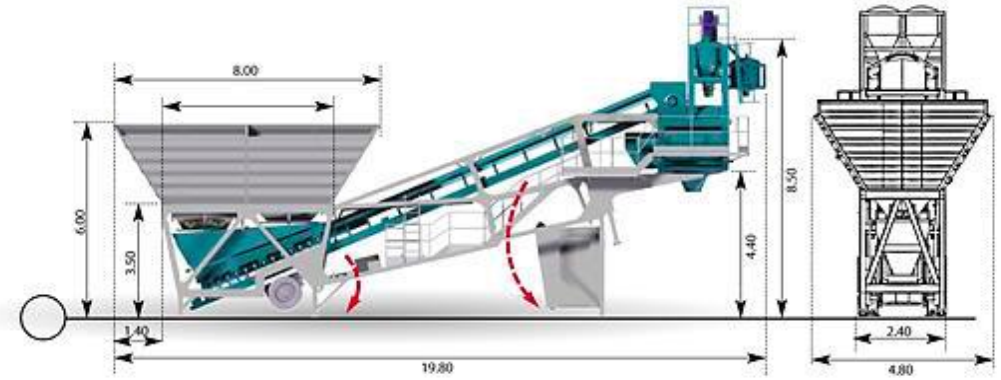
Приоб’єктні заводи у порівнянні з мобільними заводами мають кілька переваг:

 обсяги бункерів для щебеню і піску більші;

 система обігріву виконана конструктивно краще.

Мобільні бетонні заводи, в основному, виконують на автомобільних шасі для простоти їх переміщення з об'єкту на об'єкт. Улаштування такого заводу може зайняти всього декілька годин. Забудовники намагаються скоротити витрати на виробництво і доставку розчину і бетону на будмайданчик, крім того в умовах мегаполісів через нестабільні умови дорожнього руху доставка товарного бетону з віддалених заводів часто стає неможливою. У таких випадках мобільні бетонні заводи стають гідною заміною стаціонарним. Мобільні бетонні заводи виконуються у вигляді великих блоків, розміщених на автомобільних шасі і перевозяться у вигляді габаритного причепу від одного об'єкту до іншого. Їх монтаж і введення до експлуатації здійснюється в перебігу декількох годин. Мобільні бетонні заводи мають невеликі габарити і, порівняно, низьке енергоспоживання. Для їх улаштування на об'єкті досить мати рівну площадку з твердим покриттям, не потрібне улаштування фундаментів.

Всі сучасні мобільні бетонні заводи оснащені автоматизованою системою управління, яка дозволяє отримувати високоякісний розчин і бетон, як літнього, так і всесезонного виконання і адаптовані до суворих кліматичних умов.



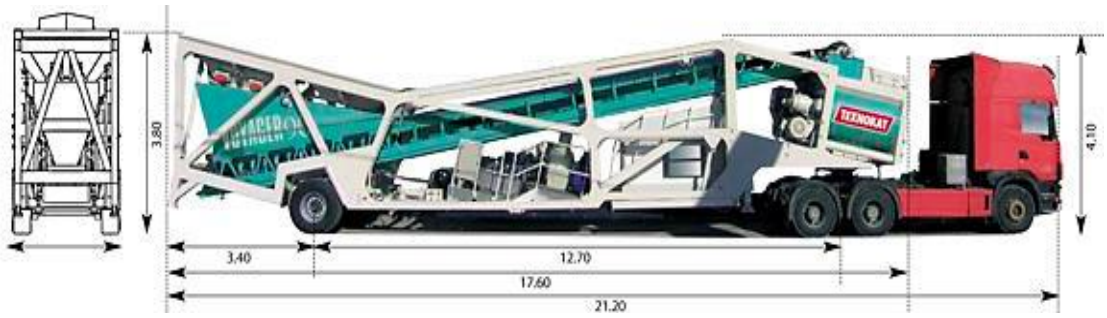


Рис. 8.3. Схема розвертання мобільного бетонного заводу

§ 8.2.2. Механізація транспортування суміші

Доставка бетонної суміші до об'єкта бетонування, а також розподіл і укладання її при зведенні споруд – найбільш відповідальні, трудомісткі і дорогі операції бетонних робіт.

Розрізняють два типи машин для транспортування бетонних і розчинних сумішей: машини для їхньої доставки від центрального заводу до будівельних об'єктів і машини для внутрішньобудівельного транспортування, що подають суміші до місця укладання. Часто бетонна суміш доставляється автотранспортом безпосередньо до місця її укладання без проміжних транспортних засобів.

При перевезенні суміш повинна бути захищена від атмосферних опадів, заморожування, висушування, а також від витікання цементного молока. Тривалість перевезення, в залежності від температури при випуску суміші із змішувача, не повинна перевищувати 1 годину при температурі суміші 20-30°С, 1,5 години – при 19-10°С, 2 години – при 9-5°С.

При тривалому транспортуванні поганою дорогою суміші розшаровуються: великі заповнювачі переміщуються в нижні шари, а дрібні – у верхні. Несприятливо позначається тривале перевезення і на якості рухомих сумішей. У транспортних засобах без можливості перемішування в дорозі, суміші не рекомендується перевозити на відстань більше 10 км хорошою дорогою і 3 км – поганою. При транспортуванні в кузовах суміш, крім розшаровування, може розплескуватися через борти, а через щілини заднього борту просочуються її дрібні компоненти, і в першу чергу цементне молоко.

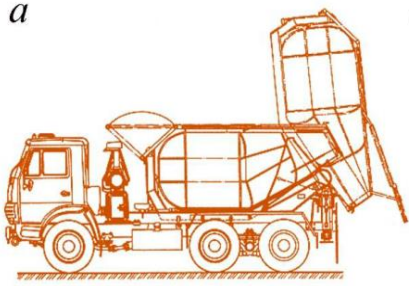
Виготовлену на бетонних заводах суміш перевозять до місць укладання головним чином автомобілями трьох видів: *автосамоскидами*, *автобетонозмішувачами* і *автобетоновозами* з кузовом спеціальної форми. Слід відзначити, що в 40-90-х роках минулого століття великий обсяг бетонної суміші доставлявся на будівельні об'єкти автосамоскидами. Однак перевезення суміші в них на великі відстані призводили до значних витрат через застосування ручної праці для її додаткового перемішування після розвантаження і для очищення кузовів. Тому автосамоскиди доцільно використовувати для перевезень дорогами з асфальтовим покриттям на відстані до 25-30 км, а іншими дорогами (дорогами з іншим покриттям) – в радіусі не більше 15-20 км. Проте, на данний період автосамоскиди використовують вкрай рідко і тільки в особливих випадках.

Найбільш досконалим видом транспорту для доставки готової бетонної суміші зачиненою водою є *автобетоновози* (Рис. 8.4. а), що перевозять її в залежності від дорожніх умов на відстані до 25-30 км. Вони мають перекидний кузов мульдоподібної форми, змонтований на шасі автомобіля. Розвантажувальний отвір знаходиться вище рівня суміші, що транспортується. Це запобігає її розливанню і витіканню цементного молока при русі.





а







а б

Рис. 8.4. Види автотранспорту для доставки бетонної суміші

а - автобетоновіз з ємністю в траспортному положенні і в положенні розвантажування; б - автобетонозмішувач з ємністю в траспортному положенні і в момент розвантажування в бункер бетононасосу;

1 - бак для води; 2 - змішувальний барабан; 3 - завантажувально-розвантажувальний пристрій; 4 - рама; 5 - система управління та привід змішувального барабану

У момент перекидання днище займає вертикальне положення, завдяки чому бетонна суміш повністю вивантажується без застосування ручної праці. Кузов оснащений гідрозбуджувачем, який струшує його в крайньому верхньому положенні при вивантаженні суміші.

Автобетонозмішувачі випускаються місткістю для готової суміші від 3 до 10 м^3 (Рис. 8.4. б). Дальність перевезення сухої суміші компонентів у автобетонозмішувачах технологічно не обмежена. Перемішування їх з водою повинно починатися в дорозі з таким розрахунком, щоб суміш була готова до моменту доставки на об'єкт. Доцільніше, однак, не закінчувати приготування суміші в дорозі, а останню порцію води додавати у вже перемішану суміш безпосредньо на місці укладання. Така технологія забезпечує задану рухливість суміші, але призводить до додаткових витрат часу на рівномірний розподіл в ній води.

Якщо автобетонозмішувач завантажують готовою бетонною сумішшю, то технологічно допустима відстань перевезення 70-90 км. Є моделі авто бетонозмішувачів з розвантажувальним конвеєром замість лотків, а також які оснащені послідовно встановленими конвеєром і лотком. Наразі автобетонозмішувачі є наіблш поширеним транспортним засобом для перевезення бетонної суміші на будівельні майданчики.

§ 8.3. Механізація подачі та розподілу суміші

Внутрішньомайданчикове транспортування, подача і розподіл бетонної суміші пов'язані з потребою в таких засобах механізації, які, зберігаючи задані якості суміші, могли б подавати і укладати її в конструкції, що знаходяться на висоті або нижче нульової позначки і мають значні розміри за площею, об’ємом тощо. При цьому транспортування, подача і розподіл бетонної суміші повинні бути безперервними і забезпечувати заданий темп бетонування. Для подачі та розподілу суміші служать крани, стрічкові конвеєри, віброжолоби, самохідне бетоновкладальне обладнання, трубопровідний транспорт. Найбільший обсяг (85%) бетонної суміші укладається в монолітні конструкції і подається будівельними кранами за допомогою бадді (Рис. 8.5).

Розвантаження бадді і рівномірний розподіл суміші в опалубці роблять за допомогою приводних затворів. Іншим напрямком механізації цих операцій є використання бадей з гідроприводом затвору.

Існують бадді поворотні і неповоротні.

Поворотна баддя являє собою зварену ємність, що складається з корпусу, каркасу, затвору, важелю. Іноді на корпус бадді встановлюють вібратор. Каркас виконаний у вигляді санчат, конструкція яких дозволяє завантажувати баддю в горизонтальному положенні. При підйомі краном баддю стропують за петлі, і вона плавно перекочуючись на санчатах, займає вертикальне положення. У такому положенні баддя переміщається і розвантажується. При опусканні бадді під завантаження вона плавно приймає горизонтальне положення завантажувальним отвором вгору (Рис. 8.6. а).

Неповоротна баддя також являє собою зварену ємність, але на відміну від поворотної вона подається під завантаження в вертикальному положенні (Рис. 8.6. б). Тому, на будівельному майданчику, перш ніж заповнити баддю бетонною сумішшю з автобетонозмішувача під неї викопують приямок.

Переважне застосування мають поворотні бадді, неповоротні бадді використовують в тих випадках, коли бетонну суміш потрібно подавати

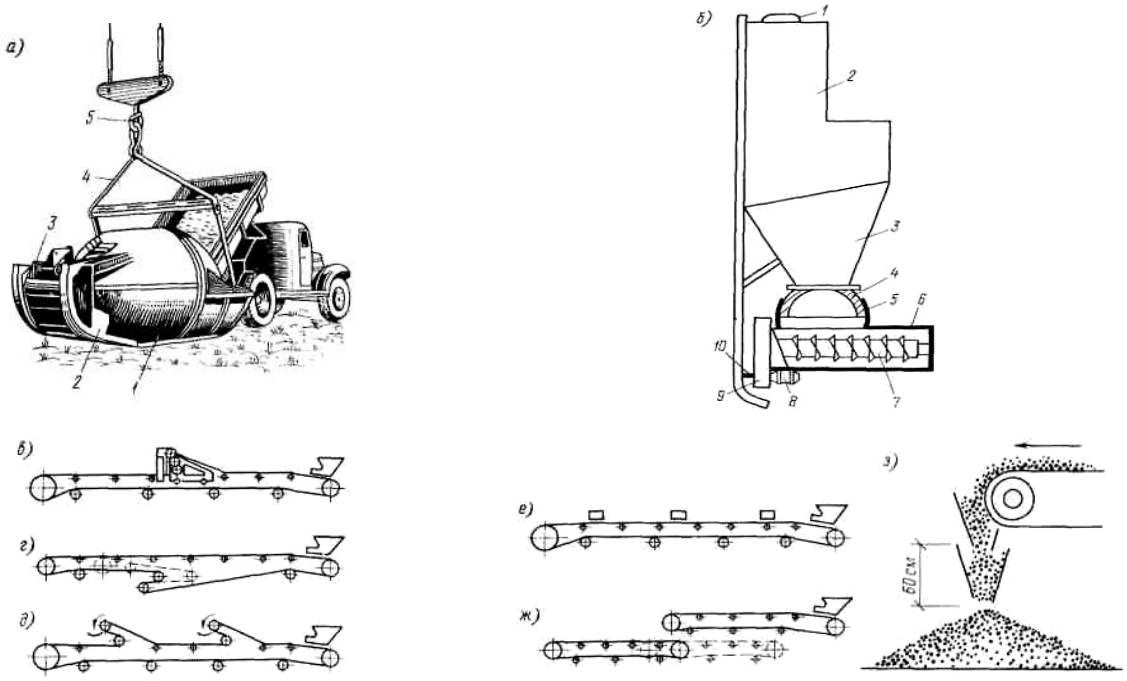
невеликими порціями (в колони, стіни невеликої товщини тощо). Бадді виготовляють, як правило, місткістю 0,5- 2,0 м^3.



а б

Рис. 8.6. Бадді для подачі й розподілу бетонної суміші:
а - поворотні; б - не поворотні

На будівництві висотних споруд бетонну суміш часто подають підйомниками різних конструкцій, найбільш поширені шахтні підйомники. У деяких випадках (при влаштуванні плит і смуг на ґрунтовій основі, стрічкових і стовпчастих фундаментів, бетонованих врозпір та ін.). У деяких випадках суміш можна подавати в опалубку безпосередньо з кузовів автотранспортних засобів без спеціальних бетоноукладочних механізмів.



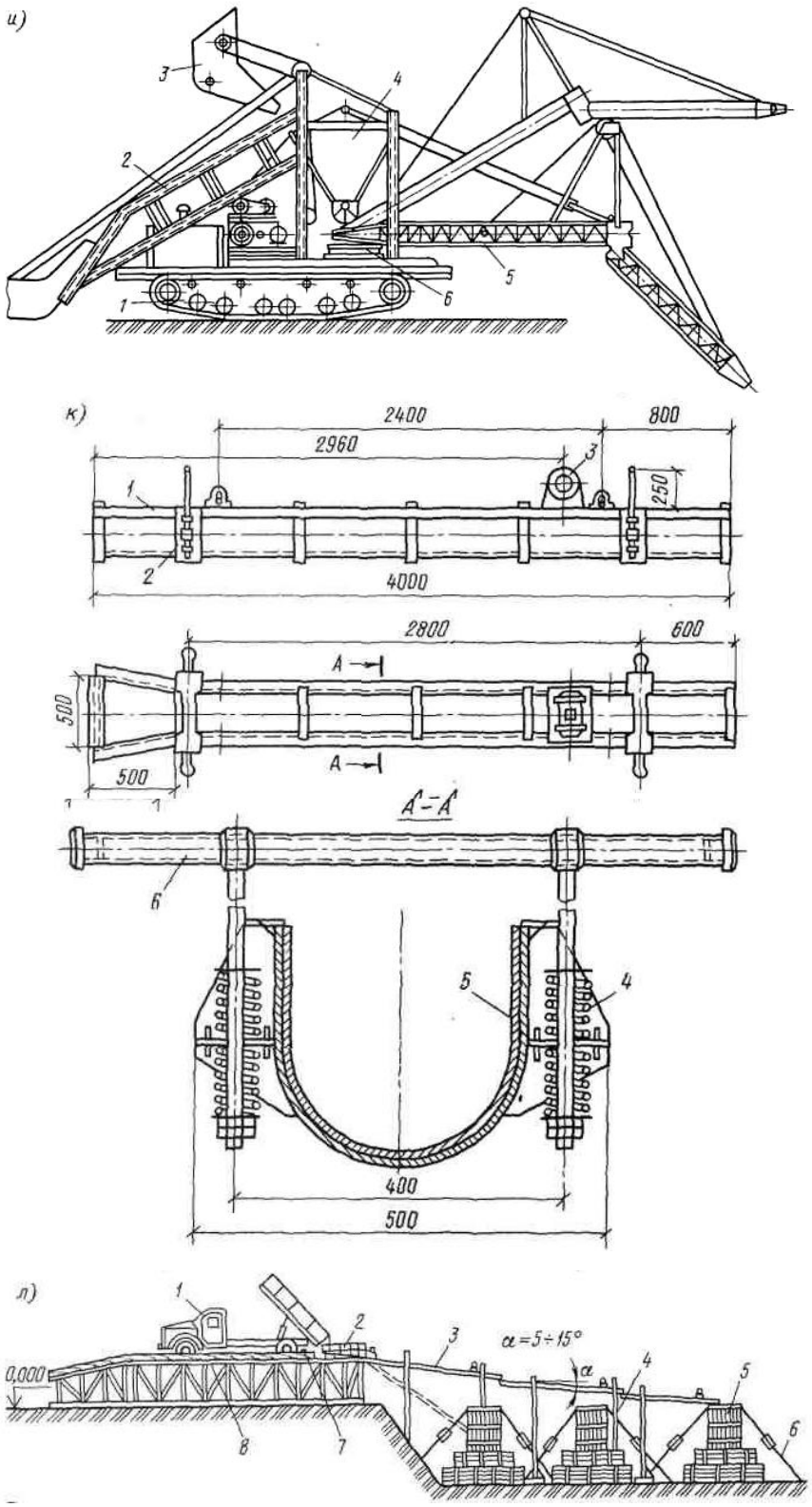


Рис. 8.7. Транспортування, подача і розподіл бетонної суміші:
а - кран; б - баддя; в, г, д, е, ж - стрічкові конвеєри; з - фрагмент подачі бетону з стрічкового конвеєра; и - самохідне бетоноукладочне обладнання; к - трубопровідний транспорт; л - віброжолоби

Однак безпосереднє розвантаження суміші в опалубку конструкції пов'язане з низкою обмежень. Зокрема, точка розвантаження при максимально можливому наближенні кузова до конструкції, що бетонується, нерідко виявляється за межами габариту опалубки, і тоді суміш доводиться подавати по похилому лотку. Лотки застосовують також для розподілу суміші по майданчику (з цією метою їх іноді роблять поворотними). При бетонуванні масивних конструкцій вельми ефективні стрічкові конвеєри, що забезпечують більшу, ніж крани, продуктивність при менших трудовитратах і вартості. При застосуванні конвеєрів можна здійснювати будь-яку компоновку транспортної та розподільчої магістралей, що досить важливо в умовах будівельного майданчика.

Стрічкові конвеєри можуть транспортувати малорухливі і жорсткі бетонні суміші; крупність щебеню при цьому не обмежується. На відміну від бетононасосів, при використанні яких технологічні перерви в подачі бетонної суміші вкрай небажані, стрічкові конвеєри можуть подавати її з будь-якими перервами.



Рис. 8.8. Конвеєрний транспорт для бетонної суміші:
а - віброживильник; б - віброжолоб

Поряд із зазначеними перевагами стрічкових конвеєрів їм властиві і істотні недоліки. Бетонна суміш на стрічці конвеєра може піддаватися впливу вітру, інсоляції, дощу, негативних температур. Струшування суміші на численних роликових опорах конвеєрів іноді призводить до її розшарування.

При виборі оптимальної технологічної схеми подачі бетонної суміші розглядають наступні типи стрічкових конвеєрів:

- з пересувним візком, що скидає (Рис. 8.7. в), яка дозволяє робити розвантаження не ближче 5 м від ведучого і 3 м від провідного барабанів (отже, для подачі суміші на відстань +20 м потрібно конвеєр довжиною 28 м);

- з висувним провідним барабаном (Рис. 8.7. г). Недоліками такого конвеєру є вельми обмежена можливість зміни його довжини (15-20 м), додатковий перегин стрічки, що призводить до утворення в стрічці напруг, протилежних звичайним, а також потрапляння на обертові деталі і накопичення на барабані розчину (через те, що до допоміжниих шківів прилягає зовнішня сторона стрічки з залишками розчину), в результаті чого стрічка починає рухатися поштовхами, пробуксовує, швидко зношується, робота приводу погіршується (рекомендована швидкість руху стрічки конвеєра 13,5 м/с);

- з розвантажувальними лотками і фіксованими місцями скидання бетону (Рис. 8.7. д);

- з плужковими скидачами (Рис. 8.7. е). Лопаті (нерухомі або поворотні) швидко стирають поверхню стрічки, не забезпечуючи скидання суміші в будь якій точці по довжині конвеєру;

- телескопічні (Рис. 8.7. ж), що представляють собою систему базового і висувного конвеєрів, кожен з яких має самостійний привід з натяжним пристроєм (по напрямних базового конвеєра переміщається висувний конвеєр з реверсивним приводом, що дозволяє подавати бетонну суміш у будь-яку точку робочої зони, яка охоплюється телескопічною стрілою з одної стоянки машини, зменшувати знос стрічки і перекидаючий момент).

Для запобігання розшаровування бетонної суміші при перевантаженні її з однієї секції конвеєра на іншу, а також під час розвантажування суміш повинна падати по вертикалі, для чого рекомендується встановлювати воронку або хобот, що звужується донизу (Рис. 8.7. з). Зменшення зносу сталевих воронок в місцях удару суміші зумовлена футируванням їх поверхні гумою.

Кути нахилу стрічки конвеєру не повинні перевищувати: при осіданні конуса бетонної суміші до 4 см – 18° при підйомі і 12° при спуску суміші; при осаді конуса 4-6 см – відповідно 15° і 10°.

Для транспортування бетонної суміші можуть застосовуватися стрічкові конвеєри, призначені для сипучих матеріалів, з лотковим поперечним обрисом стрічки, що перешкоджає боковому розбризкуванню суміші. Найбільш поширені три типи конвеєрів: секційні, похилі пересувні і мостові з бічним розвантаженням.

Секційні конвеєри застосовують для подачі суміші на відстані від декількох десятків метрів до 1-2 км. Вони складаються з уніфікованих елементів з автономними приводами. Залежно від дальності транспортування використовують секції конвеєру довжиною від 9 до 25 м. Ширина стрічки таких конвеєрів зазвичай дорівнює 400-540 мм, хоча іноді використовують конвеєри зі стрічками шириною 720 мм для потоків суміші високої інтенсивності. Між собою секції сполучаються так, що можуть повертатися один щодо одного на 180°.

Для подачі суміші на висоту до 10 м служать похилі конвеєри, монтовані на непривідній колісній базі. При звичайних стрічках кут нахилу такого конвеєру 20-30°; для запобігання зворотного сповзання суміші при такому великому куті нахилу конвеєру його стрічка має рифлену поверхню.



Рис. 8.9. Стрічковий транспортер крутопохилий – до 45° (вгорі) і звичайний – до 35° (внизу) для переміщення готової бетонної суміші

Область застосовування стрічкових конвеєрів розширюється в основному за рахунок створення самохідних бетоноукладчиків, оснащених конвеєрним робочим органом, який підводить та розподіляє бетонну суміш в опалубці бетонованої конструкції.

При бетонуванні монолітних конструкцій підземної частини будівель все частіше використовуються самохідні стрілові бетоноукладачі (стрічкові і з насосною подачею), що володіють перевагами кранового устаткування, але вільні від його недоліків. Завдяки практично безперервній подачі бетонної суміші продуктивність стрілових бетоноукладачів вище, ніж баддями, крім того, вони подають суміш не тільки в окремі точки, а й розподіляють її більш рівномірно по всій площі бетонування; це знижує трудовитрати на укладання суміші в конструкцію.

Самохідні стрічкові бетоноукладачі створюються на базі тракторів, екскаваторів і на пневмошассі (Рис. 8.7. і). Є також бетоноукладачі, що переміщаються по рейках.

Ефективна подача бетонної суміші вібраційними установками. Вібротранспортування широко застосовується при бетонуванні різних конструкцій з подачею бетону під ухил 5-20° і на відстань 20-25 м.

До складу вібротранспортного обладнання входять віброжолоби, віброживильники і опорні елементи. Віброжолоби встановлюють на опорні конструкції за допомогою підвісок з пружинними амортизаторами. При цьому віброжолоби між собою не з'єднуються і працюють незалежно один від одного. Для укладання бетонної суміші в різні місця конструкції кінцевий віброжолоб встановлюють на поворотну телескопічну стійку і підвішують до поворотного механізму (Рис. 8.7. к). Продуктивність віброжолобів при оптимальній товщині шару суміші 20-23 см залежить від кута їхнього нахилу і рухливості бетонної суміші.

У багатьох випадках застосування легких кранів з малими вильотами стріли в поєднанні з віброжолобами виявляється вигідніше, ніж використання важких кранів з великим радіусом дії. Поєднання віброжолобів з

бетононасосами різко скорочує обсяг перекладки трубопроводів в зоні бетонування, здешевлює і знижує трудомісткість бетонних робіт. При поданні суміші автосамоскидами з естакад завдяки встановленню віброжолобів можна зменшити протяжність естакад.

Для подачі суміші в будь-яку точку конструкції і на будь-яку позначку, тобто для забезпечення різних напрямків подачі, влаштовують віброланцюжок (Рис. 8.7. л). У комплекс його обладнання входять вібробункер, віброжолоби, проміжні воронки, підставки і підвіски для віброжолобів.

Віброжолоби встановлюють під кутом 5-20° до горизонту. Найбільша швидкість подачі досягається при товщині шару суміші 20-23 см. Оптимальним є напівкруглий перетин жолобу. Якість подачі суміші віброжолобами залежить від кута їхнього нахилу і рухливості суміші. Підвищенню якості подачі віброживильника сприяють поздовжні коливання, що створюються встановленим паралельно днищу маятниковим вібратором. Продуктивність такого вібробункеру при подачі суміші з осіданням конуса 6-8 см становить 25-30 $м^3$/ч.

Для спуску бетонної суміші з пересувних мостів і естакад з висоти від 2 до 80 м застосовуються хоботи і віброхоботи, які виключають можливість розшаровування суміші при її вільному падінні.

§ 8.4. Трубопровідний транспорт

Трубопровідний транспорт успішно використовується для переміщення бетонної суміші на будівельному майданчику і в межах споруджуваного об'єкту (Рис. 8.10).

Його основною технологічною перевагою є можливість безперевантажувальної подачі суміші по горизонталі і вертикалі. Транспортування по трубопроводах полегшує подачу суміші в густоармовані конструкції і важкодоступні для інших засобів механізації ділянки. Цей спосіб найбільш ефективний при великих обсягах бетонування і організації робіт, що

виключає часті перерви. Подача бетонної суміші по трубопроводах здійснюється пневмонагнітачами або бетононасосами.

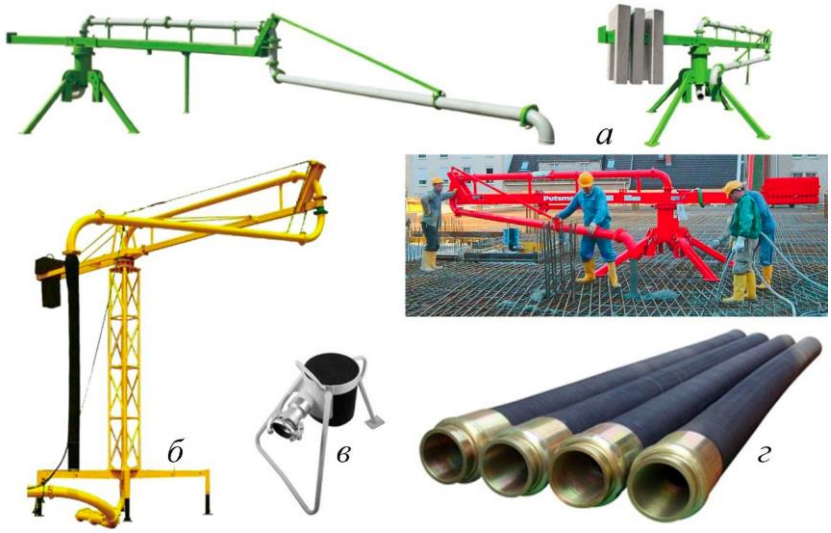
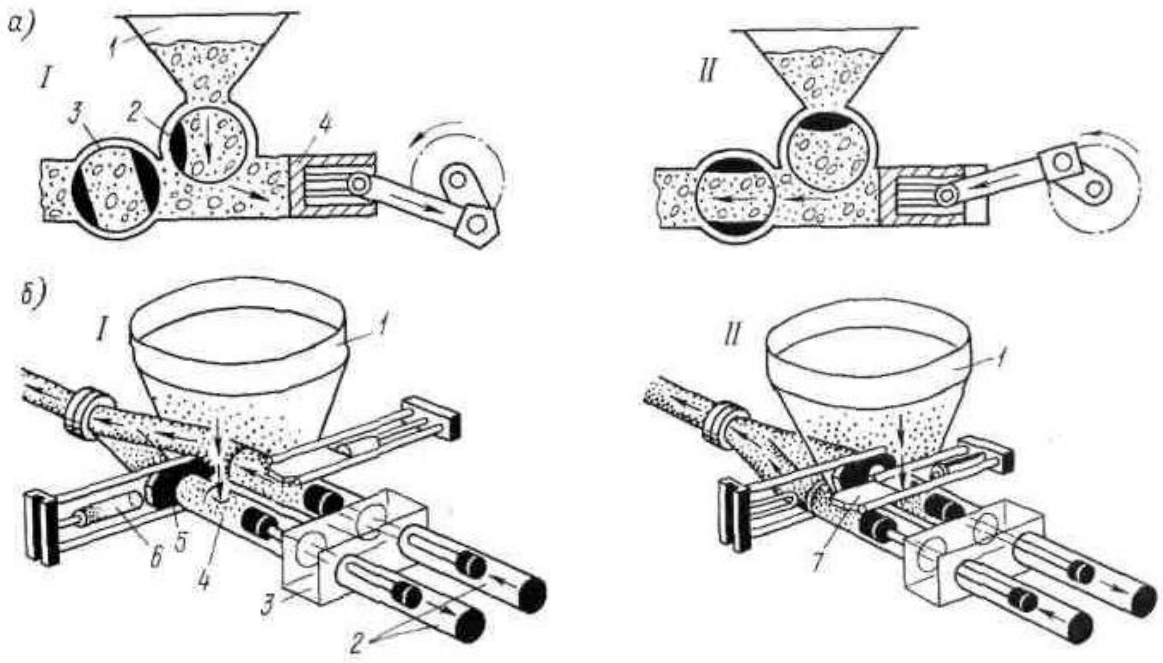


Рис. 8.10. Поворотні коліна (а), круговий розподільник (б), сповільнювач (в) і рукава (г) для розподілу бетонної суміші

Пневмонагнітачі застосовують переважно на об'єктах з невеликими обсягами бетонних робіт при відстані подачі суміші 120-150 м.



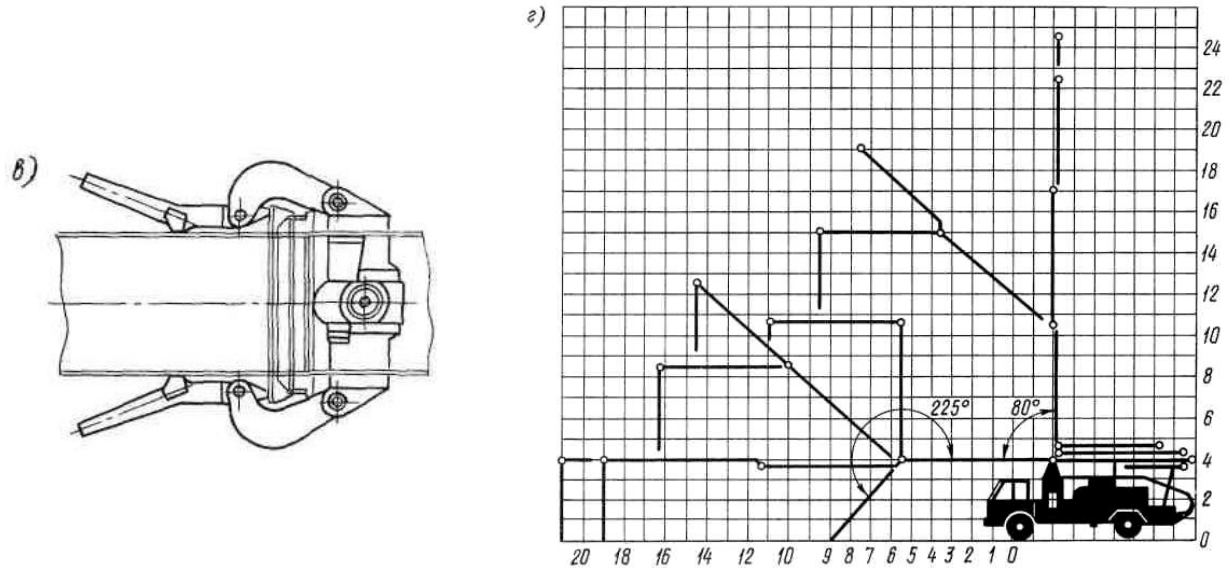


Рис. 8.11. Трубопровідний транспорт для переміщення бетонної суміші:
а - схема роботи бетононасосу з механічним приводом;
I - засосування; II - нагнітання; 1 - прийомна воронка; 2 - всмоктуючий клапан; 3 - нагнітаючий клапан; 4 - поршень;
б - схеми роботи гідравлічного бетононасосу;
I-II - такти роботи циліндрів; 1 - прийомний бункер; 2 - привідні гідроциліндри; 3 - камера з промиваючою водою; 4 - транспортний циліндр; 5,7 - вертикальна та горизонтальна шиберні пластини;
б - гідроциліндр шиберної пластини; в - швидкозйомний стик бетоводу; г - робоча зона маніпулятора бетоновода на автошассі

Бетононасосне транспортування суміші отримало більш широкий розвиток, особливо поршневі бетононасоси періодичної дії з механічним і гідравлічним приводом (Рис. 8.11). Основні переваги поршневих насосів з гідроприводом в порівнянні з насосами з механічним приводом – незначні динамічні навантаження на механізми, деталі насосу і бетоноводу, а також гарантований максимальний тиск, перевищення якого виключається. Більшість сучасних гідравлічних бетононасосів працюють за схемою, що представлена на Рис. 8.11. а, б.

Бетоноводи, що поставляються, як правило, разом з бетононасосами, виготовляються зі сталевих безшовних труб з фігурними фланцями і спеціальними замками для з'єднання ланок. Основна ланка бетоноводів має довжину 3 м. Маса його з замковими з'єднаннями становить для бетоноводів діаметром 150, 180 і 203 мм відповідно 65, 135 і 150 кг. У комплект бетоноводу входить, крім основних 3-метрових ланок, невелика кількість

укорочених ланок завдовжки від 300 до +1500 мм і коліна з кутами 11, 15, 22, 30, 45, 60 і 90°. Радіус кривизни колін бетоноводів різних марок – 1524 і 1850 мм.

Нещільності у з'єднаннях бетоноводу призводять до віджимання з бетонної суміші води і відкладенню в цих місцях заповнювачів з подальшим утворенням пробок. Водо- і повітрянепроникність стиків ланок бетоноводів забезпечуються прокладкою гумових кілець ущільнювачів в канавку фланців і надійним притисненням останніх замками ексцентрикового типу (Рис. 8.11. в). Бетоноводи оснащуються банником або пижом з губчастої гуми для очищення його поверхонь від суміші після закінчення роботи бетононасосу.

Бетоноводи повинні прокладатися по найкоротшій трасі, бажано без вигинів. Необхідні повороти слід виконувати по можливості не використовуючи колінчастих вставок з кутом 90°, а замінюючи їх великою кількістю вставок з меншими кутами і розташовуючи між ними прямі ланки.

Рухливість суміші, що транспортується бетононасосами з механічним приводом, повинна бути 7-10 см, а бетононасосами з гідроприводом – 4-6 см осадки стандартного конусу. Певні обмеження накладаються і на верхню межу рухливості (11-14 см), так як більш рухлива суміш може розшаровуватися при перекачуванні, що веде до утворення пробок. Бажано, щоб максимальна крупність заповнювачів не перевищувала 0,3-0,4 діаметра бетоноводу.

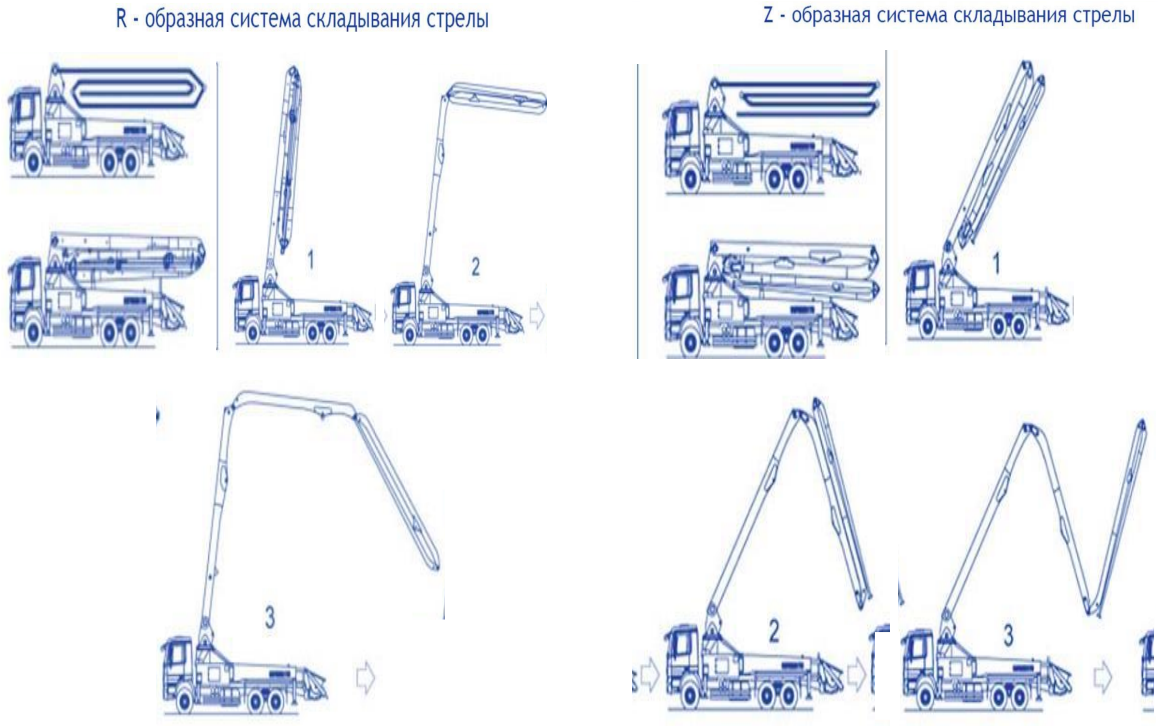
До складу перекачуваних бетононасосами сумішей доцільно вводити сповільнювачі твердіння і пластифікуючі добавки. Перед включенням бетононасосу в його прийомний бункер завантажують «пускову суміш» для створення мастильного шару на внутрішній поверхні «сухого» бетоноводу і запобігання утворенню пробок при перекачуванні перших порцій бетонної суміші. «Пускова суміш» може бути приготована з цементу і води (тістоподібної консистенції) або піщано-цементного розчину складу 1:1 з рухливістю 6-8 см.

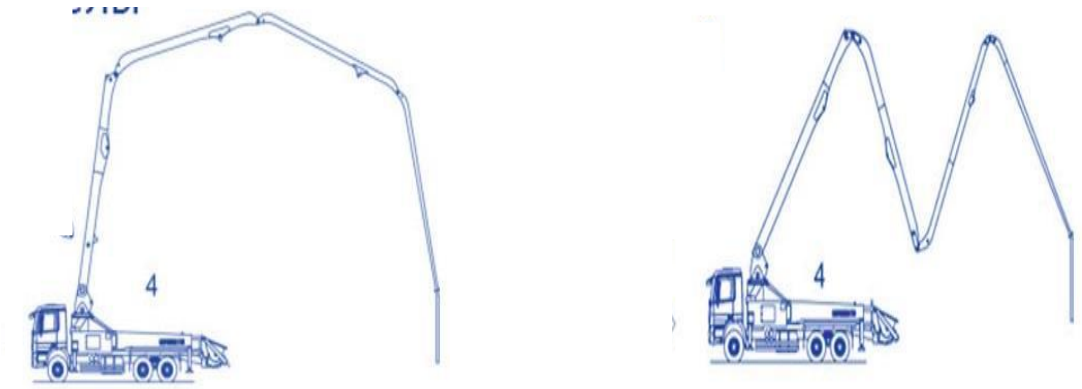
По закінченні подачі суміші бетоновод треба ретельно очистити шляхом нагнітання в нього води або подачі стисненого повітря. При промиванні в

бетоновод вводиться вставка з пижами. Тиск води або повітря через пижі передається суміші, що виштовхується з бетоновода. Для запобігання вихлопів суміші на останню ланку встановлюють пастку з дроту для зупинки пижа.

Бетононасоси підрозділяють на три типи: автомобільні, на пневмоходу та стаціонарні. Автобетононасоси обладнуються шарнірно-розподільними стрілами (маніпуляторами бетоноводів) довжиною до 26 м. Маніпулятори (Рис. 8.11. г) звільняють від трудомістких операцій з монтажу бетоноводів, виключають необхідність в розподільних лотках і ручному перекиданні бетонної суміші при укладанні.







а б

Рис. 8.12. Автобетононасоси з розподільними стрілами з R- і Z-подібними системами розгортання-складання стріли

При проектуванні схем організації робіт для бетононасосів з маніпуляторами на автомобільному шасі враховуються геометричні параметри стріл і можливість під'їзду механізмів до конструкцій, що бетонуються.

Питання для самоперевірки:

1. Яку механізацію використовують при транспортуванні суміші?
2. Яку механізацію використовують при подачі та розподілу суміші?
3. Що є трубопровідним транспортом?

Список літератури:

1. Г.К. Соколов. Технологія та організація будівництва. - М.: Видавничий центр «Академія», 2008. - 528 с.
2. Технологія будівельних процесів // Данилов М.М., Терентьєв О.М., під ред. М.М. Данилова та О.М. Терентьєва. - М.: «Вища школа», 2000 р.
3. Афонін І.А., Євстратов Г.І., Штоль Р.М. «Технологія і організація монтажу спеціальних споруд». Навчальний довідник. - М.: Вища школа, 1986 р.
4. Дикман Л.Г. «Організація і планування будівельного виробництва». - М.: Вища школа, 1988 р.
5. Технологія будівельного виробництва. За редакцією В.К. Чернетка, М.Г. Ярмоленка. Київ: Вища школа, 2002.

Тема № 9. ТЕХНОЛОГІЇ БЕТОНУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ

План

9.1. Укладання бетонної суміші.

9.2. Ущільнення бетонної суміші.

9.3. Влаштування робочих швів.

9.4. Бетонування пласких конструкцій.

9.5. Бетонування масивів і фундаментів.

9.6. Бетонування колон, стін, балок і плит перекриттів.

9.7. Зведення конструкцій у ковзній опалубці.

9.8. Поточний метод виробництва бетонних та залізобетонних робіт.

9.9. Метод «термосу».

§ 9.1. Укладання бетонної суміші

Процес укладання бетонної суміші включає наступні операції: підготовку основи, подачу бетонної суміші до конструкції, що бетонується, її розподіл (розрівнювання) і ущільнення.

Порядок укладання бетонної суміші залежить від виду конструкції, її розмірів, форми і місця розташування. До початку бетонування повинні бути визначені: способи подачі, розподілу та ущільнення бетонної суміші; склад бетонної суміші і показник її консистенції; товщина, напрям і тривалість укладання шарів.

Перед укладанням бетонної суміші опалубку слід очистити від сміття і бруду, а наявні щілини закрити. Поверхню інвентарної опалубки, прилеглої до бетону, треба покрити мастилом, яке не повинно погіршувати якість бетону і залишати сліди на поверхні залізобетонних конструкцій. Внутрішню поверхню бетонної, залізобетонної та армоцементної незнімної (конструктивної) опалубки рекомендується змочувати для поліпшення умов тверднення бетону у контактному шарі.

Бетонну суміш укладають на основу, яку повинно бути підготовлено:

- з ґрунтової основи видаляють шари мулистого, рослинного, торф'яного та іншого ґрунту органічного походження і замінюють їх піском; природна або штучна ґрунтова основа повинна зберігати фізико-механічні властивості, передбачені проектом; основа, що піддається затопленням ґрунтовими або поверхневими водами, повинна бути забезпечена водознижувальними пристроями;

- зі скельної основи видаляють всі продукти руйнування, тріщини зашпаровують розчином або бетоном;

- при бетонних основах і робочих швах горизонтальні і похилі поверхні очищають від цементної плівки; щоб уникнути пошкодження поверхні бетону очистку рекомендується проводити щітками відразу після закінчення тужавлення цементу, водяними або повітряними струменями при міцності бетону 0,2-0,3 МПа, механічно, а саме металевою щіткою – при 1,5-2,5 МПа і гідропіскоструминною установкою або механічною шорошкою – при міцності 5-10 МПа і вище.

У всіх випадках основа повинна бути очищена від сміття, бруду, бітуму, масел, а бетонну – промито, а воду, що залишилася на поверхні, видалити.

До початку укладання бетонної суміші особливо ретельно перевіряють правильність укладення арматури, наявність полімерних або бетонних підкладок та інших пристосувань, що забезпечують задану товщину захисного шару бетону. З опалубки для проходу робітників укладають вузькі дощаті щити на підставках. Виходячи з умови розташування проходів над арматурою, висоту підставок приймають більше товщини плити. Результати огляду та виправлення виявлених дефектів в опалубці і арматурі повинні бути внесені в журнал бетонних і залізобетонних робіт, який необхідно вести з моменту їх початку і до закінчення.

У міру подачі до опалубки бетонну суміш розподіляють, як правило, горизонтальними шарами однакової товщини, що укладаються в одному напрямку. Товщина горизонтальних шарів в основному визначається залежно від засобів ущільнення. При застосуванні важких підвісних вертикально

розташованих вібраторів товщина шару повинна бути на 5-10 см менше довжини робочої частини вібратора. При вібраторах, розташованих похило (до 35° до вертикалі), товщина шару дорівнює вертикальній проекції робочої частини вібратора. Найбільша товщина шару (при використанні ручних глибинних вібраторів) не повинна перевищувати 1,25 довжини їхньої робочої частини.

У разі ущільнення бетонної суміші поверхневими вібраторами товщина шару не повинна перевищувати в конструкціях неармованих і з одиночною арматурою 250 мм, а в конструкціях з подвійною арматурою – 120 мм. При ущільненні зовнішніми вібраторами товщина шару бетонної суміші визначається дослідним шляхом залежно від конкретних умов.

Перекидати бетонну суміш для рівномірного розподілу дозволяється лише у виняткових випадках, щоб уникнути її розшарування, її подвійна перекидка взагалі не допускається.

Перекриття попереднього шару бетонної суміші подальшим має бути виконане до початку схоплювання цементу в попередньому шарі.

§ 9.2. Ущільнення бетонної суміші

Оптимізація процесу ущільнення бетонної суміші значною мірою зумовлює якість монолітних конструкцій та інтенсивність бетонних робіт. Найбільш універсальним і ефективним способом прискорення укладання і ущільнення суміші, підвищення однорідності бетону на будівельних майданчиках є вібрування.

Бетонна суміш в пухкому, неущільненому стані містить багато повітря. У жорстких сумішах обсяг його досягає 40-45%, в пластичних він знижується до 10-15%. Укладена в опалубку пухка суміш до вібрації знаходиться в стані, при якому сили тяжіння врівноважені силами внутрішнього тертя і силами тертя суміші об опалубку, арматуру та ін. Ущільнення полягає в розрідженні бетонної суміші, щільному укладанню її в опалубку і видаленні повітря для

отримання матеріалу з морозостійкою, водонепроникною і міцною структурою.

Частинки бетонної суміші під дією вібратора здійснюють вимушені коливання. Енергія вібратора витрачається на подолання сил тертя і зчеплення між частинками, на руйнування структури цементного тіста. Звільнена від сил зчеплення і сухого тертя суміш поводиться як важка рідина і починає текти, заповнюючи опалубку. При цьому частинки займають найбільш стійке положення, а під впливом тиску з суміші видадяється повітря. У результаті створюється більш щільна і однорідна структура бетону.

За способом впливу на бетонну суміш вібратори підрозділяють на три типи:

- внутрішні (глибинні) – із зануренням в суміш передавального їй коливання вібронаконечника або корпусу (Рис. 9.1. а);

- зовнішні – прикріплюються до опалубки болтами або іншими захватними пристроями та передають суміші коливання через опалубку (Рис. 9.1. б);

- поверхневі – встановлюють на укладену суміш і передають їй коливання через робочий майданчик (Рис. 9.1. б).

Внутрішнє вібрування енергетично найбільш вигідне, оскільки збудник коливань передає всю енергію безпосередньо суміші, що ущільнюється з мінімальними втратами.

Зовнішні (прикріплені) вібратори використовують у будівництві рідко. На їх улаштування і демонтаж витрачається багато ручної праці. Опалубка, до якої кріплять такі вібратори, повинна бути більш жорсткою і міцною, ніж для конструкцій, бетон яких ущільнюють іншими способами. Однак зовнішні вібратори зручні, наприклад, при омонолічуванні стиків збірних залізобетонних колон і бетонуванні сталевих сердечників колон.

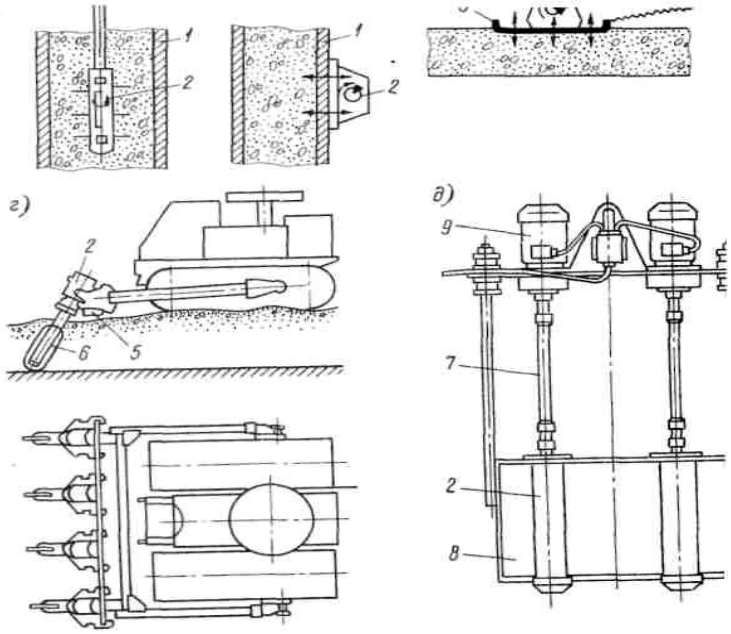


Рис. 9.1. Механізми (вібратори) для ущільнення бетонної суміші:
а - внутрішній (глибинний); б - зовнішній; в – поверхневий;
1 - опалубка; 2 - дебаланс; 3 - робочий майданчик вібратора; 4 - гнучка тяга для перестановки поверхневого вібратора;
г - пакет вібраторів на малогабаритному електротракторі, площинний віброущільнювач;
5 - гумовий амортизатор; 6 - лопаті; 7 - колінчастий вал; 8 - віброплита; 9 - електродвигун

Поверхневе вібрування застосовують для пошарового ущільнення плоских монолітних конструкцій (плит, підлог тощо) у тих випадках, коли максимальна глибина опрацювання шару не перевищує 20 см.

При здійсненні всіх видів вібрування потрібна значна кількість ручної праці, особливо на перебудову вібраторів. Крім того, вібрація шкідливо діє на людський організм. Одним із шляхів вдосконалення процесів віброущільнення бетонних сумішей, що виключає цей вплив, є створення дистанційно керованих або автоматизованих вібромеханізмів.

Робочим органом вібраторів є вібромеханізм, коливання в якому створюються двома способами: обертанням закріпленої на валу неврівноваженої маси (дисбаланс) і зворотньо-поступальним переміщенням маси. Вібромеханізм з обертовим дисбалансом приводять в дію електродвигунами (електромеханічні вібратори) або пневмодвигунами (пневматичні вібратори). Привід вібраторів із зворотньо-поступальним рухом

маси – електромагнітний. Одновальні дисбалансні вібратори створюють кругові коливання, а двухвальні і електромагнітні – спрямовані.

Пневматичні вібратори в якості силових агрегатів використовують продуктивні компресори і працюють за рахунок енергії стисненого повітря. Особливістю пневматичних моделей є максимальна продуктивність, але їх використання виправдане тільки в умовах виробництва, оскільки такі вібратори споживають значну кількість стисненого повітря, і якщо є можливість підключити вібратор до повітряної магістралі, то таке рішення дозволить економно і ефективно виконувати виробничі завдання.

Гідравлічні вібратори, володіють всіма перевагами пневматичних інструментів (компактність, мала вага, простота конструкції і обслуговування, висока маневреність і довговічність конструкції, можливість отримання високої частоти і її регулювання, електро- і вибухонебезпечність). Вони набагато менш енергоємні, так як коефіцієнт корисної дії у них значно вище.

Залежно від типу силового приводу, що застосовується, виділяють *механічні, пневматичні і високочастотні* глибинні вібратори.

Механічні глибинні вібратори в якості силового агрегату оснащуються електричними, бензиновими або дизельними двигунами. Крутящий момент від силового приводу передається через гнучкий вал на вібробулаву. Булава оснащена вбудованим ексцентриком або маятником, який обертаючись створює вібрацію, що використовується для ущільнення. Оснащення установок бензиновим або дизельним двигуном не набуло широкого поширення, оскільки це знижує мобільність пристрою, такі моделі значно важче електричного аналогу, при роботі видають постійний шум і їхнє застосування виправдане тільки в разі відсутності електрики на майданчику. Електричні глибинні вібратори оснащуються двигунами двох типів: асинхронними зі швидкістю обертання валу до 3000 обертів; щітковими – зі швидкістю обертання валу 10000-18000 обертів на хвилину.

Вібронаконечники глибинних пневмовібраторів мають компактні розміри і можуть застосовуватися для виконання широкого спектру робіт, в

цілому, такі установки дуже надійні і легкі в обслуговуванні і ремонті. Перевагами цих моделей є: довговічність і зносостійкість; електробезпека; висока ефективність; простота обслуговування; легкість у використанні. Пневматичні глибинні вібратори працюють від стисненого повітря при тиску 6 бар, досягаючи частоти 16500-19700 об/хв, поєднують високу продуктивність, великий радіус ущільнення, мають невелику робочу вагу агрегату. Всі пневматичні глибинні вібратори можуть поставлятися з подовженими шлангами і використовувати вібробулави діаметром від 26 до 155 мм. Вони здатні виконувати як легкі завдання з ущільнення бетону в невеликих обсягах, так і працювати в умовах бетонування масивних конструкцій (дамби, мости, висотне будівництво).

Суміш в конструкціях, які бетонуються безпосередньо на будівельному майданчику, найчастіше ущільнюють переносними електромеханічними вібраторами з круговими коливаннями. Пневмовібратори, що приводяться в дію енергією стисненого повітря, застосовують рідше, оскільки для їх роботи потрібна компресорна установка.

Частота коливань, створювана вібраторами, які застосовуються в будівництві, становить 2800-20000 коливань в хвилину. До низькочастотних відносять вібратори з частотою до 3500 коливань в хвилину з амплітудою 3 мм. Середньочастотні і високочастотні вібратори скоюють відповідно 3500-9000 коливань з амплітудою 1-1,5 мм і 10000-20000 коливань з амплітудою 0,1-1 мм. При високочастотному вібруванні потрібна менша потужність вібраторів і тим самим скорочується тривалість вібрування. Високочастотні вібратори більш вигідно застосовувати для бетонування дрібнозернистими сумішами тонкостінних конструкцій.

Глибинні вібратори призначені для бетонування армованих і слабоармованих конструкцій (фундаментів, стін, масивних плит, колон, паль і ін.). Робочим органом таких вібраторів є вібронаконечник (стрижень).

Ущільнюють бетонну суміш шляхом вертикального або похилого занурення вібронаконечника в ущільнюваний шар з частковим заглибленням

(на 5-10 см) в раніше покладений шар бетону, який ще не схопився. Тривалість перебування вібратора на одній позиції повинна бути такою, щоб при даній консистенції бетонної суміші і товщині опрацювання шару було досягнуто достатнього її ущільнення. Чим менша рухливість суміші і вище її жорсткість, тим більша тривалість вібрування. Якщо час вібрування менше необхідного, то суміш недостатньо ущільниться, якщо більше, вона може розшаруватись.

Досвідчений бетонщик судить про закінчення ущільнення суміші за висотою звуку вібратора. При зануренні його в суміш частота коливань спочатку знижується, потім відновлюється; частота звуку стає постійною при припиненні виділення повітря з суміші. Основні ознаки достатнього ущільнення: припинення осідання бетонної суміші, поява цементного молока на її поверхні і відсутність повітряних бульбашок.

Закінчивши ущільнення бетону на одній позиції, вібратор переставляють на наступну. Відстань між послідовними позиціями не повинна перевищувати півтора радіуси дії вібратора. Радіусом дії називають відстань від вібратора до місця в бетонній суміші, де ще помітно його ущільнюючу дію. Крок перестановки глибинних вібраторів залежить від їхніх характеристик-параметрів вібрування, розмірів активної поверхні корпусу, маси вібратора тощо.

За характером використання всі глибинні вібратори підрозділяють на ручні і підвісні. Невеликі ручні вібратори можуть використовуватися для ущільнення бетонної суміші в самих обмежених умовах, а також в насичених арматурою або тонкостінних конструкціях.

Для ущільнення бетонної суміші в тонкостінних і густоармованих конструкціях широко застосовуються так звані планетарні вібратори, в яких вібрації створюються бігунком, що планомірно обкатує поверхню. Такі вібратори можуть створювати високочастотні і двочастотні коливання (т.п. одночасно коливання високої і низької частоти).

При бетонуванні масивних залізобетонних та бетонних конструкцій малорухомими сумішами використовують підвісні глибинні вібратори. Це диктується все більш широким застосуванням високопродуктивних машин-бетононасосів і стрічкових бетоноукладчиків, які максимально ефективні тільки в комплексно-механізованому технологічному процесі бетонування монолітних конструкцій.

Вібратори, частіше у вигляді пакетів, підвішують на крані чи малогабаритному тракторі за допомогою підвісок (Рис. 9.1. г); це дозволяє набагато прискорити і комплексно механізувати укладання та ущільнення бетонних сумішей. Крановий спосіб широко застосовують при зведенні споруд з великим обсягом бетонних робіт, коли укладання може вестися з інтенсивністю 15-20 $м^3$/год і більше (це стосується, насамперед, підземних частин споруд).

У площинному глибинному ущільнювачі робоча частина (Рис. 9.1. д) являє собою вертикальну плоску плиту, жорстко пов'язану з двома віброзбудниками, що обертаються в протилежні сторони. Вони самосинхронізуються, збуджуючи спрямовані коливання перпендикулярно площині плити, при цьому активна зона дії вібратора зростає в 3-4 рази, а інтенсивність бетонування масивних конструкцій збільшується на 30-35%.

Поверхневі вібратори. Поверхневі вібратори використовують при бетонуванні плит перекриттів, підлог, доріг тощо. Вони виконані у вигляді металевого майданчику з встановленим на ньому вібраційним електромеханічним пристроєм або вібробрусом (віброрейкою). Для захисту робітника від вібраційного впливу вібратор пересувають дистанційно за допомогою гнучкої підвіски. Максимальна товщина шару бетону, при якій застосування поверхневих вібраторів ефективне, при однорядному армуванні становить до 25 см, при подвійному – до 12 см. При товщині пласких конструкцій більше зазначеної бетонну суміш ущільнюють глибинними вібраторами з подальшою обробкою поверхневими вібраторами для ущільнення верхнього шару, вирівнювання і загладжування поверхні.

Швидкість переміщення поверхневого вібратора повинна бути 0,5-1 м/хв.

Необхідно стежити за тим, щоб мотор вібратора не перегрівався. Щоб уникнути перегріву встановлюють повторно-змінний режим роботи вібратора, коли приблизно 70% часу витрачається на роботу і 30% – на відпочинок. На час відпочинку включають змінний вібратор, який слід мати в запасі.

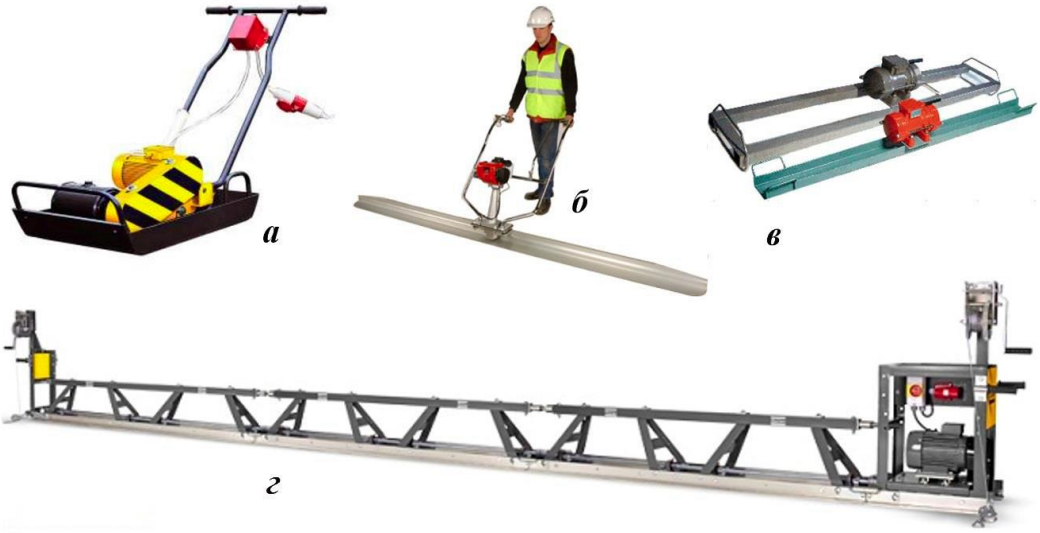


Рис. 9.2. Майданчикові і рейкові вібратори:
а - віброплита; б - віброрейка; в - вібробрус; г - модульна секційна самопересувна віброрейка

Безвібраційне укладання бетонної суміші.

В останні роки отримало широке застосування безвібраційне укладання бетонних сумішей, приготованих з додаванням суперпластифікаторів. Суміш укладають гравітаційним способом (тільки під дією сил тяжіння), що виключає операції з розподілу суміші в конструкції внаслідок її високої рухомості. Потрібна лише короткочасна легка вібраційна обробка суміші занурювальним вібратором в кутах, стиках і місцях, що сильно насичені арматурою. Застосування безвібраційного укладання суміші знижує трудомісткість бетонування (приблизно на третину), прискорює робочий процес і зменшує енерговитрати.

Особливо ефективна ця технологія при бетонуванні набивних паль, підземних (наприклад, при бетонуванні методом «стіна в ґрунті») і підводних

споруд. Залежно від пластифікуючого ефекту добавки поділяються на такі види: див. Табл. 9.1.

Таблиця 9.1

Пластифікуючі добавки в бетон

Суперпластифікатори (I група пластифікуючих добавок) підвищують рухливість бетонних сумішей від П1 до П5 (від 2-4 см до 21-25 см) без зниження міцності бетону у всі терміни випробування	Розріджувачі С-3 і СМФ (модифікація розріджувача С-3); Дофен ДФ; суперпластифікатор 10-03; суперпластифікатор НКНС 40-03; Agiplas (Франція); Izola FM-86 (ФРН); Lomar D (США); Cormix (Великобританія) тощо
Сильнопластифікуючі (II група пластифікуючих добавок), що підвищують рухливість сумішей від П1 до П4 (від 2-4 см до 16-20 см) без зниження міцності	Аплассан АПЛ; Лігнопан Б-3; лігносульфонат технічний модифікований ЛСТМ-2; модифіковані лігносульфонати ЛТМ; Betokem LP (Норвегія); WRDA (Великобританія); Addiment 3 (ФРН); Plastiment BV40 (Франція) тощо
Середньопластифікуючі (III група пластифікуючих добавок) підвищують рухомість сумішей від П1 до П3 (від 2-4 см до 10-15 см) без зниження міцності бетону	Лігносульфонати технічні ЛСТ; плав дикарбованих кислот ГДК; С-1; Лігнопан Б-1; пластифікатор 20-03; барда УПБ; Cementol Delta (Словенія) Addiment BV 8 (ФРН) тощо
Малопластифікуючі (IV група пластифікуючих добавок) збільшують рухливість бетонної суміші від П1 до П2 (від 2-4 см до 5-9 см) без зниження міцності бетону	Нейтралізовані чорні контакти НЧК і КЧНР; етілсіліконат натрію ГКЖ-10; чорний сульфатний луг ЧСЩ; лісохімічна добавка ЛХД; Смола омилена водорозчинна ВЛХК тощо

Литу суміш можна подавати в конструкції напірним способом – бетононасосами. Дозування добавки суперпластифікаторів визначає будівельна лабораторія. Зазвичай вона становить 0,3-2% від маси цементу.

Підвищена рухливість зберігається при середній літній температурі протягом 45-90 хв, тому на заводах вводять в суміш лише 80-85% води замішування, інші 15-20% води разом з розчином суперпластифікатора вводять в автобетонозмішувачі перед його розвантаженням, виконуючи додаткове змішування товарної суміші з додатковою водою і суперпластифікатором. Практикується також доставка з заводу товарних сухих сумішей із завантаженням в барабан повної порції води, добавкою суперпластифікатора і перемішуванням компонентів протягом необхідного часу.

§ 9.3. Влаштування робочих швів

Робочі шви утворюються внаслідок перерв у бетонуванні. Їх можна влаштовувати в місцях, де стики старого і нового бетону не будуть негативно впливати на міцність конструкції. При бетонуванні колон робочі шви залишають на рівні верху фундаменту, низу прогонів, балок або підкранових консолей, низу капітелей колон безбалкових перекриттів (Рис. 9.3. в), в рамних конструкціях – верху кута між стійками і ригелями рам (Рис. 9.3. г). Бетонування балок і плит ведеться одночасно. Якщо ж балка має великий перетин і бетонувати її одночасно з плитою неможливо, то балку бетонують окремо. У цьому випадку бетон не доводять на 20-30 мм до рівня нижньої грані плити, а якщо плита на кут, то до початку кута. У процесі бетонування окремих балок не допускається влаштовувати робочий шов в межах середньої третини прольоту балок.

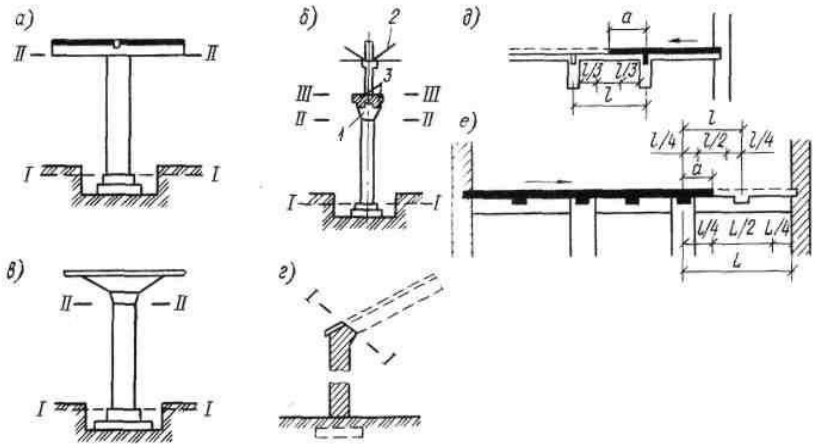
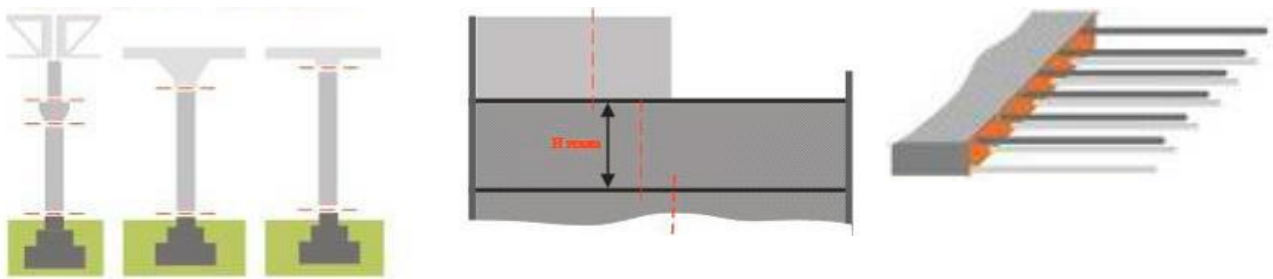


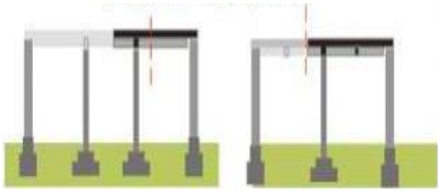
Рис. 9.3. Розташування робочих швів при бетонуванні конструкцій
а - колона, що підтримує ребристе перекриття; б - колона, що підтримує балки; в - колона, що підтримує безбалкове перекриття; г - нога і ригель рами; д - ребристе перекриття при бетонуванні в напрямку, паралельному іншим балкам; е - те ж, перпендикулярне іншим балкам;
1 - консоль; 2 - ферма; 3 - підкранова балка; I-I, II-II, III-III - положення робочих швів



розміщення робочих швів в колонах і стінах по висоті

розміщення робочих швів в довгих стінах по довжині на різних поверхах

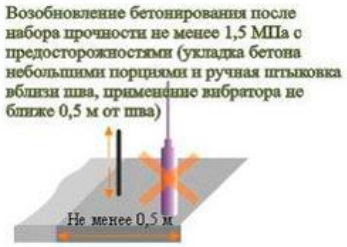
шов влаштовують установкою дерев'яних щитів з прорізами для арматури або сталевих сіток, з розмірами вічок не більше 12 х12 мм (10-2 НУ по ГОСТ 3826-82, або Р-10-2, Р-12-2 по ГОСТ 5336-80)

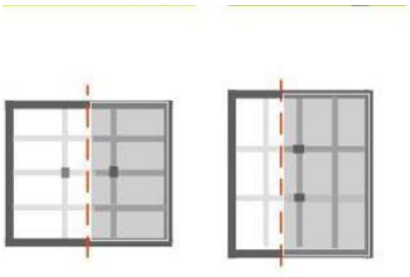


поверхня робочого шва повинна бути перпендикулярна поздовжньої осі елемента, а в стінах і плитах - їх поверхні



розміщення робочих швів в ребрестих перекриттях





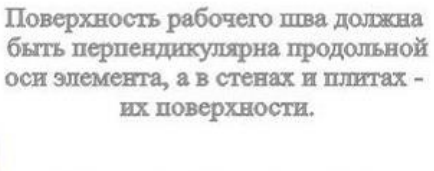




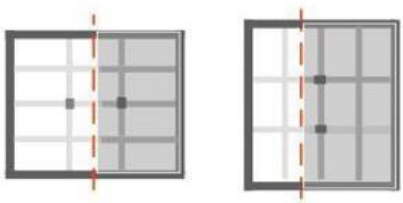














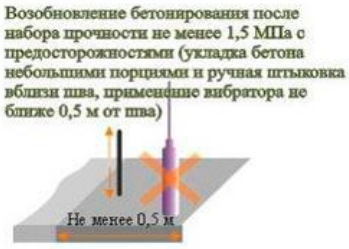


Рис. 9.4. Правила влаштування робочих швів і відновлення бетонування

При бетонуванні ребристих перекриттів слід керуватися наступним: якщо бетонування йде в напрямку, паралельному другорядним балкам, робочий шов влаштовують в межах середньої третини прольоту балок (Рис. 9.3. д), а в разі бетонування в напрямку, паралельному головним балкам (прогонам), шов розташовують у межах двох середніх чвертей прольоту прогонів і плит (Рис. 9.3. е).

При перервах у бетонуванні балок і плит стик повинен бути вертикальним. Для улаштування стику закладають рейку або дошку на всю товщину плити або висоти балки. У дошці або рейці залишають прорізи для арматури. Місце стику старого бетону з новим при укладанні нового ретельно очищують від сміття, пилу і цементної плівки, що утворилася.

Стик обов'язково промивають, а цементну плівку зчищають металевою щіткою. Поверхня стику для кращого зчеплення з новим шаром бетону повинна бути нерівною. З цією метою на ньому роблять насічку. Очищену поверхню стику перед початком бетонування покривають цементним розчином такого ж складу, що і бетонна суміш, яка укладається.

При бетонуванні арок, склепінь, резервуарів, бункерів, великих масивів тощо місця влаштування стиків передбачаються проектом. У великих масивах стики зазвичай виконують у вигляді виступів або западин. У місці стику закладають короткі сталеві стрижні, що входять в старий і новий бетон.

Крім робочих швів, що є елементом технологічного процесу бетонування, влаштовуються так звані температурні та деформаційні (осадові) шви. Температурні шви дають можливість залізобетонним конструкціям змінювати свою довжину в залежності від зміни температури, і деформаційні осадові шви забезпечують вільну осадку частин будівлі відносно один одного. Температурний шов ділить по висоті всю надземну частину будівлі або споруди, деформаційний – всю будівлю разом з фундаментом. Розташування температурних і деформаційних швів вказується в робочих кресленнях.

Витримування бетону.

В процесі витримування здійснюють догляд за бетоном, який повинен забезпечити: підтримку температурно-вологісного режиму, необхідного для наростання міцності бетону, запобігання значних температурно-усадочних деформацій і утворення тріщин, запобіганню бетону, що твердіє від ударів, струсів, інших впливів, які погіршують якість бетону в конструкції.

Свіжоукладений бетон підтримують у вологому стані шляхом періодичного зрошення водою та оберігають влітку від сонячних променів, а взимку від морозу захисними покриттями.

У літній період бетон на звичайних портландцементах поливають протягом 7 діб, на глиноземистих – 3 доби, на шлакопортландських і інших малоактивних цементах – не менше 14 діб. При температурі повітря вище +15°С протягом 3 діб поливання проводять протягом дня через кожні 3 години і один раз вночі, а в наступні дні – не рідше трьох разів на добу.

Поливання виконують розпилювачами, приєднаними шлангами до трубопроводів тимчасового водопостачання. Для запобігання вимивання бетону струменем води його поливання починають не раніше ніж через 5-10 годин після укладання.

При укритті поверхні бетону вологостійкими і вологоутримуючими матеріалами (рогожами, матами, тирсою та ін.) перерва між поливаннями може бути збільшена в 1,5 рази. При середньодобовій температурі зовнішнього повітря +3°С бетон можна не поливати. Великі горизонтальні поверхні бетону замість поливання можуть бути покриті захисними плівками (бітумно-етінолевим лаком, водно-бітумною емульсією, полімерними плівками).

§ 9.4. Бетонування пласких конструкцій

До пласких конструкцій відносяться покриття доріг, підстильні шари підлог та ін. Їхнє бетонування виконують бетоноукладочними машинами, що переміщуються по рейках-формах, бетоноукладчиками на гусеничному ходу з

ковзаючою формою (опалубкою), за допомогою засобів малої механізації по маяковій бортовій опалубці і комбінованим способом.

Технологія бетонування бетоноукладочними машинами неармованих одношарових конструкцій складається з наступних операцій: підготовка основи, улаштування рейок-форм або укладання бетонних бічних смуг, улаштування деформаційних прокладок і штирів в місцях майбутніх швів, укладання бетонної суміші з обробкою поверхні бетону, нарізка швів (до і після твердіння бетону), зняття рейок-форм і догляд за твердіючим бетоном. У разі влаштування армованих покриттів до перерахованих операцій додається операція з улаштування арматури.

Для улаштування рейок-форм (Рис. 9.5) теодолітом попередньо розбивають осі в плані однією з них, другу рейку-форму ставлять за шаблоном. Рейки-форми складаються з окремих ланок завдовжки близько 4 м, висотою порядку 200 мм і встановлюються краном. Якщо товщина покриття більше висоти рейок-форм, то їх ставлять на підкладках, а якщо менше, то різницю компенсують за рахунок вирівнюючого шару. Улаштування рейок-форм повинне йти з випередженням бетонування не менш, ніж на довжину змінного укладання бетонної смуги.

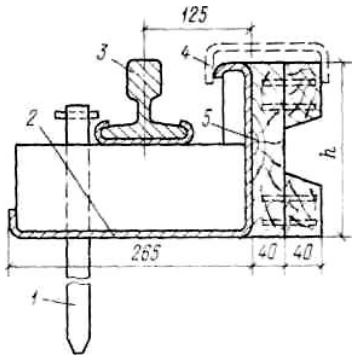


Рис. 9.5. Рейка-форма з приставною шпунтовою опалубкою:
1 - штирі; 2 - рейка-форма; 3 - рейка; 4 - скоба для кріплення приставної опалубки; 5 - приставна шпунтова опалубка; h - товщина покриття

Рейки-форми знімають не раніше, ніж через 18 годин після укладання бетону при температурі твердіння 15°С і вище і не раніше, ніж через 24 години при температурі нижче 15°С.

При влаштуванні двошарових покриттів виконують або роздільне ущільнення кожного шару, або одночасне ущільнення двох шарів разом. У першому випадку після укладання бетону нижнього шару по його поверхні розсипають щебінь розміром 20-40 мм з розрахунку 1 $м^3$ на 100 мг, до початку схоплювання його втоплюють в бетон (для створення шорсткої поверхні) і знімають рейки-форми. Через 10-12 днів приступають до бетонування верхнього шару, виконуючи при цьому всі необхідні роботи, як для одношарового покриття. У другому випадку рейки-форми встановлюються на всю висоту покриття, але укладання бетону ведуть за два проходи. При першому проході укладають тільки нижній шар бетону, потім з відставанням на 12-15 м – верхній шар з одночасним ущільненням обох шарів. Після цього виконують інші завершальні роботи.

Для влаштування підстилаючих шарів із застосуванням віброрейок або поверхневих вібраторів для ущільнення бетону в якості опалубки, огороджувальної бетоновану смугу, можуть використовуватися інвентарні щити або дошки товщиною 50 мм. Опалубку встановлюють за нівеліром так, щоб її верхня грань знаходилася на рівні поверхні бетонованої конструкції.

Перед бетонуванням для утворення деформаційних швів в розширення по довжині плити закладають заздалегідь заготовлені дерев'яні прокладки з металевими штирями і закріплюють їх на основі. Для утворення швів стиску і поздовжніх швів перпендикулярно в швах встановлюються (занурюються в свіжоукладений бетон) штирі на металевих шпильках.

Укладання бетонної суміші в дорожні покриття, як правило, роблять на всю ширину проїзжої частини. У обмежених умовах бетонну суміш укладають смугами на половину ширини проїзжої частини, використовуючи іншу половину для руху будівельного транспорту.

Аеродромні покриття зводять поздовжніми рядами з улаштуванням маякових рядів або без них. При цьому необхідно враховувати можливість їзди автотранспорту по основі, терміни твердіння бетону та інші умови.

Укладання бетонної суміші в підстильний шар підлоги виконують смугами шириною від 3 до 4 м, які бетонують через одну. Проміжні смуги бетонують після затвердіння бетону суміжних смуг.

§ 9.5. Бетонування масивів і фундаментів

Масивні споруди бетонуються, як правило, окремими частинами – блоками. Розріз масиву на блоки викликається необхідністю запобігання утворення усадочних тріщин, обмеження площі бетонування і виконується в залежності від продуктивності бетоноукладочних засобів і термінів схоплювання цементу в бетоні. Розміри і місце розташування блоків встановлюють з урахуванням конструктивного рішення масиву і його армування.

При динамічному розрахунковому навантаженні фундаменти бетонують без перерви, при статичному – перерви допускаються.

У всіх випадках вибір технології, засобів механізації подачі, розподілу та ущільнення бетону виконують на підставі техніко-економічних розрахунків. При зведенні масивних споруд з розрізанням на блоки і великих фундаментів, об'ємом більше 1000 $м^3$, рекомендується подавати бетон автомобілями по естакаді, яка спирається на металеві або залізобетонні стійки висотою, що рівна висоті фундаменту (масиву); ці стійки залишаються в тілі бетону (Рис. 9.6. б).

З автосамоскидів, автобетоновозів або автобетонозмішувачів бетонна суміш вивантажується до воронок бункерів або лотків, звідки через підвісні інвентарні хоботи подається безпосередньо до бетонованої конструкції.

Бетонування масивів і фундаментів може проводитися за допомогою різних кранів, бетонна суміш подається баддями до місця укладання. У зону дії крана вона доставляється якими транспортними засобами.

При бетонуванні невеликих стовпчастих фундаментів (обсягом до 50 $м^3$) застосовують переставні стрічкові або вібраційні конвеєри (Рис. 9.6. б). Бетонну суміш доставляють автотранспортом і вивантажують в

віброживильники, звідки вона безперервно надходить на стрічку переставного конвеєра або у вібролоток, а потім у бетоновану конструкцію.

При бетонуванні фундаментів великого габариту в плані, а також окремо стоячих фундаментів при інтенсивності бетонування понад 5 $м^3$/ч застосовують самохідні стрічкові бетоноукладчики (Рис. 9.6. е). Останні обладнуються як стаціонарною, так і телескопічною стрілами. У першому випадку розподіл бетонної суміші по площі забезпечується переміщенням машини, поворотом стріли і підйомом її в горизонтальній плоскості, у другому – розсуненням стріли по довжині і її поворотом в горизонтальній площині. Самохідними бетоноукладчиками бетонну суміш можна подавати як з бровки, так і зсередини котловану.

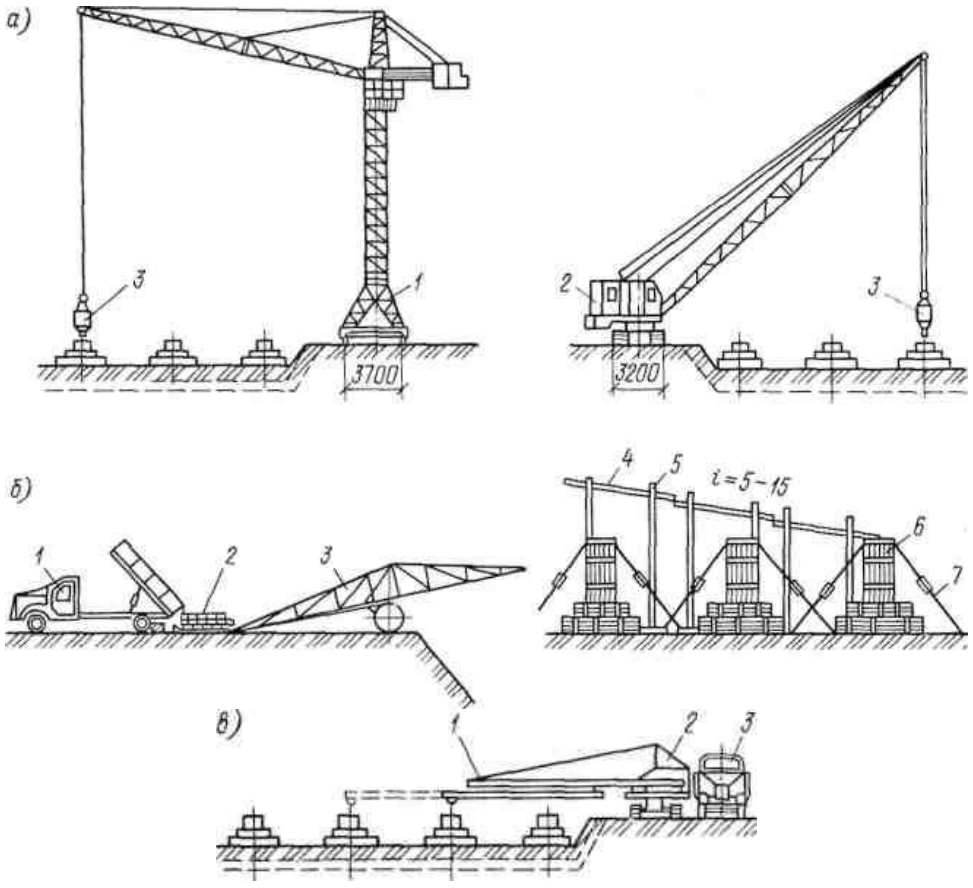


Рис. 9.6. Схеми бетонування фундаментів

а - за допомогою крану: 1 - баштовий кран; 2 - стріловий кран; 3 - бадді;

б - за допомогою стрічкового і вібраційного конвеєру; 1 - самоскид; 2 - віброживильники; 3 - стрічковий конвеєр; 4 - вібролоток; 5 - інвентарні стійки; 6 - бетоновані фундаменти; 7 - розтяжки;

в - самохідним бетоноукладчиком; 1 - телескопічна стріла бетоноукладача; 2 - бетоноукладальник; 3 - автосамоскид

Верхня площина фундаментів і масивів ущільнюється і вирівнюється віброрейками або поверхневими вібраторами, а потім загладжується правилом врівень з верхніми гранями опалубки або маяковими дошками.

§ 9.6. Бетонування колон, стін, балок і плит перекриттів

При бетонуванні колон і стін бетонна суміш після доставки її до об'єкту подається до конструкції в переносному поворотному бункері, неповоротній бадді стріловим краном або по бетонопроводах бетононасосом.

Колони перерізом 400×400 мм і більше, висотою до 5 м, а також перерізом до 400×400 мм, висотою менше 2 м бетонують на всю висоту з подачею бетону зверху. При великих висотах цих конструкцій роботу виконують ярусами (висотою відповідно 5 і 2 м) з перервами 1-2 години для осаду свіжеукладеного бетону.

Бетонування високих колон, як правило, проводиться в опалубці, встановленої з трьох сторін на всю висоту конструкції. Четверта сторона опалубки ставиться на висоту чергового ярусу бетонування. Якщо над колонами розташовані балки з густою арматурою, що перешкоджає подачі бетону зверху, то їхнє бетонування можна виконувати до армування балок з наступною обробкою робочих швів.

Стіни і перегородки товщиною більше 150 мм і висотою до 3 м, а також товщиною до 150 мм і висотою менше 2 м бетонуються відразу на всю висоту. При більшій висоті бетонування ведуть ярусами відповідно по 3 і 2 м. Опалубка при цьому зводиться з одного боку на всю висоту конструкції, а з іншого – поярусно. При бетонуванні високих стін і перегородок без рабочих швів необхідно влаштовувати перерви не менше 40 хвилин для осаду бетонної суміші, але не більше періоду початку схоплювання цементу.

Укладання бетонної суміші в опалубку стін резервуарів і споруд для зберігання рідин повинне виконуватись безперервно шарами висотою не більше 0,8 довжини робочої частини глибинного вібратора. При влаштуванні

(у виняткових випадках) робочих швів їх поверхня повинна бути ретельно оброблена.

Для бетонування балок і плит перекриттів можливі наступні схеми подачі бетону після доставки його транспортними засобами: переносний бункер – кран – конструкція; переносний бункер – кран – ланковий конвеєр – віброжолоб – конструкція; бетононасос – бетонопроводи – конструкція.

Бетонування балок і плит, монолітно пов'язаних з колонами і стінами, слід проводити не пізніше 1-2 години після закінчення бетонування останніх.

При висоті перекриття до 0,5 м балки і плити бетонують одночасно в один шар. При висоті 0,5-0,8 м перекриття бетонується у два шари. Кордон шарів повинен проходити по балці на 0,2-0,3 м нижче плити перекриття. При висоті балок більше 0,8 м їх рекомендується бетонувати окремо від плит і влаштовувати робочий шов на 30 мм нижче плити. Балки і прогони бетонують горизонтальними шарами товщиною 0,3-0,5 м залежно від вібратора, що застосовується.

Укладання бетонної суміші в плити роблять по маякових рейках, які встановлюють рядами через 2-2,5 м і прибивають до бобишок на опалубці. Після зняття рейок і бобишек поглиблення, що залишилися в плиті, заповнюють бетонною сумішшю і ущільнюють.

Плити товщиною більше 250 мм з одиночною арматурою і більше 120 мм з подвійною арматурою ущільнюють спочатку глибинними вібраторами, а потім поверхневими.

При бетонуванні пласких плит робочий шов влаштовується в будь-якому місці, але у напрямку меншого прольоту.

Бетонну суміш в склепіння і арки слід укладати особливо ретельно (з урахуванням їх конструктивних особливостей). У масивних зведеннях і арках її ущільнюють внутрішніми вібраторами. Склепіння-оболонки товщиною менше 5 см торкретують. При укладанні бетонної суміші потрібно, по можливості, уникати перерв у бетонуванні, якщо ж вони неминучі, слід заздалегідь передбачити місця утворення стиків. Звід в цьому випадку

розбивають по довжині на окремі ділянки. Робочі шви розташовують перпендикулярно до твірної зводу. При прольотах склепінь більше 20 м їх бетонують окремими смугами, паралельними поздовжньої осі зводу і розташованими симетрично його шелизі.

Арки і склепіння бетонують одночасно з двох сторін симетрично від п'ят до замку. Бетонну суміш укладають одночасно на трьох ділянках: у п'ятах і в замку склепіння або арки. Після цього бетонують інші ділянки. Між забетонованими смугами залишають проміжки шириною 200-500 мм (усадочні шви), які заповнюють малорухомою бетонною сумішшю через п'ять-сім днів після бетонування смуг.

§ 9.7. Зведення конструкцій у ковзній опалубці

Після закінчення монтажу ковзної опалубки та обладнання для її підйому приступають до улаштування арматури, піднятою за допомогою крана або інших пристосувань на робочу підлогу опалубки шахтним підйомником, змонтованим всередині споруди, що зводиться.

Арматуру у вигляді окремих стрижнів або арматурних сіток невеликої висоти укладають в процесі бетонування за допомогою «контрольних драбинок», що визначають проектне положення горизонтальних арматурних стрижнів (Рис. 9.7). Верхній ряд горизонтальної арматури в процесі бетонування завжди повинен знаходитися вище укладеного шару бетону. Правильність укладання арматури, а також улаштування її стиків слід систематично перевіряти в процесі робіт і результати заносити до журналу робіт.

Бетонну суміш укладають в опалубку безперервно, рівномірними шарами товщиною не більше 200 мм в тонких стінах (завтовшки до 200 мм) і не більше 250 мм в інших конструкціях, причому кожен новий шар – лише після закінчення укладання попереднього до початку його схоплювання. Верхній рівень суміші, що вкладається повинен бути нижче верху щитів опалубки на 50 мм.

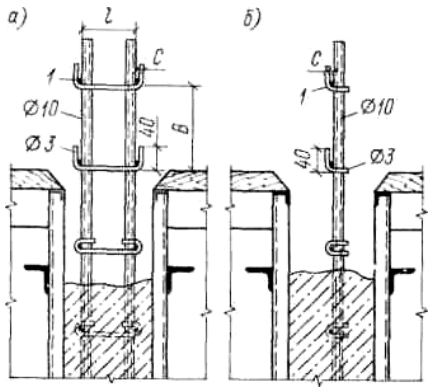


Рис. 9.7. «Драбинки» для контролю правильності розташування горизонтальної арматури:
а - при подвійний арматурі; 1 - точкове електрозварювання;
б - при одиночній арматурі; l - відстань між стрижнями горизонтальної арматури;
В - крок горизонтальної арматури; С - відстань, рівна діаметру горизонтальної арматури плюс 2 мм

При товщині стіни до 200 мм бетонну суміш ущільнюють внутрішніми високочастотними вібраторами, що мають діаметр наконечника 35 мм, а при більшій товщині стіни – 50 мм. При ущільненні вручну бетонна суміш повинна мати осадку конуса 10-12 см, при роботі вібраторами – 7-8 см. Суміш до місця укладання можна подавати за допомогою бетононасосів, мотовізків, електро- і автонавантажувачів, а також різних підйомників.

У разі вимушеної перерви в бетонуванні необхідно вжити заходів проти зчеплення укладеного бетону з опалубкою. Для цього її періодично піднімають і опускають в межах одного кроку або повільно піднімають до утворення видимого зазору між нею і бетоном.

Для перевірки вертикальності споруди на її кутах встановлюють прилади контролю. При затирці бетонної поверхні в процесі підйому опалубки до стійок домкратних рам і до кінців прогонів за допомогою підвісок кріплять поперечні балки, за якими укладають нижній настил з дерев'яних щитів, що є одночасно захисним.

§ 9.8. Поточний метод виробництва бетонних та залізобетонних робіт

Поточний метод виробництва бетонних і залізобетонних робіт є найбільш ефективним, що забезпечує безперервне і ритмічне виконання робіт, розділених за обсягом на окремі ділянки (захватки). При потоковому методі весь комплекс технологічного процесу виробництва залізобетонних робіт розбивається на ряд складових: улаштування риштувань і опалубки, укладання арматури, укладання і ущільнення бетонної суміші, витримування бетону і догляд за ним, розпалублення.

Поділ всього обсягу робіт на захватки, приблизно однакових за трудомісткістю, проводиться залежно від кількості робітників кожної спеціальності, продуктивності механізмів та ін. Так, улаштування ребристого залізобетонного перекриття при розбитті обсягу робіт на три захватки може виконуватися таким чином.

Робота починається з улаштування теслями опалубки на I захватці. По її закінченні теслі переходять на II захватку, арматурники приступають до укладання арматури на I захватці. Після того, як теслі перейдуть на III захватку, арматурники переходять на II, а бетонщики – на I захватку. Закінчивши роботу, теслі перейдуть на інший об'єкт, в цей же час арматурники переходять на III, а бетонщики – на II захватку. Після цього на I захватці починають розпалублення тощо. Так створюється безперервне і ритмічне виробництво робіт.

Виконання залізобетонних робіт потоковим методом повинне бути пов'язане з календарним планом робіт.

Вказівки з виконання прогресивними способами окремого будівельного процесу в загальному комплексі бетонних або залізобетонних робіт можуть бути коротко викладені в технологічній карті. У ній повинні бути відображені основні дані з виконання та комплексної механізації будівельного процесу, потреби в матеріально-технічних ресурсах і в робітниках за професіями і

розрядами, а також вказівки з охорони праці. Крім того, наводиться схема організації, графік виконання робіт, калькуляція трудових витрат.

Організація бетонних і залізобетонних робіт потоковим методом повинна забезпечувати скорочення терміну зведення споруд.

§ 9.9. Метод «термосу»

Сутьність методу «термосу» полягає в тому, що бетонна суміш, що має позитивну температуру (зазвичай в межах 15-30°С) укладається в утеплену опалубку. В результаті цього бетон конструкції набирає задану міцність за рахунок початкової тепломісткості і тепловиділення екзотермічної реакції гідратації цементу за час охолодження до 0°С.

В процесі твердіння бетону виділяється екзотермічна теплота, що кількісно залежить від виду цементу, що застосовується, і температури витримування. Екзотермія бетону забезпечує істотний внесок до тепломісткості конструкції, яке витримується методом «термосу». Тому при застосуванні методу «термосу» рекомендується застосовувати бетонну суміш на високоекзотермічних портланд- і швидкотверднучих цементах, укладати її з підвищеною початковою температурою і ретельно утеплювати.

Питання для самоперевірки:

1. Як виконується укладання бетонної суміші?
2. Ущільнення бетонної суміші.
3. Влаштування робочих швів.
4. Бетонування пласких конструкцій.
5. Бетонування масивів і фундаментів.
6. Бетонування колон, стін, балок і плит перекриттів.
7. Зведення конструкцій у ковзній опалубці.
8. Поточний метод виробництва бетонних та залізобетонних робіт.

Список літератури:

1. Г.К. Соколов. Технологія та організація будівництва. - М.: Видавничий центр «Академія», 2008. - 528 с.
2. Технологія будівельних процесів // Данилов М.М., Терентьєв О.М., під ред. М.М. Данилова та О.М. Терентьєва. - М.: «Вища школа», 2000 р.
3. Афонін І.А., Євстратов Г.І., Штоль Р.М. «Технологія і організація монтажу спеціальних споруд». Навчальний довідник. - М.: Вища школа, 1986 р.
4. Дикман Л.Г. «Організація і планування будівельного виробництва». - М.: Вища школа, 1988 р.
5. Технологія будівельного виробництва. За редакцією В.К. Чернетка, М.Г. Ярмоленка. Київ: Вища школа, 2002.

Тема № 10. СПЕЦІАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ БЕТОННИХ РОБІТ

План

10.1. Роздільне бетонування.

10.2. Ін'єктування каналів в попередньо напружених конструкціях.

10.3. Торкретування.

10.4. Вакуумування.

10.5. Підводне бетонування.

§ 10.1. Роздільне бетонування

При зведенні залізобетонних резервуарів, фундаментів під обладнання, монолітних пальових фундаментів та інших конструкцій укладання і ущільнення бетонної суміші за звичайною технологією виявляються досить трудомісткими, особливо в густо-армованих конструкціях або у важкодоступних місцях. У таких випадках можна застосувати роздільне бетонування ін'єкційним або вібронагнітаючим способом.

Основним способом роздільного бетонування є ін'єкційний. Сутність його полягає в тому, що спочатку в опалубку конструкцій рівномірно (без порушення проектного розташування арматури) укладають великий заповнювач. Потім у порожнечі, що утворилися, нагнітають під тиском цементно-піщаний розчин з рухливістю не менше 120 мм при співвідношенні цементу і піску в суміші 1:2.

У багатьох випадках спосіб роздільного бетонування має переваги перед звичайною технологією виробництва бетонних робіт, а саме:

- зменшується обсяг робіт, завдки тому, що в бетонозмішувачах перемішується тільки розчин;
- з'являється можливість використання щебеню більшої крупності, бо його не змішують з розчином у бетонозмішувачах;
- полегшуються транспортні процеси, оскільки транспортувати великий заповнювач простіше, ніж бетонну суміш, а подача розчину по трубах зручна і економічна;
- усувається можливість розшарування бетонної суміші при транспортуванні і укладанні;
- підвищується рівень механізації робіт, що виключає ручний розподіл і вібрування суміші;
- підвищується водонепроникність споруди внаслідок зменшення кількості горизонтальних робочих швів;
- при товщині конструкції більше 1 м розчин ін'єктують через сталеві ін'єкційні труби, що встановлюються в опалубку до укладання великого заповнювача, а при товщині бетонованої конструкції менше 1 м – через спеціальні ін'єкційні отвори в опалубці конструкції;
- вібронагнітаючий спосіб відрізняється тим, що при нагнітанні цементно-піщаного розчину в міжзерновий простір глибинними вібраторами одночасно вібрують великий заповнювач, цементно-піщаний розчин і бетонну суміш, яка утворилась.

Для подачі розчину можуть бути використані розчинонасоси різних характеристик (залежно від прийнятої схеми та обсягу робіт). При обсязі робіт до 60 м^3 за зміну дозволяється застосовувати пересувну ін'єкційну установку ЦНІІОМТП (Рис. 10.1); її продуктивність 6 м^3/год, дальність подачі по горизонталі 200 м, по вертикалі 40 м.

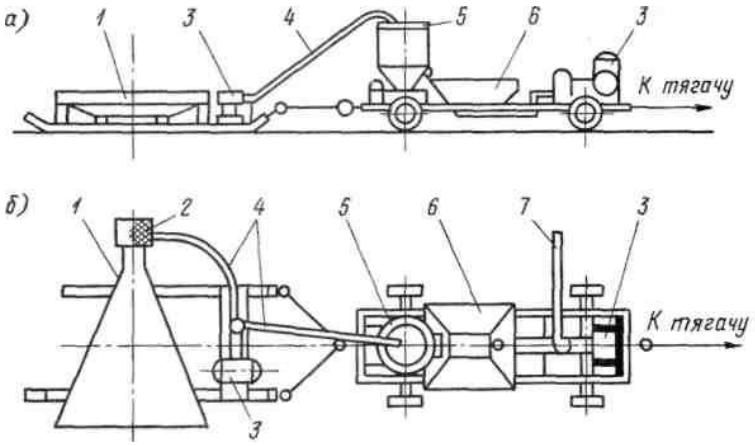


Рис. 10.1. Пересувна ін'єкційна установка ЦНІІОМТП:
а - загальний вигляд; б - план; 1 - бункер для приймання розчину; 2 - вібросито; 3 - розчинонасос І3-317Б; 4 - гумовий трубопровід; 5 - турбулентний змішувач; 6 - проміжний бункер; 7 - трубопровід для подачі розчину в конструкцію

§ 10.2. Ін'єктування каналів в попередньо напружених конструкціях

Арматуру, що натягується на затверділий бетон, укладають в спеціально залишені канали, діаметр яких приймається на 10-15 мм більше зовнішнього діаметру пучка дроту або стрижня. Для утворення каналів в конструкціях, що збираються на будівельному майданчику, застосовуються гумові шланги або труби. Останні перед укладанням в опалубку змащують ззовні рідким милом для полегшення витягування по закінченню бетонування. Крім того, в гумовий шланг для запобігання провисання і сплющення вводять сердечник зі сталевої труби, пучка стрижнів або сталевого канату. Сердечник змащують солідолом, щоб він не пристав до стінок шланга. Після укладання бетонної суміші через 2-4 години сердечник витягують вручну, а шланги і сталеві труби – за допомогою лебідки. Сталеві труби каналоутворювача після укладання бетонної суміші слід через кожні 15-20 хвилин злегка повертати навколо вісі для того, щоб вони не пристали до бетону.

Каналоутворювачі зі спіральною обмоткою являють собою круглий стрижень з навитою на нього щільною спіраллю зі сталевого дроту діаметром 4-5 мм. Перед укладанням каналоутворювача в опалубку спіраль змащують

емульсією або відпрацьованим машинним маслом. Після схоплювання бетону стрижень обертають спеціальною машиною. У міру обертання спіраль щільно намотується на стрижень і відстає від бетону. Після того, як вся спіраль буде намотана, ближній кінець дроту закріплюють на стрижні і починають обертати у зворотний бік, від цього стрижень з дротом вигвинчується з каналу, як гвинт по різьбі. В утвореному каналі залишається рифлена поверхня, яка після очищення та промивання забезпечує хороше зчеплення бетону з цементним розчином, що нагнітається. При довжині каналу більше 20 м каналоутворювача заводять з обох сторін виробу.

Відразу після натягу арматури канали промивають і в них нагнітають розчин для отримання монолітної конструкції. Нагнітання (ін'єктування) цементного тіста або розчину в канали при невеликих обсягах робіт може бути виконано за допомогою ручного розчинонасосу, продуктивністю до 0,18 $м^3$/ч. При значних обсягах робіт з ін'єктування застосовують розчинонасоси продуктивністю 1 $м^3$/год, які входять до складу пересувних станцій, обладнаних, крім того, гідродомкратом для натягу арматури. Для роботи використовують цементний розчин не нижче М300, виготовлений на портландцементі М400 і вище. Застосовувати інші цементи для цієї мети забороняється. Для підвищення рухливості в розчин можна додавати пластифікуючі добавки, наприклад, милонафт в кількості 0,1% від маси цементу або інші.

§ 10.3. Торкретування

При зведенні залізобетонних конструкцій, резервуарів, відстійників та інших споруд, в яких необхідно забезпечити водонепроникність, а також тонкостінних конструкцій, склепінь-оболонок, армоцементних покриттів тощо, де звичайні методи укладання бетонної суміші складні і не забезпечують необхідної щільності бетону, застосовується метод торкретування. Роботи з торкретування полягають у нанесенні під тиском стисненого повітря на оброблювану поверхню шарів цементно-піщаного

розчину (торкрету) цемент-гарматою або бетонної суміші (набризк-бетону) бетон-шприц-машиною, а також установкою «Пневмобетон».

Торкретування застосовується також при виправленні пошкоджених поверхонь бетонних і залізобетонних-конструкцій, закладенні раковин, тріщин та інших дефектів, у разі необхідності посилення залізобетонних конструкцій, а також підвищення їх морозостійкості.

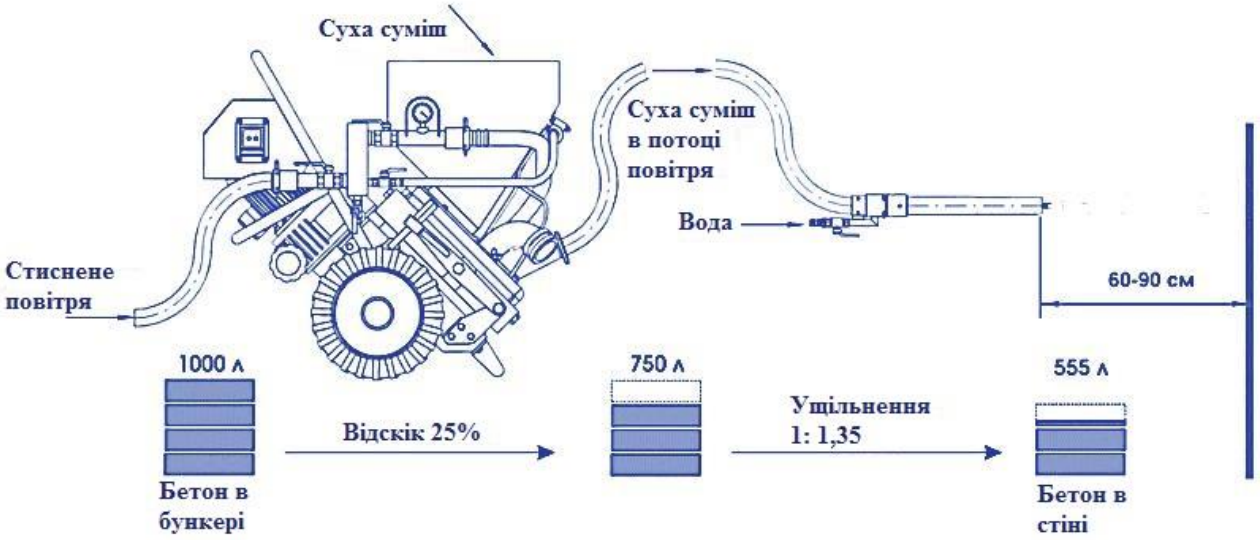
До складу торкрету входять цемент і пісок, до складу торкрет-бетону крім цементу і піску входить великий заповнювач розміром до 30 мм. Розчини або бетонні суміші готують на портландцементах не нижче М400.

Процес нанесення шару торкрету (торкрет-бетону) включає дві стадії: на першій стадії на поверхні нанесення відбувається відкладення пластичного шару, що складається з розчину з найдрібнішими фракціями заповнювача. Товщина шару цементного молока і тонких фракцій, здатного поглинути енергію удару великих частинок заповнювача і здатного утримати великі частки, становить 5-10 мм, на другій стадії відбувається часткове проникнення в розчинний шар зерен більш крупного заповнювача і таким чином утворення шару торкрету або торкрет-бетону.

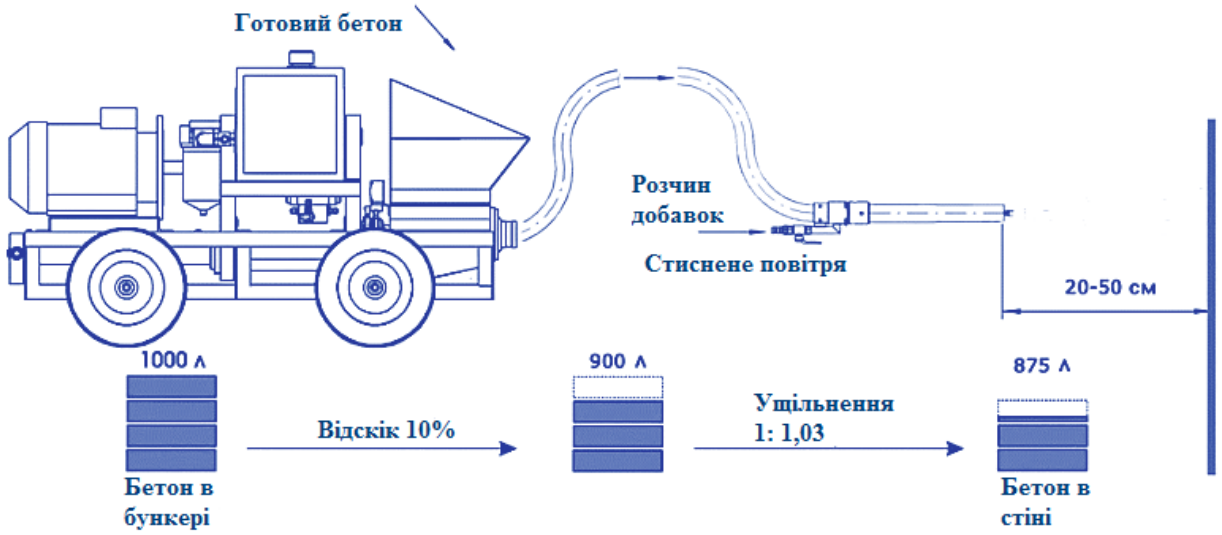
Торкретування здійснюють двома способами: «сухим» і «мокрим» (Рис. 10.2):

• при сухому способі вихідна суха суміш в зваженому стані подається до насадки (сопло), в яку в потрібній кількості надходить вода замішування. У соплі відбувається перемішування суміші з подальшою подачею її під тиском стисненого повітря на бетоновані поверхні;

• при мокрому способі в сопло під тиском стисненого повітря надходить готова суміш. У соплі суміш перекладається у зважений стан і під тиском наноситься на бетоновані поверхні («пневмобетонування»).



а



б

Рис. 10.2. Схеми процесів сухого (а) і мокрого (б) способів торкретування

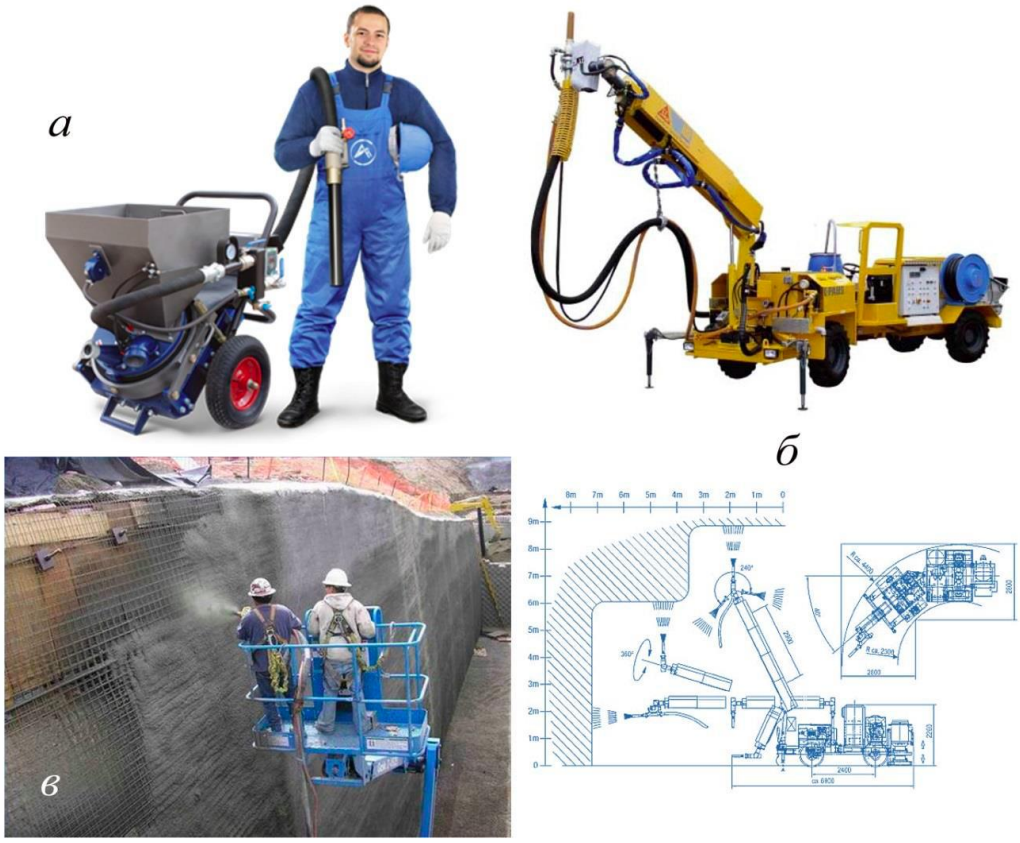


Рис. 10.3. Установки для торкретування:
а - сухим способом, продуктивністю 1,5-8 м^3/год для більшості видів торкрет-робіт; б - мокрим способом, самохідна механізована універсальна торкрет-установка Sika-PM407, продуктивністю 4-20 м^3/год; в - процес «мокрого» торкретування

Торкретування ведеться цементними розчинами (складу 1:2:6) в один або декілька шарів по неармованій або армованій поверхні. В якості в'яжучого для торкрету застосовується портландцемент М400 і вище, а також безусадковий цемент, що разширюється, при цьому в сухій торкретній суміші крупність зерен заповнювача не повинна перевищувати 8 мм, а в бетонних сумішах, що наносяться бетон-шприц-машиною – 20 мм. Товщина шару торкрету приймається рівною 15-20 мм, причому кожний наступний шар наносять тільки після схоплювання попереднього. Число і товщина шарів, характеристики суміші, вид і максимальна крупність заповнювача визначаються проектом.

Торкретування цементно-піщаними розчинами ведеться за допомогою спеціальної установки, основним агрегатом якої є цемент-гармата (Рис. 10.4). Цемент-гармати випускаються продуктивністю по сухій розчинній суміші

1,5ч-4 м^3/год і для малих обсягів робіт – 0,5ч-4 м^3/ч. Перші можуть подавати розчин по горизонталі на відстань до 70 м, а по вертикалі – на 40 м.

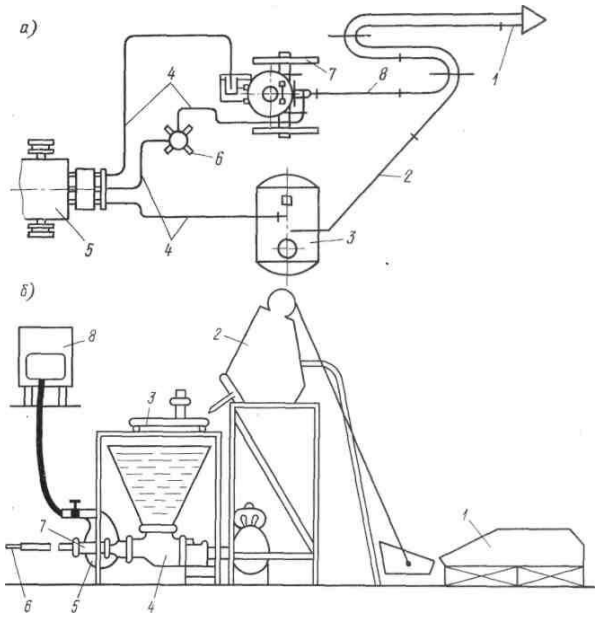


Рис. 10.4. Механізми для торкретування:
а - схема установки для нанесення цементного розчину; 1 - форсунка; 2 - водяний шланг; 3 - водяний бак; 4 - повітряний шланг; 5 - пересувний компресор; 6 - очисник повітря; 7 - цемент-гармата; 8 - матеріальний шланг;
б - схема установки пневмобетону; 1 - віброживильник; 2 - розчинозмішувач; 3 - вібросито; 4 - бетононасос; 5 - вібратор; 6 - трубопровід; 7 - камера змішувача; 8 - компресорна

При торкретуванні тиск повітря в цемент-гарматі (або бетон-шприц-машині) встановлюється в межах 150-350 кПа в залежності від віддалення машини по відношенню до поверхні, що торкретується, а також від виду і розмірів заповнювачів і вимог до торкрет-шару (по міцності, водонепроникності, морозостійкості). Вода до сопла подається під тиском, що перевищує на 5-15 кПа тиск повітря в машині.

Циліндричний резервуар цемент-гармати складається з двох камер: верхньої (для завантаження матеріалу) і нижньої (робочої). Суха цементно-піщана суміш вологістю 6-8% по гнучкому шлангу під тиском стисненого повітря подається в сопло форсунки. В це ж сопло по іншому шлангу, також під тиском, надходить вода, яка змочує суху суміш у вихідного отвору сопла. Суміш під тиском викидається з нього зі швидкістю до 120-140 м/с. При цьому сопло слід тримати перпендикулярно до оброблюваної поверхні на відстані близько 1 м.

Пневмобетонування застосовують для укладання й ущільнення дрібнозернистої бетонної суміші в бетоновані конструкції. Суміш з автотранспорту надходить у віброживильник, який передає її через скіповий підйомник в розчинозмішувач. Далі суміш через вібросито, встановлене на вібростолі, потрапляє в бункер живильника бетононасосу. З трубопроводу суміш подається в змішувальну камеру, де під дією стисненого повітря з компресорної станції транспортується по трубопроводу до сопла і укладається з ущільненням в конструкції.

Для кращого зчеплення шару торкрет-бетону з оброблюваною бетонною поверхнею їй надають шорсткість бучардою або іншим механізованим інструментом. Перед початком роботи поверхню, що торкретується, змочують. Конструкція може бути посилена сталевою сіткою, на яку наносять шар торкрету.

§ 10.4. Вакуумування

Для отримання необхідної рухливості в бетонну суміш, що укладається в конструкції, додають деяку кількість надлишкової води, яка є зайвою для процесу твердіння бетону. Ця вільна (зайва) вода, що займає певний обсяг, з плином часу випаровується, залишаючи при цьому в бетоні порожнечі, які зменшують його міцність. Роботи по вакуумуванню бетону полягають у механічному видаленні надлишкової (вільної) води з свіжоукладеної бетонної суміші за допомогою розрідженого повітря. Це підвищує міцність і якість бетону. Вібровакуумований бетон внаслідок зменшення в ньому надлишкової води до того ж набуває підвищеної морозостійкості і водонепроникності.

Для виконання робіт з вакуумування бетонної суміші в пласких конструкціях застосовують вакуум-щити. У балках, колонах, стінах вакуумування ведеться за допомогою вакуум-трубок. Вакуум-щити і вакуум-трубки через магістральну всмоктувальну лінію приєднуються до стаціонарної або пересувної вакуум-установки.

Стаціонарні установки застосовуються, головним чином, при заводському виготовленні і полігонів для виготовлення залізобетонних конструкцій. У свою чергу пересувні установки знаходять застосування безпосередньо на місці будівництва. Монтуються вони на шасі автопричепів або автомашин. Пересувна установка може одночасно вакуумувати бетонну поверхню площею до 10-12 м^2 і дозволяє підключати одночасно до 40 вакуум-щитів. При обробці бетонного шару товщиною до 10 см змінна продуктивність установки досягає 1000 м^2.

Вакуум-щит, в якому є повітряний простір, утворено сітками (вакуум-порожнину), за допомогою штуцерів і шлангів приєднується до вакуум-насоса, який відсмоктує повітря, а з ним і воду з свіжеукладеної бетонної суміші. Вода по шлангах відводиться до водозбірника. Ступінь розрідження повинна бути не менше 46,3 кПа. Вакуумування треба починати не пізніше, ніж через 15 хвилин після закінчення віброущільнення суміші.

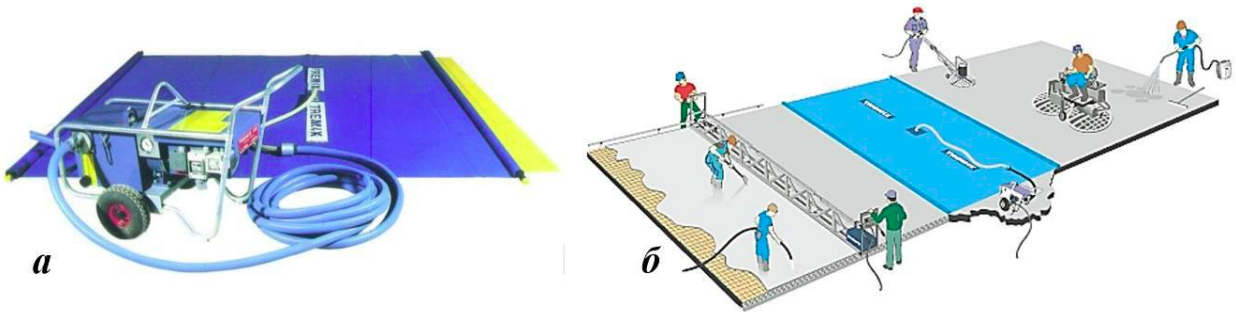


Рис. 10.5. Вакуумна обробка бетону:
а - вакуумний насос і вакуумні мати; б - послідовність робіт при влаштуванні бетонних підлог. Вакуумна обробка дозволяє переміщати частинки крупного заповнювача у верхній шар шарбетонної плити, збільшуючи твердість її поверхні

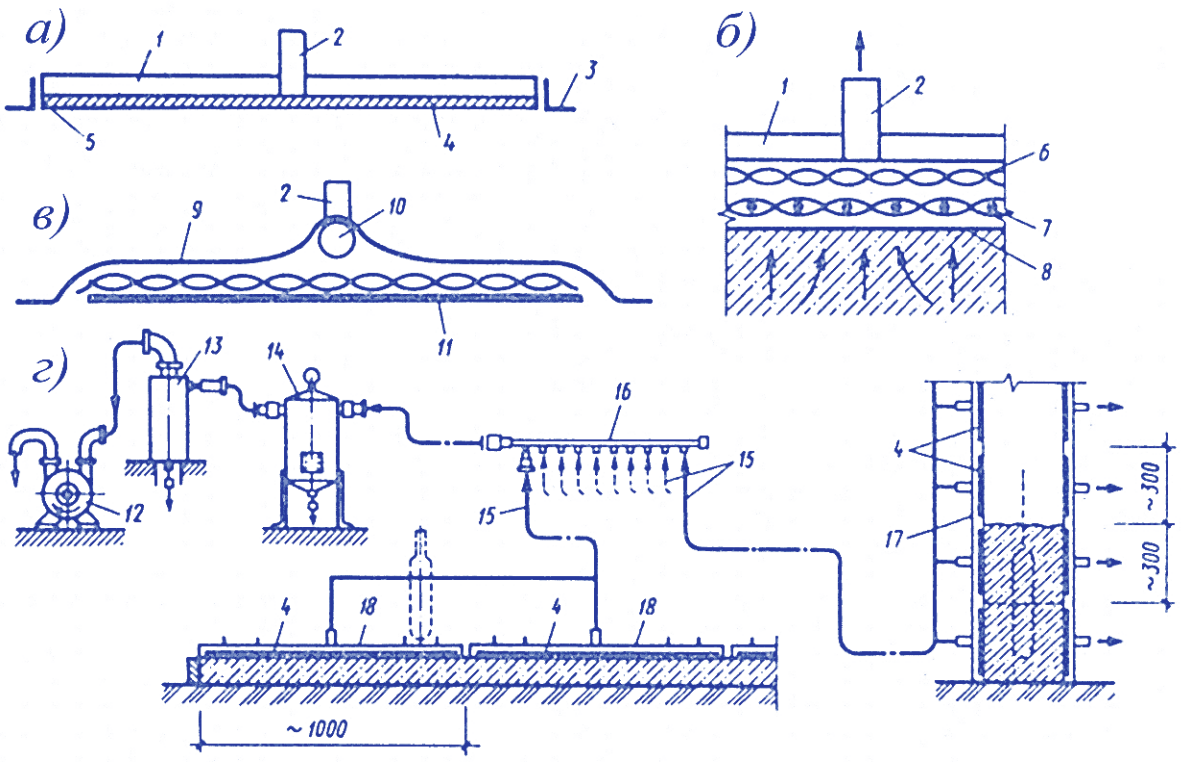


Рис. 10.6. Вакуумування бетону:

а - конструктивна схема вакуум-щита; б - схема пристрою вакуум-порожнини; в - конструктивна схема вакуум-мату; г - схема вакуум-установки і вакуумування бетону плит і стін;

1 - щит-опалубка; 2 - штуцер; 3 - гумовий фартух; 4 - вакуум-порожнина; 5 - герметизуючий замок; 6 - плетена сітка; 7 - ткана сітка; 8 - фільтрувальна тканина; 9 - верхній елемент; 10 - відсмоктувальний шланг; 11 - нижній елемент; 12 - вакуум-насос; 13 - ресивер; 14 - бак-водозбірник; 15 - гнучкий всмоктуючий шланг; 16 - колектор; 17 - вакуум опалубка; 18 - вакуум-щит

Вакуум-опалубку виготовляють на основі звичайної збірно-розбірної опалубки. Для цього опалубні щити з боку палуби обладнують по висоті горизонтальними ізольованими одна від одної вакуум-порожнинами, які в міру укладання бетонної суміші підключають до джерела вакууму. Вакуум-опалубку можна також збирати з вакуум-щитів, забезпечуючи при цьому незмінність їх положення елементами жорсткості і кріпильними деталями.

Продуктивність пересувної установки q, м^2/год, для бетону з осадкою конуса 40-60 мм і витратою цементу 220-300 кг на 1 м^3 бетону може бути визначена за формулою:

$$q = 60F/(t_b + t), \qquad (10.1)$$

де F – вакуумована площа бетону, м^2;

t_b – тривалість вакуумування, хв (при товщині шару 10 см , t_b = 8,5 хв, при 5 см t_b = 3,75 хв і т.д.);

t – час, що витрачається на перестановку і перемикання щитів, хв.

§ 10.5. Підводне бетонування

При зведенні споруд, розташованих у водоймах, бетонування ведуть під водою без водовідливу. При цьому застосовують два основні методи бетонування: вертикально-переміщуваної труби (ВПТ) і висхідного розчину (ВР). В обох випадках бетонування виконується на глибині до 50 м. З метою запобігання бетонної суміші від вимивання цементу і дрібних часток піску ділянку бетонування огороджують. Для цього можуть застосовуватися спеціально виготовлена опалубка, елементи споруд (ряжі, опускні колодязі і т.п.) і шпунтова огорожа. Для подачі бетонної суміші за методом ВПТ застосовуються сталеві безшовні труби діаметром не менше 200 мм. Їх збирають з окремих ланок, завдовжки 0,5-5,0 м кожна, з щільними водонепроникними легкороз'ємними фланцевими з'єднаннями. Зверху димарі обладнуються металевими воронками або бункерами, обсяг яких повинен забезпечувати безперервне живлення труб бетонною сумішшю (Рис. 10.8). Рухливість бетонної суміші, що застосовується, у разі безвібраційного укладання повинна становити 14-22 см, а при вібраційному – 4-14 см. У міру підйому рівня бетону в блоці трубу піднімають і вкорочують. Труби піднімають тільки при заповнених воронках. Одночасно стежать за тим, щоб труба була заглиблена в бетонну суміш, що укладається, протягом усього часу бетонування.

Методом ВР допускається вести безнапірне і напірне бетонування. При безнапірному бетонуванні (власне метод ВР) заливальні труби, по яких надходить цементний розчин, встановлюють в огороджувальних шахтах. Заповнення всіх порожнеч в кам'яному заповнювачі (камені, гравії або щебені) відбувається при підйомі розчину догори. При напірному бетонуванні (ін'єкційний метод) труби встановлюють без шахт безпосередньо в щебеневий

або кам'яний заповнювач і розчин подається під тиском, створюваним розчинонасосом. Для бетонування методом ВР застосовуються сталеві безшовні труби діаметром 37-100 мм або зварні труби з гладкою внутрішньою поверхнею.

Метод утрамбовування бетонної суміші або укладання її в мішках слід застосовувати при глибинах води до 1,5 м для конструкцій, бетонованих до позначки, розташованої вище рівня води. При такому способі бетонування бетонна суміш спочатку укладається у вигляді острівців в одному з кутів бетонованого блоку, потім поширюється в бетонованому блоці утрамбовування або під впливом вібрації. Рухливість суміші повинна бути 5-7 см. Потім знову подаються порції бетонної суміші, їх втрамбовують з перевищенням 200-300 мм під урізом води. Підводний укіс острівця, з якого починається утрамбовування, повинен утворювати під водою кут 35-45° до горизонталі. Суміш втрамбовують рівномірно з такою інтенсивністю, щоб не порушувався процес твердіння укладеного бетону.

Бетонування під водою шляхом укладання бетонної суміші в мішках допускається тільки як допоміжний метод для тимчасового огородження ділянки робіт в акваторії, вирівнювання основи блоків бетонування, тимчасового закладення каверн та аварійних пошкоджень і т.п. Мішки з тканини наповнюють не більше ніж на 2/3 об'єму бетонною сумішшю (відразу ж після її виговолення), міцно зав'язують або зашивають. Більшість мішків повинна мати обсяг 0,01-0,02 $м^3$ кожен і лише невелика їх кількість – обсяг 0,005-0,007 $м^3$, щоб їх можна було укладати вручну. Рухливість бетонної суміші – 1-5 см. Підготовлені мішки водолази укладають під воду, забезпечуючи перев'язування. Бетонна суміш поступово твердне.

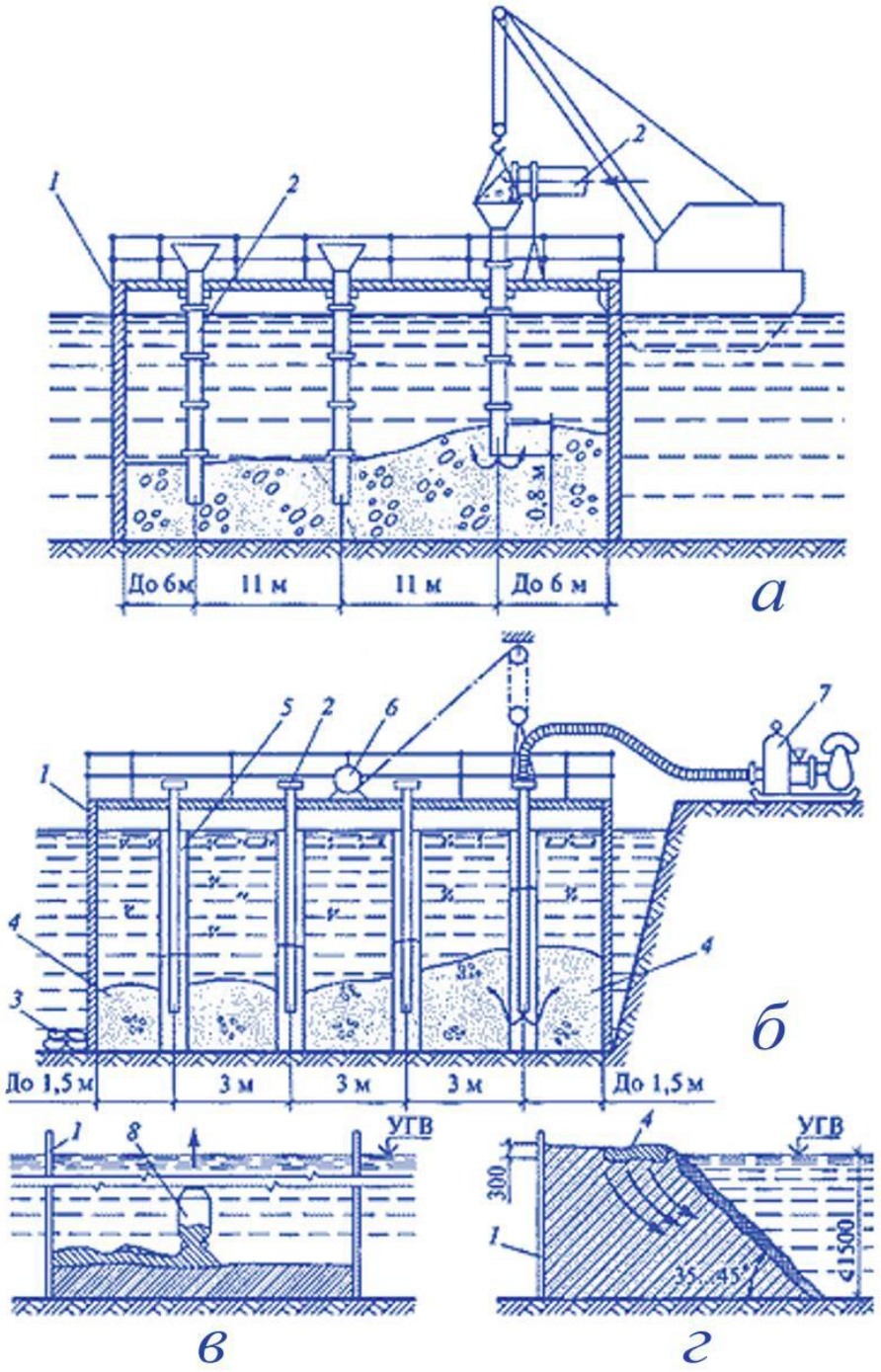


Рис. 10.7. Підводне бетонування методами:

а - вертикально переміщуваної труби; б - висхідного розчину; в - укладанням суміші бункерами; г - утрамбовування бетонної суміші;

1 - огорожа; 2 - труба; 3 - кам'янисто-щебеневе відсипання; 4 - розчин (бетонна суміш); 5 - шахта; 6 - лебідка; 7 - розчинонасос; 8 - бункер

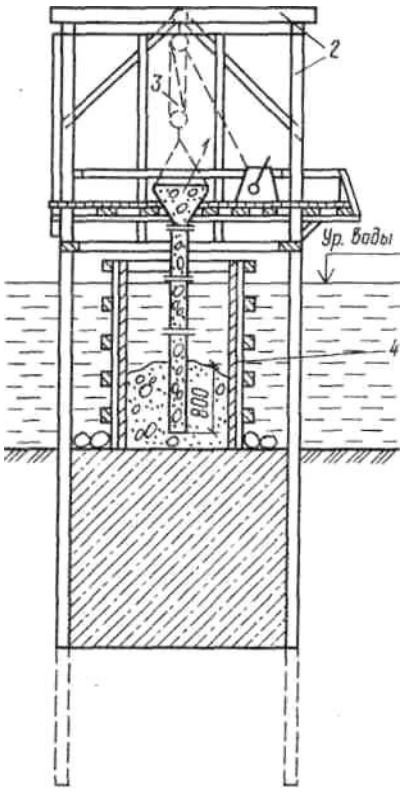


Рис. 10.8. Підводне бетонування способом ВПТ:
1 - труба для подачі бетонної суміші; 2 - естакада; 3 - поліспаст для підйому труби; 4 - опалубка

Бетонування стін в ґрунті і буронабивних паль під захистом глинистого розчину проводиться не пізніше, ніж через 4 години після опускання арматурних каркасів в траншею (свердловину).

Бетонування здійснюють методом вертикально переміщуваної труби (ВПТ) з одночасним відкачуванням бентонітової розчину, що витісняється, в ємність або захватку, що розробляється (Рис. 10.9).

Бетонування кожної чергової секції траншеї слід проводити, не допускаючи перерв в подачі бетону.

При бетонуванні під глинистим розчином необхідно забезпечувати:

• ізоляцію бетонної суміші від глинистого розчину в процесі її подачі в траншею;

• відсутність перемішування з глинистим розчином при укладанні;

• безперервність бетонування в межах захватки;

• контроль за технологією в процесі бетонування.

Траншеї слід бетонувати секціями із застосуванням міжсекційних обмежувачів. Бетонування методом ВПТ ведеться за допомогою збірно-розбірної або цільної бетонолітної труби з внутрішнім діаметром 250-350 мм. Монтаж збірної бетонолітної труби включає наступні операції:

• очищення і підготовка ланок до роботи;

• улаштування опорної рами на «комірі» форшахти;

• монтаж става бетонолітної труби з послідовним нарощуванням ланок за допомогою швидкознімних з'єднань, коли раніше змонтована частина підвішується на опорній рамі;

• улаштування і закріплення на трубі приймального бункера місткістю не менше 1,2 об'єму бетонолітної труби.

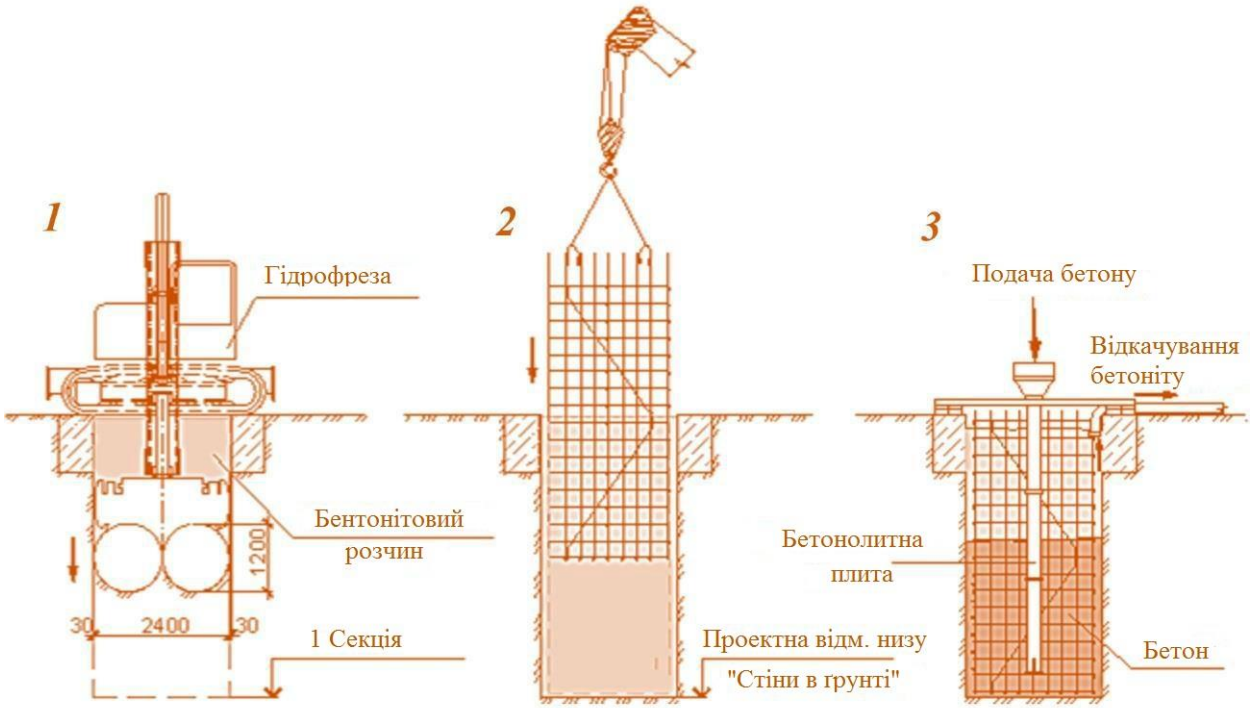


Рис. 10.9. Послідовність робіт при влаштуванні стіни а ґрунті траншейнимспособом під захистом тиксотропного (бентонітового) розчину:
1 - розробка траншеї; 2 - занурення просторового каркаса; 3 - заповнення траншеї бетоном методом вертикально переміщування труби

Метод висхідного розчину (ВР) (Рис. 10.7. б) буває безнапірним і напірним. При безнапірному варіанті в блок, що бетонується, встановлюють шахту з гратчастими стінками на всю глибину якої опускають сталеву трубу діаметром 38-100 мм, зібрану з ланок довжиною до 1 м з водонепроникними

легкороз'ємними з'єднаннями. У заопалублений простір відсипають кам'яну накидку (розміром 150-400 мм для бутобетонного улаштування і розміром 40-150 мм для бетонного улаштування), порожнечі якої заповнюють розчином, що подається через трубу.

Заливку кам'яної накидки при бутобетонному улаштуванні виконують цементним розчином складу 1:1-1:2, а при бетонному – цементним тістом. Цементний розчин і цементне тісто, що подається в шахту через трубу, повинні вільно розтікатися і огортати заповнювач. Тому для приготування розчину застосовують дрібні піски крупністю зерен не більше 2,5 мм і з вмістом не менш як 50% часток не більше 0,6 мм. Рухливість розчину повинна бути 12-15 см. Радіус дії кожної труби – 2-3 м. Заглиблювати труби в розчин, що укладається, необхідно на глибину не менше 0,8 м. У міру підвищення рівня розчину, що укладається, труби піднімають, демонтуючи їх верхні ланки. Рівень розчину доводять на 100-200 мм вище проектної позначки. Коли улаштування досягне міцності 2-2,5 МПа, надлишок розчину видаляють.

При напірному варіанті методу заливальні труби встановлюють без шахт в кам'яний або щебеневий заповнювач і через них нагнітають (ін'єктують) під тиском цементний розчин (тісто). Метод ВР застосовують при укладанні бетонної суміші на глибині до 20 м.

При методі улаштування бункерами (Рис. 10.7. в) бетонну суміш опускають під воду на основу (або раніше покладений шар) елемента, що бетонується, в ящиках, що розкриваються, баддях або грейферах і розвантажують через розкритий отвір. Закриті зверху бункери мають ущільнення по контуру закривання, яке перешкоджає витіканню цементного тіста і проникненню води всередину бункера. Бетонну суміш випускають при мінімальному відриві дна бункера від поверхні укладеного бетону, виключаючи тим самим можливість вільного скидання бетонної суміші через товщу води. Метод технологічно простий, не вимагає улаштування риштування і допускає улаштування бетонної суміші на нерівну основу з великими заглибленнями і підвищеннями. Однак бетонне улаштування

характеризується шаруватістю. Метод застосовують при глибині до 20 м і якщо клас бетону, що укладається, не вище В20.

Втрамбовування бетонної суміші починають зі створення бетонного острівця в одному з кутів конструкції, що бетонується, при подачі суміші по трубі або баддею із дном, що відкривається (Рис. 10.7. г). Острівець повинен підніматися над поверхнею води не менше, ніж на 30 см. Для втрамбовування застосовують бетонну суміш рухливістю 5-7 см. Підводний укіс острівця, з якого починають втрамбовування, повинен утворювати під водою кут 35-45 ° до горизонталі. Нові порції бетонної суміші втрамбовують в острівець рівномірно з інтенсивністю, що не порушує процес твердіння укладеного бетону, і не ближче 20-30 см від кромки води. Цим прийомом забезпечується захист від зіткнення з водою нових порцій бетонної суміші.

Метод застосовують при глибині води до 1,5 м для конструкцій великих площ при класі бетону до В25.

Питання для самоперевірки:

1. Роздільне бетонування.
2. Ін'єктування каналів в попередньо напружених конструкціях.
3. Торкретування.
4. Вакуумування.
5. Підводне бетонування.

Список літератури:

1. Г.К. Соколов. Технологія та організація будівництва. - М.: Видавничий центр «Академія», 2008. - 528 с.
2. Технологія будівельних процесів // Данилов М.М., Терентьєв О.М., під ред. М.М. Данилова та О.М. Терентьєва. - М.: «Вища школа», 2000 р.
3. Афонін І.А., Євстратов Г.І., Штоль Р.М. «Технологія і організація монтажу спеціальних споруд». Навчальний довідник. - М.: Вища школа, 1986 р.

4. Дикман Л.Г. «Організація і планування будівельного виробництва». - М.: Вища школа, 1988 р.
5. Технологія будівельного виробництва. За редакцією В.К. Чернетка, М.Г. Ярмоленка. Київ: Вища школа, 2002.

Тема № 11. ВИТРИМУВАННЯ БЕТОНУ ТА КОНТРОЛЮ ЙОГО ЯКОСТІ У КОНСТРУКЦІЯХ

План

11.1. Догляд за бетоном у процесі твердіння.

11.2. Контроль якості.

11.3. Перевірка міцності бетону.

11.4. Випробовування бетону на водонепроникність і морозостійкість.

11.5. Неруйнівні методи контролю якості бетону.

11.6. Оформлення технічної документації та приймання робіт.

§ 11.1. Догляд за бетоном у процесі твердіння

Умови витримування укладеного бетону та догляду за ним в початковий період його твердіння повинні забезпечувати:

- підтримання температурно-вологісного режиму, необхідного для наростання міцності бетону заданими темпами;

- запобігання значних температурно-усадочних деформацій і утворення тріщин;

- оберігання бетону, що твердіє, від ударів, струсів та інших впливів, що погіршують його якість в конструкції.

Склад заходів стосовно догляду за бетоном, порядку та строків їх проведення та контролю за виконанням, послідовності і термінів розпалубки конструкцій повинні встановлюватися будівельною лабораторією відповідно до вказівок ДСТУ і затверджуватися технічним керівництвом будівництва. З метою створення сприятливих умов для твердіння бетону необхідно:

- охороняти його від шкідливого впливу вітру і прямих сонячних променів, систематично поливати вологоємні покриття з мішковини, тирси тощо, що укладаються на відкритих поверхнях бетону;

- в жарку погоду разом з бетоном поливати і підтримувати у вологому стані дерев'яну опалубку;

- вологоємні покриття поливати так часто, щоб поверхня бетону в період догляду була весь час вологою;

- в суху погоду відкриті поверхні бетону підтримувати у вологому стані до досягнення бетоном 75% проектної міцності;

- поверхні бетону (за винятком стику) покривати спеціальними складами або захисними плівками.

Прохід і рух людей по забетонованим конструкціям, а також улаштування на них риштувань і опалубки для зведення верхніх конструкцій допускається лише після досягнення бетоном міцності не менше 1,5 МПа, рух автотранспорту і бетоноукладочних машин дозволяється тільки при досягненні бетоном проектної міцності.

Несучу опалубку залізобетонних конструкцій дозволяється знімати тільки після досягнення бетоном міцності, % від проектної (Табл. 11.1):

Таблиця 11.1

Залізобетонні конструкції	Прольот	Міцність бетону, % від проектної
Плити і склепіння	до 2 м	50
	від 2 до 8 м	70
Балки і прогони	до 8 м	70
Несучі конструкції	більше 8 м	100

Для споруд, зведених у сейсмічних районах, величину міцності бетону, за якої дозволяється знімати несучу опалубку конструкцій, слід вказувати в проекті.

Опалубку треба знімати обережно, щоб не обламувати кромки балок, колон та інших бетонованих конструкцій, не псувати матеріали, з яких вона виконана.

Розкружаління склепінь починають від шелига зводу і ведуть рівними захватками в обидві сторони від шелига до п'ят; розпалублення арок виконують від замку до п'ят. Стійки і риштування, що підтримують опалубку, знімають, а нижню опалубку опускають плавно і одночасно по всій поверхні. Плавність ця досягається поступовим опусканням пристосувань для розкружалювання склепінь (домкратів, пісочниць та ін.).

Проведені заходи щодо догляду за бетоном щодня заносять до журналу бетонних робіт.

§ 11.2. Контроль якості

Контроль якості бетонних і залізобетонних робіт повинен полягати в перевірці:

- якості арматури і складових бетону матеріалів, а також умов їх зберігання;
- роботи бетонозмішувальних установок, дозуючих пристроїв і бетонного господарства в цілому;
- готовності блоків і ділянок споруди до бетонування (підготовка основи, улаштування опалубки, лісів і риштування, арматури і заставних частин);
- якості бетонної суміші при її приготуванні, транспортуванні та укладанні;
- правильності догляду за бетоном, термінів розпалублення, а також часткового та повного завантаження конструкцій;
- якості виконаних конструкцій;
- здійснення заходів щодо усунення виявлених дефектів.

Для проведення цих заходів необхідно вести систематичне спостереження за виконанням робіт, виконувати у необхідних випадках відповідні аналізи, дослідження та випробовування, вести встановлену технічну документацію з виробництва та контролю якості робіт.

При контролі якості бетону перевіряють:

- відповідність фактичної міцності бетону в конструкції міцності, що необхідна за проектом, а також заданої в терміни проміжного контролю (наприклад, перед зняттям несучої опалубки конструкцій, передачею натягу напруженої арматури на бетон попередньо напружених конструкцій і т.п.);

- показники морозостійкості і водонепроникності бетону за наявності спеціальних вимог за проектом.

Необхідно систематично контролювати рухливість і жорсткість бетонної суміші у місцях її приготування і укладання. У разі появи відхилень від заданої консистенції суміші або при порушенні її однорідності слід вживати заходів щодо поліпшення умов транспортування суміші або зміни її складу.

§ 11.3. Перевірка міцності бетону

Основним методом контролю міцності бетону є статистичний метод. При застосуванні його на будівельному майданчику бетоновані конструкції групуються в технологічні комплекси – конструкції з бетону одного складу, які одночасно бетоновані і витримуються в однакових умовах. Бетон технологічного комплексу підрозділяється на партії за обсягом бетону, укладеного в комплекс за період до однієї доби. Для контролю міцності від кожної партії бетону відбирають не менше двох проб з різних масивів (або транспортних ємностей). З кожної проби виготовляють одну серію зразків для контролю міцності бетону в марочному віці і додаткові серії – для проміжного нестатистичного контролю міцності відповідно до вимог проекту або нормативних документів. У кожну серію входить три контрольних зразки, які виготовляються у місцях бетонування і зберігаються в умовах, аналогічних умовам твердіння бетону в конструкціях. Ці зразки необхідно захищати від безпосереднього впливу сонячних променів.

При зведенні попередньо напружених конструкцій з натягуванням арматури на затверділий бетон слід контролювати міцність ін'єкційних розчинів, що використовуються для заповнення каналів з арматурою, шляхом випробовування контрольних зразків розчину. При контролі твердіння бетону

в зимових умовах число серій зразків, виготовлених з однієї проби, збільшують у відповідності з діючими стандартами, за виключенням тих випадків, коли проміжні контрольні випробування бетону проводяться неруйнівними методами.

§ 11.4. Випробовування бетону на водонепроникність і морозостійкість

Водонепроникність і морозостійкість бетону оцінюють шляхом випробування бетонних зразків. Проби бетонної суміші для виготовлення контрольних зразків необхідно відбирати на будівельних майданчиках (біля місця укладання бетонної суміші) не рідше одного разу на тиждень для кожної проектної марки бетону з водонепроникності або морозостійкості, а також при зміні складу бетону або характеристик використовуваних матеріалів.

Кількість, форма і розміри зразків, методи їх виготовлення, зберігання і випробовування повинні призначатися у відповідності з діючими стандартами на методи випробування гідротехнічного бетону і визначення морозостійкості важкого бетону.

§ 11.5. Неруйнівні методи контролю якості бетону

Одним із сучасних методів перевірки правильності укладеної в конструкцію арматури є рентгеноскопія залізобетонної конструкції. Для цієї мети створена спеціальна переносна рентгенівська апаратура. Складніше перевірити якість вже укладеного бетону, визначити його щільність, однорідність, міцність в будь-якій точці зведеної конструкції, встановити натяг арматури в попередньо напружених конструкціях. Однак і ці дослідження можна вести без порушення конструкції, так званими неруйнівними методами, з яких найбільшого поширення набули імпульсний метод і метод ядерного випромінювання.

Акустичний метод (Рис. 11.1. а) дозволяє визначати фізико-механічні властивості бетону. Він полягає в тому, що у випробовуваний елемент через

випромінювач пружних хвиль надсилається короткий акустичний сигнал і час його подачі фіксується мікросекундоміром. Звукоприймач, розташований з іншого боку випробовуваного елементу, отримує хвильовий сигнал, при цьому фіксується час його надходження мікросекундоміром. Знаючи товщину елемента і час проходження через нього хвиль, обчислюють швидкість звуку в даному матеріалі. Залежно від швидкості проходження ультразвуку через бетон з різними віковими термінами за спеціальними таблицями визначають його міцність.

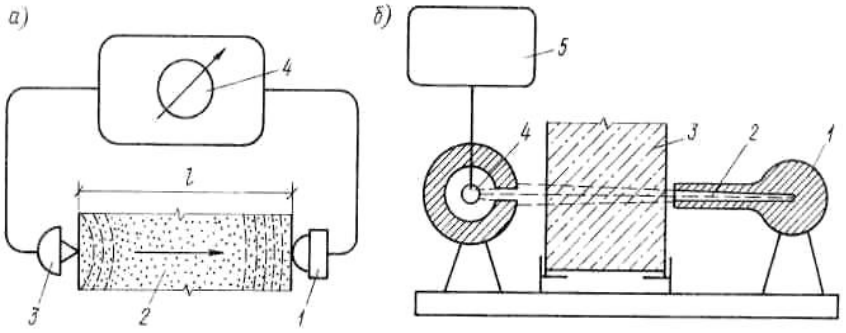


Рис. 11.1. Неруйнівні методи контролю якості матеріалів:
а - схема імпульсного приладу; 1 - приймач коливань; 2 - випробовуваний матеріал; 3 - випромінювач пружних хвиль; 4 - вимірювальний прилад;
б - блок-схема радіометричної зупинки; 1 - контейнер з радіоактивним ізотопом; 2 - коліматор; 3 - випробовуваний матеріал; 4 - рахункова трубка; 5 - радіометр

Радіометричний метод (Рис. 11.1. б) дозволяє визначати щільність бетону, виявляти тріщини, раковини тощо. Для цього по одну сторону досліджуваного елемента розташовують спеціальний контейнер з ізотопом. Характеристики досліджуваного матеріалу визначають за поглинанням ним ядерного випромінювання. Чим більше поглинання, тим менше потік випромінювання, що падає на приймач, який розташований на протилежній стороні елементу, і показання вимірювального приладу. На основі таблиць можна встановити залежність між показаннями лічильника і товщиною досліджуваного матеріалу, його щільністю тощо.

Руйнівні методи контролю бетону та залізобетону можна застосовувати на будівельних майданчиках в процесі виробництва і приймання робіт, а також у період експлуатації споруд. Випробування у всіх цих випадках

виконуються в пересувних лабораторіях. Одночасно з визначенням якості бетону виконують обмір конструкцій і встановлюють відповідність фактичних розмірів зазначеним в кресленнях.

При прийманні конструктивних елементів і споруд приймальній комісії пред'являють робочі креслення з нанесеними на них змінами. Відхилення для монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій не повинні перевищувати допусків, встановлених ДСТУ.

§ 11.6. Оформлення технічної документації та приймання робіт

При виробництві бетонних робіт необхідно вести спеціальний журнал. До нього заносять всі відхилення від проекту в межах встановлених допусків при заготівлі і улаштуванні опалубки і арматури, а також результати перевірки геодезичними інструментами правильності розташування осей споруди, основних елементів опалубки, риштувань і кріплень. Крім того, в журнал записують дані про заміну стрижнів арматури, якщо це мало місце, і додають акти приймання армування.

На роботи, пов'язані з укладанням бетонної суміші, до журналу робіт заносять такі відомості: дату бетонування; найменування частини споруди і конструктивних елементів, що бетонуються; марку бетону, склад бетонної суміші та водоцементне відношення; вид і активність цементу, осадку конуса (середню); обсяг укладеного бетону (за зміну); спосіб ущільнення бетонної суміші (тип вібратора); температуру повітря, атмосферні опади та ін.; маркування контрольних зразків, результати їх випробувань при розпалубленні через 28 днів, дату розпалублення даної частини споруди.

Приймання закінчених робіт оформляється актом огляду конструкцій.

Питання для самоперевірки:

4. Як виконується догляд за бетоном в процесі твердіння?
5. Хто проводить Контроль якості?
6. Перевірка міцності бетону.

7. Випробовування бетону на водонепроникність і морозостійкість.

8. Неруйнівні методи контролю якості бетону.

9. Оформлення технічної документації та приймання робіт.

Список літератури:

1. Г.К. Соколов. Технологія та організація будівництва. - М.: Видавничий центр «Академія», 2008. - 528 с.
2. Технологія будівельних процесів // Данилов М.М., Терентьєв О.М., під ред. М.М. Данилова та О.М. Терентьєва. - М.: «Вища школа», 2000 р.
3. Афонін І.А., Євстратов Г.І., Штоль Р.М. «Технологія і організація монтажу спеціальних споруд». Навчальний довідник. - М.: Вища школа, 1986 р.
4. Дикман Л.Г. «Організація і планування будівельного виробництва». - М.: Вища школа, 1988 р.
5. Технологія будівельного виробництва. За редакцією В.К. Чернетка, М.Г. Ярмоленка. Київ: Вища школа, 2002.

Тема № 12. ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БЕТОННИХ РОБІТ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

План

12.1. Вплив зимових умов та жаркого клімату на виробництво бетонних робіт.

12.2. Підготовка до виробництва бетонних робіт.

12.3. Підбір складів і приготування бетонних сумішей.

12.4. Транспортування і подача бетонних сумішей до місця укладання.

12.5. Вибір методу бетонування. Укладання і ущільнення бетонних сумішей. Догляд за бетоном конструкцій.

12.6. Особливості контролю якості бетонних робіт в екстремальних кліматичних умовах.

12.7. Охорона праці при виробництві бетонних робіт.

§ 12.1. Вплив зимових умов та жаркого клімату на виробництво бетонних робіт

Поняття «зимові умови» при виробництві бетонних робіт відрізняється від загальноприйнятого (календарного). Вважається, що роботи проводяться в зимових умовах, якщо середньодобова температура зовнішнього повітря нижче 5°С або протягом доби спостерігається її зниження до 0°С.

На процес твердіння та фізико-механічні властивості бетону в зимових умовах найбільший вплив має тепловологісний режим його витримування. Найважливішою складовою бетону є в'яжуче, воно і відіграє основну роль в утворенні структури та отриманні заданих характеристик бетону.

У зимових умовах, при від’ємній температурі, відбувається замерзання води в свіжоукладеному бетоні. Перетворюючись на лід, вода збільшується в об'ємі приблизно на 9%. Сили внутрішньої напруги руйнують кристалічні незміцнілі новоутворення між окремими компонентами бетону, які в подальшому при твердінні в сприятливих температурно-вологісних умовах вже не відновлюються повністю, що в підсумку знижує кінцеву міцність бетону, а в окремих випадках призводить до руйнування конструкцій.

Вода в свіжеукладенній бетонній суміші починає замерзати з поверхні забетонованої конструкції, тому і руйнування останньої під впливом від’ємної температури починається з поверхні, особливо з кутів і ребер. Інтенсивність замерзання води залежить від ряду факторів: температури зовнішнього повітря і суміші, що укладається, швидкості вітру, об'єму пор в бетоні. У більшості випадків найбільшу стійкість до заморожування проявляють бетони з великою щільністю.

Властивості міцності бетонів погіршуються тим значніше, ніж раніше після укладання відбувається їх замерзання. Однак бетон до моменту замерзання може вже набрати певну міцність, тоді негативний вплив заморожування на його властивості буде незначним і після відтавання він буде

здатний досягти проектної міцності. У цьому випадку сили зчеплення в бетоні повинні бути значно більше внутрішніх напружень в ньому. Міцність бетону, після досягнення якої заморожування вже не вносить незворотних порушень у структуру цементного каменю, а заморожений бетон, опинившись після відтавання в нормальних для твердіння умовах, набирає проектну міцність, називається *критичною міцністю*. Враховуючи необхідність досягнення бетоном критичної міцності до його замерзання в зимових умовах, поряд зі створенням оптимального температурно-вологісного режиму в процесі витримки бетону, використовують ряд спеціальних заходів, спрямованих на підвищення температури компонентів бетонної суміші при її приготуванні, попередження охолодження суміші при її транспортуванні і укладанні, а також на скорочення термінів укладання.

Відмінна особливість сухого жаркого клімату – висока температура повітря (середня температура протягом доби вище 25°С) при відносній вологості менше 50%.

Одним з основних критеріїв довговічності бетону конструкцій, які експлуатуються в умовах жаркого клімату, як показали дослідження НДІЗБК, є його термоморозостійкість (ТМрз), тобто здатність бетону витримувати комплексний вплив циклічного нагрівання і охолодження, заморожування і відтаювання. В умовах жаркого клімату твердіння бетону може відбуватися інтенсивно в більш короткі терміни в порівнянні зі звичайними умовами. Однак висока температура повітря, інтенсивна сонячна радіація в поєднанні зі зниженою вологістю і великою швидкістю вітру несприятливо впливають на його фізико-механічні властивості. Інтенсивне зневоднення бетону через випаровування води замішування різко уповільнює процес гідратації цементу, тобто твердіння бетону, знижує його міцнісні характеристики і водонепроникність, а значні пластичні усадки бетону, що твердіє, викликають розтріскування бетонних і залізобетонних конструкцій, внаслідок чого при наявності агресивних вод має місце значна корозія арматури.

В умовах жаркого клімату через швидку втрату бетонною сумішшю рухливості, ускладнюванні її укладання і ущільнення, обробка поверхонь конструкцій ускладнюється. Тому при виробництві бетонних робіт основна увага звертається на застосування таких методів приготування, транспортування і витримування бетону, які зводять до мінімуму його зневоднення. Приймаються спеціальні заходи, спрямовані на зниження температури компонентів бетонної суміші при її приготуванні (в умовах спекотної погоди температура бетонної суміші для різного часу дня змінюється), забезпечення необхідної рухливості при її приготуванні і транспортуванні, скорочення термінів укладання суміші і захист її від сонячних променів.

Будівельне виробництво має в своєму розпорядженні великий арсенал ефективних і економічних методів витримування бетону в зимових умовах, що дозволяють забезпечити високу якість конструкцій. Ці методи можна розділити на три групи:

- метод, який передбачає використання початкової тепломісткості, що внесений в бетонну суміш при її приготуванні або перед укладанням в конструкцію, і тепловиділення цементу, що супроводжує твердіння бетону – так званий метод «термосу»;

- методи, засновані на штучному прогріванні бетону, що укладений в конструкцію – електропрогрівання, контактне, індукційне і інфрачервоне нагрівання, конвективний обігрів;

- методи, які використовують ефект зниження евтектичної точки води в бетоні за допомогою спеціальних протиморозних хімічних добавок.

Ці методи можна комбінувати. Вибір того чи іншого методу залежить від виду і масивності конструкції, виду, складу і необхідної міцності бетону, метеорологічних умов виробництва робіт, енергетичної оснащеності будівельного майданчика тощо.

§ 12.2. Підготовка до виробництва бетонних робіт

При підготовці до зимового бетонування на об'єкті утеплюють бетонозмішувальні установки, галереї транспортерів і трубопроводів, завозять противоморозні добавки. Для зберігання цементу влаштовуються закриті приміщення. Заповнювачі укладають у штабелі, що мають форму, яка забезпечує найменшу поверхню при даному обсязі. Іноді заповнювачі обробляють противоморозними добавками, що запобігає їхньому змерзанню.

У зимових умовах ґрунт основи перед укладанням бетонної суміші спеціально готують, про готовність основи складають акт. Опалубку очищають від бруду, криги і снігу; в двох останніх випадках блок бетонування накривають брезентом і під нього пускають пар. Щілини і отвори в опалубці закладають.

Місця вивантаження і укладання бетонної суміші захищають від вітру і снігу брезентовим або фанерним шатром.

Арматуру перед використанням очищують. При морозах нижче -15°С арматурні стрижні діаметром більше 25 мм і прокатні профілі відігрівають до температури 5°С, використовуючи потужні теплові калорифери.

В умовах жаркого клімату найдоцільніше розташування бетонозмішувальних установок безпосередньо біля місця укладання сумішей, куди повинні доставлятися дозовані сухі компоненти. Бетонозмішувачі, як правило, встановлюють у закритих приміщеннях. Якщо ж їх розташовують на відкритому повітрі, то фарбують у світлі тони кольорів і захищають від прямого впливу сонячних променів.

Бетонозмішувальні вузли обладнуються приміщеннями і пристроями для приготування та дозування використовуваних у бетонах хімічних добавок. При цьому трубопроводи і резервуари для води бетонозмішувальних установок розташовують не ближче 0,4 м від поверхні ґрунту або забезпечують їх терморегуляцію.

Щоб уникнути нагріву заповнювачі зберігають у захищених від прямого впливу сонячних променів складах або штабелях, покритих теплоізоляцією і

забарвлених світловідбиваючими фарбами. У разі зберігання крупних наповнювачів у відкритих штабелях їхнє охолодження перед приготуванням бетонної суміші забезпечується за рахунок випаровування води з їхньої поверхні. Для цього на складі заповнювач змочують водою, а потім при подачі по похилій естакаді до бетонозмішувальних установок обдувають повітрям вентиляційних установок. Дрібний заповнювач (пісок) охолоджують за допомогою пароежекторних установок, що забезпечують випаровування вологи при зниженні тиску. Таким чином, вдається знизити температуру дрібного заповнювача на 15-20°С.

Очищення арматури від іржі, як правило, проводиться безпосередньо перед бетонуванням, оскільки в районах з жарко-вологим кліматом і на морських узбережжях корозія арматури відбувається дуже швидко.

§ 12.3. Підбір складу і приготування бетонних сумішей

При всіх способах зимового бетонування особливо відповідальних конструкцій і стиків, що вимагають швидкого завантаження, при приготуванні бетонних сумішей віддають перевагу найбільш ефективним особливо швидкотверднучим (ОШТЦ), швидкотверднучим (ШТЦ) і високоалітовим портландцементам з малим вмістом (до 10%) мелених добавок, що зберігалися не більше 2 місяців. Шлакопортландцемент і пуцолановий портландцемент використовують лише при термосному витримуванні масивних конструкцій (з модулем поверхні Мп < 4), ефективному утепленні зовнішніх поверхонь або периферійному електронагріванні.

При підборі складу бетонних сумішей для укладання в зимових умовах додатково перевіряють водоцементне відношення (зменшують при підвищенні вимог за морозостійкістю і збільшують при використанні попереднього електропідігріву бетонної суміші), а також на можливість застосування пластифікаторів і протиморозних добавок.

Бетонну суміш в зимових умовах готують звичайним способом на бетонному вузлі або заводі. Однак при цьому суміші необхідно забезпечувати

встановлену розрахунком температуру на виході її з бетонозмішувача, щоб після тепловтрат, пов'язаних з транспортуванням суміші від заводу до об'єкту і неминучими перевантаженнями на будівельному майданчику, температура бетонної суміші була не нижче розрахункової, необхідної для прийнятого режиму витримування бетону.

Необхідну температуру бетонної суміші на виході з бетонозмішувача, або температуру попереднього її електророзігріву, визначають за формулою:

$$t_{см} = (t_{б.н} - t_{н.в} \sum \Delta t_{ТР}) / (1 - \sum \Delta t_{ТР}) \qquad (12.1)$$

де $t_{бН}$ – початкова температура бетону після укладання в опалубку (визначається залежно від способу витримування бетону), °С;

$t_{Н.в}$ – температура зовнішнього повітря, °С;

$\Sigma\Delta t_{тр}$ – сумарне зниження температури бетонної суміші при всіх операціях (від прийому з бетонозмішувача до укладання й укриття в конструкції), °С;

$\Delta t_{тр}$ – відносне зниження температури бетонної суміші на кожній операції (при транспортуванні, перевантаженні, укладанні та ін.) при різниці температур зовнішнього повітря і бетонної суміші 1°С.

Для забезпечення заданої температури бетонної суміші її складові в момент завантаження в бетонозмішувач також повинні мати відповідну температуру, яка, як і температура готової суміші при виході з бетонозмішувача, розраховується з урахуванням втрат тепла. У практиці будівництва застосовують підігріті до 40-90°С воду (підігрівають переважно парою у водонагрівачах), відтануті або підігріті до температури 20-60°С заповнювачі. На великих бетонних заводах, у тому числі на заводах безперервної дії, заповнювачі прогрівають в обертових сушильних барабанах. Іноді заповнювачі нагрівають шляхом їхнього продування топковими газами (Рис. 12.1). Цемент і тонкомолоті добавки вводять без підігріву.

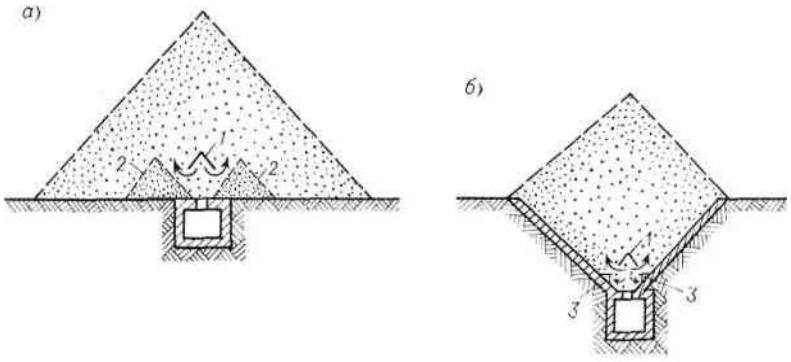


Рис. 12.1. Підігрів топочними газами заповнювача в штабелі:
а - у відкритому штабельно-траншейному складі; б - в напівбункерному складі;
1 - нагнітаючи-нагріваючий короб; 2 - відсипка з крупного заповнювача; 3 - всмоктувальний короб

При приготуванні бетонної суміші дотримуються наступної черговості завантаження матеріалів у бетонозмішувач: одночасно з початком подачі води завантажують щебінь або гравій, а після заливки половини необхідної кількості води і перемішування протягом деякого часу – пісок, цемент і воду, що залишилася. Тривалість перемішування бетонної суміші для отримання більшої однорідності в зимовий час збільшують, як правило, в 1,5 рази в порівнянні зі звичайними умовами.

Суттєвою особливістю підбору складу бетону, що виготовляється для укладання та твердіння в умовах жаркого клімату, є необхідність врахування значної пластичної (початкової) усадки, що протікає в бетоні внаслідок його інтенсивного зневоднення, що може призводити до погіршення фізико-механічних властивостей і розтріскування бетону, різкого зниження його довговічності.

В умовах жаркого клімату і частого циклічного нагріву для приготування бетонних сумішей при влаштуванні надземних конструкцій рекомендується застосовувати портландцементи з вмістом трьохкальцієвого силікату C2S не менше 50% і трьохкальцієвого алюмінію C3A не більше 8%. Найбільш ефективне використання швидкотверднучих високоактивних портландцементів, марки яких перевищують марки бетону в 1,5-2 рази. Бетонні суміші на таких цементах мають більший темп початкового твердіння

і меншу здатність до вологовіддачі, ніж бетони на звичайних портландцементах.

Виключно перспективне застосування бетонів на основі шлаколужних цементів, які дозволяють отримувати високомарочні бетони (до М1400) з підвищеною водонепроникністю (до В = 30) і морозостійкістю (до Мрз 1000), зниженими тепловиділеннями і усадками та дрібнозернисті бетони на основі дрібних барханних пісків і супісків (без великого заповнювача).

Найбільша крупність щебеню, що використовується для бетонів надземних конструкцій в умовах жаркого клімату, які мають модуль поверхні Мп > 10 $м^{-1}$, не повинна перевищувати 20 мм. Застосування гравію для таких конструкцій не допускається, його можна використовувати лише в конструкціях з МП < 10 $м^{-1}$ з бетону до М300 включно.

У легких бетонах перевагу слід віддавати великим пористим заповнювачам з найбільшим водопоглинанням. До застосування заповнювачі рекомендується зволожувати водою до 50% їх повного водопоглинання. Доцільність застосування насичених водою заповнювачів (керамзит, аглопорит, шлак і т.п.) в умовах жаркого клімату пояснюється тим, що після укладання бетонної суміші по мірі висихання цементного каменю вода з них поступово мігрує у напрямку цементного каменю і створює сприятливі умови для твердіння.

Найбільш ефективним засобом забезпечення необхідної рухливості бетонної суміші, перевитрати в'яжучого, зменшення водопотреби суміші і збільшення міцності бетону є застосування хімічних добавок: пластифікуючих (СДБ, С-3, НД, М-1); пластифікуючо-повітрязалучаємих (ГКЖ-Ю, ГКЖ-Н); повітрязалучаємих (СНО, СПД та ін.). В умовах жаркого клімату бетонні суміші без пластифікуючих добавок готують лише при незначних обсягах бетонних робіт або у випадках, коли готова суміш може бути швидко доставлена з бетонного заводу до місця укладання (допустима тривалість періоду від моменту приготування бетону до його укладання становить при початковій температурі суміші 25, 30 і 35°С відповідно для сумішей на важких

заповнювачах 60, 30 і 15 хвилин, на пористих заповнювачах – 40, 20 і 10 хвилин).

Для прискореного твердіння бетону бетонні суміші готують із введенням до їхнього складу хімічних добавок С-1, С-2 (водорозчинні полімери на основі саліцилової кислоти).

Початкову рухливість бетонних сумішей, що мають різну температуру протягом робочого дня, коригують, не змінюючи складу бетону, введенням різної кількості пластифікуючих добавок.

Приготування бетонних сумішей зі збільшеним проти розрахункового водоцементним відношенням (додавання води з метою підвищення відпускної рухливості суміші для компенсації її зниження в процесі транспортування, вивантаження і укладання) забороняється.

Температура бетонної суміші в момент її виходу з бетонозмішувальної установки не повинна перевищувати 35°С при бетонуванні конструкцій з $М_п >$ $3м^{-1}$ і 20°С при бетонуванні елементів з $М_п < 3м^{-1}$. Очікувану температуру готової бетонної суміші Тс, °С, визначають за формулою:

$$Тс = [ЦТЦ + ПТП + ЗТЗ + 5 (ВПТП + ВЗТЗ + ВТВ)] / [Ц + П + З +5 (ВП + ВЗ + В)] \quad (12.2)$$

де $Т_ц$, $Т_п$, Т3, $Т_в$ – температура відповідно цементу, піску, великого заповнювача та води, що використовуються для приготування бетонної суміші, °С;

Ц, П, З, В – витрата (маса) відповідно цементу, піску, великого заповнювача та води, кг на 1 $м^3$ бетонної суміші або на один заміс;

Вп, ВЗ – вміст вологи у піску і крупному заповнювачі, кг;

5 – співвідношення питомих теплоємності води і сухих компонентів бетонної суміші.

Якщо врахувати масу компонентів бетонної суміші, а також те, що питома теплоємність води майже в 5 разів більше питомої теплоємності інших компонентів, то з наведеної формули видно, що найбільший ефект зниження температури бетонної суміші досягається при зменшенні в першу чергу

температури води і заповнювачів. Іноді в практиці будівництва з цією метою до 50% води замішування замінюють льодом.

Тривалість перемішування бетонної суміші встановлюється будівельною лабораторією дослідним шляхом з урахуванням виду і якості наповнювачів, складу суміші. При цьому вона приймається мінімально допустимою, так як в процесі перемішування суміш нагрівається від навколишнього середовища і барабана змішувача.

§ 12.4. Транспортування і подача бетонних сумішей до місця укладання

При перевезенні бетонних сумішей в зимових умовах і в умовах жаркого клімату рекомендується проведення спеціальних організаційно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення необхідних властивостей сумішей до моменту їхнього укладання в опалубку.

У зимових умовах мета цих заходів – захист суміші від переохолодження. Вони, в основному, зводяться до виключення або доведення до мінімуму перевантажень суміші, скорочення часу її транспортування, утеплення ємностей і кузовів транспортних засобів, в яких її перевозять, а також до використання відхідних газів для обігріву кузовів автобетоновозів і автосамоскидів.

Як і в звичайних умовах, для транспортування бетонної суміші залежно від її початкової рухливості, швидкості схоплювання цементу, що застосовується, температурно-вологісних умов, дальності доставки та стану доріг, по яких здійснюються перевезення, застосовують автобетонозмішувачі (Рис. 12.2. б), автобетоновози (Рис. 12.2. а) і автосамоскиди. В окремих випадках бетонну суміш перевозять в баддях і бункерах, встановлених на автомашинах (автобадєвози).

Бадді та бункери, що використовуються для безперебійної подачі бетонної суміші безпосередньо до місця укладання, накривають дерев'яними утепленими кришками і обшивають ззовні. Бетононасоси встановлюють в

опалюваних приміщеннях. Елементи труб магістрального бетоноводу при температурі нижче -10°С укладають в теплоізоляцію. При невеликих морозах (-10°С - 0°С) ланки бетоноводу обертають повстю або шлаковатою.

Віброжолоби застосовувати небажано, так як вони забезпечують подачу бетонної суміші тонким шаром, у зв'язку з чим різко зростають її тепловтрати.

Найважливішою проблемою в умовах жаркого клімату є збереження рухливості бетонної суміші під час її транспортування від місця приготування до місця укладання, так як внаслідок природного нагріву компонентів під час руху рухливість бетонної суміші зменшується, і вона стає важко улаштовуваємою. У практиці будівництва в таких кліматичних умовах, як правило, застосовуються такі способи транспортування бетонних сумішей: автобетонозмішувачами і автобетоновозами з перемішуванням в дорозі вже готової бетонної суміші; автобетонозмішувачами з приготуванням бетонної суміші в дорозі. В останньому випадку для забезпечення рухливості суміші, необхідної на місці укладання, під час перевезення її на далекі відстані рекомендується близько 1/4 частини води замішування не вводити в суміш при приготуванні, а додавати тільки після прибуття автобетонозмішувача до місця ведення робіт, доводячи таким чином водоцементне відношення до встановленого. Слід мати на увазі, що раціональна дальність перевезення бетонної суміші при сучасному рівні будівельного виробництва – до 50 км (для малорухомих і помірно жорстких вона не повинна перевищувати 10-15 км), при цьому кузови бетоновозів і автобетонозмішувачів повинні мати терморегуляцію.

За неможливості забезпечити необхідну рухливість бетонної суміші в процесі її транспортування в автобетонозмішувачі застосовують роздільну доставку дозованих компонентів (цементу, заповнювачів) у спеціальних контейнерах і зачинення їх водою з перемішуванням в бетонозмішувачі безпосередньо біля місця укладання.

§ 12.5. Вибір методу бетонування. Укладання і ущільнення бетонних сумішей. Догляд за бетоном конструкцій

Тривалість охолодження бетону або його теплової обробки за інших рівних умов (склад бетону, температура бетонної суміші і зовнішнього повітря та ін.) залежить від ступеню масивності конструкції, яка характеризується модулем поверхні, що представляє собою відношення суми зовнішніх поверхонь конструкції до її об'єму:

$$M_п = \Sigma F / V, \quad (12.3)$$

Ця обставина змушує при виборі методу бетонування в зимових умовах і умовах жаркого клімату враховувати величину поверхні конструкції. Для балок і колон $M_п$ визначають як відношення їх периметру до площі поперечного перерізу, для плит перекриттів – як відношення суми верхньої та нижньої поверхонь до обсягу, тобто:

$$M_п = 2F / Fd = 2 / d \quad (12.4)$$

де d – товщина плити.

Чим більше $M_п$, тим конструкція ажурніше і, навпаки, чим менше $M_п$, тим конструкція масивніше і її охолодження (в зимових умовах) або нагрівання (в умовах жаркого клімату) відбуватиметься повільніше.

Бетонування конструкцій в зимових умовах.

Існуючі методи зимового бетонування поділяють на дві основні групи: з безобігрівним витримуванням бетону і зі штучним прогріванням бетону монолітних конструкцій. Методи бетонування зі штучним прогріванням дозволяють не тільки безперервно вести роботи в зимових умовах, а й інтенсифікувати процес набору міцності бетоном, скоротити терміни будівництва і збільшити темпи оборотності опалубки.

До методів зимового бетонування з безобігрівним витримуванням бетону відносять метод «термосу» і його різновиди: із застосуванням протиморозних добавок і з попереднім розігрівом бетонної суміші.

До методів бетонування зі штучним прогріванням бетону конструкцій відносять електротермічну обробку (електропрогрівання наскрізне і

периферійне, індукційне електропрогрівання, прогрівання опалубки), прогрівання бетону парою, гарячим повітрям і в тепляках, обігрів інфрачервоними променями.

При виборі і проектуванні методів зимового бетонування виходять з реальних умов, які існують або можуть бути створені на конкретному об'єкті. Метод «термосу» заснований на використанні для твердіння бетону тепла, що виділяється в процесі гідратації цементу, а також внесеного в бетонну суміш при її приготуванні (25-45°С). Для зменшення тепловтрат опалубку і бетоновану конструкцію додатково утеплюють теплоізоляційними матеріалами.

При проектуванні бетонних робіт з витримуванням бетону за методом «термосу» виконують теплотехнічний розрахунок. Вважають, що сумарна кількість тепла в бетоні має дорівнювати тепловтратам конструкції при її охолодженні до 0°С протягом деякого часу τ. За розглянутий проміжок часу бетон повинен мати позитивну температуру і набрати проектну міцність. Цій умові відповідає формула теплового балансу, запропонована Б.Г. Скрамтаєвим:

$$T\, M_п\, (t_{б.ср} - t_{н.в})\, K = C_б\, j_б\, (t_{б.н} - t_{б.к}) + ЦЕ, \qquad (12.5)$$

звідки тривалість охолодження бетону τ від початкової температури до кінцевої в конструкції з модулем поверхні більше 3:

$$\tau = [C_б\, j_б\, (t_{б.н} - t_{б.к}) + ЦЕ] / [КМП\, (t_{б.ср} - t_{н.в})], \qquad (12.6)$$

де τ – тривалість охолодження бетону, год;

б – об'ємна маса бетону, кг/м^3;

$C_б$ – питома теплоємність бетону, Дж/(кг·К);

$t_{б.н}$ – температура укладеної бетонної суміші, К;

Ц – витрата цементу на 1м^3 бетону, кг;

Е – екзотермії, тобто, тепловиділення 1 кг цементу за час твердіння бетону, кДж/кг;

$t_{н.в}$ – температура зовнішнього повітря (приймається середня за час охолодження бетону), К;

$М_п$ – модуль поверхні, $м^{-1}$;

$t_{б.к}$ – температура бетону до кінця остигання конструкції, К (для бетонів без протиморозних добавок рекомендується приймати не нижче 278 К);

К – коефіцієнт теплопередачі опалубки або укриття неопалублених поверхонь, Вт/($м^2$ ч·°К);

$t_{б.ср}$ – середня температура бетону за час його охолодження, К:

$$t_{б.ср} = t_{б.до} + (t_{б.н} - t_{б.к}) / [l,03 + 0,181МП + 0,006 (t_{б.н} - t_{б.к})] \quad (12.7)$$

або наближено може бути прийнята наступною:

$$(t_{б.н} + 5) / 2 \text{ при } М_п \leq 4; \quad (12.8)$$

$$t_{б.н} / 2 \text{ при } М_п = 5 - 8; \quad (12.9)$$

$$t_{б.н} / 3 \text{ при } М_п = 9 - 12. \quad (12.10)$$

Найменшу похибку формула Б. Г. Скрамтаєва дає при $М_п$ = 4 - 6, її використання при $М_п < 3$ і $М_п > 12$ не рекомендується.

Коефіцієнт теплопередачі опалубки або укриття неопалубленних поверхонь визначається за формулою:

$$K = 1 / (1 / a + \sum_{i=1}^{i=n} \delta i / \lambda i)$$

де δ_i – товщина кожного шару огородження, м;

λ_i – коефіцієнт теплопровідності матеріалу кожного шару огорожі, Вт/(м год);

а – коефіцієнт теплопередачі у зовнішньої поверхні огородження, Вт/(м год°К).

Методом «термосу» зазвичай користуються при бетонуванні масивних конструкцій з модулем поверхні до 6 при укладанні сумішей на портландцементі і з модулем поверхні до 10 – на глиноземистому та швидкотверднучих портландцементах.

Витримування бетону «методом термосу» є найбільш економічним і простим у виробництві, так як не вимагає пристроїв з обігріву бетону в конструкціях, їх обслуговування і витрати електроенергії, пари та палива.

Опалубку знімають з дозволу технічного персоналу будівництва до її примерзання до захололого бетону.

Метод «термосу» із застосуванням протиморозних добавок є однією з різновидів розглянутого вище методу і дозволяє здійснювати бетонування в зимових умовах з використанням бетонів, які тверднуть при від'ємних температурах.

Метод полягає у використанні сумішей з хімічними добавками, які знижують температуру замерзання рідкої компоненти бетонної суміші, і забезпечують твердіння бетону при температурі нижче 0°С, тобто добавками, які збільшують час, протягом якого бетон може набрати міцність.

Державними будівельними нормами у якості добавок рекомендовані: вуглекислий калій-поташ (K_2C0_3), нітрит натрію ($NaN0_2$), хлорид кальцію ($CaCl_2$), хлорид натрію (NaCl). Нові противоморозні добавки, такі, як нітрит кальцію – сечовина (НКМ), аміачна вода (NH_4OH), нітратнітритхлорид кальцію – сечовина (ННХКС), сода-поташ-пластифікатор (СПП), в даний час застосовуються в дослідному порядку за спеціальними інструкціями.

Бетони з протиморозними добавками допускається використовувати за умови забезпечення набору ними до замерзання критичної міцності не менше 5 МПа, а при підвищених вимогах до морозостійкості і водонепроникності бетону (Мрз ≥ 200 і В ≥ 4) – не менше 50% від проектної.

Бетони з протиморозними добавками можна застосовувати тільки в тому випадку, якщо під час їхнього витримування до набору критичної міцності температура бетону не опускається нижче -10^0С при застосуванні хлористого натрію; -15^0С при спільному додаванні хлористих солей (NaCl + $CaCl_2$) і нітриту натрію; -25^0С при застосуванні поташу, НКМ, СПП. При температурах нижче зазначених бетон замерзає і його твердіння практично припиняється.

Застосування протиморозних добавок має значні обмеження. Вони не використовуються при бетонуванні наступних конструкцій: попередньо напружених; піддаються впливу динамічних навантажень; експлуатованих при вологості повітря більше 60% і при температурі більше 60^0С, що стикаються з

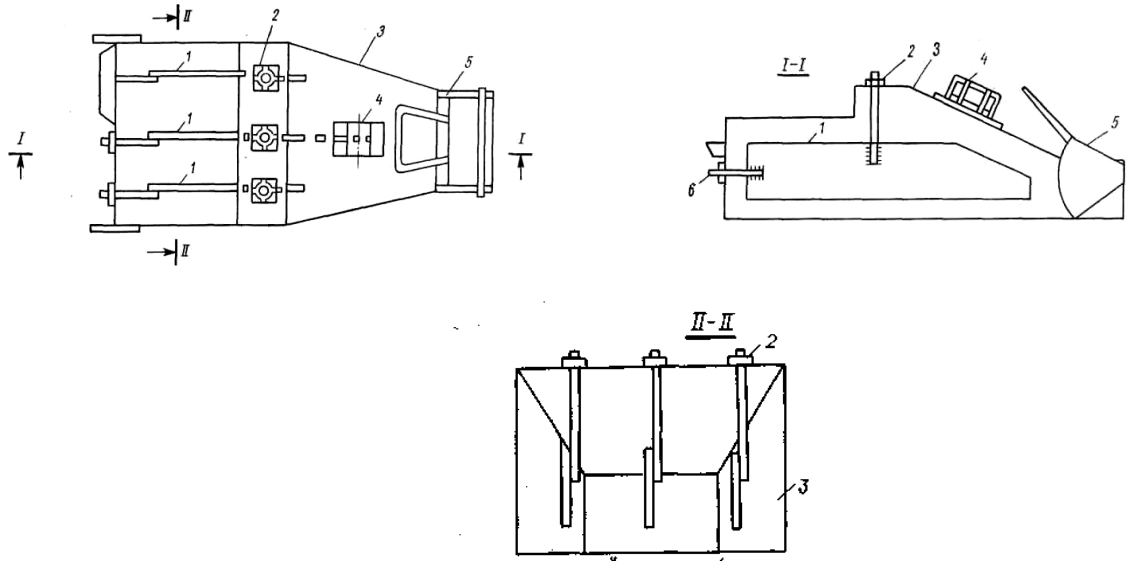
агресивними водами, що знаходяться в безпосередній близькості (до 100 м) до джерел струму високої напруги; монолітних димових, вентиляційних труб і баштових градирень.

Метод «гарячого термосу» полягає в короткочасному форсованому електророзігріванні бетонної суміші безпосередньо перед укладанням і наступному витримуванні укладеного бетону за «методом термосу» без обігріву.

Метод «гарячого термосу» дозволяє відмовитися від нагрівання заповнювачів на бетонному заводі і обмежитися тільки їх відтаванням, збільшити дальність і тривалість транспортування бетонної суміші на морозі, не побоюючись її охолодження до температури 5^0С (перед нагріванням), забезпечити високу (до 60-80°С) початкову температуру суміші $t_{б.н}$ при укладанні і тим самим застосувати метод «термосу» для конструкцій з $M_п < 12$.

Розрахунок доцільності використання методу «гарячого термосу» ведуть за формулами методу «термосу».

Електророзігрівання бетонної суміші здійснюють при напрузі струму 380 В і, рідше, 220 В. Для організації електророзігрівання на будівельному майданчику обладнують пост з трансформатором (з напругою на низькій стороні 380 В або 220 В), розподільним щитом і пультом управління.



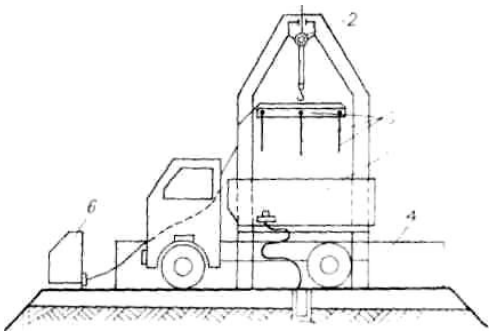


Рис. 12.4. Принципова схема поста електророзігрівання бетонної суміші в кузовах автосамоскидів:

1 - кузов автосамоскиду; 2 - тельфер на порталі; 3 - рама з опускними електродами; 4 - огорожа; 5 - заземлення; 6 - щит управління

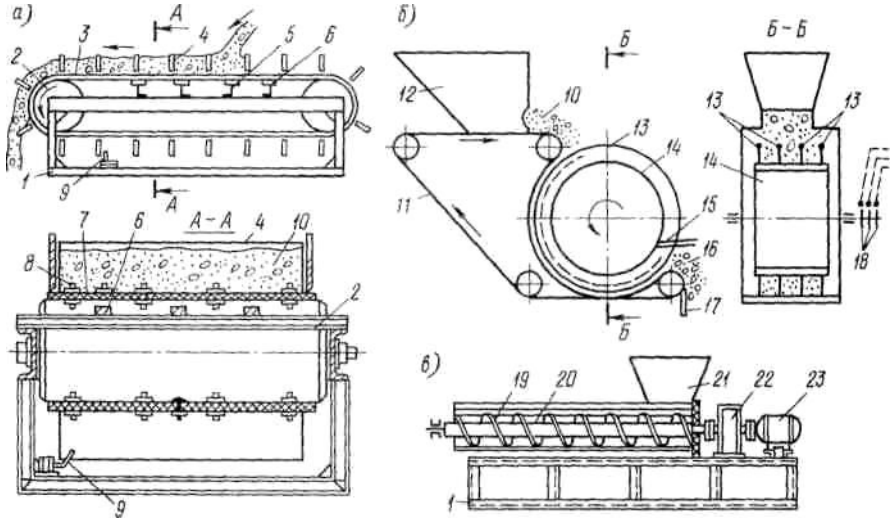


Рис. 12.5. Принципова схема установок безперервної дії для попереднього електророзігрівання бетонної суміші:

а - конвеєрно-стрічкового типу з поперечним розташуванням електродів; б - барабанно-стрічкового типу; в - шнекового типу;

1 - рама; 2 - барабан; 3 - стрічка конвеєру; 4 - система електродів; 5 - пристрій контактного підключення до електромережі; 6 - ізолятор; 7 - струмопідводяча шина; 8 - струмознімач; 9 - вібромолоток для очищення електродів; 10 - бетонна суміш; 11 - конвеєрна стрічка; 12 - прийомний бункер; 13 - система кільцевих електродів; 14 - обертовий барабан; 15 - відсікач-скребок; 16 - бетонна суміш; 17 - пристрій для очищення транспортної стрічки; 18 - ковзаючі контакти; 19 - шнек; 20 - труба-жолоб; 21 - прийомний бункер; 22 - редуктор; 23 - електродвигун

Метод електротермообробки бетону має ряд різновидів. Він заснований на перетворенні електричної енергії в теплову безпосередньо всередині бетону або в різного роду електронагрівальних пристроях, тепло від яких підводиться до бетону конвективно, контактно або радіаційно (обігрів).

У будівництві освоєні наступні методи: електродне прогрівання (власне електропрогрівання); обігрів в електромагнітному полі (індукційний); обігрів різними електронагрівальними пристроями (контактний, конвекційний, у тому числі інфрачервоного випромінювання).

Електротермообробку бетону найбільш доцільно застосовувати до набору їм міцності 50-60% від проектної, так як при подальшій тепловій обробці інтенсивність твердіння сповільнюється і питома витрата електроенергії відповідно зростає.

Розрахунок електротермообробки бетону зводиться до обчислення потужності, необхідної на нагрівання бетону, опалубки і на заповнення тепловтрат в навколишнє середовище з урахуванням тепловиділення цементу, а також до визначення параметрів струму і пристроїв, що забезпечують виділення тепла відповідно необхідної потужності (напруга, сила струму; тип і місце розміщення електродів або електронагрівальних пристроїв, їхні характеристики).

При електротермообробці бетону особливу увагу приділяють пароізоляції неопалублених поверхонь для запобігання пересушуванню бетону, а також теплоізоляції бетонованої конструкції для витримування заданого режиму при мінімальній витраті електроенергії і підвищенні рівномірності температурного поля в бетоні.

Електродне прогрівання – найбільш ефективний і поширений спосіб електротермообробки, заснований на використанні тепла, що виділяється в бетоні при проходженні по ньому електричного струму. Досягається це шляхом замонолічування в свіжоукладену бетонну суміш в якості опору ланцюг змінного струму промислової частоти за допомогою металевих електродів різної конструкції. Завдяки застосуванню змінного струму в цементному тісті в процесі прогрівання практично не відбувається явища електролізу.

При наскрізному прогріванні струм протікає через масу бетону і теплова енергія виділяється в тілі конструкції. У разі периферійного прогрівання струм

протікає через бетон між електродами, встановленими по зовнішній поверхні конструкції, і бетон прогрівається при передачі теплової енергії від периферії всередину конструкції, а також за рахунок екзотермії цементу.

Для електропрогрівання бетону використовують пластинчасті, смугові (стрічкові), стрижневі, струнні, а також кільцеві типи електродів. Необхідну відстань між електродами і арматурою забезпечують застосуванням різних ізоляторів – цементних, пластмасових, текстолітових, а також дерев'яних рейок, які видаляються по мірі укладання бетонної суміші та її ущільнення.

Залежно від місця улаштування розрізняють внутрішні і поверхневі електроди. Внутрішні електроди, що залишаються в бетоні після прогрівання, можуть бути стрижневі (рис. 12.6), струнні (рис. 12.7) і плаваючі.

При улаштуванні електродів треба ретельно стежити за тим, щоб не відбувалося їхнє зміщення і зіткнення з арматурою, так як при зіткненні електродів різних фаз відбудеться коротке замикання.

Поверхневі електроди, що знімаються після прогрівання бетону конструкцій, підрозділяють на пластинчасті і смугові. Кріплять електроди до опалубки, яку в місці їхньої установки ізолюють. Електричний струм проходить між сусідніми електродами головним чином у периферійному шарі бетону і прогріває його.

Область застосування електродного прогрівання обмежується труднощами забезпечення рівномірного температурного поля в густоармованих конструкціях, конструкціях з великою кількістю закладних деталей і стиків товщиною менше 50 мм, а також у разі влаштування металевої опалубки. Зазначені недоліки вдається усунути шляхом застосування індукційного нагрівання бетону.

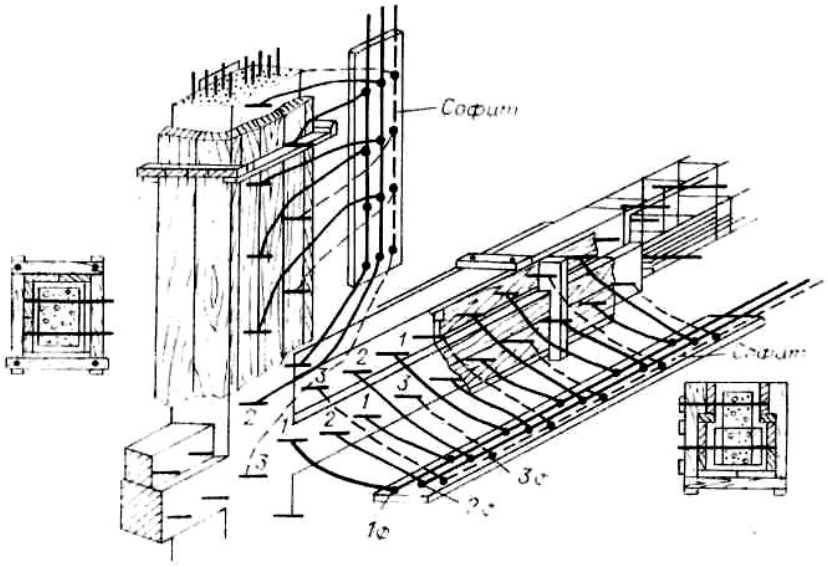


Рис. 12.6. Електропрогрівання залізобетонних конструкцій за допомогою стрижневих електродів:
1,2,3 - стрижневі електроди, приєднані до фаз 1ф, 2ф, 3ф

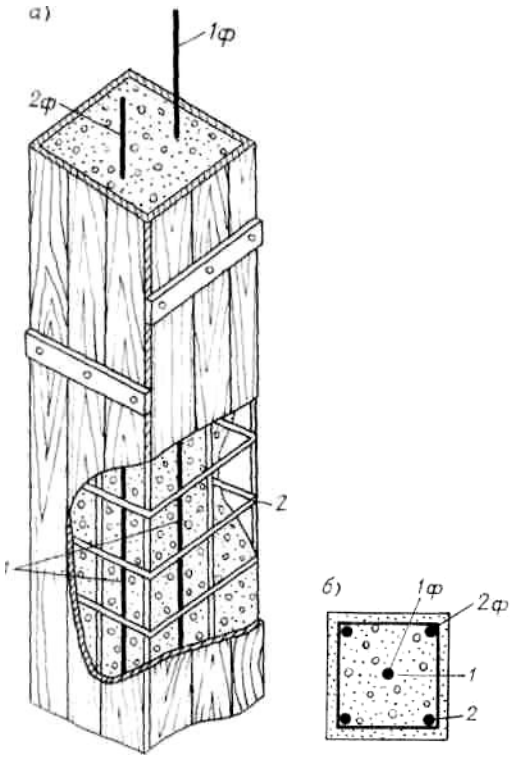


Рис. 12.7. Улаштування струнних електродів в колоні:
1 - струнні електроди; 2 - арматура; 1ф, 2ф - фази

Індукційне нагрівання бетону засноване на використанні тепла, що виділяється при проходженні вихрових струмів в металевій опалубці та арматурі, що нагрівається, конструкції, що знаходяться в електромагнітному полі індуктора (багатовиткової котушки), через яку пропускають змінний

струм промислової частоти напругою 36-120 В. Тепло від арматури і металевої опалубки передається бетону і нагріває його (рис. 12.8). Індукційне нагрівання застосовують, в основному, для термообробки бетону конструкцій невеликого перерізу: колон, ригелів, балок, елементів рамних конструкцій; стиків, споруд, зведених у ковзній, підйомно-переставній і катучій опалубках. Використання індукційного нагрівання дозволяє за 12-28 годин отримувати бетон міцністю 50-70% від марочної міцності.

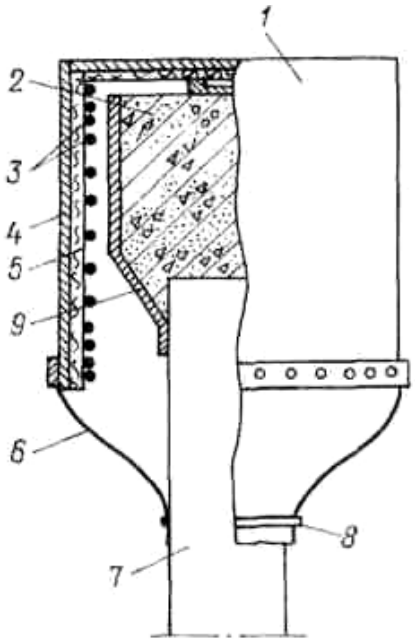


Рис. 12.8. Схема пристрою для індукційного нагрівання монолітного оголовку палі інвентарним індуктором:
1 - інвентарний індуктор; 2 - монолітний бетонний оголовник паль; 3 - провід дріт електричний ізольований; 4 - сталевий кожух; 5 - азбестова ізоляція; 6 - брезент; 7 - паля; 8 - пояс; 9 - інвентарна сталева опалубка

Електрообігрівання бетону проводиться електронагрівачами, що встановлюються на опалубці конструкцій, – гріючими кабелями або дротами, трубчастими електронагрівачами (ТЕНами), стрижневими електронагрівачами типу «стрижень з трубою», коаксіальними, сітчастими, пластинчастими або інфрачервоними випромінювачами, розміщеними на деякій відстані від конструкції; дротяними спіралями або пласкими нагрівачами та ін.

Вибір типу нагрівача виконують залежно від конфігурації конструкції, що прогрівається, виду опалубки, наявності матеріалів для виготовлення нагрівачів.

Обігрів бетону інфрачервоними променями (периферійний) полягає в передачі бетону конструкцій тепла у вигляді променистої енергії електромагнітних хвиль довжиною від 0,76 до 100 мк.

При проходженні інфрачервоних променів через шар повітря між випромінювачем і поверхнею конструкції втрати тепла незначні. Промені, перетворюючись в тепло, поглинаються поверхнею і розподіляються в масі бетону опромінюваної конструкції.

Інфрачервоні випромінювачі працюють на електроенергії, газі (природному та скрапленому), мазуті. Найбільшого поширення набули випромінювачі, що працюють на електроенергії.

Процес обігріву бетону інфрачервоними променями умовно поділяють на три періоди: підйом температури до заданої; ізотермічне прогрівання; охолодження.

У будівельних умовах установки інфрачервоного випромінювання у вигляді переносних рам зі змонтованими на них декількома випромінювачами застосовують для термообробки бетону тонкостінних конструкцій з великим модулем поверхні (стін, плит), стиків, підлив, у тому числі під металеві конструктивні елементи, а також для відігрівання замерзлого бетону в робочих швах і т.п., забезпечуючи протягом декількох годин набір бетоном міцності до 70%.

Контактне електрообігрівання бетону полягає в безпосередній теплопередачі від гріючих поверхонь до бетону, що прогрівається. Поширення тепла в самому бетоні забезпечується переважно його теплопровідністю.

В даний час для контактного електрообігрівання застосовують різного виду гріючі опалубки, які поділяють на жорсткі (дерев'яні, металеві) і м'які (з брезентової або азбестової тканини, гумові, пластикові і т.п.). Встановлюють термоактивну опалубку окремими щитами вручну або укрупненими панелями за допомогою вантажопідіймальних кранів. Щити після закріплення під'єднують до електричної мережі.

В якості джерел тепла в щитах використовують стрижневі, трубчасто-стрижневі й кутно-стрижневі електронагрівачі, смугові електроди, електроди з дроту або фольги, запресовані в електропровідний склад (рисунки 12.9, 12.10, 12.11).

Обігрів бетону паром передбачає створення навколо забетонованої конструкції так званої «парової сорочки», що забезпечує необхідні температурно-вологісні умови для прискорення твердіння бетону. Конструкцію вкривають двома шарами брезенту або інвентарними щитами, під які подають пар. Парова сорочка являє собою порожнину, шириною не менше 15 см, між огорожею і опалубкою або неопалубленним бетоном, наповнену насиченим паром низького тиску (0,05-0,07 МПа) з максимальною температурою 70-95°С (залежно від виду цементу).

Процес обігріву бетону паром включає наступні стадії:

- розігрівання до заданої температури при швидкості її підйому не більше 5-10°С/рік;

- ізотермічне прогрівання; охолодження при швидкості зниження температури не більше 10°С/год.

Розглянутий метод допускається застосовувати при наявності на будівельному майданчику достатньої кількості дешевого пару і температурі повітря не нижче -15°С для немасивної конструкцій.

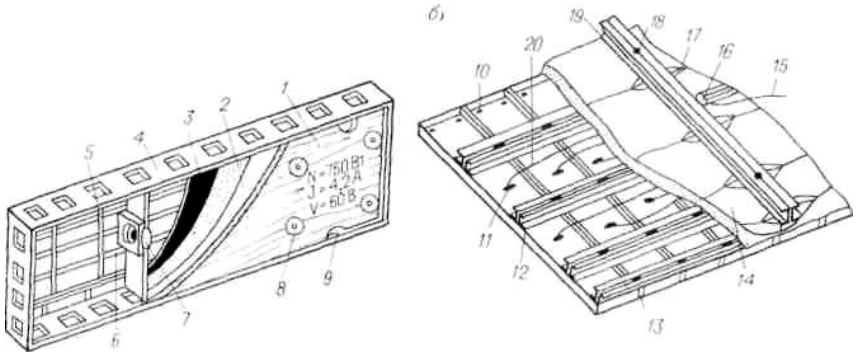


Рис. 12.9. Термоактивна опалубка конструкції ЦНІІОМТП:
а - щит; б - великорозмірна панель; 1 - фанерна кришка; 2 - утеплювач; 3 - екран з фольги; 4 - ребро каркасу; 5 - клямери; 6 - гріючий кабель; 7 - вилка інвентарного роз'єму; 8 - виріз; 9 - виріз для улаштування натяжного гаку; 10 - термоактивний щит; 11 - інвентарний роз'єм; 12 - захватка; 13 - натяжний гак; 14 - шлаковойлочна ковдра; 15 - клемна коробка, 16 - кабель; 17 - отвір; 18 - Т- подібний болт; 19 - зв'язок; 20 - коммутуючий кабель

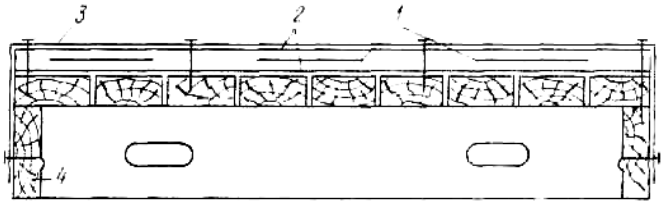


Рис. 12.10. Схема жорсткої гріючої опалубки зі смуговими електродами:
1 - смугові електроди; 2 - шар склотканини; 3 - листове залізо; 4 - дошки

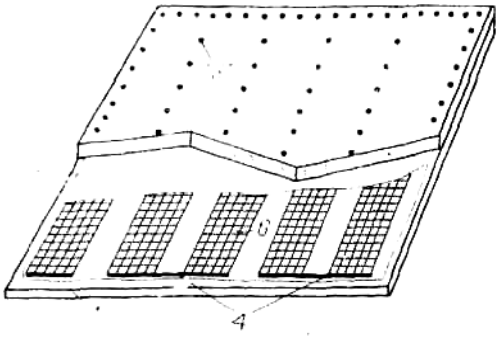


Рис. 12.11. Сітчастий нагрівач у гріючій опалубці опалубного щита :
1 - лист з металу або фанери; 2 - електроізоляція з азбесту; 3 - болти для кріплення; 4 - розвідні шини; 5 - утеплювач; 6 - сітчастий нагрівач

Для обігріву бетону гарячим повітрям (повітряно-тепловий обігрів) використовуються огорожі, які застосовуються для утворення парових сорочок, і різного роду обігрівачі (електрокалорифери, вогневі калорифери, топкові гази та ін.).

Повітряно-тепловий обігрів бетону заснований на явищі, при якому зайва вода з підвищенням температури більш інтенсивно випаровується з бетону і в замкненому просторі підвищує вологість навколишнього повітря, створюючи сприятливі умови для тверднення бетону.

Максимально допустима температура повітря становить 40-80°С, а тривалість повітряно-теплового прогрівання для досягнення бетоном 50% міцності від проектної – 12-24 години.

Обігрів бетону в тепляках (замкнених огорожах) виконують для створення температурно-вологісних умов, необхідних для витримування бетону багатоярусних конструкцій (по висоті розташування блоків бетонування) і конструкцій, що мають значні розміри в плані.

Огородження обігріваючого простору повинні мати хорошу теплоізоляцію і не пропускати випаровану з бетону вологу при його обігріві.

Для підвищення вологості повітря в обігріваючому просторі в тепляки поміщають судини з водою або змочують водою забетоновану конструкцію. Усередині тепляків розміщують нагрівальні прилади: печі, калорифери та ін.

Для бетонування використовують звичайні бетонні суміші. Зводять тепляк до початку бетонування конструкцій, його розміри в цілях економії тепла і будівельних матеріалів приймають мінімальними. В останні роки успішно використовують надувні тепляки.

Вибір методу зимового бетонування виконують в залежності від очікуваних температур зовнішнього повітря, цементів, що застосовуються, наявності на будівництві джерел тепла, хімічних домішок, а також від розмірів і призначення конструкцій (з урахуванням можливості виготовлення їх на заводі або полігоні).

При виборі раціональних методів витримування бетону з числа технічно можливих в першу чергу розглядають найбільш економічний метод «термосу». При неможливості отримання вказаним методом необхідної міцності бетону в задані терміни послідовно розглядають можливість застосування методів «термосу із застосуванням протиморозних добавок», «гарячого термосу», електротермообробки, обігріву парою, гарячим повітрям або в тепляках.

Критерієм оцінки ефективності методу зимового бетонування є наведені до 1 $м^3$ укладеного бетону витрати за всіма наявними статтями та економічний ефект від скорочення тривалості будівництва об'єкту.

Для попереднього вибору методу витримування бетону можна користуватися даними, наведеними в Табл. 12.1.

Таблиця 12.1

Рекомендовані методи витримування бетону

Тип конструкції	Модуль поверхні Мп, $м^{-1}$	Рекомендований метод
Массивні бетонні і залізобетонні конструкції	До 3	Метод «термосу» із застосуванням прискорювачів твердіння бетону, улаштування тепляків при температурі зовнішнього повітря нижче -20°С. Укладання бетонної суміші з противоморозними

		добавками
Фундаменти під конструкції будівель і обладнання, масивні стіни і т.д.	3-6	Метод «термосу» із застосуванням прискорювачів твердніння (бетонні суміші з противоморозними добавками). За необхідності отримання заданої міцності бетону в короткі терміни при температурі зовнішнього повітря нижче -15°С – попередньому електророзігріванні бетонної суміші, периферійному електропрогріванні
Колони, прогони, елементи рамних конструкцій, пальові ростверки, стіни, перекриття і т.д.	6-10	Укладання бетонної суміші з противоморозними добавками. Попереднє електророзігрівання бетонної суміші, електродне прогрівання. Електрообігрів із застосуванням гріючих опалубок
Підлоги, перегородки, плити, перекриття, тонкостінні конструкції каркасів	10-20	Електродне прогрівання. Контактний обігрів за допомогою гріючої опалубки. Укладання бетонної суміші з противоморозними добавками (для підлог)
Заливки під підлоги і оснащення	20-100	Електродне прогрівання. Індукційне прогрівання. Використання добавок поташу і нітриту натрію. Інфрачервоний обігрів. Термоактивні опалубки

Бетонування конструкцій в більшості випадків прагнуть здійснювати безперервно, на невеликих по довжині і ширині ділянках, щоб кожен укладений шар швидше перекривався наступним і бетон не встигав досягнути температури нижче передбаченої розрахунком, а також у зв'язку з тим, що підготовка замерзлих робочих швів вельми трудомістка.

Товщину укладених шарів бетонної суміші для кращого збереження нею тепла при укладанні приймають максимально допустиму за умовами ущільнення. Укладати бетонну суміш рекомендується цілодобово до завершення бетонування всього масиву або його частини – блоку. Висоту вільного падіння бетонної суміші обмежують до 1-1,5 м.

Всі відкриті поверхні укладеного бетону після закінчення бетонування (при великих площах – поверхні у міру бетонування окремих ділянок), а також під час перерв у бетонуванні ретельно вкривають пароізоляційними матеріалами: полімерною плівкою, толем, рубероїдом або утеплюють щитами, матами відповідно ПВР в зимових умовах і теплотехнічного розрахунку.

Укладання бетонної суміші при бетонуванні монолітних конструкцій і улаштування робочих швів при прогрівних методах витримування бетону повинні здійснюватися відповідно до вимог ДСТУ або (СНиП Ш-15-76) і виключати виникнення температурних напружень, що перевищують розрахункові.

Ущільнення бетонної суміші є основною технологічною операцією при бетонуванні, від якості якої залежить щільність і однорідність бетону, а отже, його міцність і довговічність. Ущільнення бетонної суміші проводять звичайними способами. Більш ретельно ущільнюють суміш у місцях робочих швів, у кутах бетонованих блоків.

Бетонування методом «Термос з добавками-прискорювачами»

Деякі хімічні речовини (хлористий кальцій CaCl, вуглекислий калій – поташ K_2CO_3, нітрат натрію $NaNO_3$ та ін.), що введені до бетону в незначних кількостях (до 2% від маси цементу), прискорюють процес твердіння в початковий період витримування бетону. Так, бетон з добавкою 2% хлористого кальцію від маси цементу вже на третій день досягає міцності, в 1,6 рази більшої, ніж бетон того ж складу, але без добавки домішки??. Введення в бетон добавок-прискорювачів, що є одночасно і протиморозними добавками, в зазначених кількостях знижує температуру замерзання до -3°С, збільшуючи тим самим тривалість охолодження бетону, що також сприяє набуттю бетоном більшої міцності. Бетони з добавками-прискорювачами готують на підігрітих заповнювачах і гарячій воді. При цьому температура бетонної суміші на виході зі змішувача коливається в межах 25-35°С, знижуючись до моменту укладання до 20°С. Такі бетони застосовують при температурі зовнішнього повітря -15 - -20°С, укладають їх в утеплену опалубку і закривають шаром теплоізоляції. Твердіння бетону відбувається в результаті термосного витримування в поєднанні з позитивним впливом хімічних добавок. Цей спосіб є простим і досить економічним, дозволяє

застосовувати метод «термосу» для конструкцій з бетону на звичайних портландцементах.

Бетонування методом «Гарячий термос»

Полягає в короткочасному розігріві бетонної суміші до температури 60-80°С, ущільненні її в гарячому стані і термосному дотриманні або з додатковим обігрівом.

В умовах будівельного майданчика розігрівання бетонної суміші здійснюють, як правило, електричним струмом. Для цього порцію бетонної суміші за допомогою електродів включають в електричний ланцюг змінного струму в якості опору. Таким чином, як потужність, що виділяється, так і кількість виділеної за проміжок часу теплоти залежать від напруги, що підводиться до електродів (прямопропорційно), і омічного опору бетонної суміші, що прогрівається (обернено пропорційно). У свою чергу, омічний опір є функцією геометричних параметрів пласких електродів, відстані між електродами і питомого омічного опору бетонної суміші.

Електророзігрівання бетонної суміші здійснюють при напрузі струму 380 В та рідше 220 В. Для організації електророзігрівання на будівельному майданчику обладнують пост з трансформатором (напруга на низькій стороні 380 В або 220 В), пультом управління і розподільним щитом. Електророзігрівання бетонної суміші здійснюють в основному в баддях. Приготовану суміш (на бетонному заводі), що має температуру 5-15°С, доставляють на будівельний майданчик, вивантажують в електробадді, розігрівають до 70-80°С і укладають в конструкцію. Найчастіше застосовують звичайні бадді (туфельки) з трьома електродами зі сталі товщиною 5 мм, до яких за допомогою кабельних роз'ємів підключають дроти електромережі. Для рівномірного розподілу бетонної суміші між електродами при завантаженні бадді і кращого вивантаження розігрітої суміші в конструкцію на корпусі бадді встановлюють зовнішній вібратор.

Для розігріву суміші до таких високих температур за короткий проміжок часу потрібні великі електричні потужності. Так, для розігріву 1 $м^3$ суміші до

60°С за 15 хвилин потрібно 240 кВт, а за 10 хвилин – 360 кВт встановленої потужності.

Бетонування конструкцій в умовах жаркого клімату.

Існуючі методи бетонування конструкцій в умовах жаркого клімату передбачають проведення спеціальних технологічних заходів щодо догляду за бетоном, спрямованих на створення необхідних температурно-вологісних умов для твердіння бетону і наростання його міцності, а також запобігання значних температурно-осадкових деформацій і утворення тріщин. Правильний догляд за бетоном, особливо в період формування його структури (перші 2-3 години), значною мірою визначає якість і довговічність бетонних конструкцій в період експлуатації.

Догляд за бетоном в умовах жаркого клімату передбачає, насамперед, проведення заходів, що виключають втрату бетоном вологи протягом необхідного періоду часу з метою забезпечення гідратації цементу і твердіння бетону для отримання потрібної міцності бетону.

Вологісний догляд за бетоном ділиться на два періоди: початковий (попередній) і подальший (основний). Початковий догляд починається відразу ж після укладання бетонної суміші і полягає в оберіганні свіжовкладеного бетону від зневоднення шляхом покриття його вологонепроникними (плівкоутворюючими складами, бітумом, лінійними поліетиленовими плівками та ін.) або вологоємними матеріалами (мішковиною, солом'яними матами, рогожею, шаром тирси, піску і т.п.), причому останні періодично поливають водою для їхньої підтримки у вологому стані.

Протягом початкового періоду догляду поливання водою відкритих поверхонь бетонних конструкцій не допускається, оскільки при потраплянні на нагріту сонячними променями поверхню бетону щодо холодної води різко знижується температура бетону (на 15-20°С). У ньому створюються значні температурні напруги, що призводить до появи мережі тріщин, порушення структури бетону і зниження його фізико-механічних властивостей.

Найбільш ефективним способом початкового догляду за свіжоукладеним бетоном протяжних конструкцій є нанесення вододисперсних плівкоутворюючих складів на латексній основі (Е-К4-47) і мономолекулярних складів – депресорів (заглушувачів) випаровування (емульсія ПАР, розчин поліетилен-гідросілоксана з наповнювачами) на свіжоукладену поверхню шляхом їхнього розпилення безпосередньо після укладання і ущільнення бетонної суміші. Для нанесення плівкоутворюючих складів застосовують спеціальні машини з розпилювачами (наприклад, ЕНЦ-3), ручні насосні та пневматичні обприскувачі.

Для укриття бетонної поверхні використовують поліетиленові (особливо з так званого лінійного поліетилену низької щільності – ЛПЕНЩ), полівінілхлоридні плівки за ДСТУ (ГОСТ 16272-79) товщиною 0,1-0,2 мм, поліетилен, армований нейлоновою сіткою, скловолокном, поліамідні і поліарімідні плівки.

Тривалість початкового догляду залежить від виду та активності цементу, температури навколишнього середовища та інших факторів і визначається часом, протягом якого бетон набуває початкової міцності не менше 0,5 МПа.

Подальший догляд за бетоном (після закінчення початкового періоду) полягає в забезпеченні сприятливих умов твердіння бетону одним із таких способів: без проведення спеціальних заходів щодо прискорення твердіння бетону і з тепловою обробкою бетону монолітних конструкцій.

При звичайному витримуванні бетону виконують: улаштування і систематичне зволоження покриття з вологостійких матеріалів (мішковина, солом'яні мати і т.п.); витримування відкритих горизонтальних поверхонь бетону під шаром води (метод покривання водних басейнів); покриття поверхонь бетонних конструкцій вологонепроникними плівкоутворюючими складами або вологонепроникними поліетиленовими плівками; захист поверхонь інвентарними термовлагоізоляційними покриттями; безперервне зволоження поверхонь шляхом тонкодисперсного розпилення води.

Ефективними комплексними способами, які об’єднують початковий і наступний періоди догляду за бетоном, є нанесення на відкриті поверхні свіжеукладеного бетону пінопласту в пластичному стані, який після закінчення терміну догляду за бетоном видаляють щіткою; застосування інвентарних термовлагоізоляційних покриттів (ІТВП), що складаються з несучих рейок, двох зшитих шарів поліетиленової плівки і мішковини між ними.

У разі використання данних способів, як правило, догляд за бетоном припиняється після досягнення ним 70% проектної міцності, що є критичною щодо допустимих вологовтрат, так як на цьому етапі вплив жаркого сухого клімату на подальше зростання міцності бетону без вологісного догляду за ним істотно не позначається.

З метою скорочення часу догляду за бетоном використовують методи теплової обробки. При цьому в практиці будівництва знайшли застосування електророзігріванню бетонної суміші, електротермообробки бетону. Електропрогрівання бетонних сумішей в умовах жаркого сухого клімату рекомендується для конструкцій з $М_п$ = 2,5 - 20,0 $м^{-1}$ за умови, що час з моменту готовності бетонної суміші до закінчення її укладання і ущільнення не перевищить 0,5 години (30 хвилин), а число перевантажень розігрітої суміші буде не більше 2.

Електророзігрівання бетонної суміші проводять перед її укладанням в опалубку. Для електророзігрівання використовують ті ж пристрої і прийоми, що і в зимових умовах. Температура суміші перед укладанням повинна бути 50-70°С.

Електротермообробку (електропрогрівання, індукційне нагрівання, електрообігрів) бетону виконують за неінтенсивним режимом зі швидкістю підйому температури не більше 10-20°С на годину. Максимальна температура прогрівання не повинна перевищувати 50-80°С. Тривалість термообробки в умовах жаркого клімату становить 4-8 годин. Для підтримки процесу

інтенсивного набору міцності і уповільнення охолодження бетону використовують теплоізольовані опалубки.

Як в зимових умовах, так і в умовах жаркого клімату ущільнення бетонних сумішей здійснюється з використанням тих же механізмів, що і за звичайних умов виробництва робіт.

Штучне прогрівання і нагрівання бетону

Сутність методу штучного прогрівання і нагрівання полягає в підвищенні температури укладеного бетону до максимально допустимої і підтримці її протягом часу, за який бетон набирає критичну або задану міцність.

Штучне прогрівання і нагрівання бетону застосовують при бетонуванні конструкцій з модулем поверхні[1] більше 10, а також і більш масивних, якщо в останніх неможливо отримати у встановлені терміни задану міцність при дотриманні тільки способом термосу.

1) Масивність конструкції характеризується відношенням суми охолоджуваних (зовнішніх) поверхонь F (м^2) до її об'єму V (м^3). Це відношення називається *модулем поверхні* $М_п$, який визначається за формулою $M_п = F / V$.

Фізична сутність ***електродного прогрівання*** ідентична розглянутому вище способу електророзігрівання бетонної суміші, тобто використовується теплота, що виділяється в укладеному бетоні при пропусканні через нього електричного струму. Теплота, що утвориться, витрачається на нагрівання бетону і опалубки до заданої температури і відшкодування тепловтрат в навколишнє середовище, що відбуваються в процесі витримування. Температура бетону при електродному прогріванні визначається величиною електричної потужності, що виділяється в бетоні, яка повинна визначатися залежно від обраного режиму термообробки і величини тепловтрат, що мають місце при електродному прогріванні на морозі.

Для підведення електричної енергії до бетону використовують різні електроди: пластинчасті, смугові, стрижневі і струнні.

До конструкцій електродів і схем їхнього розміщення пред'являються наступні основні вимоги: потужність, що виділяється в бетоні при

електродному прогріванні, повинна відповідати потужності, що необхідна за тепловим розрахунком; електричне і, отже, температурне поля повинні бути по можливості рівномірними; електроди слід розташовувати по можливості ззовні конструкції, що прогрівається, для забезпечення мінімальної витрати металу; улаштування електродів і приєднання до них дротів (при використанні зовнішніх електродів) необхідно виконувати до початку укладання бетонної суміші.

Найбільшою мірою цим вимогам задовольняють пластинчасті електроди (Рис. 12.12). Вони належать до розряду поверхневих і являють собою пластини з покрівельного заліза або сталі, що нашиваються на внутрішню поверхню опалубки, яка примикає до бетону, і підключаються до різнойменних фаз мережі живлення. В результаті токообміну між протилежними електродами весь обсяг конструкції нагрівається. За допомогою пластічнатих електродів прогрівають слабоармовані конструкції правильної форми невеликих розмірів (колони, балки, стіни та ін.).

Смугові електроди виготовляють зі сталевих смуг шириною 20-50 мм і так само, як пластинчасті електроди, нашивають на внутрішню поверхню опалубки (рис. 12.12. 2).

Токообмін залежить від схеми приєднання смугових електродів до фаз мережі живлення. При приєднанні протилежних електродів до різнойменних фаз мережі живлення токообмін відбувається між гранями конструкції і до тепловиділення приєднується вся маса бетону (Рис. 12.12. б). При приєднанні до різнойменних фаз сусідніх електродів токообмін відбувається між ними (Рис. 12.12. в). При цьому 90% всієї енергії, що підводиться, розсіюється в периферійних шарах товщиною, яка дорівнює половині відстані між електродами. В результаті периферійні шари нагріваються за рахунок джоулевої теплоти. Центральні ж шари (так зване «ядро» бетону) тверднуть за рахунок початкової тепломісткості, екзотермії цементу і частково за рахунок припливу теплоти від периферійних шарів, що нагріваються. Першу схему застосовують для прогрівання слабоармованих конструкцій товщиною не

більше 50 см. Периферійне електродне прогрівання застосовують для конструкцій будь-якої масивності.

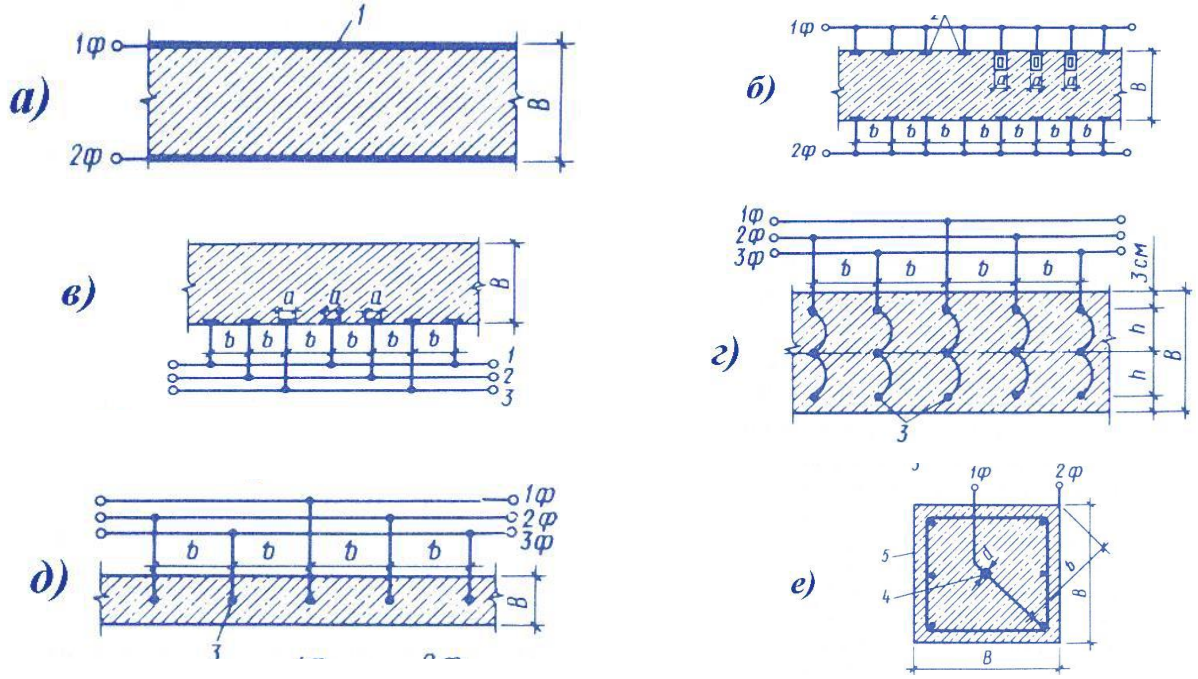


Рис. 12.12. Види електродів і схеми їх розташування:
а - пластинчасті; б - смугові (наскрізне прогрівання); в - смугові (периферійне прогрівання); г - стрижневі (у вигляді пласких груп); д - стрижневі поодинокі; е - струнні

Смугові електроди встановлюють по одну сторону конструкції. Одностороннє розміщення смугових електродів застосовують при електродному прогріванні плит, стін, підлог і інших конструкцій товщиною не більше 20 см.

При складній конфігурації бетонованих конструкцій застосовують стрижневі електроди – арматурні прутки діаметром 6-12 мм, що встановлюються в тіло бетону (Рис. 12.12.3). Найбільш доцільно використовувати стрижневі електроди у вигляді пласких електродних груп (Рис. 12.12. г). У цьому випадку забезпечується більш рівномірне температурне поле в бетоні.

При електродному прогріванні бетонних елементів малого перетину і значної протяжності (наприклад, бетонних стиків шириною до 3-4 см) застосовують одиночні стрижневі електроди (Рис. 12.12. д).

При бетонуванні горизонтально розташованих бетонних або залізобетонних конструкцій, які мають великий захисний шар, використовують плаваючі електроди – арматурні стрижні 6-12 мм, які заглиблюють у поверхню.

Струнні електроди застосовують для прогрівання конструкцій, довжина яких у багато разів більше розмірів їх поперечного перерізу (колони, балки, прогони і т.п.) (Рис. 12.12. е). Струнні електроди встановлюють по центру конструкції і підключають до однієї фазі (Рис. 12.12. 4), а металеву опалубку (або дерев'яну з обшивкою палуби покрівельної сталлю) – до іншої (Рис. 12.12. 5). В окремих випадках в якості іншого електроду може бути використана робоча арматура.

Кількість енергії, що виділяється в бетоні за одиницю часу, отже, і температурний режим електродного прогрівання залежать від виду і розмірів електродів, схеми їх розміщення в конструкції, відстаней між ними і схеми підключення до мережі живлення. При цьому параметром, що допускає довільне варіювання, найчастіше є напруга, що підводиться. Електрична потужність, що виділяється, в залежності від перерахованих вище параметрів розраховується за формулами.

Струм на електроди від джерела живлення подається через трансформатори і розподільні пристрої. У якості магістральних і комутаційних дротів застосовують ізольовані дроти з мідною або алюмінієвою жилою, перетин яких підбирають за умови пропускання по ним розрахункової сили струму.

Перед увімкненням напруги перевіряють правильність встановлення електродів, якість контактів на електродах і відсутність їх замикання на арматуру.

Електродне прогрівання з міркувань електробезпеки ведуть на знижених напругах у межах 50-127 В. Усереднені питомі витрати електроенергії складають 60-80 кВт/год на 1 $м^3$ залізобетону.

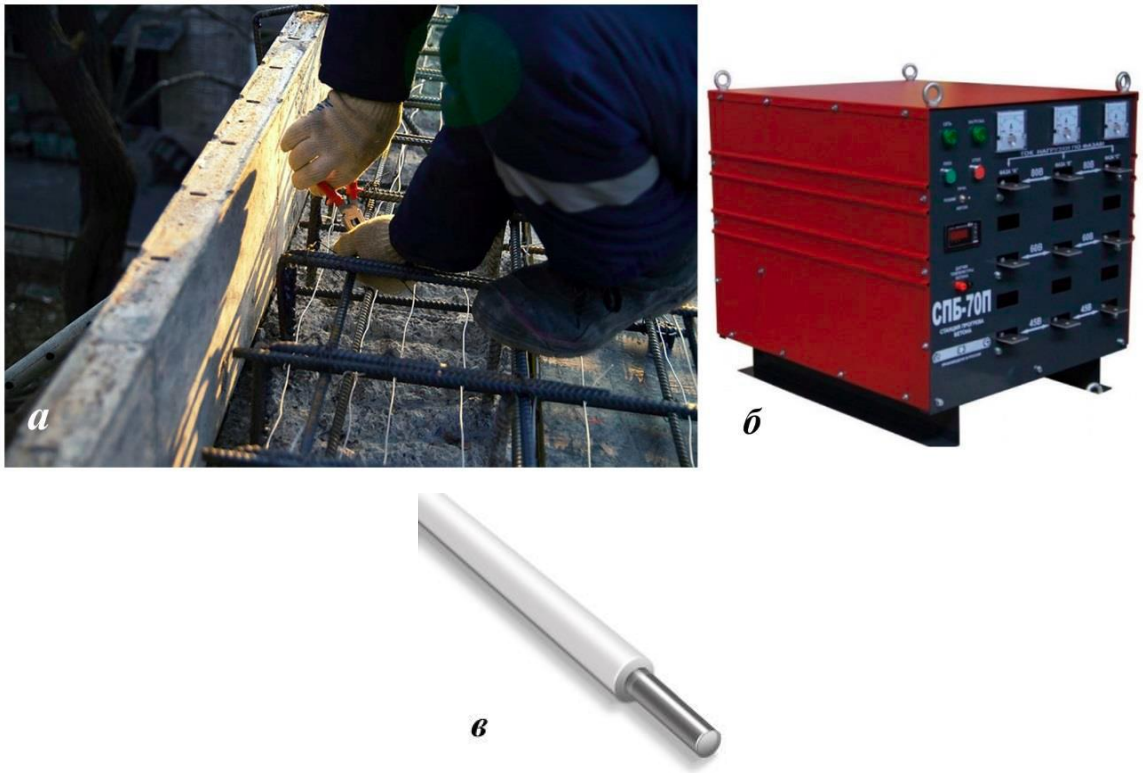


Рис. 12.13. Електричне прогрівання бетонних конструкцій:
а - укладання дроту ПНСВ в конструкцію; б - станція електричного прогрівання бетону; в - дріт ПНСВ

Сутність електричного прогрівання бетонних (далі ЕПБ) конструкцій полягає в тому, що в конструкцію закладаються спеціальні дроти, що служать джерелом тепла. При цьому електричний струм, який викликає тепловиділення, протікає (в нормальному режимі) по ізольованим дротам, а не через бетон, як при електродному прогріванні. Під системою електричного прогрівання бетону (СЕПБ) розуміють комплекс електроустановок, що забезпечують прогрівання бетонних конструкцій за рахунок тепловиділення закладеного в них дроту.

Для ЕПБ використовується, в основному, дріт марки ПНСВ різних перетинів.

Найбільш часто застосовують дріт діаметром 1,2 мм, проте у ряді випадків економічніше виявляється дріт діаметром 1,4 мм. Дріт ПНСВ являє собою сталеву жилу в ізоляційній оболонці (Рис. 12.13. г). Жила може бути оцинкована. Ізоляційна оболонка виготовляється з поліетилену або полівінілхлоридного пластикату.

Виходячи з властивостей ПНСВ, робочий струм зануреного в бетон дроту слід вибирати в межах 14-16 А. При цих значеннях струму дріт ПНСВ здатний нормально працювати в бетоні, однак на повітрі, через гірші умови відведення тепла, швидко виходить з ладу. Тому нагрівальні елементи з дротів (ТЕНи) оснащуються так званими «холодними кінцями», тобто відрізками дроту, здатного на повітрі витримувати робочий струм. Як правило, «холодні кінці» виконуються з двох з'єднаних паралельно відрізків ПНСВ. Довжина «холодних кінців» вибирається з вимог монтажної схеми і становить, як правило, 0,5-1 м.

За способом увімкнення слід розрізняти одно- і трифазні ТЕНи. Перший з них являє собою відрізок дроту ПНСВ, довжину якого відміряно так, що при ввімкненні під напругу струм в дроті (що занурений в бетон) становить 14-16А. Такий ТЕН зазвичай називають «ниткою». Нитка при заготівлі оснащується «холодними кінцями», місця скручування ізолюються бавовняною ізоляційною стрічкою.

Другий являє собою три відрізки дроту ПНСВ, які з'єднані в зірку; довжина відрізків відміряна так, що при підключенні до трифазного джерела живлення струм в дротах (занурених в бетон) становить ті ж 14-16 А. Такий ТЕН зазвичай іменується «трійкою». Трійка при заготівлі «холодними кінцями», як правило, не оснащується, єдине скручування ізолюється х/б ізоляційною стрічкою. Відрізки, з яких збирається трійка, мають довжину приблизно в 1,73 (√3) менше довжини нитки.

ТЕНи можуть бути розраховані на різну напругу. У разі застосування спеціальних трансформаторних підстанцій (Рис. 12.13.б) робочу напругу слід приймати рівною 75В. Можливо також гріти невеликі обсяги бетону трансформаторами 380/36 В.

Процес електричного прогрівання дротом можливо розділити на окремі повторювані технологічні операції:

1. Заготівля ТЕНів.

2. Монтаж ТЕНів. Полягає в укладанні заготовлених ТЕНів в будівельні конструкції, що підлягають прогріванню.

3. Утеплення конструкції, що підлягає прогріванню. Полягає в створенні умов мінімального теплообміну бетонної конструкції з навколишнім середовищем.

4. Підключення ТЕНів до джерела живлення. Полягає в прокладанні тимчасових ліній електропостачання від трансформатора прогріву до ТЕНів, які закладені в конструкцію, що прогрівається, і їхньому з'єднанні певним чином.

5. Увімкнення електричного прогрівання і оперативне чергування (регулярний контроль, зміна ступеня нагрівання, усунення дрібних несправностей).

Укладання ТЕНів в бетонні конструкції слід здійснювати відповідно до монтажної схеми. Тени кріпляться одним кінцем і розтягуються вздовж арматури на задану монтажною схемою довжину так, щоб вивести з бетону «холодні кінці» достатньої довжини для підключення (Рис. 12.13. а). Дріт повинен розподілятися по трасі рівномірно, так, щоб не виникало локальних перегрівань. Холодні кінці слід надійно кріпити до каркасу або опалубки з тим, щоб вони не зміщувалися в процесі укладання бетону. Кріплення ПНСВ до арматури слід виконувати так, щоб не ушкоджувалася ізоляція дроту і забезпечувалося надійне кріплення, наприклад, відрізками (відходами) дроту ПНСВ через проміжки 0,5-0,75 м. Під час монтажу не можна накручувати ПНСВ на арматуру – в разі необхідності накручувати можна дріт «холодних кінців». Заборонено допускати перетинання або зближення менш, ніж на 50 мм дроту різних ТЕНів.

Під час монтажу слід забезпечити цілість як струмопровідних жил, так і ізоляції. Після монтажу ТЕНів не можна вести роботи на конструкції, що здатні викликати їхнє пошкодження, наприклад, зварювальні роботи.

Підключення ТЕНів до джерела живлення має здійснюватися кваліфікованими електриками відповідно до монтажної і принципової схем.

При укладанні бетону необхідно спостерігати за тим, щоб укладені в конструкцію ТЕНи були повністю заглиблені в бетон. Слід пам'ятати про те, що на повітрі дріт ПНСВ під дією робочого струму швидко перегорає і, може викликати займання утеплювача.

Контактне (кондуктивне) нагрівання. При цьому методі використовується теплота, що виділяється в провіднику при проходженні по ньому електричного струму.

Потім ця теплота передається контактним шляхом до поверхонь конструкції. Передача теплоти в самому бетоні конструкції відбувається за рахунок власної теплопровідності. Для контактного нагрівання бетону переважно застосовують термоактивні (гріючі) опалубки і термоактивні гнучкі покриття (ТАГП). Гріюча опалубка має палубу з металевого листа або водостійкої фанери, з тильного боку якої розташовані електричні нагрівальні елементи. В сучасних опалубках в якості нагрівачів застосовують гріючі дроти та кабелі, сітчасті нагрівачі, вуглецеві стрічкові нагрівачі і стрічкові нагрівачі з аморфного металу, струмопровідні покриття та ін.

Найбільш ефективним є застосування *стрічкових нагрівачів*. Поверхня ізоляції захищена від механічних пошкоджень металевою захисною оболонкою. Для забезпечення рівномірного теплового потоку гріючі елементи розміщують на відстані 10-15 см ряд від ряду.

Сітчасті нагрівачі (смуга сітки з металу) ізолюють від палуби прокладкою азбестового листа, а з тильного боку опалубочного щита – також азбестовим листом і покривають теплоізоляцією. Для створення електричного ланцюга окремі смуги сітчастого нагрівача з'єднують між собою розвідними шинами.

Вуглецеві стрічкові нагрівачі, стрічкові нагрівачі з аморфного металу наклеюють спеціальними клеями на палубу щита (Рис. 12.14). Для забезпечення міцного контакту з комутуючими дротами кінці вуглецевих стрічок піддають омідненню.

У *гріючу опалубку* може бути переобладнана будь-яка інвентарна з палубою зі сталі або фанери. Залежно від конкретних умов (темпу нагріву, температури навколишнього середовища, потужності теплового захисту тильної частини опалубки) необхідна потужність може коливатися від 0,5 до 2 кВА/м. Гріючу опалубку застосовують при зведенні тонкостінних і середньомасивних конструкцій, а також при замонолічуванні вузлів збірних залізобетонних елементів.

Термоелектромати – легкий, гнучкий пристрій з вбудованими стрічковими нагрівальними елементами або гріючими дротами, що забезпечують нагрівання до 70°С (Рис. 12.15). Основою покриття є склополотно, до якого кріплять нагрівачі. Для теплоізоляції застосовують повітронаповнений полімер з екрануванням – шаром з алюмінієвої фольги. В якості гідроізоляції використовують ПВХ оболонку.

Гнучке покриття можна виготовляти різного розміру. Для кріплення окремих покриттів між собою передбачені отвори (люверси) для пропуску тісьми або затискачів. Покриття можна розташовувати на вертикальних, горизонтальних і похилих поверхнях конструкцій. Після закінчення роботи з покриттям на одному місці його знімають, очищають і для зручності транспортування складають в пакети.

Найбільш ефективно застосовувати термоелектромати при зведенні плит перекриттів і покриттів, влаштуванні підготовок під поли тощо. Термоелектромати виготовляють з питомою електричною потужністю 0,3-0,5 кВА/м^2.

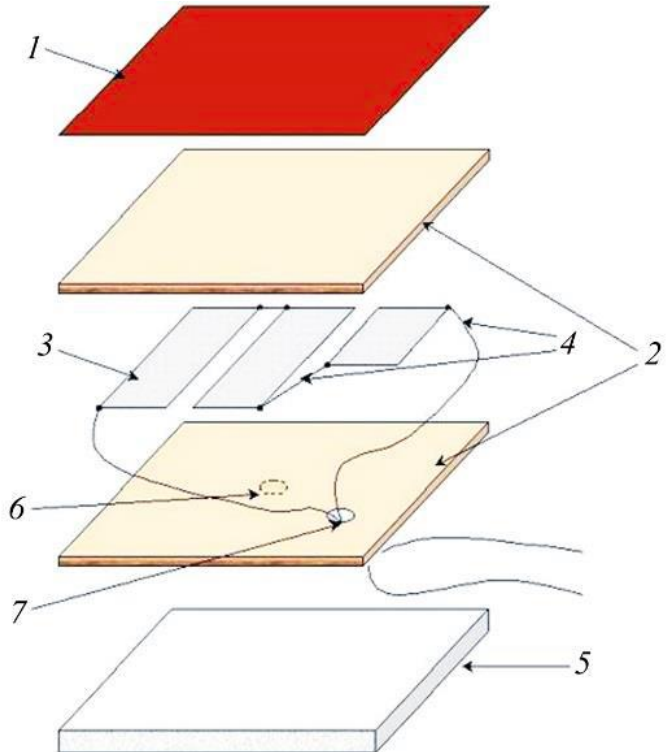


Рис. 12.14. Конструкція гріючої опалубки:
1 - захисне, зносостійке, вологостійке покриття; 2 - вологостійка фанера 9 мм; 3 - стрічковий нагрівач; 4 - з'єднувальні дроти; 5 - теплоізолятор; 6 - вибірка під улаштування термодатчика; 7 - вивідний отвір



Рис. 12.15. Термоелектромати

При ***інфрачервоному нагріванні*** використовують здатність інфрачервоних променів поглинатися тілом і трансформуватися в теплову енергію, що підвищує тепломісткість цього тіла.

Генерують інфрачервоне випромінювання за допомогою нагрівання твердих тіл. У промисловості для цих цілей застосовують інфрачервоні

промені з довжиною хвилі 0,76-6 мкм, при цьому максимальним потоком хвиль даного спектру володіють тіла з температурою випромінюючої поверхні 300-2200°С.

Теплота від джерела інфрачервоних променів до тіла, що нагрівається, передається миттєво, без будь-якого проміжного переносу. Поглинаючись поверхнями опромінення, інфрачервоні промені перетворюються в теплову енергію. Від нагрітих таким чином поверхневих шарів тіло прогрівається за рахунок власної теплопровідності.

Для бетонних робіт в якості генераторів інфрачервоного випромінювання застосовують трубчасті металеві та кварцові випромінювачі. Для створення спрямованого променистого потоку випромінювачі укладають в пласкі або параболічні рефлектори (зазвичай з алюмінію).

Інфрачервоне нагрівання застосовують під час наступних технологічних процесів: відігріванні арматури, проморожених основ і бетонних поверхонь, тепловому захисті бетону, що укладається, прискоренні твердіння бетону при влаштуванні міжповерхових перекриттів, зведенні стін і інших елементів в дерев'яній, металевій або конструктивній опалубці, висотних споруд в ковзній опалубці (елеватори, силоси і т.п.) (Рис. 12.16).

Бетон обробляють інфрачервоними променями за наявності автоматичних пристроїв, що забезпечують задані температурні і тимчасові параметри шляхом періодичного увімкнення-вимкнення інфрачервоних установок.

При індукційному нагріванні бетону використовують теплоту, що виділяється в арматурі або сталевій опалубці, що знаходяться в електромагнітному полі котушки-індуктори, по якій протікає змінний електричний струм. Для цього по зовнішній поверхні опалубки послідовними витками укладається ізольований дріт-індуктор. Змінний електричний струм, проходячи через індуктор, створює змінне електромагнітне поле. Електромагнітна індукція викликає в металі, що знаходиться в цьому полі

(арматурі, сталевій опалубці), вихрові струми, в результаті чого арматура (сталева опалубка) нагрівається і від неї (кондуктивно) нагрівається бетон.

Індукційний метод застосовують для відігрівання раніше виготовлених і прогрівання каркасних залізобетонних конструкцій, що зводяться, та що бетонуються в будь-який опалубці і при будь-якій температурі зовнішнього повітря.

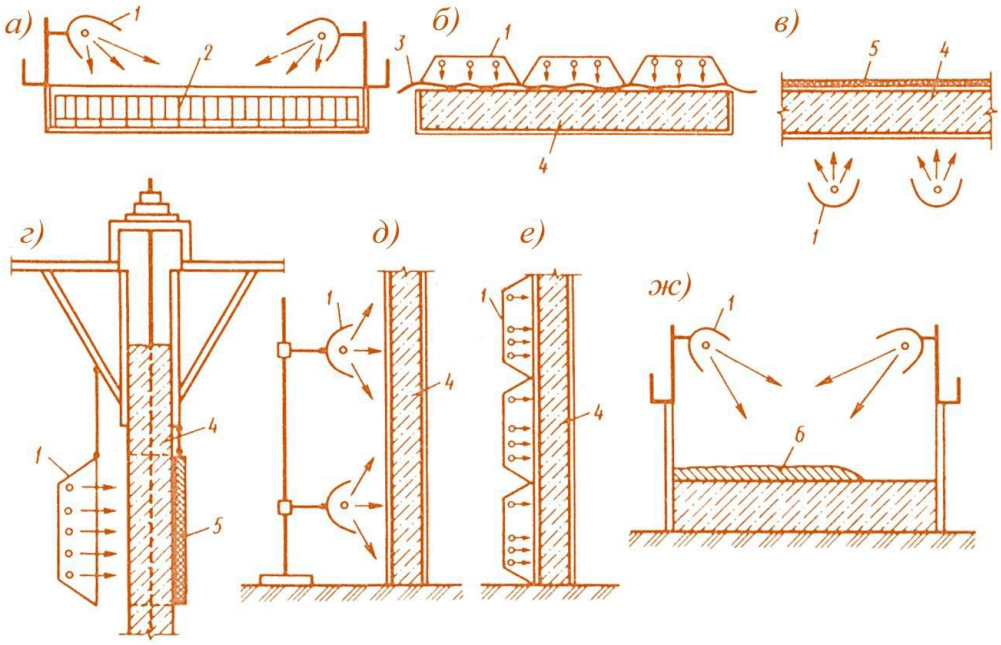


Рис. 12.16. Схеми інфрачервоного нагрівання:
а - обігрів арматурної плити; б, в - термообробка бетонної плити (зверху і знизу); г - локальна термообробка бетону при зведенні висотних споруд в ковзній опалубці; д, е - термообробка бетону стін; ж - тепловий захист бетонної суміші, що укладається;
1 - інфрачервона установка; 2 - арматура плити; 3 - синтетична плівка; 4 - бетон при термообробці; 5 - теплоізоляційний мат; 6 - бетонна суміш, що укладається

§ 12.6. Особливості контролю якості бетонних робіт в екстремальних кліматичних умовах

При виробництві бетонних робіт в зимових умовах додатково контролюють:

- температуру нагрівання води і заповнювачів бетонної суміші при її приготуванні, тривалість перемішування, рухливість і температуру суміші при вивантаженні з бетонозмішувача (через 2 години), а також концентрацію робочих доз протиморозних добавок. Для контролю міцності бетону виготовляють зразки-куби;

- якість основи, опалубки і точність улаштування арматури. Основа повинна відповідати вимогам проекту, бути очищеною від снігу та криги. Про готовність основи під укладання бетонної суміші складають акт. При виробництві опалубних робіт контролюють відповідність проектних розмірів перетинів, довжини і ширини всіх елементів зведених конструкцій, включаючи теплоізоляцію. Встановлену в проектне положення арматуру приймають по блокам, ділянкам і т.д., підготовленим для бетонування, і складають акт приймання арматурних робіт;

- якість бетонної суміші при її транспортуванні і подачі, укладання та ущільнення. На великих об'єктах, де одночасно ведуть укладання бетонних сумішей різних складів, щоб уникнути їх пересортування на кожну доставлену партію повинен бути паспорт. У паспорті вказують марку суміші, її рухливість, вид цементу, крупність заповнювачів і об'єм;

- при вивантаженні бетонної суміші з транспортних засобів контролюють її температуру і рухливість. Особливу увагу приділяють контролю за пошаровим укладанням і ущільненням суміші. При бетонуванні перевіряють температуру укладеного бетону, відповідність гідроізоляції та теплоізоляції неопалубленних поверхонь вимогам технологічних карт;

- температуру бетону в процесі його витримування, температуру повітря (не рідше одного разу на зміну), температуру бетону по закінченні витримування бетону і розпалубці конструкції до набору бетоном необхідної міцності (застосовуються дистанційні методи).

При виробництві бетонних робіт в умовах жаркого клімату додатково контролюють:

- при приготуванні бетонної суміші – температуру води замішування та інших компонентів бетонної суміші;

- при транспортуванні, подачі, укладанні та ущільненні бетонної суміші – температуру і рухливість бетонної суміші на виході з бетонозмішувача і біля місця укладання; об'ємну масу бетонної суміші з метою коригування режиму її ущільнення (поверхневими гамма-густиномірами);

- в процесі витримування – температуру води для поливання вологовмістних покриттів поверхонь бетонної суміші, температуру бетону, що твердіє, а за допомогою поверхневих гамма-щільномірів ефективність заходів щодо збереження вологи, усунення її спрямованої міграції та стримування усадочних деформацій;

- по закінченні витримування бетону і розпалубки конструкції – міцність бетону і відповідність її вимогам ДСТУ.

§ 12.7. Охорона праці при виробництві бетонних робіт

При виробництві опалубних, арматурних, бетонних і розпалубочних робіт необхідно стежити за закріпленням підмощувань і риштувань, їхньою стійкістю, правильним улаштуванням настилів, сходів, поручнів та огорож. Монтаж укрупнених елементів треба вести за допомогою кранів. Встановлюючи великоблочні елементи опалубки в декілька ярусів, потрібно стежити, щоб кожний наступний ярус монтувався тільки після кінцевого закріплення попереднього.

Щитову опалубку колон, ригелів і балок з пересувних сходів-драбин допускається встановлювати при висоті над рівнем землі або нижчележачим перекриттям не більше 5,5 м. Працювати на висоті від 5,5 до 8 м дозволяється тільки з пересувних помостів, що мають нагорі майданчик з огорожами. На висоті більше 8 м від рівня землі або перекриття опалубку монтують з робочих настилів, що покладені на підтримуючі риштування і забезпечені огорожами. Ширина настилів повинна бути не менше 0,7 м. При зведенні залізобетонних стін для безпечної роботи будівельників-опалубників по обидва боки стіни необхідно встановлювати настили з огорожами через кожні 1,8 м по висоті. Огорожі являють собою перила, висотою 1 м, з бортовими дошками, шириною 15 см.

При влаштуванні опалубки залізобетонних склепінь і куполів робочі настили з огорожами слід розташовувати на горизонтальних стиках стійок

підтримуючих риштувань. При похилій опалубці робочі настили виконують уступами, шириною не менше 40 см.

Ковзну опалубку і всі її елементи (домкратні рами, кружала, підвісні риштування та ін.) зводять відповідно до затверджених ПВР та робочих креслень. При пересуванні катучої опалубки і котючих лісів треба забезпечувати безпеку працюючих.

До виконання зварювальних робіт допускаються особи, які мають відповідну кваліфікацію зварника і дозвіл на виконання зварювальних робіт. Всі частини електрозварювальних установок, що знаходяться під напругою, повинні бути закриті кожухами. Металеві частини установок, що не знаходяться під напругою під час роботи (корпуси зварювальних трансформаторів, генераторів та ін.), а також зварювані конструкції та вироби необхідно заземлювати. Налагодження і налаштування електрозварювальних установок до початку роботи виконують електромонтери.

Бетонозмішувальні й інші установки можна чистити і ремонтувати тільки при вимкненому рубильнику. У разі подачі бетонної суміші до місця укладання за допомогою кранів, бетононасосів, підйомників та інших механізмів необхідно виконувати вимоги нормативного документу «Установка та експлуатація будівельних машин і механізмів». До початку подачі суміші бетононасосами бетоновід перевіряють гідравлічним тиском (не менше 3 МПа).

Навколо бетононасосів влаштовують проходи, шириною не менше 1 м. У теплу пору бетоновід прочищають водою або пижами і банниками.

При очищенні бетоноводу стисненим повітрям в зимовий час робітники повинні перебувати від вихідного отвору бетоноводу на відстані, не менше ніж 10 м.

При укладанні бетонної суміші в конструкції з ухилом 30° і більше робітників-бетонувальників забезпечують запобіжними поясами.

Корпус вібратора необхідно заземлювати до початку робіт. Вібратори підключаються до мережі через знижувальні трансформатори, що

перетворюють напругу з 220 В або 380 В до 36 В. Рукоятки вібраторів повинні мати амортизатори. Працювати з вібраторами дозволяється тільки в гумових рукавичках і гумових чоботях. Вібратори треба вимикати при перервах у роботі, а також при переміщеннях бетонувальників з одного робочого місця на інше.

У процесі роботи цемент-гармати необхідно постійно спостерігати за манометром, не допускаючи підвищення тиску понад передбачений інструкцією. Бетонувальник, що наносить торкрет на поверхню, повинен працювати в спецодязі з капюшоном і в запобіжних окулярах.

Під час грози і при дії вітру силою 6 балів і більше (тобто при швидкості вітру понад 9,9 м/с) виконувати бетонні та залізобетонні роботи з зовнішніх риштувань забороняється.

Специфіка заходів з охорони праці при виробництві бетонних і залізобетонних робіт в зимових умовах і умовах жаркого клімату обумовлена самою технологією виробництва робіт, властивостями застосовуваних матеріалів, характеристиками використовуваних машин, механізмів, обладнання, інструментів, а також впливом кліматичних факторів.

У порівнянні з виробництвом бетонних робіт у звичайних умовах, при бетонуванні в зимових умовах і умовах жаркого клімату мають місце додаткові фактори, що викликані специфікою виробництва робіт у цих умовах і що представляють небезпеку для праці робітників.

До таких факторів відносять:

- підвищена, в порівнянні зі звичайними умовами, напруга струму, що подається на будівельний майданчик до місця бетонування конструкцій (до 380 В);

- використання на будівельному майданчику пару;

- наявність різних хімічних добавок у складі бетонної суміші;

- утворення снігових заметів на території будівельного майданчику і настом на трапах, риштуваннях та інших допоміжних конструкціях в зимових умовах;

- погіршення видимості на будівельному майданчику через короткий світловий день і при опадах у вигляді снігу;

- додаткові навантаження на ліси, підмостки через утворення на них насту і дію підвищених вітрових навантажень;

- низькі температури повітря в зимових умовах;

- високі температури повітря і низька вологість повітря в поєднанні з сонячною радіацією в умовах жаркого клімату.

При використанні як противоморозної добавки поташу готувати і зберігати концентрований розчин слід в опалювальному приміщенні в дерев'яних ємностях. Для посиленого повітрообміну в приміщенні повинна бути влаштована приточно-витяжна вентиляція. Робітники, що готують концентровані розчини поташу, повинні бути забезпечені комбінезонами, гумовими чоботями і рукавичками.

При електророзігріванні бетонної суміші корпуси бункерів, бадді і кузовів бетоноводів повинні заземлюватися. Майданчики, де здійснюється електророзігрівання бетонної суміші, захищаються. Користуватися струмом напругою понад 380В для електропрогрівання бетону забороняється. У межах зони електропрогрівання слід встановлювати сигнальні лампочки, які загораються при подачі напруги на лінію.

Питання для самоперевірки:

1. Вплив зимових умов та жаркого клімату на виробництво бетонних робіт.

2. Підготовка до виробництва бетонних робіт.

3. Підбір складів і приготування бетонних сумішей.

4. Транспортування і подача бетонних сумішей до місця укладання.

5. Вибір методу бетонування. Укладання і ущільнення бетонних сумішей.

6. Догляд за бетоном конструкцій.

7. Особливості контролю якості бетонних робіт в екстремальних кліматичних умовах.

8. Охорона праці при виробництві бетонних робіт.

Список літератури:

1. Г.К. Соколов. Технологія та організація будівництва. - М.: Видавничий центр «Академія», 2008. - 528 с.
2. Технологія будівельних процесів // Данилов М.М., Терентьєв О.М., під ред. М.М. Данилова та О.М. Терентьєва. - М.: «Вища школа», 2000 р.
3. Афонін І.А., Євстратов Г.І., Штоль Р.М. «Технологія і організація монтажу спеціальних споруд». Навчальний довідник. - М.: Вища школа, 1986 р.
4. Дикман Л.Г. «Організація і планування будівельного виробництва». - М.: Вища школа, 1988 р.
5. Технологія будівельного виробництва. За редакцією В.К. Чернетка, М.Г. Ярмоленка. Київ: Вища школа, 2002.

ТЕМА № 13

План

13.1. Монтаж будівельних конструкцій. Загальні відомості

13.2. Потоковість будівельних процесів

31.1 Монтаж будівельних конструкцій. Загальні відомості

В умовах індустріалізації монтаж будівельних конструкцій є ведучим технологічним процесом.

Монтаж будівельних конструкцій — комплексно-механізований процес зведення будинків, споруд або їх частин з елементів чи вузлів заводського виготовленя.

До складу комплексного процесу монтажу будівельних конструкцій входять три групи процесів: ***транспортні, підготовчі*** та ***суто монтажні.***

Транспортні процеси забезпечують доставлення конструкцій і технічних засобів на будівельний майданчик. Для цих процесів використовується транспорт загального призначення та спеціальний технологічний транспорт. До транспортних процесів належать: навантажування монтажних елементів, їх перевезення, розвантаження. Вони поділяються на два види: доставлення матеріалів та виробів на склади будівельного майданчика або до монтажного крану; подавання матеріалів до певного робочого місця. Транспортні процеси другого виду завжди виконують разом з монтажно-укладальними, вони є складовою частиною технології зведення будинків.

Підготовчі (допоміжні) процеси виконують перед монтажними або водночас з ними. Вони забезпечують ефективне виконання основних процесів, поліпшення якості продукції або підвищення ступеня безпеки виконання робіт. Це підготовка і випробування монтажного обладнання, попереднє оснащування конструкцій такелажним приладдям, риштуваннями, пристроями для вивірення та тимчасового закріплення, підготовка монтажних елементів і деталей (складається з очищення елементів і закладних деталей; перевірки правильності розміщення і, коли потрібно, вирівнювання закладних деталей та арматурних випусків; нанесення встановлювальних рисок; укрупнююче складання елементів і підсилення їх перед монтажем) тощо.

Суто монтажні (основні) процеси – – це встановлення конструкцій у проектне положення, їхнє закріплення та обробка стиків. Процес встановлення конструкцій складається з комплексу послідовно виконуваних робочих операцій, а саме: стропування монтажних елементів, їх піднімання або переміщування, наведення та встановлення на опори або заведення у стик, вивіряння, тимчасове і постійне закріплення (рис. 1.1).

Паралельно з монтажем конструкцій можливе виконання інших супутніх процесів та операцій, які забезпечують підготовку фронту робіт, бетонування

стиків, зварювання, установлення болтів, антикорозійний захист, герметизацію тощо. Режим і параметри монтажного процесу визначаються виробничою потребою і регламентуються нормативними або директивними термінами будівництва.

За останні роки широкого застосування набули методи укрупненого складування конструкцій на конвеєрних лініях; піднімання поверхів та перекриттів; повертання повністю зібраних щогл, башт, технологічних апаратів; підрощування каркасів інженерних споруд та насування окремих частин або всього будинку. Опановуються методи пневмопіднімання конструкцій, використання під час монтажу різних літальних апаратів та інших монтажних засобів. Упроваджується безкрановий монтаж, який грунтується на використанні домкратних підйомників різних конструкцій; створено потужні стрілові й баштові крани, які мають підвищену мобільність і вантажопідйомність. Дедалі ширшого застосування набуває радіопрограмне керування кранами, що дає змогу виключити знакову сигналізацію між кранівником та монтажником, не зовсім зручну, якщо немає прямої видимості. Крім радіозв’язку в кабіні кранівника встановлюють телевізор, передавальний пристрій якого напрямлений на проектні позначки монтованої конструкції.

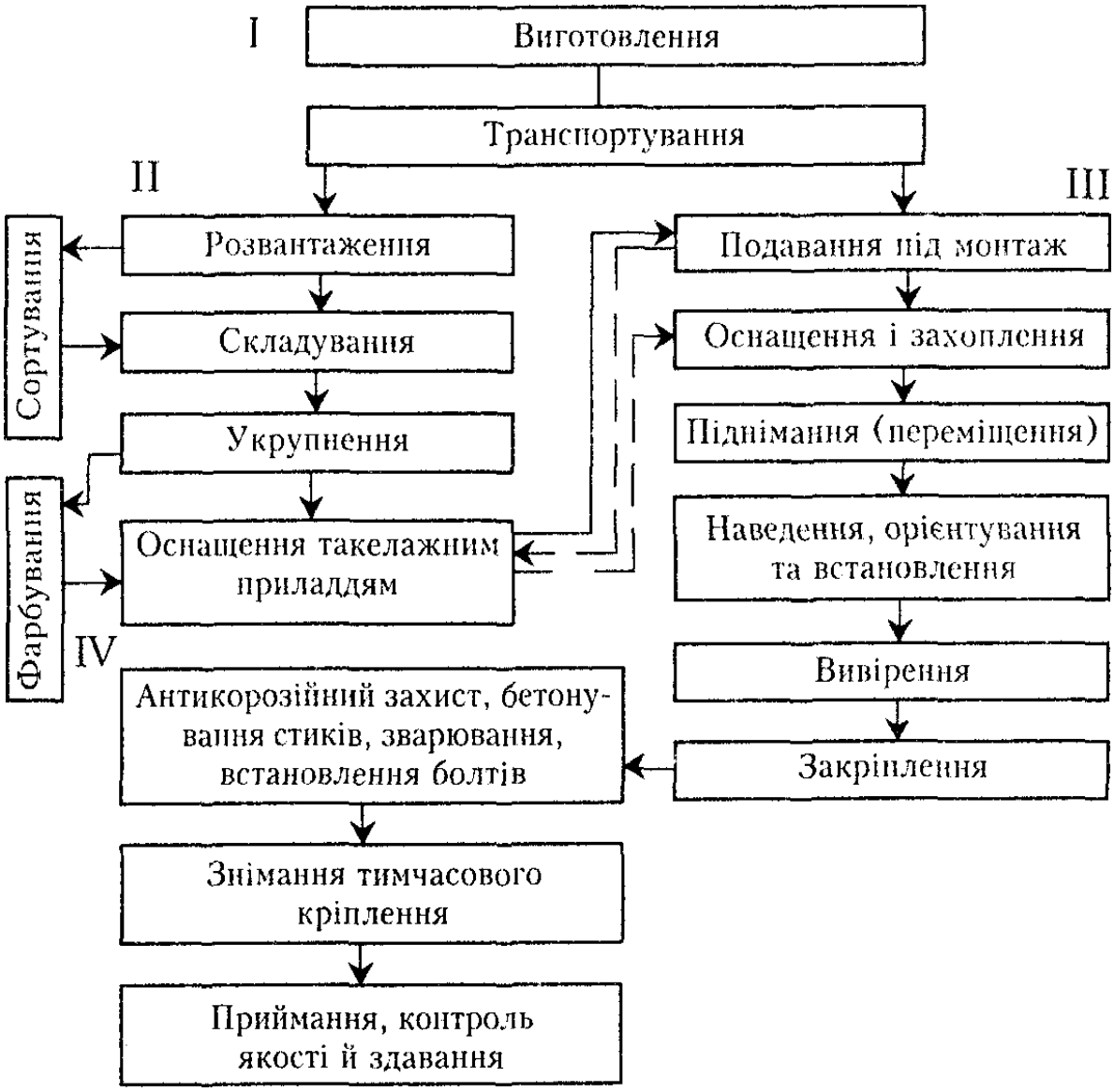


Рис. 1.1. - Структура комплексного процесу монтажу будівельних конструкцій:

I — заготівельні й транспортні процеси поза будівельним майданчиком; *II*— підготовчі процеси; *III* - суто монтажні процеси; *IV*- супутні операції приймання, контролю та здавання змонтованих конструкцій

Все це забезпечує зниження трудомісткості монтажу будівельних конструкцій, скорочення його тривалості та зниження собівартості, підвищення продуктивності вантажних і транспортних засобів.

Успішне виконання будівельно-монтажних робіт можливе лише при дотриманні певних умов, основними з яких є такі: ретельна підготовка будівельного майданчика з визначенням напрямку розвитку монтажного процесу; закінчення всіх без винятку робіт, що передують монтажу конструкцій; забезпечення монтажників вантажно-захватними монтажними пристосуваннями, інвентарем та інструментами; відповідність робіт технічній та технологічній документації, в якій розроблена послідовність або черговість встановлення збірних конструкцій у проектне положення; укрупнення конструкцій; організація комплектного постачання збірних конструкцій; укомплектування складу монтажної бригади відповідно до проекту виконання робіт.

Значну роль у вдосконаленні процесу монтажу, зниженні його трудомісткості та підвищенні темпів будівництва відіграє ***монтажна технологічність*** будівельних конструкцій. Під монтажною технологічністю конструкцій розуміють пристосованість їх до транспортування та монтажу з найменшими затратами машинного часу, матеріально-технічних засобів та ручної праці. Підвищення рівня монтажної технологічності є основою розвитку передової технології виготовлення та монтажу будинків і споруд великими блоками та елементами, а також засобом підвищення продуктивності праці, скорочення обсягів та термінів монтажних робіт.

Сучасні методи зведення будівель та споруд грунтуються на цілому ряду ***загальних принципів***, головними з яких є наступні: технології будівельних процесів повинні відповідати сучасному рівню та бути конкурентоспроможними; будівельна продукція повинна відповідати вимогам державних стандартів; ведучі процеси монтажу здійснюються потоковими методами; механізація робіт повинна бути комплексною з максимальним використанням ведучої машини; технологічні процеси мають бути забезпечені засобами безпеки і не завдавати збитку довкіллю.

Будинки і споруди як об'єкти будівельного виробництва мають свої будівельно-технологічні особливості, які визначаються тим, що вони:

різнорідні за призначенням, експлуатаційними характеристиками і довговічністю; різноманітні за архітектурно-конструктивними та інженерно-технічними рішеннями; індивідуальні за природними і кліматичними умовами використання, мають значні габарити і масу; потребують значних витрат праці і часу.

13.2 Потоковість будівельних процесів

Для того щоб виконати будь-який будівельний процес відповідно до вимог технології, слід вирішити, на якій частині фронту робіт треба його почати.

Фронт робіт **—** це виражені параметрами простору, натуральними або вартісними одиницями обсяги робіт, що передбачаються до виконання. Для більшості процесів такою частиною є ***захватка***. За видом будівельного об'єкта це може бути секція житлового будинку в межах поверху, частина прогону одноповерхового промислового корпусу, ярус висотної інженерної споруди і т. ін. Це той обсяг робіт, що задається залежно від складності процесу одному робітникові або ланці чи бригаді елементарного потоку.

Елементарний потік — будівельний потік, що є послідовним виконанням одного ***простого*** процесу на ряді захваток. Під ***захватною*** розуміють також одиницю продукції елементарного потоку.

Простий процес виконують на захватках послідовно. ***Складний*** можна виконувати послідовним, паралельним або потоковим методом.

У разі використання ***послідовного*** методу, що передбачає виконання робіт на кожній наступній захватці після завершення їх на попередній, під час технологічних і організаційних перерв виконавці змушені простоювати (рис.1. 2). Загальна тривалість робіт буде значною, але інтенсивність використання ресурсів найменшою. Цей метод використовують, якщо немає можливості виконувати прості процеси спеціалізованими підрозділами.

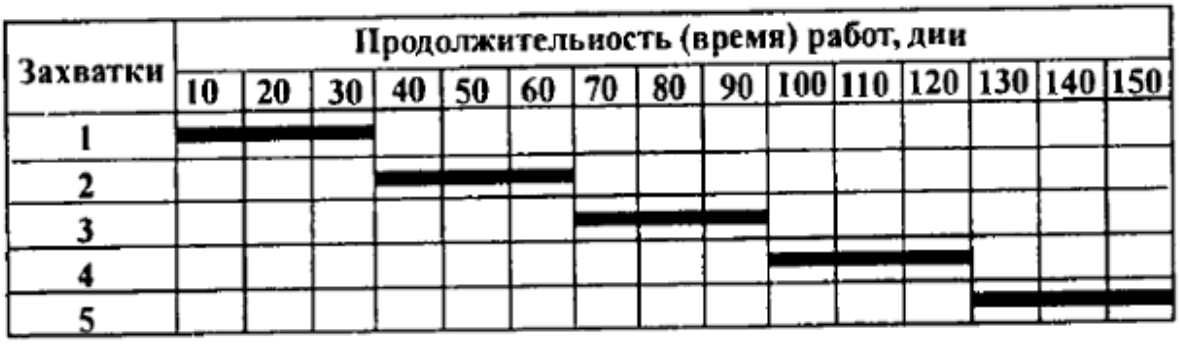


Рис. 1.2. - Послідовний метод зведення будівлі

Паралельний метод передбачає одночасну роботу на всіх захватках одного ярусу. Простої робітників будуть такі самі, як і в послідовному методі, але загальна тривалість робіт значно скорочується (рис. 1.3). Інтенсивність використання ресурсів — найвища. Паралельний метод не можна використати для виконання процесів зведення багатоярусних об'єктів.

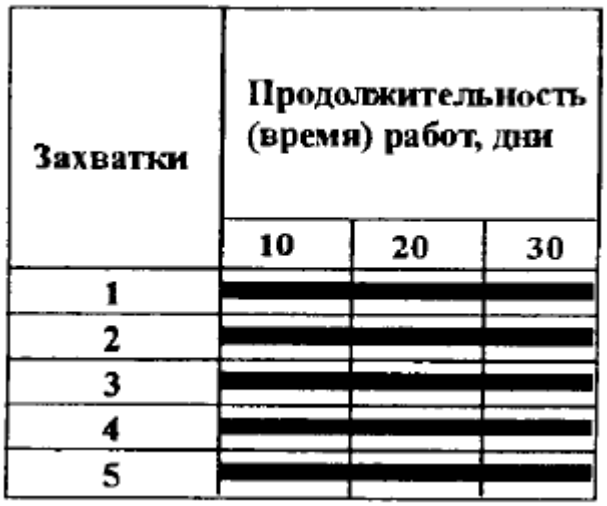


Рис. 1.3. - Паралельний метод зведення будівлі

Зазначені недоліки розглянутих методів усуваються, а переваги використовуються із застосуванням ***потокового*** методу (рис. 1.4).

Для виконання складного комплексного процесу потоковим методом треба: розчленувати його на прості; визначити склад виконавців для кожного з них; призначити однакову тривалість виконання процесів на захватці;

сумістити здійснення їх за часом, забезпечуючи послідовне виконання одних і тих самих простих процесів і паралельне — різних.



Рис. 1.4. - Поточний метод зведення будівлі

В основу потоковості будівництва покладені принципи рівномірності й безперервності виконання робіт, що виявляється у відповідному використанні всіх видів ресурсів і забезпеченні рівномірного та безперервного випуску продукції. Цими принципами керуються також і при виконанні робіт послідовним і паралельним методами. Проте для потокового методу найбільш характерним є третій принцип — принцип суміщення в часі виконання різних процесів на різних захватках, який найбільш дієво допомагає скорочувати тривалість робіт і поліпшувати інші техніко-економічні показники.

При **потоково-розчленованому** методі окремі будівельні процеси можна розчленовувати до робочих операцій.

Складний будівельний процес, що виконується потоково і складається з кількох ***елементарних потоків***, називається ***спеціалізованим потоком***.

Елементарний і ***спеціалізований потоки*** мають свої закономірності. Вони виражають залежності між змінними величинами, що характеризують розвиток потоків у просторі і за часом.

У найбільш загальному вигляді ***тривалість елементарного потоку*** виражається залежністю:

$$t = k \sum_{1}^{a} \text{m}',$$

де a — кількість ярусів; m' — кількість захваток у межах ярусу, на яких виконується потік.

Тривалість спеціалізованого потоку

$$T_c = k \left(\sum_{1}^{a} m' + n - 1 \right) + \sum t_т + \sum t_о,$$

де n — кількість елементарних потоків у складі спеціалізованого;

$\sum t_т$, $\sum t_о$ – сума тривалостей відповідно технологічних і організаційних перерв.

У функціонуванні спеціалізованого потоку розрізняють три періоди: розгортання — T'; сталого потоку — T''; згортання — T'''. Для більшості спеціалізованих потоків $T' \neq T'''$.

Ефективність спеціалізованого потоку істотно залежить від періоду сталого потоку. Чим він більший, тим доцільніший потік. Період сталого потоку можливий за умови, якщо період згортання потоку T''' менший ніж тривалість випуску продукції $T_{пр}$.

З урахуванням цих положень тривалість спеціалізованого потоку:

$$T_с = T' + T_{пр}.$$

Показниками розвитку потоків у часі та просторі є три види параметрів: просторові, технологічні, часу.

До ***просторових параметрів*** належать: фронт робіт, ярус, дільниця, монтажна дільниця, технологічний вузол, захватка, ділянка.

Ярус — частина умовного розчленування об'єкта будівництва по вертикалі з технологічних міркувань.

Дільниця — частина загального фронту робіт, що призначається для одного виконавця або для робітничої ланки, бригади.

Монтажна дільниця — сукупність захваток, на якій виконується цикл спеціалізованого потоку; частина будинку чи споруди (або весь будинок чи вся споруда), в межах якої однією бригадою повністю здійснюється складний комплексний будівельний процес (наприклад, монтаж конструкцій).

Технологічний вузол — конструктивно відокремлена частина будівельної продукції, в просторових межах якої забезпечується виконання будівельно-монтажних робіт до технічної готовності, необхідної для проведення пусконалагоджувальних робіт, випробування агрегатів, механізмів і обладнання (різновид дільниці).

Технологічними параметрами є: кількість елементарних потоків n; обсяг робіт (p — для елементарного потоку, P — для спеціалізованого); трудомісткість (відповідно q і Q); потужність (w і W).

Потужність потоку — це обсяг будівельної продукції, що випускається за одиницю часу.

Потужність елементарного потоку

$$w = p / t.$$

Потужність спеціалізованого потоку

$$W = P / T_{\text{пр}}.$$

До ***параметрів часу*** належать модуль циклічності, монтажний модуль циклічності, крок потоку.

Основним параметром часу є показник ритму — ***модуль циклічності,*** який встановлює циклічність процесу і модулює час виробництва.

Під час монтажу будівельних конструкцій, коли розвиток спеціалізованого потоку визначається роботою монтажного крана, виникає потреба у використанні параметра часу — ***монтажного модуля циклічності,*** який є тривалістю ритмічного потоку монтажних процесів на одній монтажній дільниці.

Крок потоку — проміжок часу між двома суміжними елементарними потоками — не відіграє ролі самостійного і вирішального параметра і може бути визначений через модуль циклічності:

$$k' = ck,$$

де $c > 1$ (завжди ціле число).

За характером ритмічності будівельні потоки бувають ритмічні (k_1 = const), кратно-ритмічні ($k_2 = ck_1$) та неритмічні ($k_3 \neq \text{const}$).

За ступенем розвитку спеціалізовані потоки можуть бути сталими і несталими. Сталі мають період Т", у несталих він відсутній. Несталі потоки трапляються в практиці будівництва, наприклад, під час зведення підземних конструкцій окремого висотного будинку.

Питання для самоперевірки

1. Які процеси входять до складу комплексного процесу монтажу будівель та споруд?
2. Які процеси належать до транспортних?
3. Які процеси належать до підготовчих?
4. З яких операцій складаються суто монтажні процеси?
5. За яких умов можливе успішне виконання будівельно-монтажних робіт?
6. Дайте визначення терміну «монтажна технологічність» будівельних конструкцій?
7. Назвіть основні принципи сучасних методів зведення будівель та споруд?
8. Чим визначаються будівельно-технологічні особливості будинків і споруд як об'єктів будівельного виробництва?
9. Дайте визначення терміну «фронт робіт».
10. Дайте визначення терміну «захватка».
11. Дайте визначення терміну «ярус».
12. Дайте визначення термінам «дільниця» та «монтажна дільниця».
13. Дайте визначення терміну «технологічний вузол».
14. Дайте визначення терміну «елементарний потік».
15. Якими методами може виконуватись складний будівельний процес?
16. Які особливості послідовного методу виконання робіт?

17. Які особливості паралельного методу виконання робіт?
18. Які особливості потокового методу виконання робіт?
19. Які особливості потоково-розчленованого методу виконання робіт?
20. Які принципи покладені в основу потоковості будівництва?
21. Дайте визначення терміну «спеціалізований потік».
22. Якою залежністю виражається тривалість елементарного потоку?
23. Якою залежністю виражається тривалість спеціалізованного потоку?
24. Які періоди розрізняються у функціонуванні спеціалізованного потоку?
25. Від чого залежить ефективність спеціалізованого потоку?
26. До яких параметрів належать фронт робіт, захватка, ярус, дільниця, монтажна дільниця, технологічний вузол?
27. Які параметри називаються технологічними?
28. Дайте визначення терміну «потужність потоку».
29. Які показники належать до параметрів часу?
30. Якими можуть бути спеціалізовані потоки за ступенем розвитку?

ТЕМА № 14

14.1. Засоби механізації монтажних робіт при зведенні об′єктів

14.2. Способи транспортування та укрупнення конструкцій

14.1. Засоби механізації монтажних робіт при зведенні об′єктів

14.1.1. Крани та підйомники

Монтаж будівельних конструкцій здійснюють за допомогою підйомних і підйомно-транспортних машин та механізмів. Основними монтажними машинами є крани**.** Залежно від технологічних особливостей вони можуть бути мобільними, обмежено мобільними і немобільними. Специфічну групу становлять літальні засоби та плавучі монтажні крани.

Стрілові монтажні крани на гусеничному, пневмоколісному, автомобільному ходу та спеціальному шасі належать до ***мобільних*** монтажних засобів; вони можуть вільно пересуватись з однієї стоянки

(об’єкта) на іншу, мають високе маневрування та значну зону обслуговування, однак неоднаково стійкі при різних положеннях поворотної частини.

Технічними і технологічними параметрами, за якими відрізняються стрілові крани (рис. 2.1, *а*), є: вантажний момент *M* або вантажопідйомність *G*; розмір конструкції, що піднімається, і самого монтажного засобу; глибина подавання; швидкість підйому й опускання вантажу $v_{п(о)}$; швидкість переміщення з вантажем і без нього $v_{кр}$; типи конструкції підйомного засобу і самого шасі (яке потребує чи не потребує спеціальних підготовчих робіт для переміщення монтажних засобів у межах будівельного майданчика); особливості приведення підйомного засобу з транспортного положення в робоче.

Для збільшення вильоту стріли застосовують додаткове обладнання — гусачки чи клюви з допоміжним гаком, а також спеціальні оголовки — жорсткі та вилкуваті (рис. 2.1, *б — ж).* Стріли з некерованим гусачком (4–10 м) і жорстким оголовником дають змогу розширити зону горизонтального обслуговування, а з керованим — і зону вертикального. Крім того, кращими стають можливості маневрування монтажним елементом під час підйому. Вилкуватий оголовок забезпечує монтаж довгомірних елементів (колон), висотаяких перевищує висоту верху стріли.

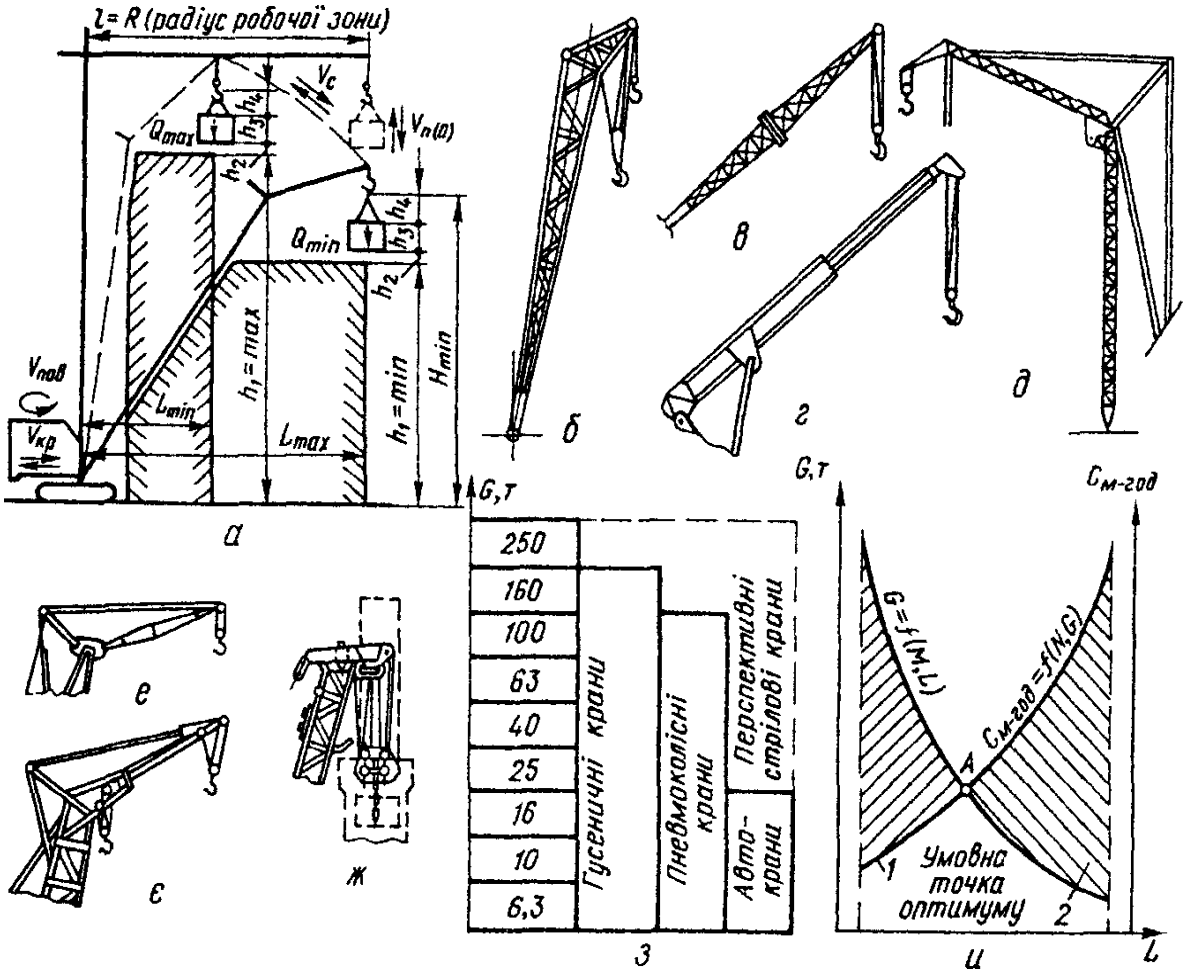


Рис. 2.1. -Технологічні характеристики і стрілове обладнання кранів: *а* — характер зміни підстрілового простору; *б* — стріла з жорстким оголовком; *в* — універсальна стріла; *г* — телескопічна стріла; *д* — стрілове обладнання; *е, є* — керовані та некеровані гусачки; *ж* — вилкуватий оголовок; *з* — типорозміри стрілових кранів за вантажопідйомністю; *и* — характер зміни маси монтажних елементів і собівартості машино-годин C_m залежно від глибини подавання; *1,2* — області відповідно ефективних і неефективних підйомів

Для основного параметра стрілових кранів — вантажопідйомності - залежно від ходового пристрою передбачаються єдині типорозміри (рис. 2.1, *з).* Собівартість машино-години $C_{м\text{-}год}$ кранів залежить від кількості елементів, що піднімаються, N та маси їх G, а вантажопідйомність від монтажного моменту M та глибини подавання L (рис. 2.1, *и*).

Баштові, козлові, залізничні, мостові, кабельні крани, а також самопідйомні крани, щогли і портали вважають ***обмежено мобільними***, тому що вони дають змогу проводити роботи тільки в зоні, яка визначається розмірами горизонтальних або вертикальних напрямних (рейкова колія) і радіусом дії робочого обладнання.

Широкого поширення у монтажі будинків і споруд набули баштові крани. Переміщення вантажу за допомогою їх виконується поворотом стріли чи башти, зміною вильоту стріли(гака) або рухом по рейковій колії. У процесі монтажу ці операції можуть поєднуватись. Основними технічними характеристиками баштових кранів є вантажний момент, найбільший виліт стріли і висота підйому гака.

Шеври, портали, стрічкові підйомники, гвинтові щоглово-стрілові крани належать до **немобільних** монтажних машин. Робоча зона цих засобів описується розмірами всієї машини чи окремими її органами, наприклад стрілою.

14.1.2. Літальні і плавучі монтажні засоби

Вертольоти-крани призначені для транспортування і монтажу різних будівельних деталей і конструкцій, вузлів та блоків монтажного і технологічного обладнання, трубопроводів, будівельно-монтажних машин і механізмів у тих випадках, коли неможливо чи важко застосовувати інші засоби механізації. При використанні вертольотів потрібне влаштування майданчиків — злітно-посадочного і завантажувального, на якому стропують конструкції.

Вантажопідйомність вертольотів визначається злітною масою, при якій вертоліт може піднятись у повітря. За вантажопідйомністю вертольоти поділяють на три категорії: легкі (до 4 т), середні (4...12 т) та важкі (більше ніж 12 т). Обираючи категорію вертольотів, слід ураховувати аеродинамічні властивості монтажних елементів, особливо їхні зовнішні контури.

Для монтажу найчастіше використовують вертольоти МИ-6, МИ-10К, МИ-26Т. Під час виконання робіт льотчик-монтажник розміщується у спеціальній кабіні так, щоб бачити вантаж, який він піднімає, і місце його встановлення. Це дає змогу йому в момент наведення і стискування будівельних конструкцій брати керування вертольотом на себе. Порівняно з традиційними монтажними механізмами вертольоти мають низку переваг: незалежність від наземних умов будівельного майданчика, можливість підйому вантажу на споруди великої висоти, велику мобільність при переміщенні з об'єкта на об'єкт, можливість поєднувати роботи з транспортуванням вантажів на зовнішній підвісці на великі відстані.

Основним недоліком вертольотів-кранів є обмеженість часу зависання над об'єктом (1 – 3 хв), що ускладнює точність установлення.

Плавучі монтажні крани застосовуються для будівництва мостів, дамб, берегоукріплювальних та інших споруд, що знаходяться у воді.

14.2. Способи транспортування та укрупнення конструкцій

14.2.1. Транспортування конструкцій

Процес транспортування передбачає навантаження конструкцій на складі або заводі, доставлення і розвантаження їх на об'єкті.

На об'єкті конструкції можна подавати під гак монтажного крана для безпосереднього встановлення їх в проектне положення або розвантаження в зоні дії на приоб'єктному складі.

При перевезенні будівельних конструкцій треба дотримуватись певних вимог. Способи транспортування мають виключати можливість пошкодження конструкцій, для чого ферми та балки слід перевозити у вертикальному положенні; панелі стін та перегородок -- у вертикальному чи злегка похилому положенні, інші елементи — в горизонтальному. Міцність бетону збірних залізобетонних конструкцій має бути не нижчою за потрібну для монтажу і не менш 70 % проектної. Конструкції з легких бетонів мають бути захищені від

вологи. Під час навантаження на транспортні засоби слід урахувати габарити наближення рухомого складу до будинків і споруд. У транспортному положенні конструкції мають спиратись на дерев'яні інвентарні підкладки і прокладки (розташовуються в місцях, позначених мітками) товщиною не менше ніж 25 мм і не менше висоти петель або інших виступних частин елементів конструкцій. При багатоярусному навантаженні підкладки і прокладки ставляться строго по одній вертикалі. За відсутності стропувальних петель товщину прокладок визначають з умови важливості закріплення захоплюючих пристроїв, передбачених у проекті виконання монтажних робіт. Блоки встановлюють на прокладки товщиною не менше ніж 40 мм. Їх розташовують упоперек поздовжньої осі платформи транспортних засобів у місцях проходження поперечних балок базової конструкції.

Після встановлення елементи і конструкції слід ретельно укріпити для запобігання небезпеки перевертання, поздовжнього і поперечного зміщення, а також ударів.

Закріплювати елементи на транспортних засобах потрібно так, щоб була забезпечена можливість розвантаження кожного елемента без порушення стійкості інших.

Крім того, в процесі перевезення мають бути забезпечені:

відповідність габаритів конструкцій, які перевозять на прямих і на кривих ділянках, можливостям та умовам транспортування при певних технічних і експлуатаційних параметрах шляхів сполучення і засобів транспортування;

раціональне використання вантажопідйомності транспортних засобів;

зручність навантаження і закріплення конструкцій під час перевезення, а також розвантаження на складі.

Під час транспортування конструкцій залежно від місцевих умов застосовують різні види транспорту: залізничний, автомобільний, річковий і повітряний.

14.2.2. Подавання конструкцій під монтаж

Подавання — це надходження відправних елементів чи повністю зібраних, окремих і комплектних будівельних конструкцій в робочу зону під гак крана або інші захоплюючі пристрої монтажних засобів. У межах будівельного майданчика від складу до місця встановлення конструкції можуть подаватися підйомно-транспортними засобами (рис.2.2).

Основною умовою подавання конструкцій транспортними засобами є комплектне і ритмічне постачання їх у певній технологічній послідовності строго за розписаним по хвилинах графіком безпосередньо до місця встановлення. Монтаж конструкцій з транспортних засобів порівняно з попереднім розвантаженням є найбільш економічним, тому що скорочує витрати на вантажно-розвантажувальні операції і утримання складів. Конструкції до відправлення повинні мати будівельну готовність, а монтажний майданчик і об'єкт — готовність місць установлення, технічних засобів та під'їздів до них.

Існують такі ***схеми подавання конструкцій з транспортних засобів:***

маятникова, без відчеплювання тягачів (при дальності перевезення більше ніж 10 км). Для скорочення простоїв треба передбачати розвантаження конструкцій кількома кранами;

човникова, яка передбачає виконання відчеплюваиня-зчеплення з причепами на заводі або складі конструкцій і в зоні монтажу (при дальності перевезення до 10 км). Наприклад, один із змінних причепів, який обслуговується одним тягачем, може знаходитись під навантаженням на заводі, другий — у дорозі з тягачем, а третій — на будівельному майданчику під монтажем;

напівчовникова (відчеплювання-зчеплення тягачів з причепами виконують тільки в зоні монтажу);

комбінована, що передбачає поєднання перелічених вище схем.

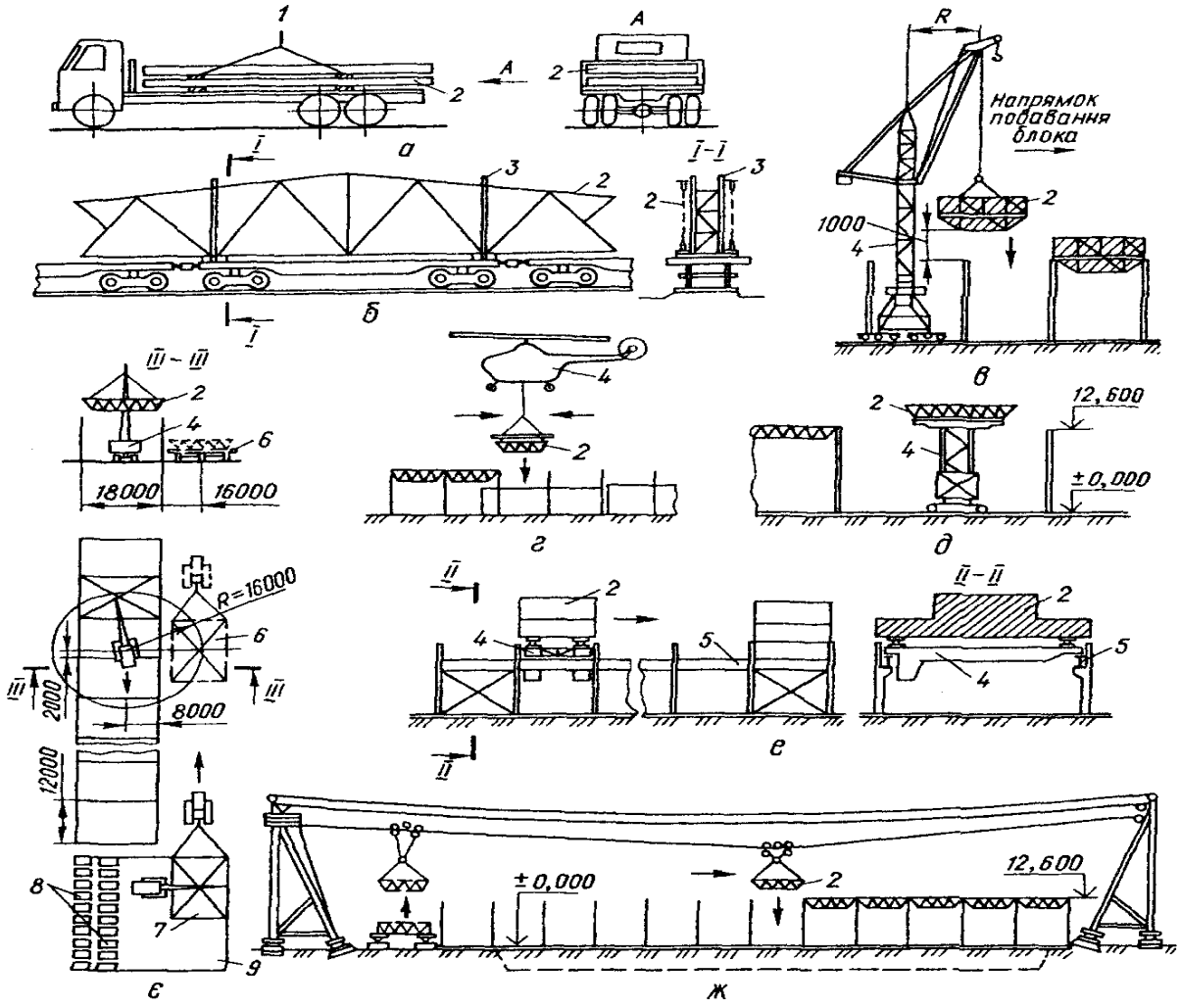


Рис. 2.2. - Транспортування та подавання будівельних конструкцій: *а* — автомобілями; *б* — залізничним транспортом; *в* — баштовим краном; *г* — вертольотом; *д, е* — високим і низьким установниками; *є* — спеціальними візками; *ж* — кабельним краном; *1*— прокладки; *2* — конструкція, що перевозить і подається; *3* ~ вертикальна рама з елементами кріпленій; *4* — підйомно-транспортний засіб; 5 — підкранова балка; *6*— візок з блоком, що транспортується трактором; 7 - стелаж укрупнювального складання; *8*— контейнери з елементами конструкцій; *9*— майданчик укрупнювального складання.

Подавання будівельних конструкцій під монтаж з транспортних засобів дає змогу відмовитись від улаштування проміжних складів, що спрощує виконання робіт, але потребує особливо чіткої організації і погодинного

контролю роботи всіх ланок — монтажного майданчика, заводу-виготовлювача і транспортної організації. При цьому скорочується трудомісткість монтажних робіт і знижується вартість їх; зменшуються витрати часу роботи монтажних механізмів; скорочується обсяг механічних пошкоджень конструкцій, неминучих при додаткових вантажно-розвантажувальних роботах як на заводі, так і на об'єктах; значно зменшуються площі приоб'єктних складів і відповідно витрати на експлуатацію їх, підвищується культура виробництва.

Подавання конструкцій під монтаж з приоб'єктного складу виконують з попереднім розвантаженням допоміжними або основними механізмами в зоні дії їх.

14.2.3. Складування і розкладання конструкцій

Попереднє розвантаження здійснюють тоді, коли заводи-виготовлювачі, центральні склади та постачальники перебувають на значній відстані або коли за умови транспортування і виконання робіт організувати подавання конструкцій з транспортних засобів економічно недоцільно. У цьому випадку в зоні дії основним монтажним механізмом улаштовують ***приоб'єктні склади*** для зберігання конструкцій, де їх у разі потреби укрупнюють і підготовляють до монтажу — закріплюють розчалками, встановлюють закріпні деталі, пристосування для вивірення, тимчасового закріплення і монтажу на висоті (сходи, майданчики), посилюють.

Площу приоб'єктних складів визначають з умови створення потрібного запасу конструкцій для виконання робіт:

$$F = [G/q_{nt}]\, k_{nt},$$

де G — маса конструкцій кожного виду, що підлягають одночасному зберіганню на складі, т; q_{nt} — питоме навантаження на 1м² корисної площі складу, т; k_{nt} = 1,75–2 — коефіцієнт, який враховує площу, зайняту проходами, проїздами, сортувальними майданчиками тощо.

При визначенні площі приоб'єктних складів і майданчиків

укрупнювального зберігання слід ураховувати наявність двотижневого запасу сталевих і п’ятиденного запасу залізобетонних конструкцій, площу, яку займають засоби складування, проходи, проїзди, і відповідні норми завантаження складських майданчиків.

Проходи між штабелями влаштовують не менше ніж 1 м завширшки та розташовують через 20–30 м у поперечному напрямку і не рідше ніж через два штабелі у поздовжньому. Проїзди між штабелями роблять не рідше ніж через 100м завширшки, що диктується розмірами транспортних засобів і вантажно-розвантажувальних механізмів.

Ширина складу має бути такою, щоб вантажно-розвантажувальні операції виконувалися краном без додаткового перекантування і переміщення конструкцій. Для цього площа складу має входити в зону дії обслуговуючих його кранів. Іноді ширину складів можна збільшити, розміщуючи на відстані легкі елементи, які можна переміщати кранами на максимальному вильоті стріли.

Під час складування важкі елементи розташовують ближче до кранових шляхів, а легкі — далі, укладаючи в тому самому положенні, в якому вони знаходились при транспортуванні. Це дає змогу краще використовувати вантажопідйомність кранів з великим вильотом стріли. Виняток становлять стінові блоки висотою понад 1,25 м, які перевозять в горизонтальному положенні, а складають у вертикальному.

Конструкції, які можна укладати горизонтальними рядами на дерев’яні прокладки, складають у багатоярусні штабелі. Відстань між прокладками встановлюють з умови роботи конструкцій, а самі прокладки розташовують одну над одною. Висоту штабелів призначають з умов стійкості, техніки безпеки, збереження конструкцій і зручності стропування, але не більшу за нормативну. При цьому висоту прокладок визначають з умови можливості виконання подальших операцій, пов’язаних із стро-пуванням або захопленням конструкцій. Проходи між штабелями у поздовжньому напрямку влаштовують не рідше ніж через два штабелі, а ширину проїздів між ними встановлюють

залежно від розмірів транспортних і монтажних засобів.

Розкладання конструкцій може бути роздільним і груповим. ***Роздільне*** передбачає складування конструкцій тільки одного типу, ***групове*** — кількох (за найменуванням і призначенням). Розкладання слід виконувати так, щоб попередити появу залишкових деформацій, застою води, забруднення стикових пристроїв і створити зручні умови для виконання такелажних і підготовчих робіт.

Роздільне розкладання здійснюють паралельно осям об'єкта (лінійно, уступами) або під кутом. Воно дає змогу забезпечити роботу самохідних монтажних кранів при мінімальних вильотах стріли. Групове розкладання передбачає складування різних конструкцій (наприклад, підкранових балок, ферм, плит перекриттів тощо) без переміщення крана (окремі елементи встановлюють при різних вильотах стріли).

Вибір схеми розкладання конструкцій залежить від розмірів розвантаження і складування, габаритів об'єкта, його будівельно-технологічних характеристик, а також типу монтажних машин і механізмів, які беруть участь у процесі монтажу. Розкладання металоконструкцій великих промислових споруд можна виконувати за відповідними замовленнями заводів-виготовлювачів.

14.2.4. Укрупнювальне складання і тимчасове посилення конструкцій

Конструкції на будівельний майданчик можуть поступати без укрупнення — відправними елементами (розсипом) — і з ***укрупненням*** — конструктивними елементами, блоками, частинами будівельі цілими спорудами.

Відправні елементи — колони, балки, прогони, стінові панелі, ферми, плити покриттів, металеві рами тощо — поступають під монтаж прямо із заводу. Їх можна відразу встановлювати на проектні позначки або попередньо збирати в укрупнювальні конструкції.

Конструктивні елементи складаються з двох-трьох плоских відправних елементів (складені колони, балки, ферми, гратчасті та листові конструкції тощо) і потребують попереднього укрупнення.

Блоки збирають з кількох відправних елементів у геометрично просторові конструкції, які не змінюються. Загальне компонування блока виконують з урахуванням впливу монтажних навантажень, які виникають під час підйому.

Частини будівель і конструктивно-технологічні блоки перед підйомом найчастіше оснащують технологічним обладнанням або його елементами (вентиляційними трубами, електрообладнанням тощо). Найменшою частиною будівель (споруд) вважають такий блок, ширина якого дорівнює кроку колон чи поперечних стін будівлі, довжина — його ширині, а висота — поверху або перекриттю.

Цілими монтують переважно висотні інженерні споруди з малою площею опору (сталеві труби, щогли, опори ЛЕП, радіощогли, радіобашти, високі технологічні апарати хімічних заводів тощо), які попередньо укрупнюють на стелажах або шпальних клітках у зоні майбутнього підйому.

Укрупнювальне складання є продовженням заводського процесу на будівельному майданчику через нетранспортабельність конструкцій, неможливість спорудження риштування на проектних позначках та ін.

Укрупнення конструкцій дає змогу ефективніше використовувати вантажопідйомність монтажних засобів, знижувати трудомісткість і тривалість монтажу, підвищувати продуктивність і знижувати вартість будівництва.

Укрупнювальне складання можна виконувати на спеціально обладнаних стелажах, стендах або на конвеєрній лінії. Конструкції масою 300-1000 т та більше збирають у зоні майбутнього підйому.

На стелажах звичайно укрупнюють плоскі листові конструкції в картини великих розмірів. Оскільки транспортування таких конструкцій викликає певну складність, стелажі розташовують поблизу відповідних місць

монтажу їх — стоянок конвеєрної лінії, стендів або об'єкта.

Стелажі можна виконувати з рейок, які спираються на дерев'яні стояки (шпальну клітку), або з прогонів, які встановлюють на металеві стояки і бетонні фундаменти. Для зручності виконання робіт горизонтальну поверхню стелажів улаштовують на висоті 80–100 см від рівня поверхні землі.

Стендове складання — це укрупнення елементів у просторові конструкції (ригелів великих прогонів, елементів каркаса, блоків перекриття, а також циліндричних, сферичних і конічних поверхонь листових конструкцій — кожухів доменних печей, пристроїв для нагрівання повітря тощо) як часткової, так і повної будівельної готовності на стаціонарних стендах. Укрупнення виконують на одному або кількох таких стендах залежно від темпу випуску готової продукції.

Конструкція стендів у плані найчастіше аналогічна конструкції опорної частини будівлі, на якій буде встановлено укрупнений елемент. Стенди влаштовують «на землі» або піднімають на висоту 30 – 40 см від її рівня. На кожному стенді виконують весь комплекс робіт, необхідний для надання блоку повної будівельної готовності. Конструкції збирають у зоні дії крана, яким можна переставити блок на передавальну колію, монтажні механізми або встановити у проектне положення. Стендове складання широко застосовують для укрупнення металоконструкцій (наприклад, укрупнення блоків перекриття одноповерхових промислових будівель при невеликому об'єму робіт, коли конвеєрне складання недоцільне), що передбачає монтаж конструкцій, укладання і кріплення профільованого настилу, оснащення блока санітарно-технічними й електротехнічними пристроями, а також пристосуваннями і риштуванням для монтажу. Для виконання зварювальних робіт при укрупнювальному складанні зручні ***стенди-кантувачі***.

Укрупнення конструкцій на конвеєрній лінії

Найбільше поширення цей метод отримав при монтажі покриттів одноповерхових промислових будівель (рис. 2. 3). Він передбачає складання окремих елементів у крупні блоки часткової або повної будівельної готовності

на спеціально обладнаній конвеєрній лінії. Ця лінія розташовується на рейковій колії, де на стаціонарних колесних візках переміщуються блоки, які укрупнюють на кожному посту. Кількість постів, або стоянок, оснащених потрібними монтажними пристосуваннями, приладдями і механізмами, коливається в межах 4–16. Надмірне збільшення кількості стоянок ускладнює взаємодію між ними і потребує більшої кількості складальних механізмів. Тому найчастіше передбачають 9–12 стоянок. Максимальна чисельність робітників на одному посту - 10 чоловік. Час знаходження візка з блоком на одному посту - 2, 3 або 4 години.

Кожну стоянку оснащують потрібними приладами, риштуванням, пристосуваннями, обладнанням й інструментами, призначеними для виконання певних видів робіт — монтажних, спеціальних і загальнобудівельних. Залежно від виду робіт стоянки можуть бути відкритими або закритими (в тепляку), що дає змогу працювати за будь-яких природних умов. Обсяги робіт на одній або кількох стоянках установлюють відповідно до технологічної необхідності і продуктивності монтажних засобів, які обслуговують ці стоянки. Кількість кранів (найчастіше баштових або самохідних стрілових) залежить від продуктивності конвеєрної лінії і загальної кількості стоянок. При цьому кожний кран може обслуговувати одну або кілька стоянок. У зв’язку з тим що час виконання робіт на всіх стоянках однаковий, конвеєр через рівні проміжки часу випускає готовий блок, який подають під монтаж.

Потрібну продуктивність конвеєрної лінії — її ритм (інтенсивність) — визначають, виходячи з установлених термінів монтажу об’єкта і загальної кількості блоків:

$$П_{потр} = N/(cT),$$

де N— загальна кількість блоків, які підлягають укрупненню на конвеєрній лінії, шт.;

c — кількість робочих змін на добу;

T — установлений термін монтажу всіх блоків покриття, діб.

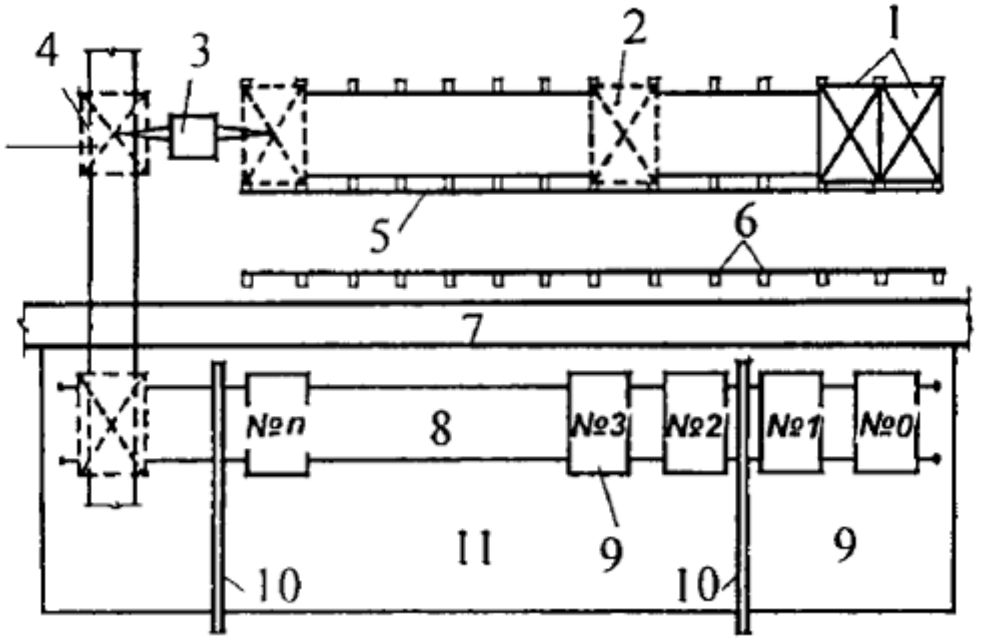


Рис.14.3.- Загальна схема організації робіт «конвеєрно-блоковий монтаж»:

1 — смонтовані блоки покриття; 2 — переміщення блоку на установлювачі до місця установки; 3 — кран для перестановки блока з візка на установлювач; 4 — транспортний візок з блоком; 5 — раніше змонтовані підкранові балки з рейковою колією; 6 — колони каркасу будівлі; 7 — шлях для доставляння на конвеєрну лінію матеріалів конструкцій; 8 — конвеєрна лінія; 9 — стоянки (пости); 10 — козлові крани для обслуговування конвеєрної лінії; *11* — склад матеріалів і конструкцій у межах конвеєрної лінії

Остаточну продуктивність беруть кратною цілому блоку.

Конвеєрну лінію розміщують на вільних від забудови майданчиках, у тому числі використовують площу, призначену для наступних черг будівництва. Розташування складових конвеєрної лінії (складальної, роздавальної і транспортної) у плані між собою і по відношенню до прогонів об’єкта, що будується, залежить від об’ємно-планувальних і конструктивних рішень об’єкта, умов і можливостей будівельного майданчика, конструкції і маси блоків, терміну будівництва, транспортного і монтажного обладнання і

має забезпечувати найбільш зручне постачання блока із зони складування до монтажного механізму. Тому транспортну лінію треба розташовувати в прогонах, а роздавальну, залежно від застосованих монтажних механізмів, — у торці будівлі або в одному з прогонів. Наприклад, для монтажу блоків покриття із застосуванням установлювачів або баштових кранів роздавальну лінію розташовують біля торця будівлі, а для монтажу гусеничними кранами — або так само, або в одному з прогонів.

Складальну лінію можна розташовувати в один, два ряди або під кутом. По відношенню до складальної лінії роздавальну можна розміщувати лінійно (як продовження складальної лінії), а в обмежених умовах — під кутом або паралельно. По відношенню до об'єкта, який будується, конвеєрна лінія може знаходитися з одного, двох боків в одному з прогонів і обслуговувати кілька об'єктів. Якщо обсяги робіт значні й обмежені терміни будівництва, влаштовують дві й більше незалежно працюючих конвеєрних ліній. Шляхи повернення візків на початкові стоянки влаштовують тільки у разі потреби, коли доставляти їх автотранспортом недоцільно.

На практиці можливі різні комбінації описаних схем. Основним принципом розташування конвеєрної лінії є максимальне наближення її до об'єкта і складу конструкцій. Це дає змогу скоротити протяжність рейкових колій для подавання готових блоків і уникнути транспортно-перевалочних робіт. Напрямок руху конвеєра відносно будівлі, що зводиться, має бути таким, щоб виключити необхідність організації передавальних пристроїв і розвороту блока. Для цього конвеєр, як правило, розташовують уздовж або в одному з прогонів будівлі, рідше — в її торці.

Блоки, залежно від умов організації подавання їх під монтаж, розмірів і наявності кранів, які обслуговують складальну лінію, розміщують упоперек (перпендикулярно) або вздовж (паралельно) складальної лінії. Якщо розташування блоків поперечне, то скорочується довжина конвеєрної лінії, але виникає необхідність застосування крана з великим вильотом стріли або встановлення їх з двох боків. Якщо розташування блоків паралельне,

збільшується довжина конвеєрної лінії, але можливе застосовування кранів з меншим вильотом стріли і вантажопідйомністю.

Склад (майданчик для складування) конструкцій у всіх випадках треба розташовувати вздовж конвеєра, виділивши оперативну зону складування металоконструкції! безпосередньо біля робочих стоянок, на яких буде виконуватись укрупнення каркаса блока й укладання настилу.

Сортування і відбирання конструкцій за видами і марками виконують з розрахунку дво-, тримісячного запасу. Підготовлені елементи складають на видному місці з вказівкою, для якої марки блока вони призначені.

Конвеєрне складання може бути частковим і повним. При частковому конвеєрному складанні передбачається поєднання попереднього укрупнення на окремих стендах або стелажах з наступним переміщенням блоків на конвеєрну лінію; при повному складанні — виконання всіх видів робіт тільки на конвеєрній лінії.

Тимчасове посилення здійснюють у тих випадках, коли при підйомі і встановленні в окремих елементах (особливо гратчастих плоских і просторових) виникають небезпечні напруження. Ці напруження визначають при контрольному розрахунку міцності й стійкості елементів конструкції під дією монтажних навантажень. Тимчасове посилення може бути виконано за допомогою сталевих труб, пластин, колод, брусів, тимчасових в’язей та інших елементів, які закріплюють болтами, скобами або хомутами. Після монтажу елементи для кріплення і деталі знімають.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Як класифікуються монтажні крани залежно від технологічних особливостей?
2. Які підйомно-транспортні засоби відносяться до специфічних?
3. Якими технічними і технологічними параметрами відрізняються стрілові крани?
4. Яке обладнання застосовується для збільшення вильоту стріли?
5. Назвіть основні технічні характеристики баштових кранів?
6. У яких випадках доцільне використання вертольотів-кранів?

7. Які вертольоти найчастіше використовуються для монтажу?

8. Як визначається вантажопідйомність вертольотів-кранів?

9. Який основний недолік вертольотів-кранів?

10. Для монтажу яких споруд застосовуються плавучі монтажні крани?

11. З яких операцій складається процес транспортування конструкцій?

12. Яких вимог треба дотримуватись при перевезенні будівельних конструкцій?

13. Які схеми подавання конструкцій під монтаж застосовуються у межах будівельного майданчика?

14. Назвіть основну умову подавання конструкцій транспортними засобами до місця встановлення?

15. Які переваги подавання будівельних конструкцій під монтаж з транспортних засобів?

16. У яких випадках здійснюється попереднє розвантаження конструкцій у межах будівельного майданчика?

17. Як визначається площа приоб'єктних складів?

18. Які вимоги повинні ураховуватись при визначенні площи приоб'єктних складів?

19. Які схеми розкладання конструкцій застосовуються на приоб'єктних складах?

20. Від чого залежить вибір схеми розкладання конструкцій?

21. У якому вигляді можуть поступати конструкції на будівельний майданчик?

22. Дайте визначення терміну «відправний елемент».

23. Дайте визначення терміну «конструктивний елемент».

24. Дайте визначення терміну «блок».

25. Які конструкції монтуються переважно цілими?

26. У якому разі здійснюється укрупнювальне складання?

27. Які переваги укрупнювального складання?

28. Якими способами може виконуватись укрупнювальне складання?

29. Які конструкції укрупнюють на стелажах?

30. Коли доцільно виконувати стендове складання?

31. При монтажі яких конструкцій найбільше поширення отримав конвеєрний метод?

32. Як визначається потрібна продуктивність конвеєрної лінії?

33. У яких межах коливається кількість стоянок на конвеєрної лінії?

34. Яка максимальна чисельність робітників на одному посту?

35. Від чого залежить розташування складових конвеєрної лінії?

36. У яких випадках здійснюють тимчасове закріплення?

ТЕМА № 15

15.1. Методи монтажу будівельних конструкцій

15.2. Зведення одноповерхових промислових будівель

15.1. Методи монтажу будівельних конструкцій

Класифікація. Метод монтажу характеризується взаємодією засобів, предметів праці й відображує основні шляхи здійснення цього процесу. Способи монтажу є складовою частиною методу і визначають його певні рішення щодо певних об'єктів або умов зведення їх.

Основна монтажна операція — це піднімання (переміщення) конструкцій.

Усі методи монтажу залежно від обмежень, що накладаються на операції переміщення конструкцій в просторі, поділяють на:

методи ***вільного піднімання,*** які характеризуються можливістю одночасного переміщення конструкцій у просторі у всіх напрямках;

методи ***примусового піднімання,*** за яких переміщення конструкцій можливе тільки в одному напрямку і обмежується напрямними або шарніром.

Ознаки, за якими ще класифікують методи монтажу:

послідовність встановлення конструкцій у проектне положення;

ступінь укрупнення;

напрямок розвитку монтажного процесу;

прийоми виконання монтажної операції піднімання (підтягування, виштовхування, опускання, поворот).

Загальна класифікація методів монтажу будівельних конструкцій містить шість основних груп, з яких дві належать до методів вільного піднімання, а чотири — до методів примусового піднімання

(переміщення).Окрему групу складають методи комбінованого монтажу, що поєднують властивості двох і більше загальних методів монтажу.

Технологічний процес монтажу будівлі здійснюють, як правило, з використанням кількох методів монтажу; вибір їх залежить від цілого комплексу умов будівництва і характеру будівельного об’єкта.

15.1.1. Вільне піднімання конструкцій

За методами, що передбачають вільне переміщення конструкцій в процесі монтажу, будують переважну більшість цивільних та промислових об’єктів.

За показником, що дорівнює відношенню висоти об’єкта Hдо найменшої сторони його основи L**,** розглядають два типи об’єктів: висота яких набагато перевищує їхні горизонтальні проекції **(**$H/L > 3$) та помірної висоти ($H/L \leq 3$).

Залежно від напрямку приєднання елементів до раніше встановлених методи піднімання поділяють на дві групи.

Перша об’єднує методи монтажу конструкцій ***нарощуванням,***тобто приєднанням елементів у вертикальному напрямку (рис. 15.1, *а — г)*. Навантаження на конструкцію зростає пропорційно кількості встановлених елементів. Під час монтажу об’єктів з $H/L > 3$ (баштово-щоглові споруди) монтажні крани і механізми встановлюють поруч з об’єктом або кріплять до змонтованих раніше конструкцій і поступово, із зведенням об’єкта, переміщують у вертикальній площині. Більш ефективними порівняно з монтажними засобами, розташованими поза об’єктом, є самопідйомні машини і механізми. Організація монтажних робіт не залежить від рельєфу місцевості, наявності різних споруд і перешкод у технологічній зоні монтажу.

При зведенні об’єктів з $H/L \leq 3$ застосовують всі монтажні засоби, висота піднімання гаку яких більша висоти споруди.

Друга група об’єднує методи *послідовного приєднання елементів у горизонтальному (похилому) напрямку* (рис. 3.2, *д-і***).** Монтажні засоби розташовують на самій споруді або

встановлюють поряд на будівельному майданчику, забезпечуючи поздовжне (поперечне) переміщення їх по відношенню до осей споруди.

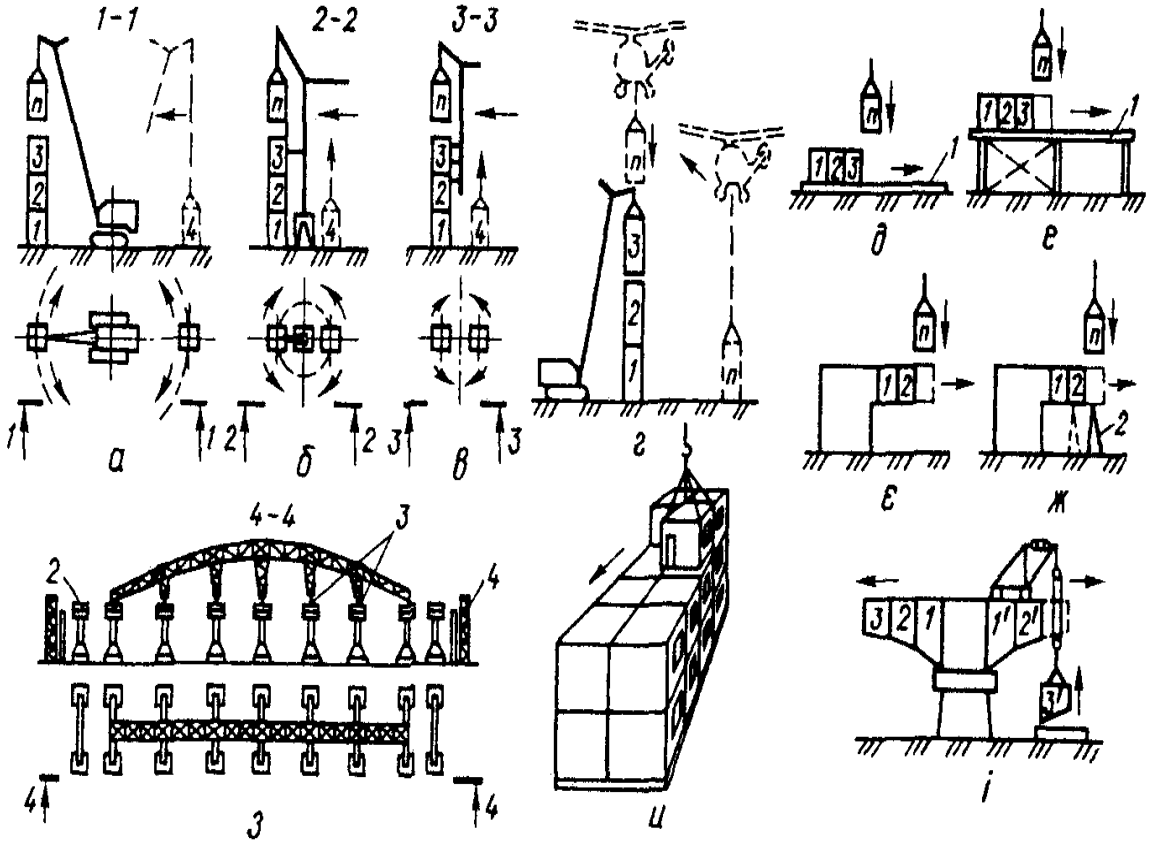


Рис. 15.1. -Методи вільного піднімання конструкцій:

а-г — нарощування конструкцій у вертикальному напрямку за допомогою стрілового, приставного, баштового, самопідйомного баштового, гусеничного кранів і вертольота; *д* — приєднання конструкцій у горизонтальному (похилому) напрямку на низьких риштуваннях; *е* — те саме, на високих; *є* — те саме, без риштування (навісне складання); *ж* — із постановкою проміжних риштувань (напівнавісне складання); *з* — приклад монтажу конструкцій на високих риштуваннях; *и* — те саме, на перекриттях; *і* — без риштування (навісне складання); *1*— риштування; *2* — проміжна тимчасова опора; *3* — місце встановлення домкратів для піднімання та опускання риштувань; *4*— допоміжні риштування

Елементи приєднують:

на низьких (високих) риштуваннях, які роблять суцільними (під основу будови) або збірними (тільки під опорні поверхні) (рис. 15.1**,** *д, е, з*);

на перекриттях, розташованих нижче поверхів (рис. 15.1, *и*);

навісним складанням з утримуванням змонтованих конструкцій без установлення опор (рис. 15.1, *є, і*);

напівнавісним складанням із застосуванням у процесі монтажу конструкцій опор, які після закріплення елементів переміщують до наступної монтажної зони (рис. 15.1, *ж*).

15.1.2. Примусове піднімання конструкцій

Методи примусового піднімання конструкцій поділяють на чотири групи. До першої належать методи піднімання однієї або кількох конструкцій по ***вертикальних напрямних.*** За тимчасові або постійні напрямні правлять збірні (монолітні) колони, комунікації, шахти. Конструкції балок, покриття одноповерхових промислових об'єктів з прогоном більше ніж 50 м (елінги, ангари, майстерні з монтажу літаків) та міжповерхові перекриття багатоповерхових будівель попередньо збирають на землі; глибина подавання конструкцій при цьому дорівнює нулю. Потім зібрані конструкції піднімають на проектні позначки по напрямних (рис. 3.2, *а — д*)**.**

Друга група об’єднує методи ***підрощування конструкцій,*** які полягають у тому, що кожний наступний елемент встановлюють під раніше змонтованим елементом. Цикл підрощування містить операції подавання до монтажного простору, обладнаного механізмами підйому (шеври, щогли, домкрати, крани), піднімання першого елемента на висоту, достатню для подавання під нього наступного елемента, затримування першого елемента в підвішеному стані та наступне закріплення першого та другого елементів між собою (рис. 3.2, *е*). Операції з підрощування колон, стін, каркасів, просторових конструкцій виконують на фундаментах (із спеціально обладнаними риштуваннями), що дає змогу знизити трудомісткість

монтажу і зменшити розміри будівельного майданчика до розмірів об'єкта, що будується. Недоліком методу є зростання навантаження на механізми піднімання пропорційно кількості підрощених елементів, а також складність досягнення стійкості конструкцій в процесі піднімання.

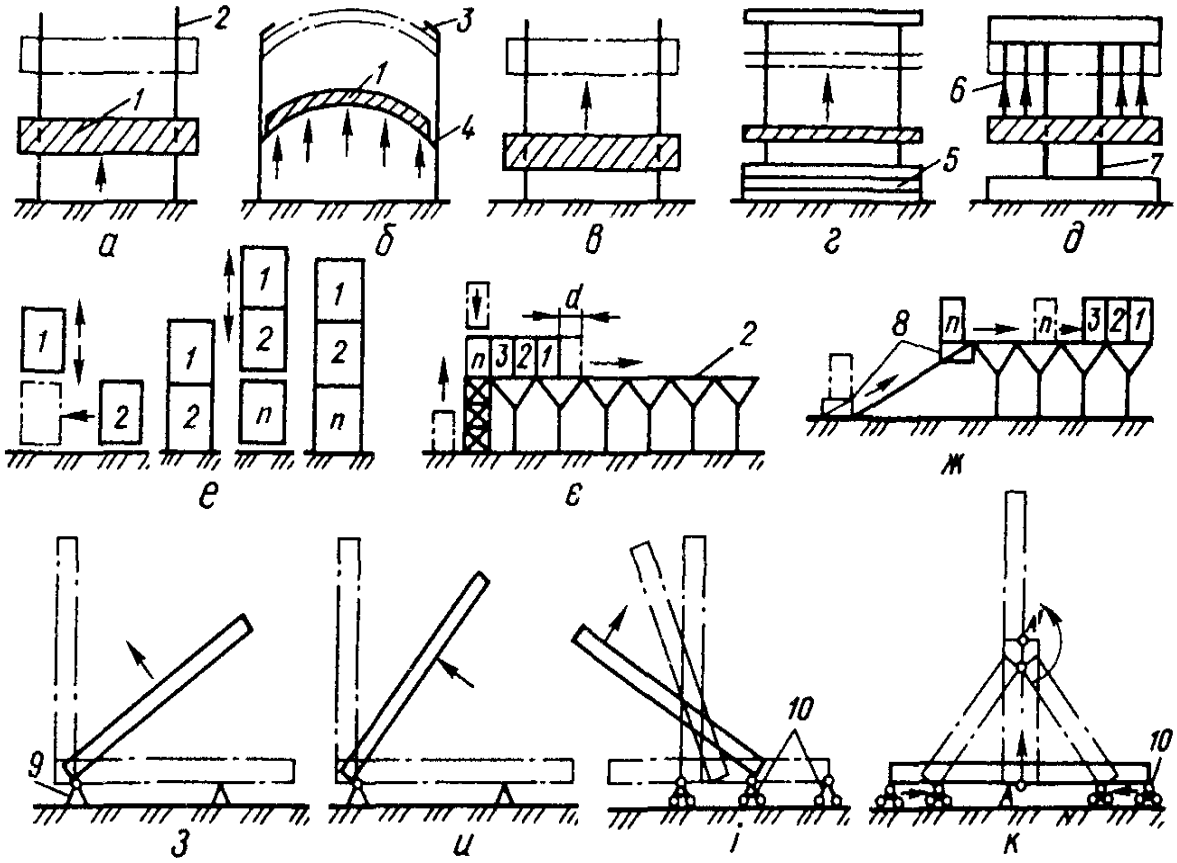


Рис. 15.2. - Методи примусового піднімання (переміщення):

а — переміщення однієї конструкції по вертикальних напрямних виштовхуванням; *б* — те саме, пневмопідйомом; *в, г, д* — те саме, підтягуванням; *е* — підрощуванням; *є, ж* - насуванням (покрокове та поелементне); *з, и* — поворотом навкруги нерухомої опори (шарніра) підтягуванням і виштовхуванням; *і* — поворотом навкруги рухомої опори; *к* — поворотом навкруги кількох шарнірів; *1*— конструкція, що монтується; *2*— напрямні; *3*— упор даху; *4* — фіксатор; *5* — пакет плит; *б* — монтажні троси; *7* — ствол; *8* — візок для переміщення блоків по горизонтальних і похилих напрямних; 9 — нерухома опора (шарнір); *10* — рухомі опори

Третя група — методи переміщення конструкцій ***насуванням (накочуванням) по горизонтальних (похилих) напрямних*** (рис. 3.2, *є, ж*). Ці методи використовують тоді, коли конструкція вирішена у вигляді окремого елемента, попередньо укрупненого блока або цілої споруди. Укрупнювання виконують на риштуваннях без використання потужних кранів; при цьому на одному майданчику зосереджуються загальнобудівельні та спеціальні монтажні роботи. Напрямними є підкроквяні балки, металеві листи, рейкові шляхи. По напрямних насувають конструкції за допомогою механічних або гідравлічних домкратних систем, поліспастів, електричних лебідок. Методи насування (накочування) широко застосовують при переміщенні важких доменних печей, резервуарів, копрів, цілих цехів, а також при монтажі мостів. Необхідність утворення рівної площини для пересування конструкцій та забезпечення синхронної роботи механізмів, що здійснюють переміщення, належить до недоліків розглянутого методу.

Четверта група об'єднує методи ***радіального переміщення (повороту) елементів*** або цілих конструкцій навкруги одного або кількох рухомих чи нерухомих шарнірів (рис. 3.2, *з - к*)**.** За цими методами конструкції спочатку збирають на землі, а потім за допомогою домкратів або поліспастів переводять у вертикальне положення. Перевагою методів повороту є можливість виконання монтажних робіт на землі, що втілюються при монтажі теле- та радіощогл, опор ЛЕП, стінових панелей хмарочосів. Недолік методу — необхідність підсилення і розкріплення конструкцій для зменшення деформацій.

15.1.3. Диференціальний (роздільний), комплексний та комбінований методи монтажу

Залежно від послідовності встановлення конструкцій та суміщення монтажу з технічно-суміжними роботами визначають диференціальний (роздільний), комплексний та комбінований методи монтажу.

Диференціальний метод передбачає послідовне встановлення всіх однотипних конструкцій у межах дільниці чи захватки. Монтаж конструкцій іншого типу виконують після досягнення бетоном у стиках з'єднань 70% - її міцності від проектної. Диференціальний метод особливо ефективний при виконанні великих обсягів робіт, наприклад, при зведенні одноповерхових промислових будівель великої довжини, житлових будинків.

Переваги цього методу такі: однотипні робочі рухи крана, що сприяють підвищенню продуктивності праці; спрощення схеми розкладання деталей; застосування протягом тривалого часу однотипного оснащення; використання кранів різної вантажопідйомності для монтажу деталей, що відрізняються масою.

Недоліком цього методу вважають подовження терміну передачі фронту робіт для виконання суміжних післямонтажних процесів.

Комплексний метод передбачає послідовний монтаж різнотипних конструкцій у межах однієї або кількох суміжних чарунок , які створюють жорстку стійку систему.

Перевагою цього методу є різке скорочення терміну передачі готових обсягів виконавцям суміжних робіт, а недоліком ─ ускладнення організації робіт, зниження темпів та продуктивності праці монтажників, погіршення використання вантажопідйомності кранів.

Комбінований метод є поєднанням двох попередніх. У якійсь мірі він дає можливість позбутися недоліків обох указаних методів та використати їхні переваги. Застосування цього методу дозволяє значно ефективніше, ніж при комплексному монтажі, використовувати крани та скоротити час монтажу порівняно з роздільним методом.

15.1.4. Методи монтажу в залежності від ступеня укрупнення

Залежно від ступеня укрупнення розрізняють кілька методів монтажу:

- ***дрібно елементний*** монтаж об'єктів ведуть з окремих деталей, що вимагає великих трудовитрат та часу;

- ***поелементний*** монтаж в основному застосовують при зведенні об'єктів із залізобетонних деталей (панелей, колон, ферм тощо);

- ***блоковий*** монтаж ─ коли елементи перед встановленням укрупнюють у блоки; при цьому зменшується кількість піднімань краном та трудомісткість монтажних робіт; метод є одним з найбільш перспективних;

- монтаж ***конструктивно-технологічними блоками*** (коли конструктивні блоки оснащають технологічним, електротехнічним, санітарно-технічним та іншим обладнанням);

- монтаж ***споруд в зібраному вигляді*** (до початку встановлення у проектне положення їх складають на землі) ─ сталеві димові труби, радіощогли, опори електропередач тощо.

15.1.5. Методи монтажу в залежності від напрямку розвитку монтажного процесу

Залежно від напрямку розвитку монтажного процесу розрізняють поздовжній, поперечний, горизонтальний, вертикальний та комбінований методи.

Поздовжній метод застосовують при зведенні прямокутних у плані будівель. Переміщення монтажних машин та механізмів відбувається вздовж прольоту або паралельно до довгого боку будівлі.

Поперечний метод впроваджується при необхідності введення в експлуатацію окремих секцій, які включають ряд суміжних прольотів будівлі. Переміщення монтажних машин та механізмів відбувається перпендикулярно до напряму прольотів.

Горизонтальний метод застосовують при зведенні лінійно-протяжних споруд (трубопроводів, естакад, мостів), а ***вертикальний***, навпаки, при зведенні висотних конструкцій та споруд (щогл, труб, башт), ***комбінований*** об'єднує в собі наведені методи.

15.1.6. Прийоми виконання монтажної операції піднімання

(підтягування, виштовхування, опускання, поворот)

Підтягування полягає в переміщенні конструкції за принципом «на себе» передачею зусилля від монтажних засобів через тяги (гнучкі або жорсткі). ***Виштовхування (вижимання)*** пов'язане з переміщенням конструкції за принципом «від себе» за допомогою передавання рухучерез виштовхувачі монтажних машин і механізмів. Виштовхування здійснюється переривчастим переміщенням, вижимання - безперервним. ***Опускання*** — це прийом, що складається з переміщення конструкцій під дією своєї ваги. ***Поворот*** характеризується радіальним переміщенням конструкції у вертикальній або горизонтальній площині.

Безперервне переміщення передбачає рух конструкцій із швидкістю, яка визначається робочими органами монтажних засобів. Таке переміщення звичайно буває при підтягуванні й опусканні конструкцій на гнучких тягах. ***Переривчастому переміщенню*** властива циклічність. Найчастіше так піднімають конструкції під час виштовхування за напрямними або підтягування, яке виконують за допомогою домкратів.

Просте піднімання полягає у переміщенні конструкції в одному напрямку — вертикальному, горизонтальному або радіальному. ***Складне піднімання*** є комбінованим переміщенням одночасно в двох або більше напрямках з технологічною перевагою або без неї.

Технологічний процес монтажу будівлі здійснюють, як правило, з використанням кількох методів монтажу; вибір Їх залежить від цілого комплексу умов будівництва і характеру будівельного об'єкта.

15.2. Зведення одноповерхових промислових будівель

Для монтажу одноповерхових промислових будівель найчастіше вживається комбінований метод. Фундаменти, фундаментні балки, колони, підкранові балки і стінові панелі монтують диференціальним методом, окремими потоками. Збірні конструкції покриття монтують комплексним методом, у єдиному потоці.

З точки зору напрямку розвитку монтажного процесу найчастіше

використовується поздовжній метод.

15.2.1. Монтаж колон

При надходженні залізобетонних колон на будівельний майданчик треба перевірити відповідність розмірів їх проектним і точність положення закладних деталей. Колони одноповерхових промислових будівель монтують найчастіше цілком; довгі колони на спеціальному стенді укрупнюють.

Для підготовки колон під монтаж слід нанести з чотирьох боків зверху колони і на рівні верху фундаментів осьові риски. Якщо на колони будуть монтуватися підкранові балки, то з двох боків консолей або траверс колон, що складаються з двох віток, наносять риски осей балок.

Перед монтажем у разі потреби колони оснащують хомутами або струбцинами з розчалками, драбинами і монтажними столами, начеплюють монтажне обладнання. Подають колони під монтаж у певній послідовності й монтують «з колес», в окремих випадках з розкладанням біля місць установлення.

Процес монтажу колон включає такі операції: стропування, піднімання, переміщення, орієнтування на місце встановлення, встановлення, вивірення, тимчасове і постійне закріплення.

Для піднімання колони без консолей масою до 10 т застосовують фрикційні захоплювачі, більш важких — штирові з дистанційним розстропуванням. Для стропування колон з консолями використовують рамкові захоплювачі, а для монтажу з транспортних засобів — балансирні траверси, які складаються з двох віток.

Піднімання колон можна здійснювати методом повороту або ковзання. При ***підніманні поворотом*** башмак колони розташовують біля опори, захоплюють краном колону за верхню точку, повертають стрілу з одночасним вибиранням поліспаста і приводять колону у вертикальне положення. У разі ***піднімання ковзанням*** біля опори розташовують ту частину колони, за яку вона застропована. Кранівник, не рухаючи стрілу, вибирає поліспаст, і колона

нижнім кінцем (башмаком), ковзаючи по напрямних, установлюється у вертикальне положення. Залежно від маси колони для ковзання башмака напрямні виконують у вигляді бруса чи рейки або встановлюють башмак на спеціальні візки, що рухаються по колії. Після піднімання колони кран переміщує її до місця встановлення й опускає в стакан фундаменту. При цьому треба контролювати збіг осьових рисок у нижній частині колони з осьовими рисками, нанесеними на верхню поверхню фундаменту. До розстропування колони перевіряють вертикальність її установлення за допомогою двох теодолітів, розташованих на взаємно перпендикулярних осях. Вертикальність забезпечено, якщо збіглося положення нижніх і верхніх рисок на колоні з вертикальною візирною віссю теодоліта.

Позначки опорних підкладок підкранових балок, ферм і дна стакана фундаменту контролюють методом геометричного нівелювання. Для точного установлення колон на проектні позначки застосовують армобетонні підкладки перерізом 100 х 100 мм і 20-30 мм завтовшки.

Для тимчасового закріплення колон у стаканах фундаментів застосовують клини, інвентарні клинові вкладки, розчалки або підкоси, поодинокі або групові кондуктори (див. рис. 3.3).

Клини бувають залізобетонні, сталеві, дерев’яні. Доцільніше застосовувати бетонні або залізобетонні клини, які після замонолічування залишаються в бетоні стику. Дерев’яні клини не менше ніж 250 мм завдовжки із скосом однієї грані на $^{1}/_{10}$ мають бути з деревини твердих порід.

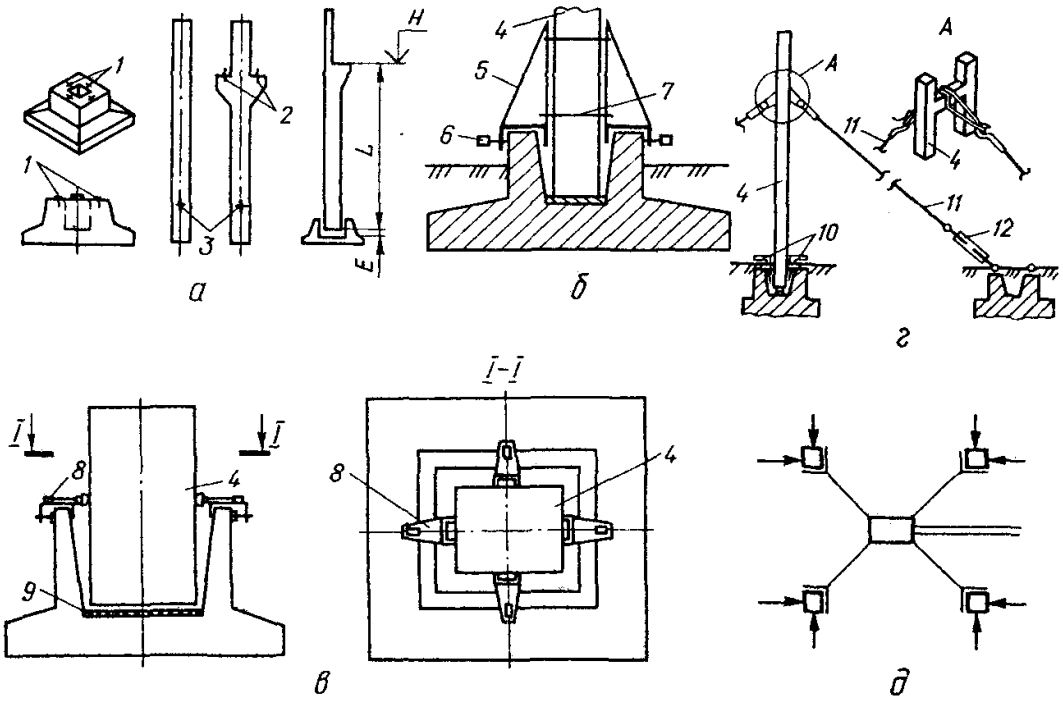


Рис. 3.3. -Тимчасове закріплення колон:

а - орієнтири для точного установлення колон; *б* - універсальний кондуктор; *в* - тимчасове закріплення колон за допомогою роздільного кондуктора; *г* - закріплення колон клинами і розчалками; *д* - закріплення груповим кондуктором; *1* - риски на стакані фундаменту; *2*— осі підкранових балок; *3* - риски на колоні; *4*- колона; *5* - піврама кондуктора; *6*- затискний гвинт; *7* - стяжний болт; *8* - закріпне обладнання; *9*- підлива цементного розчину; *10*- клин; *11* -розчалка; *12*- стяжна муфта

Для закріплення колон з шириною грані до 400 мм ставлять по одному клину з кожного боку колони, при більшій ширині — по два. Між гранями колони і стінками фундаменту залишають проміжок не менше ніж 2 - 3 см для заповнення стику бетонною сумішшю. Для вивірення і тимчасового закріплення колон ефективні клинові вкладки і розсувні клини — це скорочує тривалість установлення колон і роботи крана приблизно на 15 %, зменшує витрати сталі й підвищує точність монтажу. Під час вивірення і тимчасового закріплення важких колон 12 - 18 м заввишки для забезпечення стійкості їх крім клинів додатково застосовують розчалки або жорсткі підкоси.

Для тимчасового закріплення колон також застосовують кондуктори різних типів (роздільні, поодинокі, автоматизовані тощо).

Роздільний кондуктор складається з чотирьох вивірювально-закріпних пристосувань і шаблонів для установлення їх. Кондуктор закріплюють в стакані фундаменту за допомогою домкрата з гвинтом, що дає змогу здійснювати переміщення колони і регулювати її положення в плані.

Поодинокі кондуктори можуть вільно спиратися на фундамент і закріплюватися до нього. Кондуктори першого типу не дають змоги переміщати колони в плані; їх використовують тільки для встановлення колон масою до 5 т. Кондуктори, які закріплені на фундаменті, обладнані пристосуванням для вивірення колони у вертикальному і горизонтальному положеннях.

Після тимчасового закріплення стик колони з фундаментом заповнюють цементним розчином або бетонною сумішшю. Знімають засоби тимчасового кріплення після того, як міцність бетону в стиках досягне 70 % проектної міцності.

Монтаж колон одноповерхових будівель виконують переважно самохідними кранами, в окремих випадках — баштовими.

Вибір схеми руху кранів і послідовність монтажу колон залежать від ширини прогону, маси колони і вильоту стріли крана. Найчастіше застосовують поздовжню схему, коли кран рухається вздовж будівлі, монтуючи з однієї стоянки одну або кілька колон. Якщо ширина прогону до 18 м, то організовують рух крана посередині, якщо ширина більша — по краях прогону або зигзагоподібно.

15.2.2. Монтаж підкранових і підкроквяних балок

Перед монтажем підкранових і підкроквяних балок на місці розкладання перевіряють стан конструкцій, правильність установлення закладних деталей, наявність орієнтирних рисок, а також очищають закладні

деталі й опорні частини колон від іржі. Монтаж балок включає операції захоплення, піднімання, встановлення на опори або заведення у стик, вивірення і закріплення. Балки захоплюють двовітковими стропами і траверсами за петлі або тросовими захоплювачами з дистанційним керуванням (рис. 3.4, *а—г*). Способом «в обхват» балки піднімають спеціальним захоплювачем (рис.3.4, *д*). Для піднімання металевих балок застосовують кліщові захоплювачі. До розстропування перевіряють положення балок по поздовжніх осях і позначки верху полиць, вертикальність стінок, відстань між балками, зміщення в стиках. Для встановлення залізобетонних підкранових і підкроквяних балок по поздовжніх осях на опори наносять риски, а на торці балок і верхні закладні планки — риски середини. Збіг усіх рисок забезпечує правильне положення балок. Позначки переносять на верх колони і по них перевіряють нівеліром положення верхніх полиць балок.

Балки встановлюють на консолі, приварені до колон столики або на оголовки колон. Виправляють положення балок після вивірення ломом, домкратом або клином. Для забезпечення правильного положення по висоті застосовують підкладки із сталевого листа, які приварюють до опор. Металеві балки на опорах закріплюють болтами, заклепками і зварюванням.

Зварні стики тимчасово прихвачують. Кількість, розміри і довжину прихваток, що сприймають монтажні навантаження, визначають розрахунком.

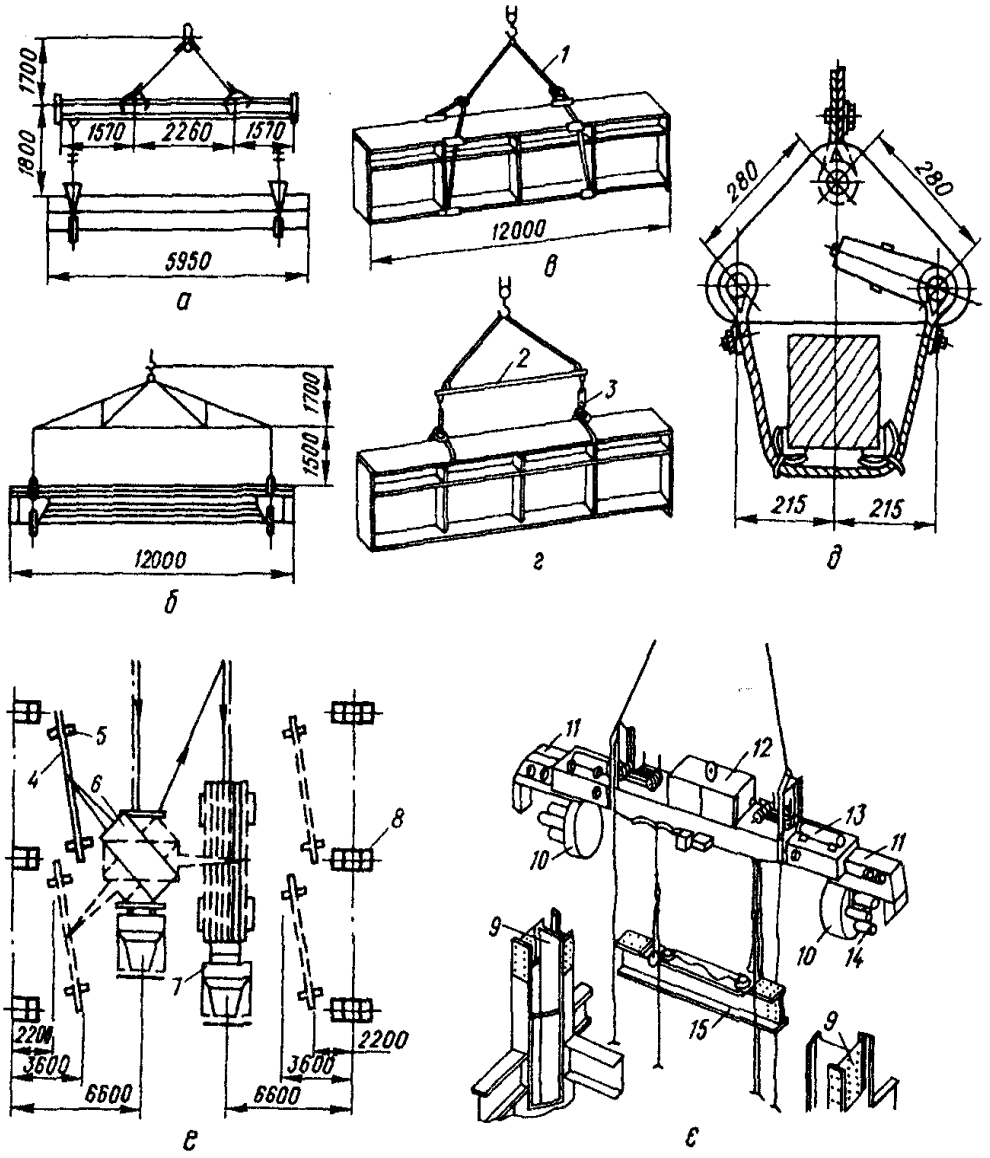


Рис. 3.4. -Монтаж балок:

а — траверса із захоплювачами дистанційного керування для монтажу залізобетонних балок 6 м завдовжки; *б* - те саме, 12 м завдовжки; *в* — зачеплення металевої балки полегшеними стропами; *г* - те саме, кліщовим захоплювачем; *д* — стропування балки «в обхват»; *е* - схема розкладання і монтажу підкранових балок окремими елементами; *є* - підйомник для монтажу сталевих ригелів; *1*— строп; *2*— траверса; *3* — кліщовий захоплювач; *4* — підкранова балка; *5*- дерев'яна підкладка; *6*- кран; *7* - балковоз; *8*- залізобетонна колона; *9* - металева колона; *10* - затискач; *11* — регулювальні балки; *12* - насосна станція; *13* - гідроциліндр піднімання-опускання ригеля; *14* - центрувальні ролики; *15* - ригель

Монтаж важких (масою до 100 т) підкранових металевих балок виконують з окремих монтажних блоків з улаштуванням тимчасових опор у місцях стикування. Після встановлення блоків їх з'єднують між собою зварюванням.

Для монтажу підкранових і підкроквяних балок застосовують звичайно самохідні стрілові крани, а в окремих випадках — баштові.

У прогонах до 18 м завширшки крани переміщують посередині, монтуючи балки одночасно по двох осях, у ширших прогонах рух кранів організовують по краю прогону.

Для монтажу балок і ригелів монтажники використовують навісні, переставні й пересувні риштування. Піднімання на риштування виконують за допомогою навішених на колони монтажних драбин.

15.2.3. Монтаж ферм і балок

онтаж ферм і балок покриття виконують з попереднім розкладанням у прогоні будівлі або з транспортних засобів (рис. 3.5, *ж).*Ферми до 24 м завдовжки доставляють у цілому вигляді, 30 м завдовжки і більше — окремими елементами, які укрупнюють на будівельному майданчику на спеціальних стендах. Монтаж ферм і балок допускається тільки після остаточного закріплення всіх розташованих нижче конструкцій.

Підготовка до монтажу ферм і балок полягає в перевірці й очищенні закладних деталей, нанесенні осьових рисок, закріпленні відтяжок, розчалок, розпорок, навісних колисок та іншого монтажного оснащення. Крім того, металеві ферми для забезпечення достатньої стійкості їхніх поясів попередньо підсилюють за допомогою брусів або пластин, які закріплюють до поясів з двох боків болтами або хомутами (рис. 3.5, *д*).

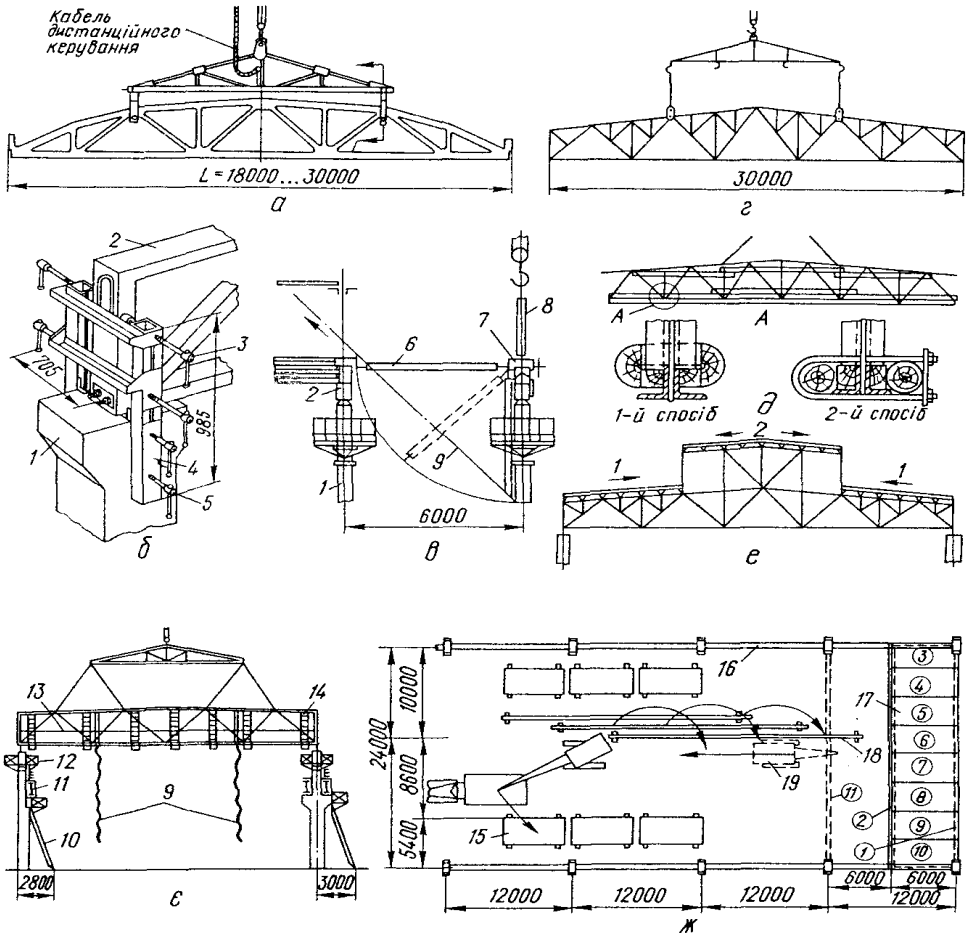


Рис. 3.5. -Монтаж ферм і плит покриття:

а - траверса для піднімання залізобетонних ферм 18...30 м завдовжки із захоплювачами дистанційного керування; *б* - кондуктор для вивірення і тимчасового закріплення ферм і балок покриття; *в* - тимчасове кріплення ферм розпірками; *г* - схема захоплення поодинокої металевої ферми траверсою; *д* - схема підсилення металевих ферм перед монтажем; *е* — послідовність монтажу плит покриття по сталевих фермах; *є* - розміщення риштувань для монтажу конструкцій покриття; *ж* - схема розкладання конструкцій покриття; *1*- колона; *2* - ферма; *3* - регулювальні гвинти; *4* - балка; *5* - затискний гвинт; *6*- інвентарна розпірка; *7* - струбцина; *8* - траверса; *9*- відтяжки; *10* - приставна драбина; *11* - навісна драбина; *12* -підвісні риштування; *13* - страхувальний канат; *14* - навісні колиски; *15* - панелі покриття; *16* - підкроквяні ферми; *17*- змонтована ділянка плит покриття; *18* - кроквяні ферми; *19* - кран. Цифрами у кружечках показано послідовність установлення

плит

Залежно від довжини ферм і балок їх строплять за дві або чотири точки (рис. 3.5, *а, г*) штировими захоплювачами з дистанційним керуванням або «в обхват». Для запобігання розгойдуванню ферм і балок під час піднімання на опори до нижнього пояса кріплять дві відтяжки або гнучкий маніпулятор, який прикріплюється до кінців монтажної траверси і керується кранівником за сигналом монтажника. Ферми і балки після піднімання й орієнтування встановлюють на оголовки колон, вивіряючи їх по рисках розбивних осей. Вертикальність ферм і балок, а також тимчасове розкріплення забезпечують установленням розчалок і розпірок (рис. 3.5, *в).*

Для тимчасового закріплення ***залізобетонних ферм і балок*** застосовують спеціальні кондуктори (рис. 3.5, *б*). Після встановлення на місце ферми і балки вивіряють, у разі потреби виправляють положення їх відносно розбивних осей і позначок опорних вузлів, перевіряють відстань до раніше встановленої ферми чи балки.

Металеві ферми монтують по одній або блоками. При установленні поодиноких ферм монтаж починають із зв'язувальної панелі.

Першу ферму розкріплюють чотирма тимчасовими розчалками і після встановлення другої ферми монтують постійні в'язі. Кожну наступну ферму кріплять до раніше встановленої постійними або тимчасовими в'язями.

Ферми вивіряють відразу після встановлення їх. Позначки опорних вузлів ферм перевіряють нівеліром, вертикальність ферми — виском, прогин їх з площини — дротом, який натягують між двома кінцями ферми, а відстань між верхніми поясами ферм — сталевими стрічками або шаблонами.

До встановлення ферм навішують риштування на змонтовані колони (рис. 3.5, *є*) і на самі ферми вздовж нижнього пояса. Під час роботи на верхньому поясі використовують навісні колиски. До піднімання ферм на кожній з них закріплюють трос для безпечного переміщення монтажників по нижньому поясу. Після вивірення й остаточного закріплення залізобетонних або металевих ферм на них укладають плити покриття.

15.2.4. Монтаж плит покриття

Плити покриття одноповерхових промислових будівель захоплюють багатовітковими стропами або траверсами. Після піднімання і встановлення на місце плити вивіряють по рисках, попередньо нанесених на самі плити і на опорні вузли ферм. Монтаж плит по залізобетонних фермах виконують у першій чарунці прогону послідовно з одного краю прогону до другого, у наступних чарунках — від середини до країв. По безліхтарних металевих фермах плити укладають у кожній чарунці симетрично з обох боків від опорних вузлів до гребеня або від гребеня до опорних вузлів ферм (рис. 3.5, е**).** По фермах з ліхтарями плити слід класти симетрично, спочатку по поясах ферм, а потім по ліхтарю.

15.2.5. Монтаж стінових панелей

Огороджувальні конструкції промислових каркасних будівель — це великі стінові панелі. Зовнішні стінові панелі каркасних будівель встановлюють після монтажу й остаточного закріплення в проектному положенні всіх конструкцій каркаса.

Для організації монтажу зовнішніх стінових панелей одноповерхових промислових будівель стіни ділять на захватки, довжина яких дорівнює одному, двом чи кільком крокам колон. Панелі однієї захватки монтують з однієї стоянки крана на всю висоту будівлі. Якщо крок колон 6 м, за захватку беруть дві чарунки, якщо 12 м — одну (рис.3.6, *а*)**.**

Перед монтажем панелей треба виконати підготовчі процеси: ґрунтування почищених торців, розташованих нижче панелей, холодною мастикою ізол, встановлення маяків-підкладок з армованих цементних плиток, наклейку герметизувальних прокладок і розстилання цементного розчину.

Панелі монтують, як правило, з транспортних засобів, при великих обсягах робіт — з попереднім розкладанням. Панелі 6 м завдовжки стропують за дві, а 12 м завдовжки — за чотири петлі. У проектне положення їх установлюють

самохідними кранами; вивірення і закріплення зварюванням до закладних деталей колон виконують з риштувань — навісних, переставних і рухомих.

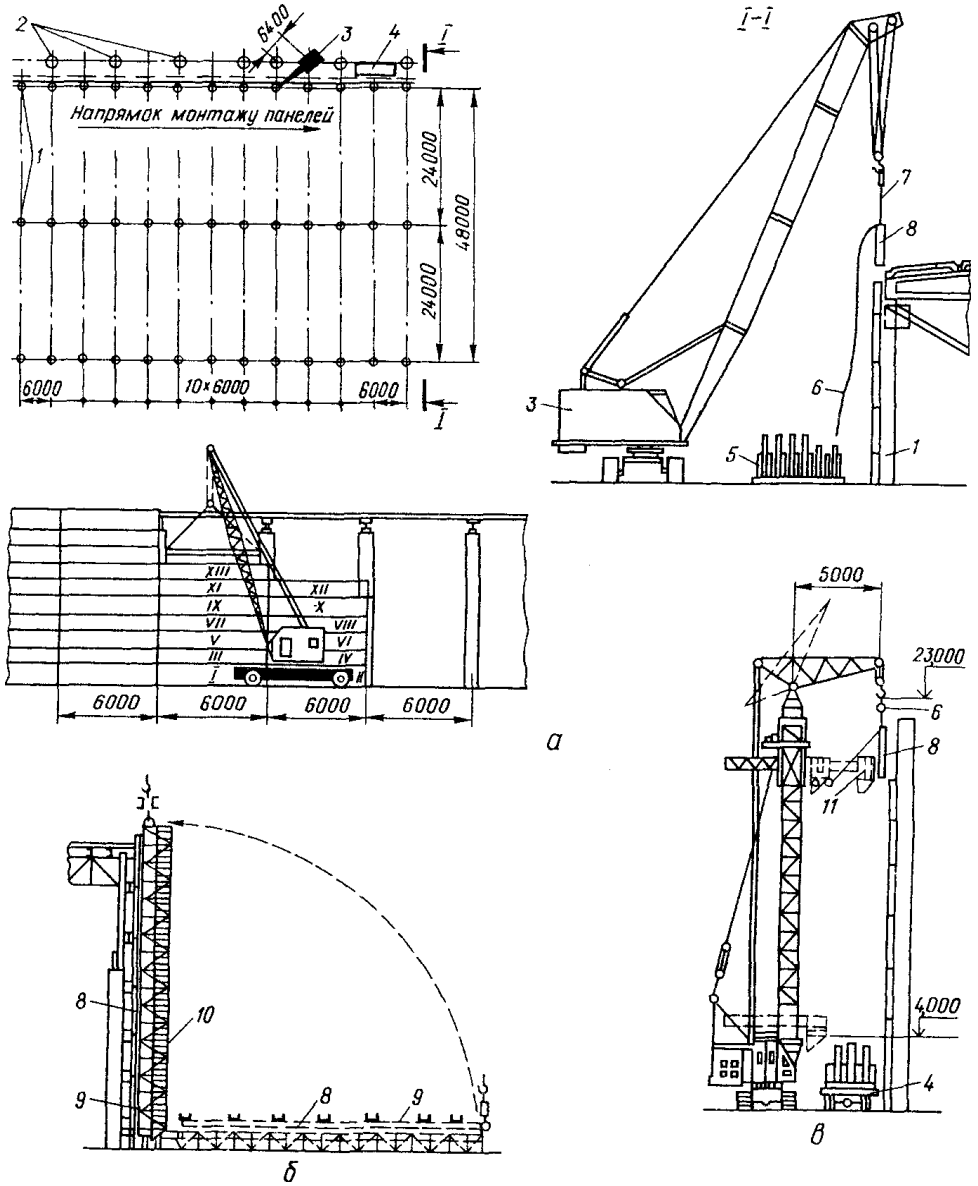


Рис.3.6. -Монтаж стінових панелей: *а* - схема монтажу; *б* - складання та монтаж стінової огорожі великими блоками; *в* - обладнання крана пересувними риштуваннями для монтажу панелей; *1*- колона; *2*- стоянки крана;*3*- кран; *4* - панелевоз; *5* — касета для складування стінових панелей; *6* — відтяжка; *7* - двовітковий строп; *8* - стінова панель; *9* - стояк; *10*- драбина; *11*- висувні підйомні риштування; *I-XIII*- послідовність монтажу

На практиці промислового будівництва широко застосовують монтаж

огороджувальних стінових конструкцій елементами великого розміру вертикальної розрізки по всій висоті будівлі (рис. 3.6, *б*).

Такі панелі укладають горизонтально в спеціальний кондуктор і разом з ним установлюють краном у проектне положення. Після вивірення і закріплення панелі кондуктор знімають. Горизонтальні й вертикальні стики панелей зашпаровують пороізолом і самоклеїльною стрічкою «герлен», а з внутрішньої сторони розшивають цементно-піщаним розчином. Застосування стінових панелей великого розміру дає змогу зменшити кількість монтажних елементів у 3-6 разів, довжину стиків між панелями — у 4 рази, зменшити витрати сталі на 10-18**%.**

Питання для самоперевірки

1.Назвіть основну монтажну операцію.

2.Дайте визначення терміну «метод монтажу».

3.Наведіть класифікаційні ознаки методів монтажу.

4.Як поділяються методи монтажу залежно від обмежень, що накладаються на операції переміщення конструкцій у просторі?

5.Як розрізнюються методи монтажу залежно від ступеня укрупнення конструкцій?

6.Як визначаються методи монтажу залежно від послідовності встановлення конструкцій у проектне положення?

7.Як поділяються методи монтажу залежно від напрямку розвитку монтажного процесу?

8.Дайте визначення методам нарощування та підрощування будівельних конструкцій.

9.Назвіть переваги та недоліки диференціального методу монтажу.

10. Назвіть переваги та недоліки комплексного методу монтажу.

11. Назвіть методи вільного піднімання конструкцій.

12. Назвіть методи примусового піднімання конструкцій.

13. Назвіть прийоми монтажної операції піднімання.

14. Який метод залежно від послідовності встановлення конструкцій у проектне положення найчастіше вживається для монтажу одноповерхових промислових будівель?

15. Який метод залежно від напрямку розвитку монтажного процесу найчастіше вживається для монтажу одноповерхових промислових будівель?

16. Як здійснюється підготовка колон під монтаж?

17. Які операції включає процес монтажу колон?

18. Якими методами здійснюється піднімання колон?

19. 19. Які засоби застосовуються для тимчасового закріплення колон у стаканах фундаментів?

20. Як перевіряється вертикальність установлення колони у стакані фундаменту?

21. Які пристрої додатково використовуються при вивірянні і тимчасовому закріпленні важких колон 12 - 18 м заввишки?

22. Які крани переважно використовуються для монтажу колон одноповерхових промислових будівель?

23. Як здійснюється постійне закріплення колон у стакані фундаменту?

24. Коли знімаються засоби тимчасового закріплення колон у стакані фундаменту?

25. Які стропувальні пристрої використовуються для монтажу колон одноповерхових промислових будівель?

26. Від чого залежать схеми руху і послідовність монтажу колон?

27. Коли допускається монтаж ферм і балок одноповерхових промислових будівель?

28. У чому полягає підготовка до монтажу ферм і балок?

29. Від чого залежить послідовність монтажу плит покриття?

30. Які підготовчі процеси треба виконати перед монтажем стінових панелей?

ТЕМА № 16

16.1. Зведення багатоповерхових каркасних будівель

16. 2. Монтаж великопанельних безкаркасних будівель

16. 3. Монтаж будівель з великих блоків

16.4. Монтаж будівель з об'ємних блоків

16. 5. Зведення баштових споруд

16. 6. Зведення просторових будівель і споруд

16.7 . Зведення висотних будівель спеціальними методами

16.1. Зведення багатоповерхових каркасних будівель

Багатоповерхові будівлі зводять заввишки 3–12 поверхів, завширшки 12 – 42 м, завдовжки 100–300 м при масі залізобетонних конструкцій не більше 8–10 т (найчастіше 5–6 т). Будівля складається з уніфікованих типових секцій, розділених між собою температурними швами.

Як і одноповерхові, багатоповерхові будівлі зводять у кілька стадій, а саме:

1) спорудження підземних конструкцій;
2) зведення наземних конструкцій;
3) влаштування покрівлі;
4) опоряджувальні роботи та монтаж технологічного обладнання.

Робити 1 і 3 стадій (підземної частини будинку і покрівлі) виконують за горизонтальною схемою, а 2 - горизонтально-висхідною схемою. Роботи 4 стадії (післямонтажні роботи) можна виконувати за вертикально-низхідною схемою після влаштування покрівлі. Така послідовність найбільш поширена на будівництві. Щоб прискорити темпи будівельних робіт в багатоповерхових будинках (вище чотирьох поверхів), роботи 4 стадії (опоряджувальні та інші післямонтажні роботи) виконують за вертикально-висхідною схемою і суміщають з основними роботами, пов'язаними із зведенням наземної частини під захистом двох перекриттів на різних дільницях у плані.

Основними елементами багатоповерхових промислових будівель є колони, ригелі, плити і стінові панелі. Колони заввишки на один-два поверхи нарощують із застосуванням жорсткого стику на електрозварюванні. Випуски робочої арматури колон зварюють з використанням ванної зварки під флюсом. Жорсткий стик на відміну від шарнірного сприймає не тільки осеву силу, а й значні згинальні моменти. Стики зварюють після тимчасового закріплення колон поодинокими, груповими кондукторами або комплектами групових кондукторів у вигляді рамно-шарнірних індикаторів (РШІ).

Найбільш поширена горизонтальна схема монтажу каркасу, при якій будинок розчленовують на монтажні дільниці і в їх межах зводять об'єкт ярусами в один-два поверхи залежно від розрізки колон. При цьому монтажні (баштові) крани розміщують з одного або з двох боків об'єкта. Ярус, розташований вище, зводять після закріплення усіх збірних елементів нижнього ярусу. Замоноличування стиків потрібно вести безпосередньо за монтажем.

Вертикальна схема монтажу каркасу передбачає зведення будинку на всю висоту окремими відсіками. Розмір їх по довжині об'єкта визначають проектом виконання робіт (або технологічною картою) з урахуванням забезпечення стійкості конструкцій та безпеки робіт. У цьому разі монтажні крани можна розташовувати не тільки за межами будинку, а і в середині площі його забудови за умови, коли під будинком немає суцільного підвалу. Замість двох баштових кранів може бути використаний один баштовий або стріловий кран. Якщо колони першого поверху закріплюють у стаканах фундаментів, то елементи другого ярусу можна ставити тільки після замонолічування стиків колон і досягнення в них проектної міцності. В зв'язку з цим для забезпечення безперервності процесу монтажу (потоковості) у суміжному відсіку треба мати резервну захватку.

При вертикальній схемі монтажу каркасу доцільно прийняти східчасту послідовність установлення конструкцій. Це дає можливість краще використовувати стріловий кран при подаванні конструкцій верхнього ярусу.

Таким чином, залежно від розмірів для зведення багатоповерхових будівель застосовують баштові чи самохідні крани, які можуть бути розміщені з одного боку будівлі, з двох боків або встановлені посередині. У плані будівлі розбивають на зони дії кранів, а зони, в свою чергу, - на дільниці для можливого суміщення робіт.

У всіх схемах організації монтажу послідовність встановлення конструкцій повинна бути такою, при якій забезпечуватиметься стійкість будівлі, виконуватимуться вимоги техніки безпеки, а монтаж буде найекономічнішим. Особливу увагу слід приділяти своєчасному (першочерговому) монтажу діафрагм жорсткості та зв'язкових панелей.

Залізобетонний каркас багатоповерхових будинків дає змогу здійснювати монтаж конструкцій наземної частини об'єкта диференціальним, комплексним або комбінованим методами.

При диференціальному методі в межах захватки послідовно встановлюють окремі елементи кожного поверху: колони, ригелі, плити перекриття. При комплексному методі елементи встановлюють у межах однієї чарунки, в складі не менше чотирьох колон, монтуючи всі конструкції ярусу. Ярус - це висотна розрізка. При комбінованому методі поверх (або ярус із двох поверхів) монтують двома комплектами. Якщо ярус складається з одноповерхових колон, то в перший комплект входять колони, а в другий - ригелі та плити перекриття. При двоповерхових колонах в першому комплекті є колони, ригелі та міжколонні (розпірні) плити нижнього поверху, а у другому - плити нижнього поверху, ригелі та плити верхнього поверху. В усіх випадках панелі стін монтують окремим потоком після монтажу всіх елементів ярусу на монтажній дільниці.

16.1.1. Монтаж колон багатоповерхових будівель

У багатоповерхових будівлях застосовують колони одно-, дво- та триповерхові. Колони першого ярусу в стакані фундаментів установлюють, як і колони одноповерхових будівель.

Під час підготовки до монтажу наносять риски установлюючих осей на верхні грані фундаментів та бічні грані колон. На дно стаканів фундаментів укладають армобетоні підкладки чи шар жорсткого бетону.

Для піднімання колон застосовують універсальні стропи, захвати та спеціальні траверси. Після піднімання та встановлення колони на місце, не знімаючи її з гака крана, виконують вивіряння її положення, суміщаючи осьові риски на колоні та верхніх гранях фундаменту.

Вертикальність колон перевіряють двома теодолітами, встановленими у взаємно перпендикулярних напрямках. Простежуючи в трубу кожного з теодолітів положення низу і верху осьових ліній, нанесених на грані колони, встановлюють, чи не відхилена вона від вертикалі у двох площинах. Відмітки опорних площин колон – підкранових і підфермових – контролюють нівелюванням.

Також для закріплення колон у фундаментах застосовують інвентарні кондуктори, а для виправлення положення колон у плані – спеціальні легкі домкрати.

Колони верхніх ярусів установлюють на оголовки нижніх. Для зручності виконання монтажних робіт у процесі проектування місця зварювання монтажних з'єднань розташовують вище рівня міжповерхових перекриттів на 0,5-1м.

Встановлення, вивіряння та тимчасове закріплення виконують за рисками із зварюванням деталей стикових з'єднань у обсязі, достатньому для забезпечення стійкості колони після її розстропування. Крім того, застосовують поодинокі чи групові кондуктори на чотири колони (рис. 4.1.).

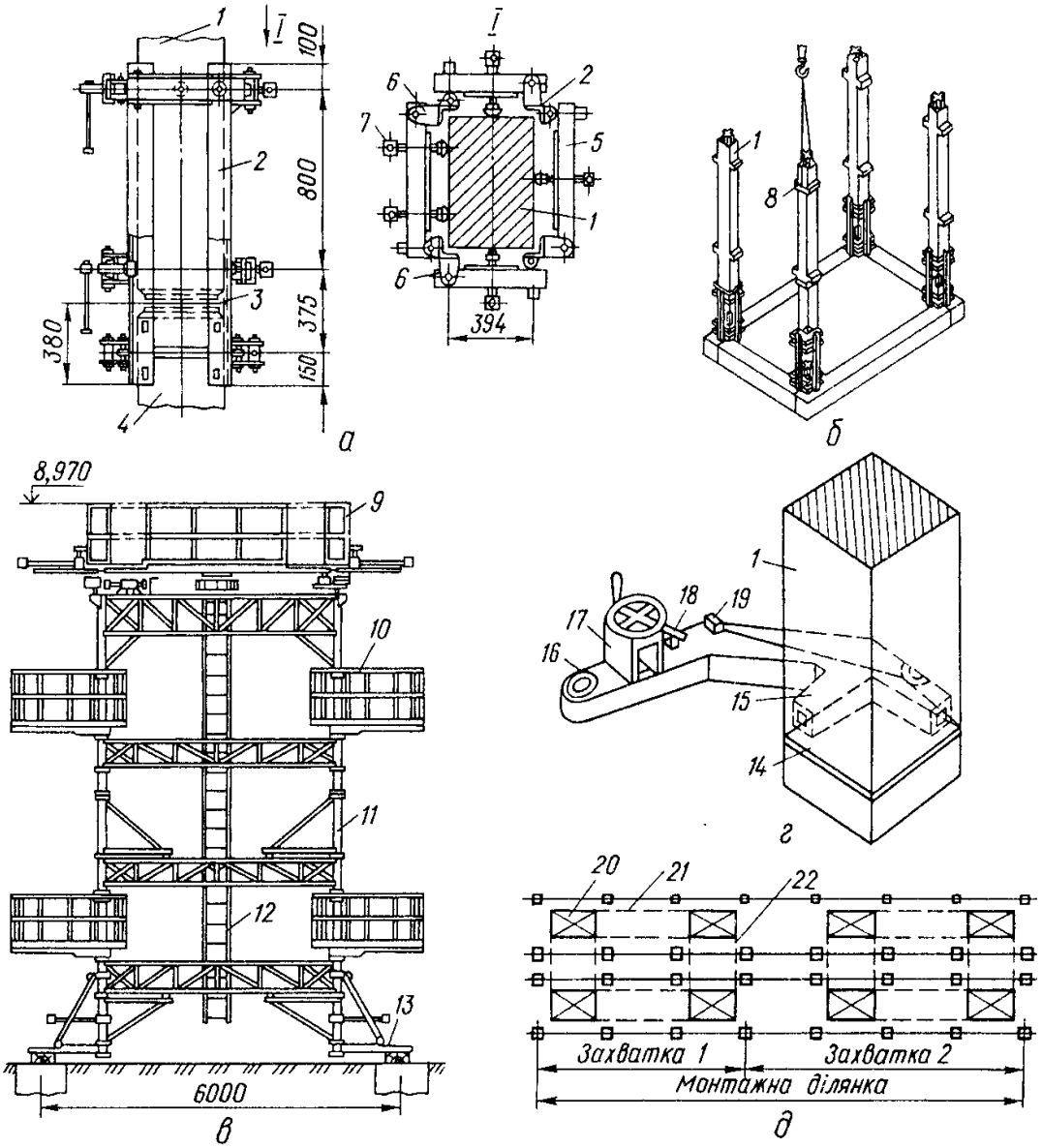


Рис.4.1. - Тимчасове закріплення колон багатоповерхових каркасних будинків: *а* — поодинокий кондуктор; *б* — схема установлення колон; *в* — рамно-шарнірний індикатор (РШІ); *г* — кріплення колон у поворотному хомуті РШІ; *д* — схема переставляння РШІ; *1* — колона; *2* — кутовий стояк; *3*— стик колон; *4* — раніше поставлена колона; 5 — балочка; *6, 16* — шарніри; *7* — регулювальний гвинт; *8* — захоплювач; *9* — огорожа; *10* — поворотна колиска; *11* — стояк риштувань; *12* — драбина; *13* — опорна лапа; *14* — трос; *15* — поворотний хомут; *17* — натяжний пристрій; *18* — фіксатор; *19* — замок кріплення; *20* — кондуктор на чотири колони; *21* — поздовжня тяга; *22* — поперечна тяга.

Поодинокий кондуктор (рис.4.1, *а, б)* — найпростіше обладнання для монтажу колон багатоповерхового каркасу (незалежно від членування за висотою). Використовують різні типи таких кондукторів. Це просторові конструкції з трьома рядами обойм (хомутів). Їх закріплюють на оголовках колон попереднього ярусу, які виступають над перекриттям, нижніми хомутами з регулювальними гвинтами, а верхніми хомутами тимчасово закріплюють і вивіряють колону, що встановлюють в проектне положення. Після остаточного закріплення колони поодинокий кондуктор знімають і переставляють краном на нове місце. Зводять конструкції з застосовуванням одиночних кондукторів поповерхово, дотримуючи визначеної технологічною картою послідовності. Для забезпечення стійкості та просторової жорсткості каркасу в процесі зведення потрібно здійснювати монтаж комплектом не менше 12 кондукторів. Це також необхідно для створення фронту робіт при виконанні наступних процесів.

Груповий кондуктор на чотири колони ставлять і закріплюють хомутами до оголовків раніше встановлених колон. Кожну колону встановлюють, закріплюють і вивіряють подібно поодиноким кондукторам. Після остаточного закріплення колон кондуктор знімають і за допомогою лебідки перекочують по рейках на нову ділянку монтажу.

У разі значних обсягів робіт, пов'язаних з монтажем конструкцій багатоповерхових будівель, рекомендується застосовувати рамно-шарнірні індикатори (РШІ).

Рамно-шарнірний індикатор — це просторова конструкція, яка складається з жорсткого каркасу**,** регульованої шарнірно-індикаторної рами, що плаває із змонтованими в ній поворотними і відкидними обоймами для тимчасового закріплення і вивірення колон, кільцевих помостів і поворотних колисок на рівні нижнього і верхнього поверхів ярусу колони (рис. 4.1, *в*). Просторовий каркас РШІ опирається на перекриття або на верхні обрізи фундаментів (при монтажі колон першого ярусу). Поздовжніми і поперечними тягами фіксують взаємне положення комплекту із чотирьох РШІ в плані.

Плаваюча рама ─ основний робочий орган РШІ. Завдяки їй індикатор можна встановлювати з відхиленням у плані до 100-200 мм від проектного положення, а потім вивіряти і фіксувати тільки індикаторну раму.

Існуючі типи РШІ дають змогу зводити каркаси з чарунками колон 6х6 і двоповерховим розчленуванням їх. Комплект монтажного оснащення включає не менше чотирьох РШІ, кожний з яких має свій порядковий номер, що визначає розміщення в плані. Встановлюють і переставляють їх на нову позицію монтажним краном у визначеній технологічною картою послідовності.

Перед установленням РШІ мають бути повністю змонтовані й остаточно закріплені всі конструкції розташованного нижче ярусу, перенесені основні розбивні осі на оголовки колон або перекриття, вивіренний монтажний горизонт і складена виконавча геодезична схема, а також оформлений акт приймання змонтованних конструкцій.

У процесі установлення РШІ вивіряють положення бази кондукторів відносно рисок осей, а рами ─ відносно поздовжніх і поперечних осей будівлі.

Після встановлення, закріплення і вивіряння РШІ переходять до монтажу колон. Їх положення в плані і на вертикалі фіксують з необхідною точністю поворотними і відкидними хомутами регульованої рами (рис. 4.1, *г*). При встановленні колону підводять краном до кутових упорів РШІ і плавно опускають на оголовок колони нижнього ярусу. Низ колони, поставлений на оголовок колони нижнього ярусу, або фундамент вивіряють за рисками. Верх колони приводять у проектне положення і тимчасово закріплюють за допомогою натяжного пристрою, притискуючи грані колони до фіксуючих граней кутового упора регульованої рами. Після тимчасового закріплення зварюють стики. Для зручності роботи монтажників на просторових риштуваннях РШІ змонтовані поворотні колиски.

Каркас із застосуванням РШІ збирають комплексним методом, зводячи з однієї стоянки всі елементи ярусу заввишки у два поверхи, в такій послідовності:

1) встановлюють і зварюють між собою за висотою колони;

2) встановлюють і прикріплюють до колон діафрагми жорсткості (або сталеві в'язи);

3) укладають і приварюють до колон ригелі першого, потім другого поверху;

4) укладають і зварюють між собою міжколонні плити першого, потім другого поверху;

5) встановлюють збірні перегородки на першому поверсі в прольотах між РШІ;

6) укладають в прольотах між РШІ плити перекриття першого поверху;

7) встановлюють збірні перегородки на другому поверсі в прольотах між РШІ;

8) укладають в прольотах між РШІ плити перекриття другого поверху ;

9) переставляють на наступну позицію РШІ, а в звільнених чарунках монтують елементи, яких не вистачає (плити першого і другого поверхів);

10) після монтажу елементів каркасу монтують елементи сходової клітки.

Переставляти РШІ на нову позіцію (рис. 4.1, *д*) можна тільки після закінчення всіх зварювальних робіт, що передбачені проектом. При цьому їхнє положення в плані визначають за допомогою поздовжніх і поперечних тяг.

Під час монтажу одноповерхових колон використовують групові кондуктори спрощеної конструкції, в яких на стояках каркасу закріплені два ряди хомутів. Нижній ряд призначений для вивіряння і тимчасового закріплення низу встановлюваної колони, а верхній - відповідно для верха колони. Кондуктор закріплюють на оголовках колон нижнього ярусу. Після остаточного закріплення колон кондуктор знімають і за допомогою лебідки перекочують по рейках на нову ділянку монтажу.

Для забезпечення безперервного потоку робіт треба мати не менше чотирьох кондукторів, сполучених між собою тягами. В цьому разі монтаж каркасу здійснюють у такій же послідовності, як і при використанні РШІ.

16.1.2. Монтаж ригелів багатоповерхових будівель

Для монтажу ригелів застосовують тросові стропи є місцевим або дистанційним розстропуванням подібно до залізобетонних балок. Ці елементи укладають на консолі або приварені до колон столики. Монтаж ведуть з дотриманням суміщення осьових рисок та однакового зазору між торцями ригелів і гранями колон. Ретельне виконання цих умов дає змогу за один раз укласти ригель в проектне положення. Стики зварюють одразу після укладання ригелів.

Під час монтажу ригелів монтажники використовують навісні, переставні та пересувні риштування. Піднімання на риштування виконують за допомогою навішених на колони монтажних дробин.

16.1.3. Монтаж плит перекриття і покриття багатоповерхових будівель

У багатоповерхових будівлях плити перекриття і покриття монтують після встановлення колон та ригелів у межах поверху чи захватки. Монтаж починають з установлення розпірних плит, які розташовані між колонами, і приварювання їх до ригелів у чотирьох кутах. Потім монтують послідовно інші (рядові) плити

Для стропування плит застосовують чотиривіткові стропи, балансирні траверси та траверси з гірляндним підвішуванням плит.

Порядок та напрям установлення плит вказують у технологічній карті, що входить до складу проекту виконання робіт на окремий вид робіт ─ зведення каркасу багатоповерхового будинку. Послідовність монтажу повинна забезпечувати стійкість будівлі та можливість вільного доступу для приварювання плит.

16.1.4. Монтаж стінових панелей багатоповерхових будівель

Монтаж стінових панелей багатоповерхових будівель виконують поетапно після зведення і проектного закріплення несівних конструкцій на захватці або будівлі. Їх монтують самостійним потоком після зведення каркасу. Іноді їх монтують в єдиному потоці з каркасом; у цьому випадку монтаж стінових панелей повинен відставати не менше ніж на один ярус (поверх) від монтажу інших елементів каркасу.

Для піднімання та встановлення панелей використовують механізовані траверси або траверси із підтримуючими пристроями. Послідовність установлення панелей залежить від типу збірних елементів, способу їхнього закріплення, використовуваних вантажопідйомних механізмів та монтажного оснащення.

Стінові панелі монтують тими самими кранами, що й каркас. Великі панелі встановлюють у поперечному напрямку, з'єднуючи внутрішню грань з упорною гранню шаблона, в поздовжньому напрямку — по установлювальних рисках, по висоті — по рисках висотних позначок (рис. 4.2, *а, б, в)*.

Панелі, що спираються нижньою гранню на ригель або плиту перекриття, встановлюють по висоті на попередньо вивірені нівеліром підкладки. Монтують і закріплюють панелі з навішених драбин. Вертикальні й горизонтальні шви розшивають з підвісних колисок. Послідовність монтажу навісних панелей залежить від розрізки стін, конструкцій стиків, типу монтажного оснащення тощо. Стріловими кранами панелі стін дворядної розрізки монтують на висоту захватки послідовно на кожній ділянці; баштовими кранами монтаж на захватці виконують поверхово горизонтальними смугами (рис. 4.2, *г, д*).

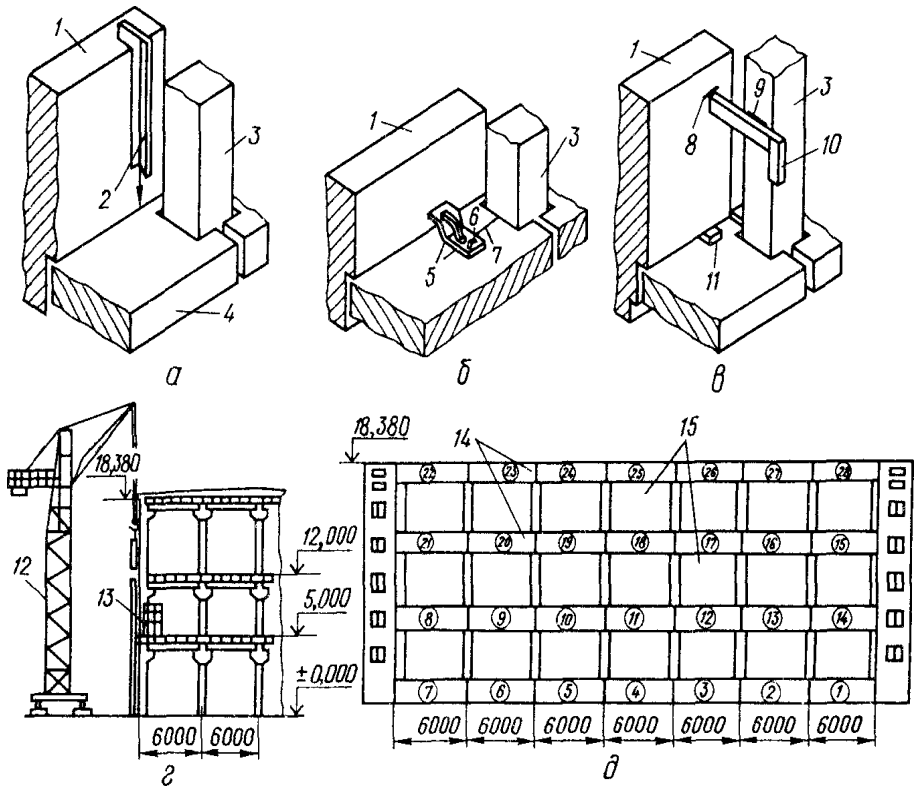


Рис. 4.2. Монтаж навісних панелей:*а* - вивірення панелі по вертикалі за допомогою рейки-виска; *б* - те саме, у поперечному напрямку за допомогою шаблона по розбивній позначці; *в* - те саме, по висоті за допомогою кутового шаблона; *г* -схема монтажу панелей; *д* - послідовність монтажу панелей на захватці; *1*- навісна панель; *2*- рейка-висок; *3* - колона; *4*- плита перекриття; *5* - шаблон; *6*- позначка на шаблоні; *7* - те саме, встановлювальна; *8*- те саме, на панелі; *9* - те саме, на шаблоні; *10* - кутовий шаблон; *11*- підкладка; *12* - баштовий кран; *13*- пересувні телескопічні риштування; *14*- стінові панелі; *15*- стрічкове скління. Цифрами *1-28* у кружечках показано послідовність монтажу панелей

16.2. Монтаж великопанельних безкаркасних будівель

Монтаж стінових панелей великопанельних безкаркасних будівель здійснюють з транспортних засобів за погодинним графіком. Залежно від конструктивних рішень стиків панелей і монтажного оснащення застосовують такі методи монтажу: ***вільний*** — із застосуванням установлювальних рисок і

підкосів; ***фіксований***,або ***обмежено вільний***,— з використанням групового монтажного оснащення і метод ***просторової фіксації*** за допомогою спеціальних замкових пристроїв.

Монтаж стінових панелей починають після розмічання місць установлення панелей на перекритті, ретельної підготовки монтажного горизонту і проводять у певній послідовності (рис.4.3, *а, б, в).*

При вільному монтажі під кожну панель установлюють фіксатори (маяки), між якими укладають шар цементного розчину. Під зовнішні стінові панелі крім розчину укладають ще герметизувальні і теплоізоляційні прокладки. Стропують панелі траверсами за дві або чотири точки.

Тимчасове кріплення окремих панелей у проектному положенні забезпечують за допомогою індивідуального монтажного оснащення у вигляді підкосів зі струбцинами або іншими пристосуваннями (рис. 4.3, *г, д, є).*

Підкоси кріплять до панелей перекриття за монтажні петлі або за допомогою спеціальних захоплюючих пристроїв, які вставляють в отвори панелей перекриття, утворені в процесі виготовлення їх. Внутрішні стінові панелі, що стикуються під прямим кутом, тимчасово кріплять за допомогою кутових в’язей із струбцинами.

Зовнішні стінові панелі вивіряють по зовнішній площині, внутрішні — по одній з площин. Вертикальність установлення панелей перевіряють спеціальною рейкою-виском, установленим на панель з внутрішнього боку.

Для монтажу ***поперечних несівних стін*** застосовують обмежено вільний монтаж з використанням групового монтажного оснащення у вигляді об’ємних кондукторів, жорстко-шарнірних кондукторів або шарнірних в’язей (рис.4.3, *ж*, *з*).

Монтаж починають з установлення і геодезичного вивірення положення кондуктора. Потім ставлять базові панелі з використанням жорстких горизонтальних в’язей (тяг або штанг). За допомогою їх стінові панелі зразу приводять у вертикальне положення без додаткового вивірення. Нижня

частина панелі фіксується за допомогою спеціальних пристроїв.

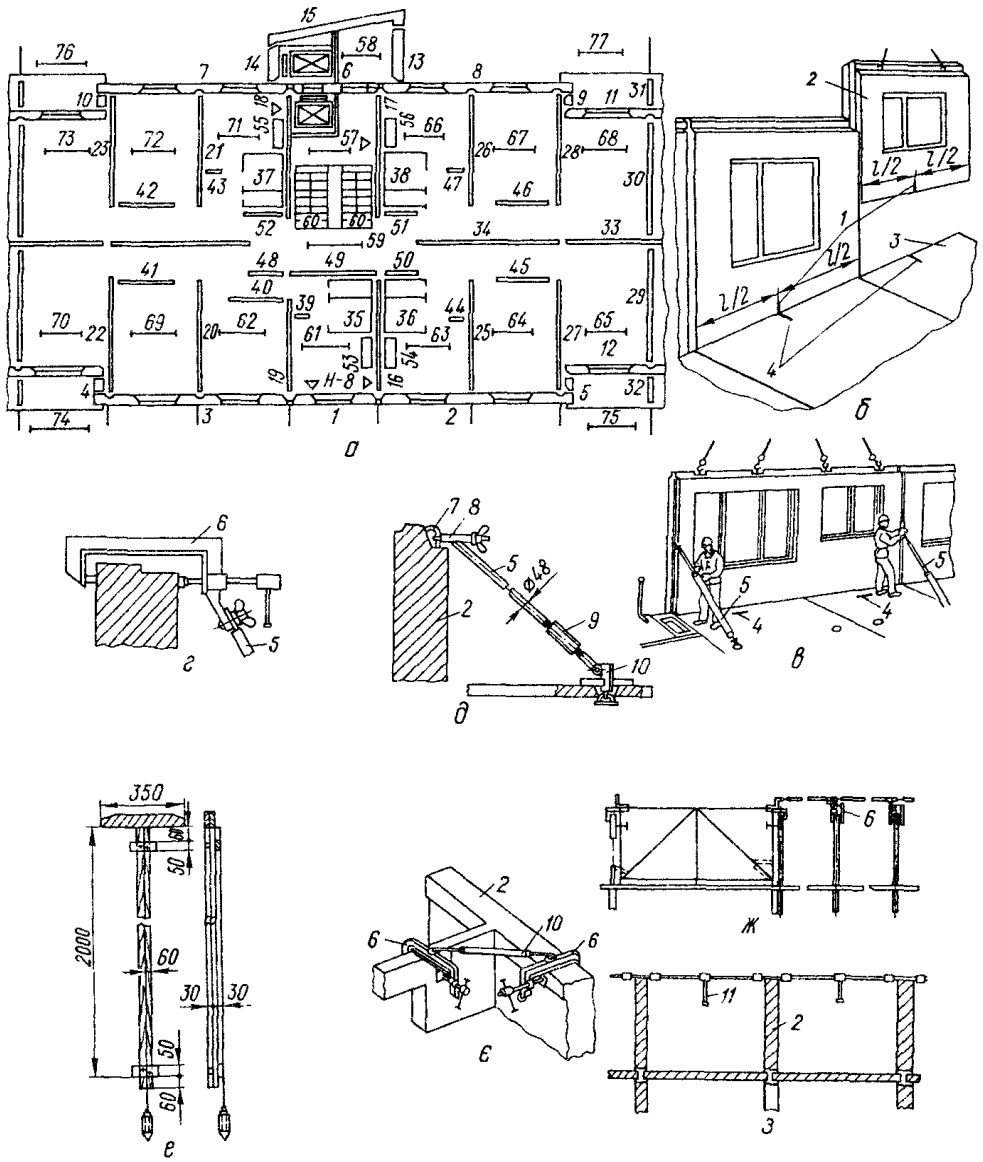


Рис. 4.3. - Монтаж стінових панелей великопанельних будівель: *а* — послідовність установлення панелей у будівлях з поздовжніми несівними стінами;*б,в* — розмічання місць установлення панелей; *г, д, є* — тимчасове закріплення панелей; *е* - рейка-висок; *ж* — схема закріплення поперечних стін до жорстко-шарнірного кондуктора; *з*—фіксування панелей горизонтальними в'язями по верху панелей; *1* — позначки (риски) на стіновій панелі; *2* — стінова панель; *3*— панель перекриття; *4*— позначка на панелі перекриття; *5*— підкіс; *6*— струбцина; *7* — монтажна петля; *8*— верхній захоплювач за петлю; *9* - стяжна муфта; *10* - клиновий захоплювач; *11* — рукоятка

Для підвищення точності монтажу панелей застосовують метод просторової фіксації. Суть методу полягає в тому, що при виготовленні в стиках панелей з високим ступенем точності встановлюють фіксуючі металеві елементи, які утворюють замкові з'єднання. Ці з'єднання є одночасно робочими монтажними в'язями, які дають змогу встановлювати панелі без використання монтажного оснащення.

Послідовність установлення панелей ***поздовжніх несівних стін*** може бути різною і залежить від конструктивних рішень і методів монтажу.

Монтаж зовнішніх стінових панелей починають з установлення панелі сходової клітки по осі найбільш віддаленої від крана. Потім установлюють суміжні панелі по тій самій осі, здійснюючи послідовно монтаж зовнішніх і внутрішніх панелей способом «на кран». Останнім часом широко застосовують метод, за яким монтаж починають з установлення і вивірення у межах захватки ***маякових*** зовнішніх і внутрішніх панелей, що використовують як опорні. Продовжують монтаж за принципом замкнених чарунок, тобто послідовно монтують панелі зовнішніх, внутрішніх поперечних і поздовжніх стін, а також перегородок, сходових площадок і сходів. ***Застосовують й іншу послідовність монтажу стінових панелей.***

Після остаточного вивірення панелей їх закріплюють у проектному положенні зварюванням закладних деталей, арматурних випусків або іншими кріпленнями. Металеві елементи захищають від корозії, а стики між панелями заповнюють бетоном.

Горизонтальні й вертикальні шви між панелями розшивають цементним розчином або спеціальними мастиками.

16.3. Монтаж будівель з великих блоків

Монтаж великих блоків застосовують для зведення підземної і наземної частин будинку. Залежно від матеріалів розрізняють великі блоки

з бетону, цегли, природного каменю (вапняк, черепашник, туф та ін.). За кількістю рядів блоків на одному поверсі стіни будинку зводять з дво-, три- або чотирирядною розрізкою.

Процес монтажу великих блоків складається з таких операцій: розстилання розчину, піднімання й установлення блока на місце, вивірення блока, заповнення вертикальних швів і порожнин між блоками.

Піднімання й установлення блоків залежно від їх типу виконують двовітковими стропами або спеціальними захоплювачами. Розчин подають на місце розкладання ковшем-лопатою і розрівнюють скребками або лінійками. Блоки монтують методом горизонтального і вертикального нарощування за допомогою баштових кранів.

Перед установленням блока на вирівняний шар розчину укладають не менше двох клинів і двох підкладок, які в подальшому використовують для приведення блока в проектне положення.

Правильність опущення блоків на місце контролюють по рисках осей вертикальних швів і монтажному проміжку, утвореному з раніше укладених блоків, а також по шнуру-причалці, натягнутому між маяковими блоками. При плавному витягуванні клинів блок займає вертикальне положення, а товщина вертикальних прокладок забезпечує потрібну товщину горизонтального шва. Забивати клини забороняється, тому що це може призвести до утворення порожнин у горизонтальному шві.

Правильність установлення блоків перевіряють рейкою-виском. Блоки монтують з перев’язуванням швів.

Монтаж блоків зовнішніх стін починають з установлення маякових блоків у кутах і в місцях перетину зовнішніх і внутрішніх стін. Потім за причалкою монтують всі проміжні блоки. Після встановлення простінкових блоків монтують підвіконні блоки, а шви між ними заповнюють вкладками з легкого бетону або дрібнозернистим шлакобетоном; із зовнішнього боку виконують конопачення і замонолічування швів цементним розчином. Блоки перемичок укладають з монтажних столів або риштувань.

16.4. Монтаж будівель з об'ємних блоків

Монтаж об’ємних блоків у житловому будівництві здійснюють у вигляді блок-кімнат, сантехкабін, блоків ліфтових шахт і сходів. За способом опирання розрізняють блоки з лінійним опиранням по контуру і блоки з точковим опиранням по чотирьох кутах. Об’ємні блоки надходять на об’єкт з повного заводською готовністю (вікнами, дверима, сантехнічним обладнанням, трубопроводами і повним опорядженням). На будівельному майданчику тільки монтують блоки і виконують післямонтажні роботи.

Об’ємні блоки — це стійкі монтажні елементи, вони не потребують тимчасового кріплення, їх установлюють на вивірений монтажний горизонт. Точність установлення блоків у поздовжньому напрямку контролюють теодолітом по монтажних рисках (рис. 4.4, *а)*.

Для піднімання блоків застосовують врівноважувальні стропи (рис. 4.4, в) або балансирні траверси. Блок піднімають за два прийоми: спочатку на 30-50 см над поверхнею причепа, потім, після перевірки надійності стропування, на потрібну висоту з відстанню 1,5-2 м від раніше встановленого і повільно опускають на місце, орієнтуючи його в проектне положення. Розстроповування елементів виконують після остаточного вивірення. Металеві закладні частини встановлених і опорних блоків зварюють між собою. Для забезпечення потрібного проміжку між блоками застосовують спеціальні фіксатори (рис.4.4, *б)*.

Монтаж блокових будинків прямокутної форми висотою до п’яти поверхів виконують козловими кранами (рис.4.4, *г*), а більше п’яти і складної в плані конфігурації — баштовими або самохідними стріловими кранами.

Блоки монтують по захватках у певній послідовності, яка залежить від конструктивних рішень і розташування комунікацій у блоці (рис.4.4, *д, е, є)*.

Порожнини між блоками заповнюють звукоізоляційним матеріалом, а шви по фасаду — спеціальними герметиками або мастиками.

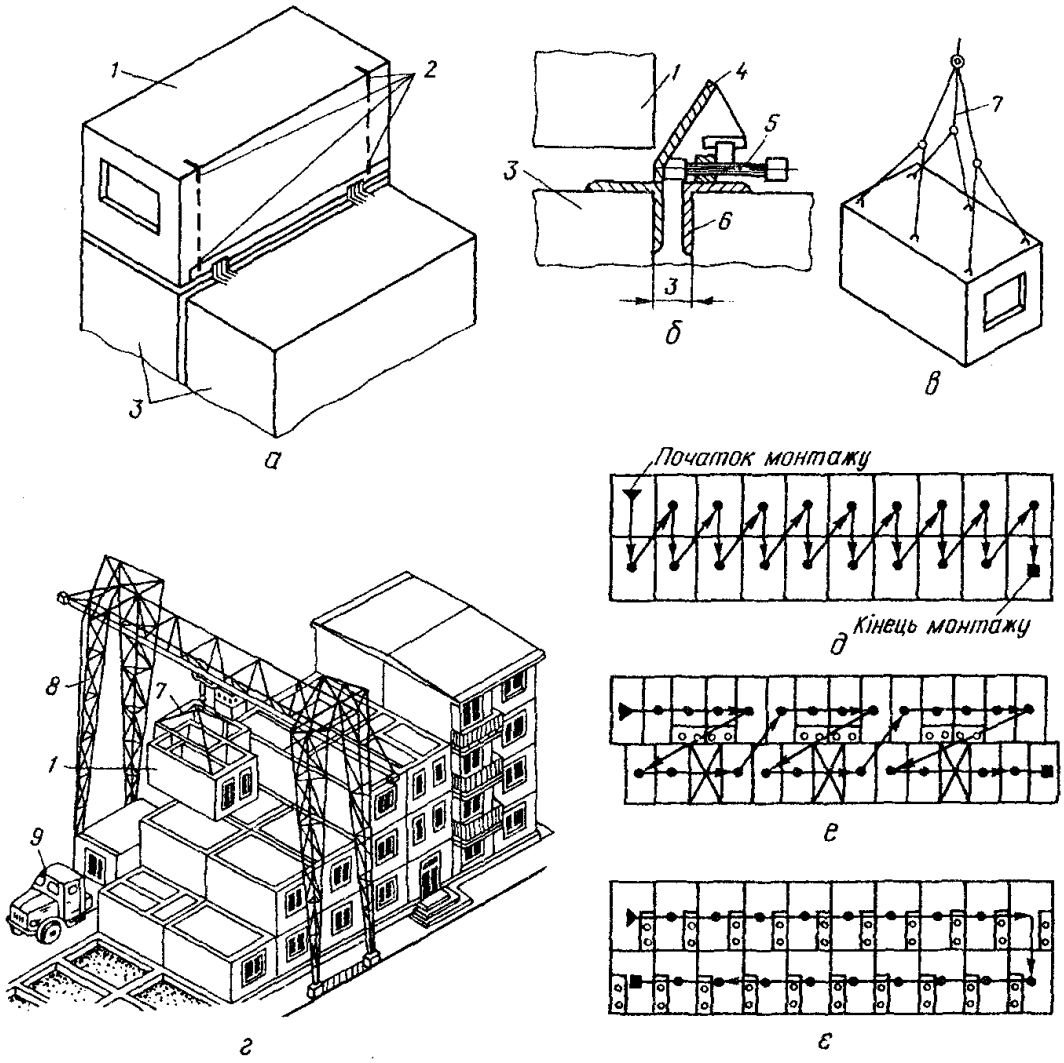


Рис.4.4. - Монтаж об’ємних блоків:

а — монтажні установлювальні риски для орієнтування блока; *б* — фіксатор для установлення блока; *в* — шестивітковий строп для підняття блока; *г* — монтаж блоків козловим краном; *д* — послідовність установлення блоків з розміщеними усередині комунікаціями; *е* — те саме, з комунікаціями, розміщеними на торцевій грані блока; *є* — те саме, із зовнішніми комунікаціями на поздовжній грані блока; *1*— блок, що монтується; *2* — монтажні установлювальні риски; *3* — змонтований блок; *4*— фіксуюча поверхня; *5* — гвинт; *6* — опорний кутик; *7* — балансирна траверса; *8*— козловий кран; *9*— блоковоз

16.5. Зведення баштових споруд

Баштові споруди - це висотні, просторові будови, що відрізняються несуттєвою площею щодо їх висоти. У поперечному перерізі вони можуть мати трикутну, квадратну, шести-, восьмигранну або круглу конфігурацію. В середині баштових споруд можуть влаштовуватися конструкції ліфтових шахт, сходів, технічних пристосувань, технологічного обладнання тощо. Перевагу має трубчасте рішення конструкцій, оскільки коефіцієнт аеродинамічного опору вітру їх менший, ніж інших конструкцій.

Баштові споруди поділяються на два типи:

- ***башти*** - споруди, конструкції яких вільно спираються на фундаменти. їхня стійкість забезпечується закріпленням у фундаменті. Башти ще називають вежами;
- ***щогли*** - споруди, конструкції яких шарнірно спираються на фундаменти, а їхня стійкість забезпечується відтяжками.

До баштових споруд належать антени радіо, телебачення і стільникового зв'язку, димові труби, опори ліній електропередачі та ін.

Технічні особливості баштових споруд:

- невеликі розміри в плані порівняно з їхньою висотою;
- другорядне значення власної маси порівняно з вітровими навантаженнями;
- істотна залежність монтажних робіт від метеорологічних умов (вітру, туману, ожеледі, дощу, низької або високої температури);
- обмежена кількість робочих місць у зоні виконання робіт;
- підвищені вимоги до якості будівельних елементів, конструкцій і будівельно-монтажних робіт;
- невелика трудомісткість робіт з монтажу і, відповідно, мінімальна тривалість зведення;
- підвищені вимоги з безпеки виконання будівельно-монтажних робіт.

При зведенні баштових споруд найбільш поширені такі методи:

- нарощування - традиційне поярусне зведення конструкцій від низу до верху;
- поворот - зведення конструкції на землі в горизонтальному положенні з наступним поворотом навколо шарніра у вертикальне проектне положення;
- підрощування - зведення у вертикальному положенні, починаючи з самих верхніх конструкцій, їх підняття, підведення під них наступних конструкцій до повного зведення всієї конструкції;
- комбінований - поєднання різних методів.

16.5.1. Зведення споруд методом нарощування

Методом нарощування зводиться велика частина баштових споруд різної висоти. Сутність цього методу полягає в поярусному монтажі споруд від нижніх відміток до верхніх з використанням різних монтажних механізмів. При нарощуванні монтаж ведуть до повного зведення споруди або до певних позначок монтажним краном, встановленим на землі, а потім іншим механізмом, встановленим або закріпленим на змонтованих конструкціях. Цей вантажопідйомний механізм послідовно переміщується по змонтованих конструкціях у міру зведення конструкцій і здійснює поелементний монтаж верхніх ярусів.

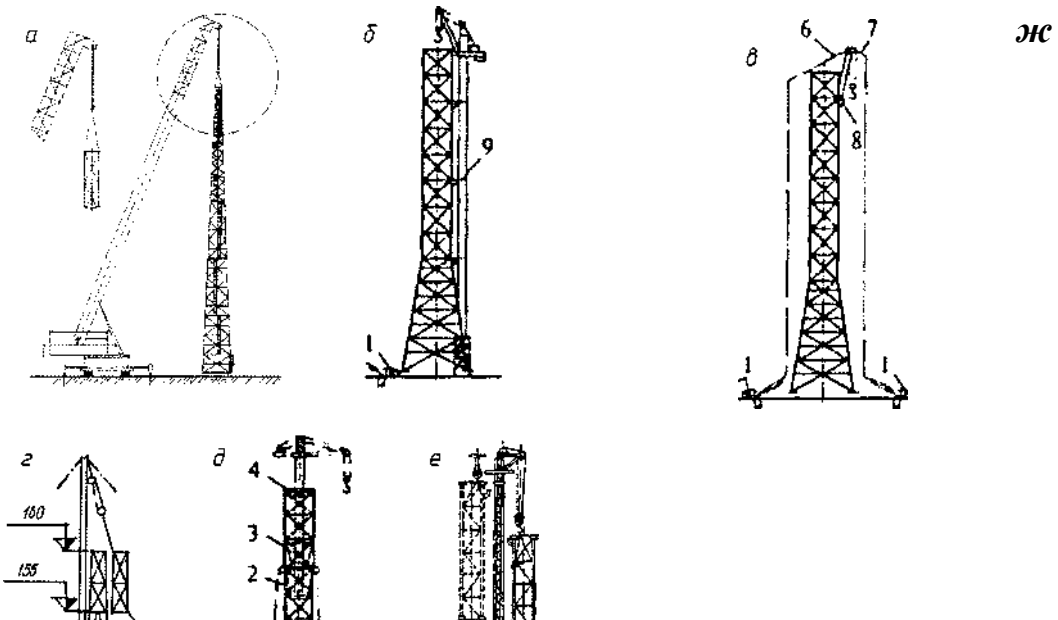
Зведення баштових споруд методом нарощуванням здійснюють за допомогою різних монтажних механізмів (рис. 4.5):

- самохідними стріловими кранами. Кран установлюють безпосередньо біля споруди, що зводиться. Висота монтажу конструкцій споруди обмежується висотою підйому гака крана. Таким методом зводять споруди висотою до 100,0 м;
- баштовими кранами при висоті споруд 100-150 м. При висоті до 50- 70 м кран стоїть на своєму фундаменті, а при більшій висоті стійкість крана забезпечується монтажними діафрагмами, з'єднаними зі спорудою, що зводиться (приставний кран);
- переставним краном типу кран-укосина. Цей кран складається з

стояка, який нижньою і верхньою частинами кріпиться до елементів висотної споруди, і стріли, шарнірно з'єднаної з нижньою частиною стояка, а з верхньою частиною - поліспастом. Вантажопідйомність такого крана може досягати 6,5 т. Недоліки крана-укосини: неможливо монтувати башту просторовими блоками; часті й трудомісткі перестановки механізму по висоті;

- за допомогою монтажної щогли, яка кріпиться уздовж однієї з опор споруди. Після монтажу ярусу споруди щогла переміщується на наступний ярус і кріпиться хомутами до конструкцій башти (щогли);
- універсальними підвісними самопідіймальними кранами. Усі монтажні роботи виконують тільки на висоті, для використання крана потрібно вільний від конструктивних елементів внутрішній простір вежі;
- самопідіймальними (повзучими) кранами, які спираються на вже змонтовані ними конструкції і в міру зведення споруди переміщуються по вертикалі на новоустановлені секції. Кран конструктивно вирішено у вигляді ґратчастого або трубчастого стовбура зі стрілою і обоймою, що пересувається. Вона слугує для закріплення крана в робочому положенні на споруді та для переміщення стовбура крана по вертикалі на наступну стоянку (ярус). Кран переміщується за допомогою спеціальних блоків і лебідок;
- гелікоптерами та дирижаблями.

Монтаж баштових споруд здійснюють окремими елементами або укрупненими блоками, які складають на спеціальному майданчику. Більш раціональним є метод монтажу укрупненими блоками. При цьому укрупненню підлягають не тільки будівельні конструкції споруди, а й технологічне обладнання.



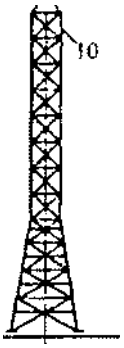


Рис. 4.5. - Схеми монтажу баштових споруд:

а - самохідним стріловим краном; б - баштовим краном; *в* - універсальним підвісним краном-укосиною; *г*- монтажною щоглою; *д* - самопідіймальним краном, із середини споруди; *е* - самопідіймальним (повзучим) краном; *ж* - гелікоптером; *1* - електролебідка з якорем; *2* - тягові поліспасти; *3* - обойма; *4* - монтажна рама;*5* - самохідний кран; *6* - задня тяга; *7* - передня тяга; *8* - опорний столик; *9* - опорні рамки крана; *10* - уловлювачі

Роботи зі зведення баштових споруд починаються тільки після здійснення комплексу підготовчих заходів, які включають:

а) огородження території;

б) влаштування під'їзних шляхів;

в) облаштування будівельного майданчика елементами будівельного господарства (склади, побутові приміщення тощо);

г) облаштування майданчиків укрупненого збирання конструкцій;

д) підведення інженерних комунікацій для потреб будівництва;

е) забезпечення заходів безпечного виконання робіт (покажчики, знаки, заходи пожежної безпеки та охорони праці). Споруду, що зводиться, заземлюють.

Після проведення підготовчих заходів дозволяється приступити до виконання робіт основного періоду зведення споруди:

• насамперед виконується влаштування фундаментів споруди та фундаментів якорів для закріплення монтажних лебідок і закріплення відвідних блоків, тимчасових розчалок, іншого монтажного обладнання. Конструкцію якоря

наведено на рис. 4.6;

- виконуються роботи з влаштування фундаментів споруди;
- здійснюється послідовний монтаж (нарощування) споруди за допомогою прийнятих вантажопідіймальних механізмів.

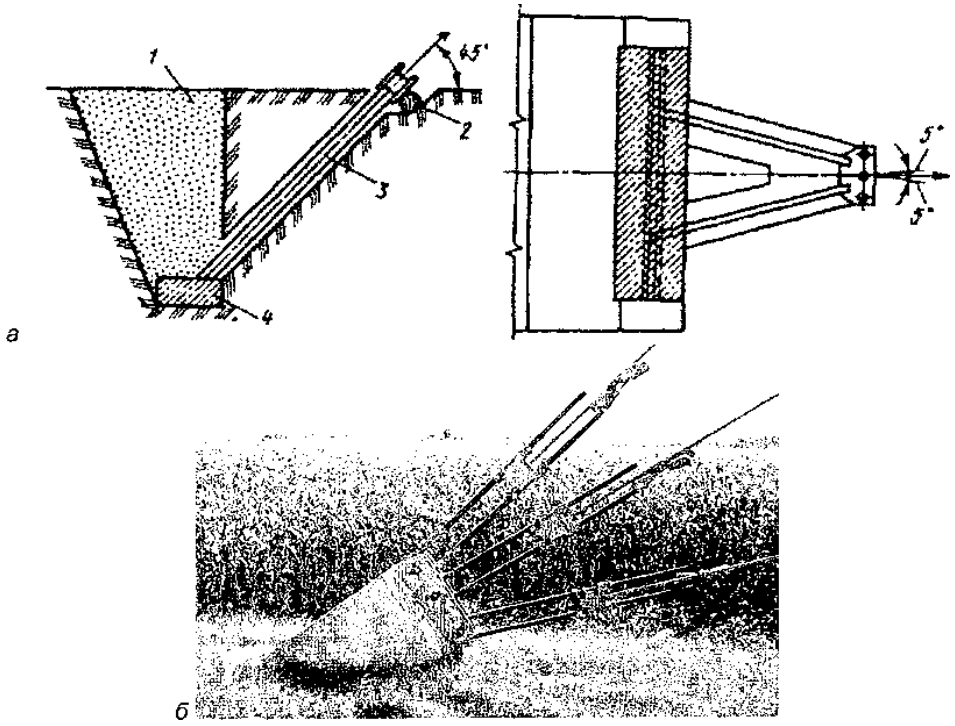


Рис. 4.6. - Приклад конструкції якоря:

а - схема; *б*- вигляд якоря щогли; *1* - утрамбований фунт; *2* - підкладка; 3 - тяга; *4* - залізобетонна закладна балка

Одночасно зі зведенням основних будівельних конструкцій споруди виконується монтаж технологічного обладнання. Монтажний блок складають на майданчику укрупненого складання, оснащують відтяжками і піднімають у проектне положення (рис. 4.7).

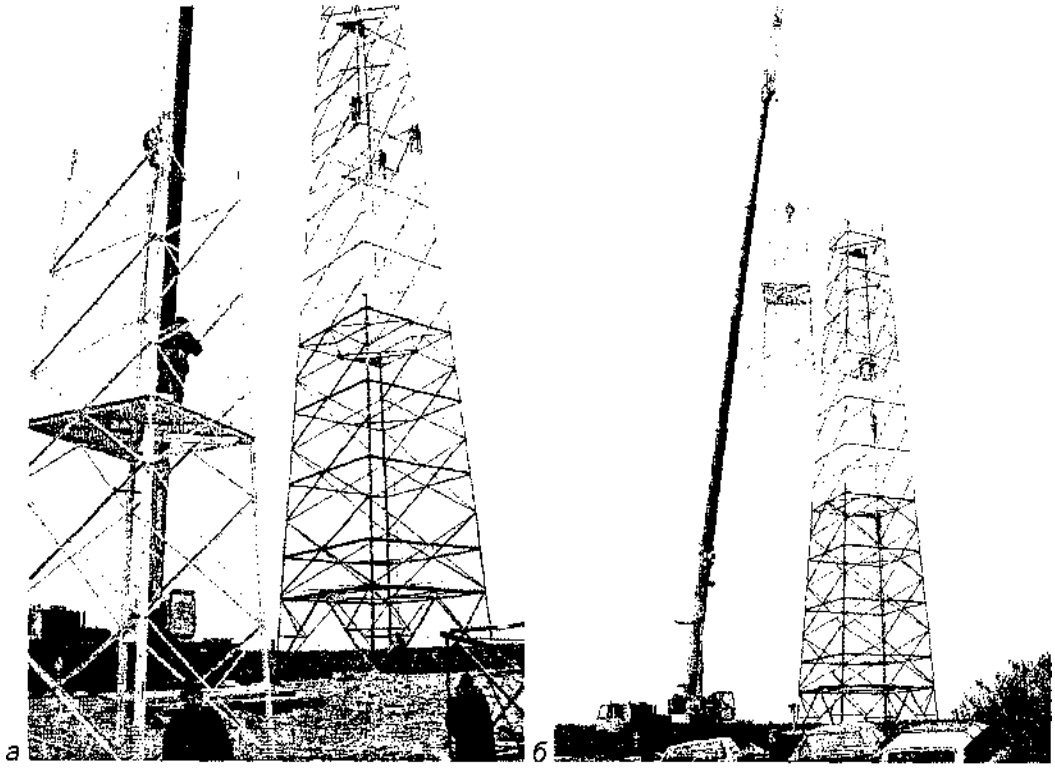


Рис. 4.7. - Зведення башти укрупненими блоками:
а - укрупнене складання блоків; *б* - монтаж конструкцій

У практиці будівництва прийнято, що монтаж башт починають за умови наявності на будівельному майданчику не менше ніж 30% будівельних конструкцій, а щогл - не менше як 50%.

При відносно невеликих розмірах баштових споруд і наявності монтажних механізмів монтаж конструкцій може здійснюватися повністю готовими спорудами. Споруда зводиться в горизонтальному положенні, забезпечується необхідним обладнанням і після цього встановлюється в проектне положення за допомогою одного або двох стрілових кранів (рис. 4.8).

Основний кран піднімає вежу і переводить її у вертикальне положення. Другий кран забезпечує її стійкість.

При монтажі щоглових споруд паралельно з поярусним монтажем конструкцій установлюють відтяжки (рис. 4.8);

- після виконання основних видів монтажних робіт монтажні засоби розбирають.



Рис. 4.8. - Зведення баштових споруд укрупненими елементами:
а - одним краном; *б* - двома кранами

Останнім часом широкого розповсюдження в світі набуло будівництво баштових споруд вітрогенераторів. Зводять їх методом нарощування та монтажу укрупненими чи повністю готовими блоками (рис. 4.9).

Для монтажу конструкцій використовують самохідні пневмоколісні крани. Технологічний процес зведення таких споруд вирізняється ретельною інженерною підготовкою будівельних процесів. Важливим є точний розрахунок вантажопідйомності механізмів, забезпечення просторового положення в процесі піднімання та кріплення.



Рис. 4.10 - Зведення баштових споруд вітрогенераторів

При монтажі баштових конструкцій краном-укосиною або за допомогою монтажної щогли спочатку зводяться нижні яруси баштових споруд, потім на них навішують вантажопідйомні механізми.

При монтажі конструкцій універсальними підвісними самопідіймальними кранами останній розташовують і переміщують у середині башти. Обойму крана підвішують до опор установленої секції башти за допомогою підвісок і розтяжок. Конструкція крана складається з двох консолей на телескопічному стояку, що забезпечує її переміщення в міру зведення башти. Зверху цього крана влаштовано поворотний круг і стояк зі стрілою. Через відвідні ролики проходять канати вантажного і підіймального поліспастів униз на барабани лебідок, установлених на землі.

На рис. 4.10 показано схему установлення підвісного крана для монтажу баштової споруди. Цим способом було змонтовано баштові споруди висотою до 300 м. Нижню частину башти до позначки 68,0 м монтували за допомогою баштового крана. Цим самим краном було змонтовано самопідіймальний кран, яким було завершено остаточний монтаж башти.

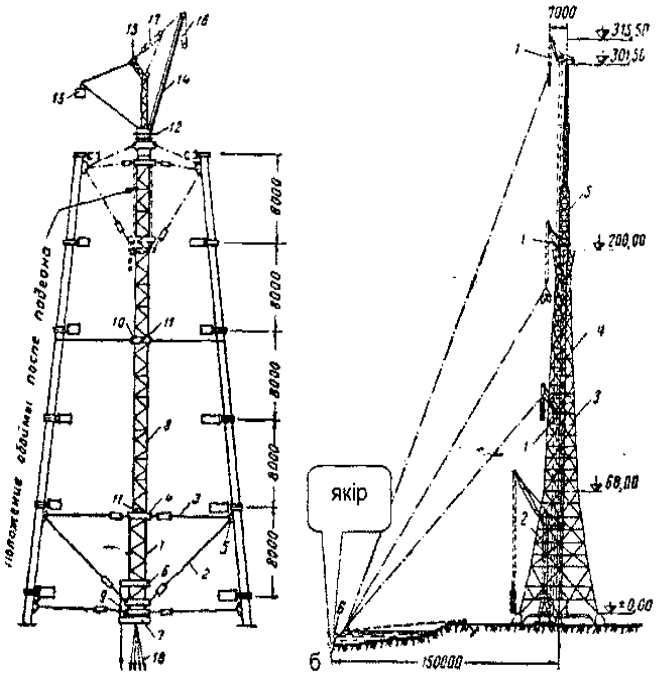


Рис. 4.10. - Зведення башт за допомогою підвісного крана, що розміщений в середині споруди:

а - схема установлення; *б* - приклад практичної реалізації: *1* - обойма крана; *2* - підвіска; *3* - розтяжка; *4* - хомути; *5* - скоба; *6* - консоль обойми; *7* - консоль нижнього кінця щогли; *8* - щогла крану; *9*-поліспаст; *10* - рамка; *11* - штир; *12* - поворотний круг; *13*- оголовок крана; *14* - стріла; *15* - контр вантаж; *16*-вантажний поліспаст; *17*- стрілові поліспасти; *18* - нитки канатів

Монтаж щоглових споруд проводиться методом посекційного нарощування за допомогою самопідіймальних (повзучих) кранів. Такий кран ***складається з обойми та оголовка.*** Обойма ***кріпиться до*** нижнього ***ярусу*** щогли і переміщується в міру зведення споруди. В обоймі розміщений стовбур крана та оголовок зі стрілою. Кран і вантажний гак крана піднімаються електролебідками, розташованими на землі. До лебідок канати проводяться через відвідні ролики в нижній частині крана. Значне поширення в практиці отримав повзучий кран типу ПКТ-6 вантажопідйомністю 6,0 тс. Спочатку зведення щогли передбачає попередній монтаж нижнього ярусу щогли (опорної секції) з подальшим навішуванням повзучого крана (рис. 4.11). Цим краном виконують монтаж

наступних ярусів споруди (рис. 4.12). Підготовлена на землі чергова секція захоплюється за допомогою стропів з траверсою. Робітники розміщуються на спеціально влаштованих майданчиках (балконах), які перевішують у міру зведення щогли. Із нарощування щогли встановлюють постійні відтяжки. Зв'язок між монтажниками, які знаходяться на висоті і на землі, здійснюється по радіотелефону.

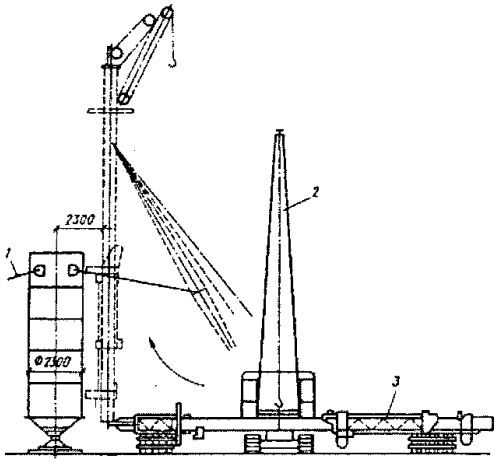


Рис. 4.11. - Схема навішування повзучого крана на секцію трубчастої щогли:

1 - розчалки; *2* - самохідний стріловий кран; *3* - повзучий кран (типу ПКТ-6) перед підніманням

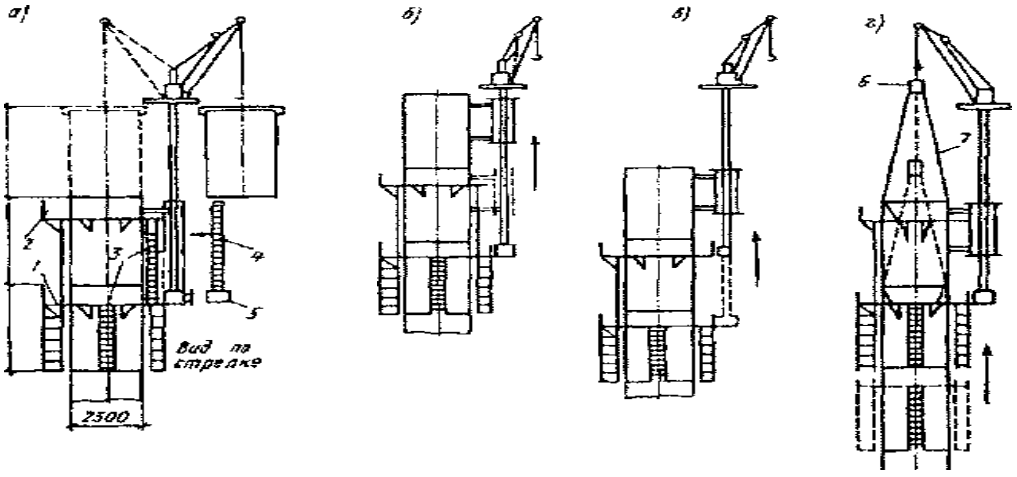


Рис. 4.12. - Схема монтажу трубчастої щогли повзучим краном:

а - установлення секції щогли; *б* - перестановка обойми крана; *в* - перестановка стовбура крана; *г* - перестановка риштування; *1*, *2*, *5*-майданчики; *3*, *4* - сходи; *6* - траверса; *7* - стропи

За аналогічною технологією зводяться щогли ґратчастого типу. Номенклатура повзучих кранів теж може бути досить різноманітною. На рис. 4.13 проілюстровано монтаж щогли. Загальна ефективність і безпека зведення баштових споруд забезпечується раціональною організацією будівельного майданчика. Важливим компонентом є перевірка відповідності елементів та конструкцій, що піднімаються наверх, їхні кріпильні елементи, комплектація та якість. Контроль вертикальності щогли чи башти здійснюється в процесі монтажу кожної секції та натягу відтяжок і остаточно - після демонтажу крана шляхом натягу відтяжок.

Монтаж баштових споруд забороняється при силі вітру понад 6 балів та перших ознаках грози. Конструкція щогли має бути заземлена. Монтажники використовують індивідуальні засоби захисту та безпеки.

Монтаж баштових споруд за допомогою ***літальних апаратів*** досить широко використовується в практиці будівництва.

Так, гелікоптерами виконують монтаж опор ліній електропередачі, радіо-, телевізійних антен, антен зв’язку тощо, в умовах пересіченої місцевості. До початку виконання монтажних робіт виконуються заходи з обладнання будівельного майданчика. Влаштовується злітно- складальний майданчик, забезпечуються заходи безпеки монтажних польотів у межах міста, мають бути встановлені та захищені межі небезпечних зон, розташовані елементи пожежної безпеки та вжито інших заходів. Розбивка секцій баштової споруди на частини виконується, виходячи з вантажопідйомності гелікоптера. Перед початком робіт проводиться контрольне складання блоків вежі у вертикальному положенні,установлення напрямних і фіксуючих пристосувань (так званих уловлювачів), навішування люльок для монтажників та сходів. Після закінчення підготовчих робіт виконується монтаж блоків вежі. Підготовлені блоки захоплюються траверсами, піднімаються в повітря, після наведення в проектне положення стропи з електрозамками від'єднуються (з кабіни гелікоптера) і блоки

фіксуються уловлювачами. Уловлювачі забезпечують високу точність установки блоків (± 3 мм) у проектне положення. Система уловлювачів забезпечує стійкість блока після розстропування до підйому до стику монтажників, які перебувають за межами споруди або нижче на 10-15 м від монтажного стику. Монтажники піднімаються в навісні люльки (помости) і виконують постійне кріплення стиків. Після проектного закріплення блока приступають до монтажу чергового. На рис. 4.13 наведено схему монтажу стовбура антени телевізійної башти. Складання та укрупнення секцій для гелікоптерного монтажу виконувалося на землі. Секції оснащувались уловлювачами та монтажними майданчиками

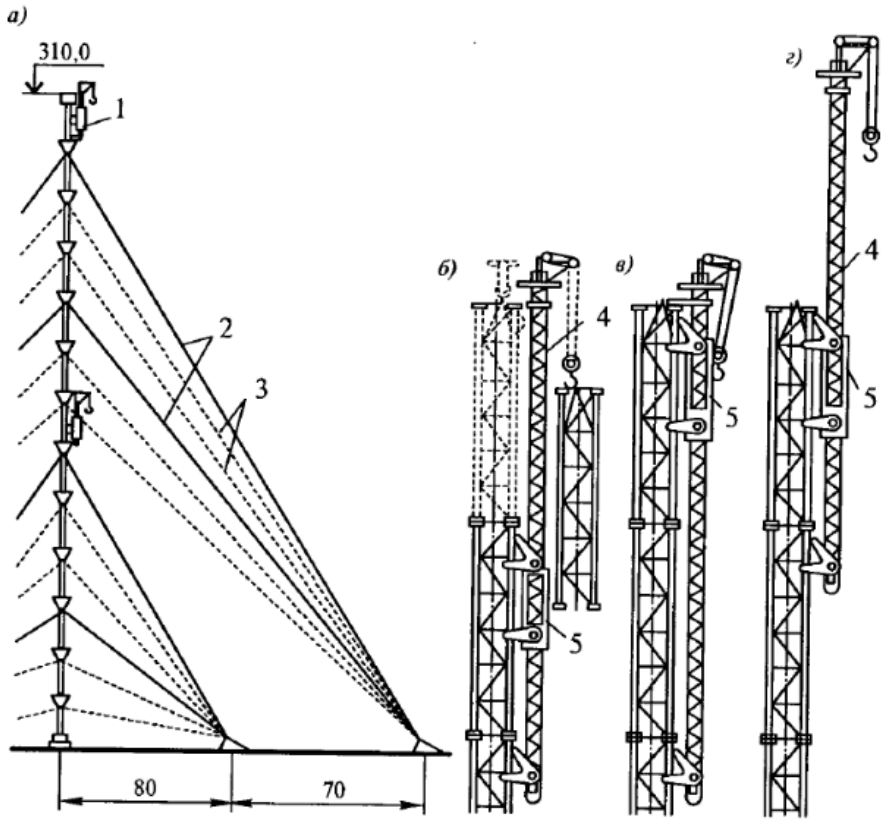


Рис. 4.13. - Монтаж баштових споруд самопідіймальними (повзучими) кранами:

а— загальний вигляд; *б* — установка секції башти; *в* — підєм обойми крана; *г* —підняття ствола крана; *1* — самопід`ємний кран; *2* — постійні відтяжки; *3* — тимчасові розтяжки; *4* — стовбур крана; *5* — обойма крана

Монтаж самопід`ємних кранів выконують стріловим краном після монтажу опорної і нихніх секцій щогли. Встановлені секції щогли тимчасовими розчалками кріплять до тимчасовий якорів або анкерних фундаментів щогли.

Зібраний на землі самопіднімальний кран з усім такелажним приладдям піднімають та встановлюють на змонтовані секції щогли з подальшим закріпленням опорними пристроями кран за опорні столики, попередньо приварені до секцій щогли.

Для переміщення самопідйомного крана по висоті выкористовується обойма на стовбурі крана. Кран (рис.4.14) складається з гратчастого стовбура. Що переміщається всередені обойми та має внизу опорні ригелі для кріплення до щогли. При роботі кран спирається на ригелі стовбура щогли та його додатково закріплюють до щогли в верхньому рівні обойми щоб уникнути перекидання.

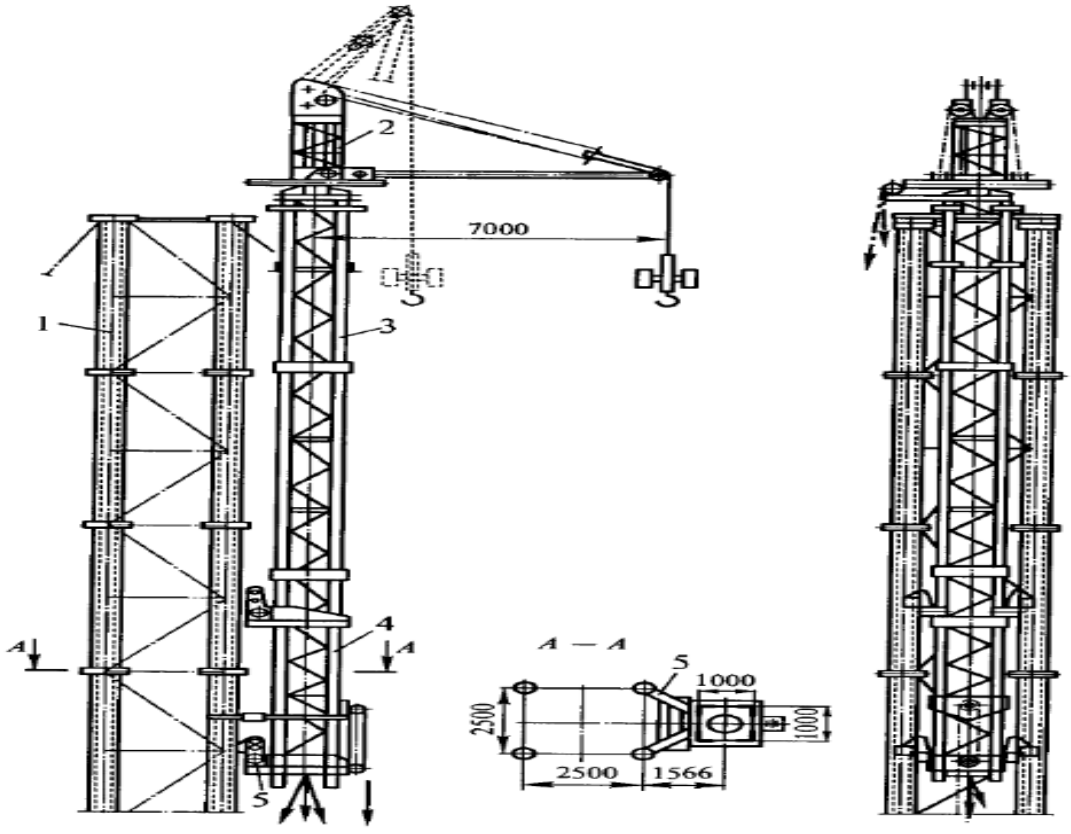


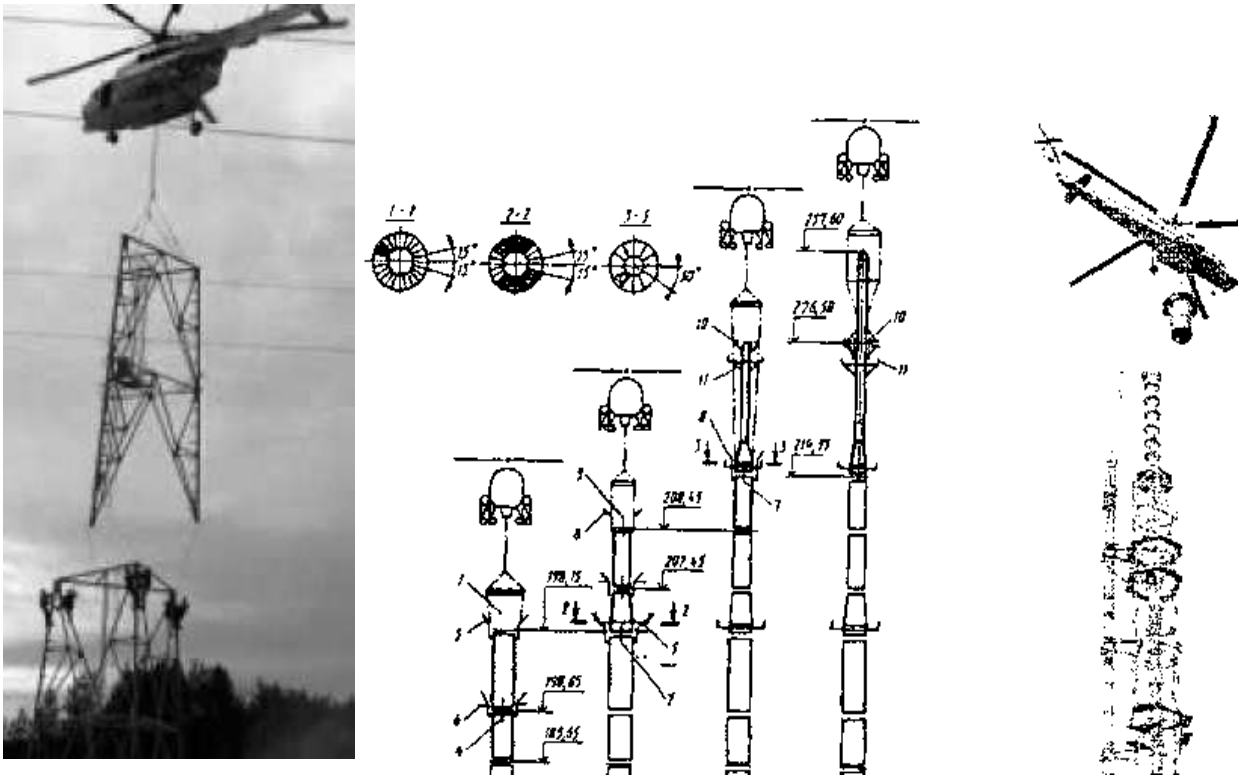
Рис. 4.14. - Самопідіймний (повзучий) кран СПК-15:

1 -мачта; *2* - поворотна частина; *3* - стовбур; *4* - обойма; *5* - опорний ригель

По мірі зведення щогли змонтовані контрукції вивіряють за допомогою двох теодолітів, встановленних в двох взаємно перпендиклярних площинах, що проходять через грань одного з поясів щогли.

Кожен теодоліт встановлюють так, щоб кут підйому його труби не перевищував 45°.Вивірку щогли по вертикалі здійснюють натягом відтяжок.

Схема монтажу телевізійної башти за допомогою гелікоптера МИ-10К приведена на рис. 4.15.



в а б

Рис. 4.15.- Схема монтажу телевізійної башти за допомогою гелікоптера МИ-10К:

а - схема монтажу; *б* - монтаж чергової секції; *в* – фотофрагмент монтажу; *1* - гелікоптер МИ-10К; *2* - виносна кабіна; *3* - траверса; *4-10*- спрямовуючі і фіксуючі пристосування (уловлювачі); *11* - помості

За допомогою гелікоптерів виконувалися також роботи із заміни іскрогасників вагранок ливарного цеху (рис. 4.16). Вертолітний монтаж значно поширений і ефективний в умовах обмеженості та пересіченої місцевості.

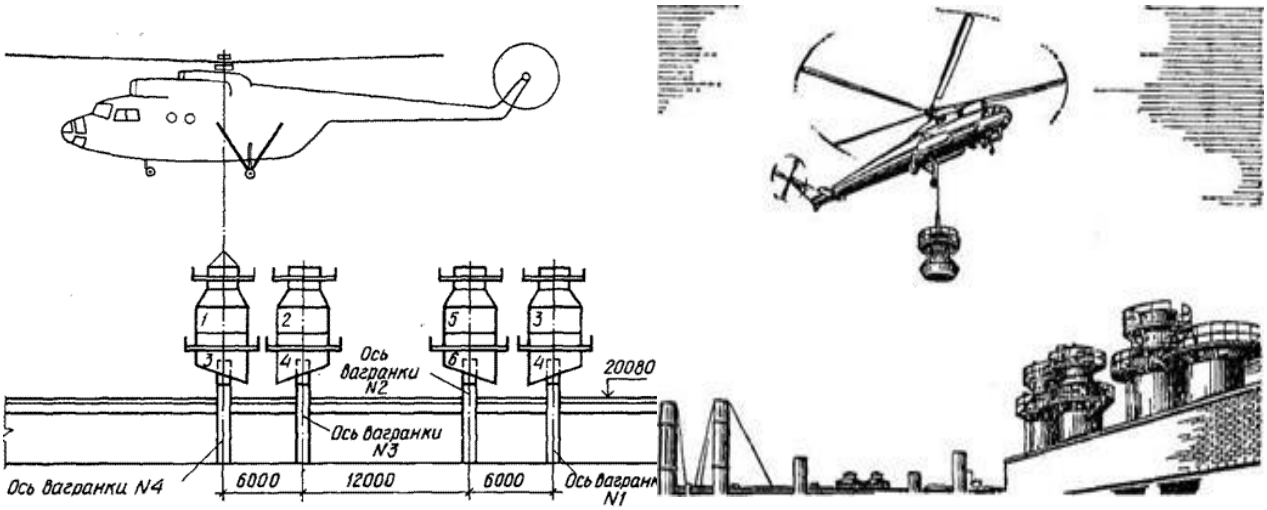


Рис.4.16.- Послідовність демонтажу конструкцій іскрогасників вагранок ливарного цеху заводу за допомогою гелікоптера МИ-10К:
а - стропування конструкцій; *б* - наведення при монтажі

16.5.2. Зведення споруд методом повороту

Зведення баштових споруд методом повороту передбачає складання будівельних конструкцій споруди на землі в горизонтальному положенні з наступним поворотом у проектне положення за допомогою тракторів, лебідок, кранів або гелікоптерів. Цим методом виконуються роботи зі зведення баштових споруд висотою 20-140 м. Це опори ліній електропередачі (ЛЕП), радіо- і телеантени, антени мобільного зв'язку, димові труби. Нижню частину баштової споруди закріплюють в шарнірах, які встановлюють на фундаментах. Піднімання у вертикальне положення здійснюють навколо шарніра за допомогою лебідок тягових поліспастів і так званої «падаючої» стріли, яку можуть замінити шеври і щогли, крани та інші монтажні механізми. Переваги методу - складання конструкцій башти на землі не потребує висококваліфікованих верхолазів. Такелаж та інше піднімальне встаткування також складається на землі і доступне для якісного контролю. Метод повороту дає змогу виконувати якісно і безпечно роботи з монтажу висотної споруди на землі. Споруду не тільки повністю складають на землі і фарбують, а й монтують велику частину технологічного обладнання, кабелів і проводки.

Монтаж баштових споруд цим методом передбачає два етапи: 1) від початку повороту до положення нестійкої рівноваги, коли центр ваги башти проходить через поворотний шарнір; 2) коли включаються в роботу гальмівні відтяжки і поліспасти, що забезпечують плавне опускання опорних башмаків на фундаменти.

У загальному вигляді технологічна послідовність зведення баштових споруд включає такі види робіт:

- підготовка будівельного майданчика (огорожа території, облаштування будівельного майданчика елементами будівельного господарства та засобами безпеки виконання будівельних робіт);
- зведення конструкцій фундаментів з анкерними елементами й шарнірами;
- зведення конструкцій якорів для закріплення лебідок і кріплення розтяжок (при зведенні щогл);
- складання конструкцій у горизонтальному положенні та оснащення розтяжками. При цьому нижня частина споруди закріплюється шарнірно до фундаменту;
- облаштування споруди елементами технологічного обладнання; установка «падаючої» стріли та установка тягових і гальмівних поліспастів;
- натяжка тягового поліспаста і піднімання баштової споруди в проектне положення (рис. 4.17);
- після переходу баштової споруди в положення коли вертикальна вісь центра ваги проходить через поворотний шарнір, що становить близько *57°,* включаються в роботу гальмівні канати;
- установлення споруди в проектне положення за допомогою спільної роботи тягових і гальмівних поліспастів;
- закріплення на опорах нижньої частини споруди та встановлення розтяжок (при зведенні щогл).

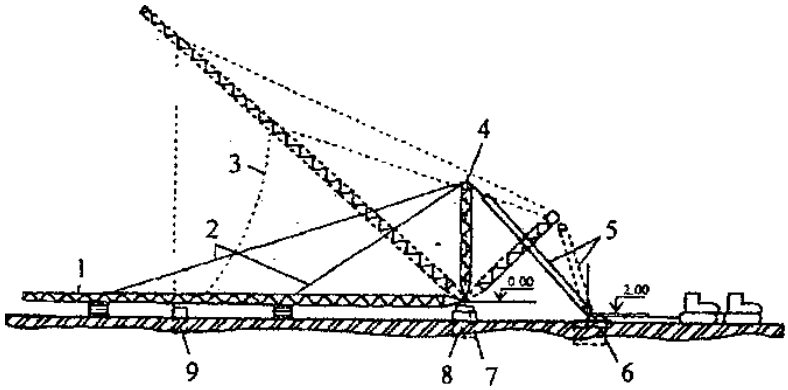


Рис. 4.17. - Схема монтажу щогли методом повороту за допомогою тракторів:

1 - щогла; *2* - підіймальні тяги; *3* - відтяжки; *4* - «падаюча» стріла; *5* - підіймальний поліспаст; *б* - якір; *7* - шарнір (тимчасова опора); *8* - фундамент щогли; *9* - тимчасова опора анкера (якір)

Монтажна, або «падаюча», стріла частіше виконується А-подібної форми. В якості тягових механізмів використовуються трактори, бульдозери або лебідки

Для забезпечення стійкості баштової споруди в процесі монтажу виконується розчалювання (рис.4.18). Зведення просторової опори - рис. 4.19.

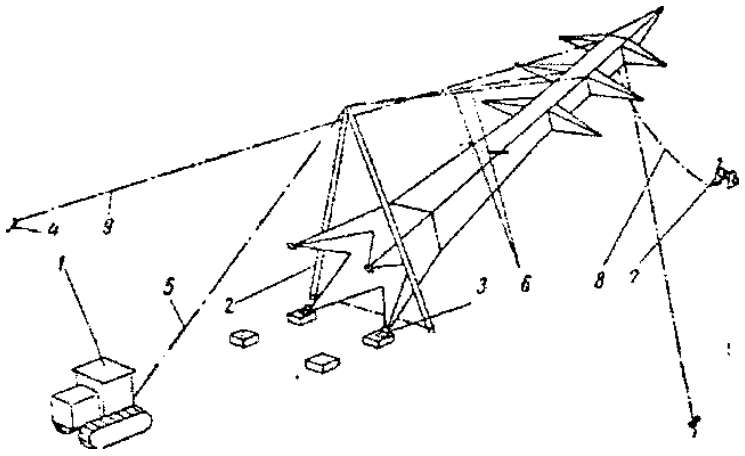


Рис. 4.18. - Схема монтажу опори ЛЕП методом повороту:

1 - трактор; *2*- монтажна («падаюча») стріла; *3* - монтажні опори (фундаменти); *4* - якір; *5* - тяговий трос; *6* - натяжні канати; *7* - гальмівний механізм; *8*- гальмівний трос; *9*- розчалки

Монтаж баштових споруд методом повороту дає змогу звести їх без застосування кранів. Цим методом зводяться також димові труби, опори освітлення та інші баштові споруди.

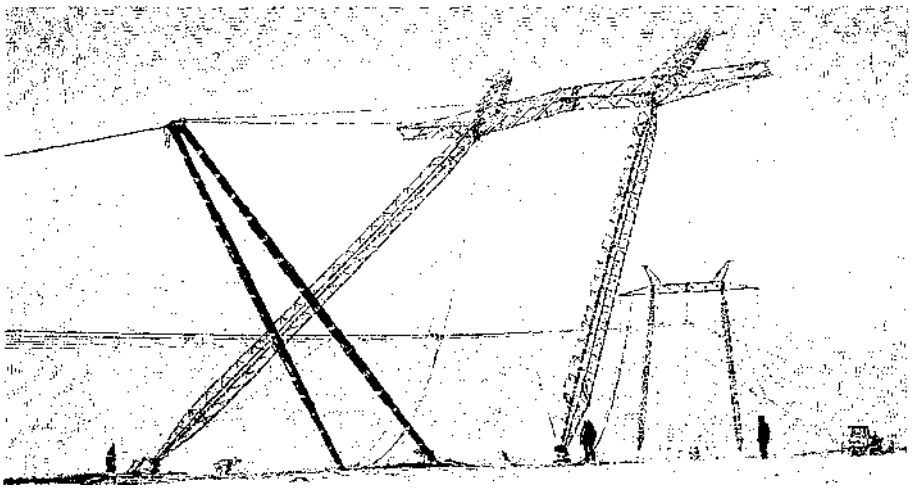


Рис. 4.19. - Схема зведення просторової опори ЛЕП методом повороту

Поворот баштової споруди може здійснюватися також за допомогою одного чи двох кранів (рис. 4.20). У цьому випадку поворот виконується шляхом підтягування нижньої частини башти до опор фундаменту. Поворот може виконуватися також за допомогою гелікоптерів.

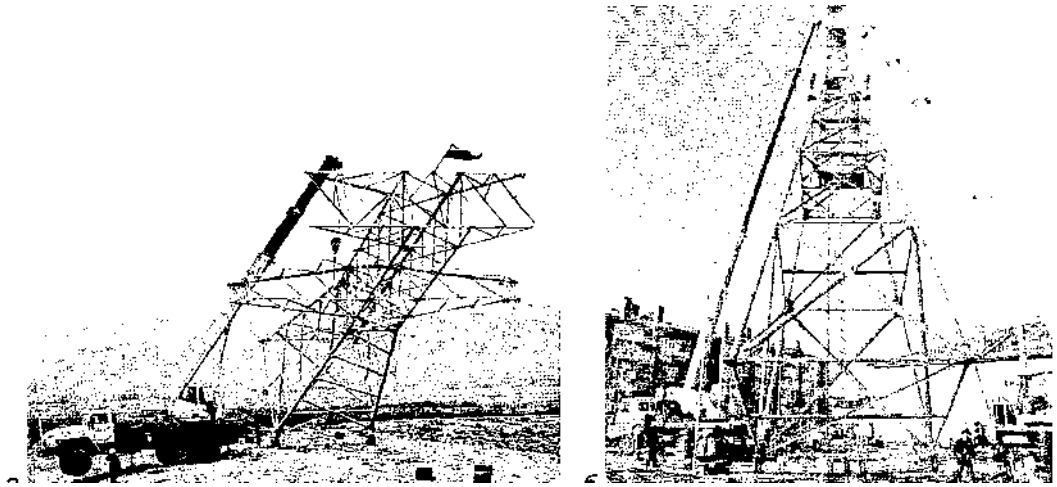


Рис. 4.20. - Монтаж баштових споруд:
а - одним краном; *б* - двома кранами

Зведення залізобетонних опор освітлення чи мереж електропостачання може виконуватися поворотом їх з установкою в попередньо влаштований котлован. Опора установлюється частковим підніманням у близьке до проектного положення краном або трубоукладачем з подальшим поворотом за допомогою трактора або лебідки, а також за допомогою «падаючої» стріли.

Метод повороту широко використовується на практиці в умовах, коли є обмежені можливості застосування вантажопідіймальних кранів. Однак застосування цього методу може бути обмежене вимогами наявності досить істотних площ будівельного майданчика. Це викликано необхідністю організації будівельного майданчика, що включає його облаштування, складання баштової споруди в горизонтальному положенні, а також майданчика для організації роботи тягових механізмів (тракторів або лебідок) (рис.4.21).

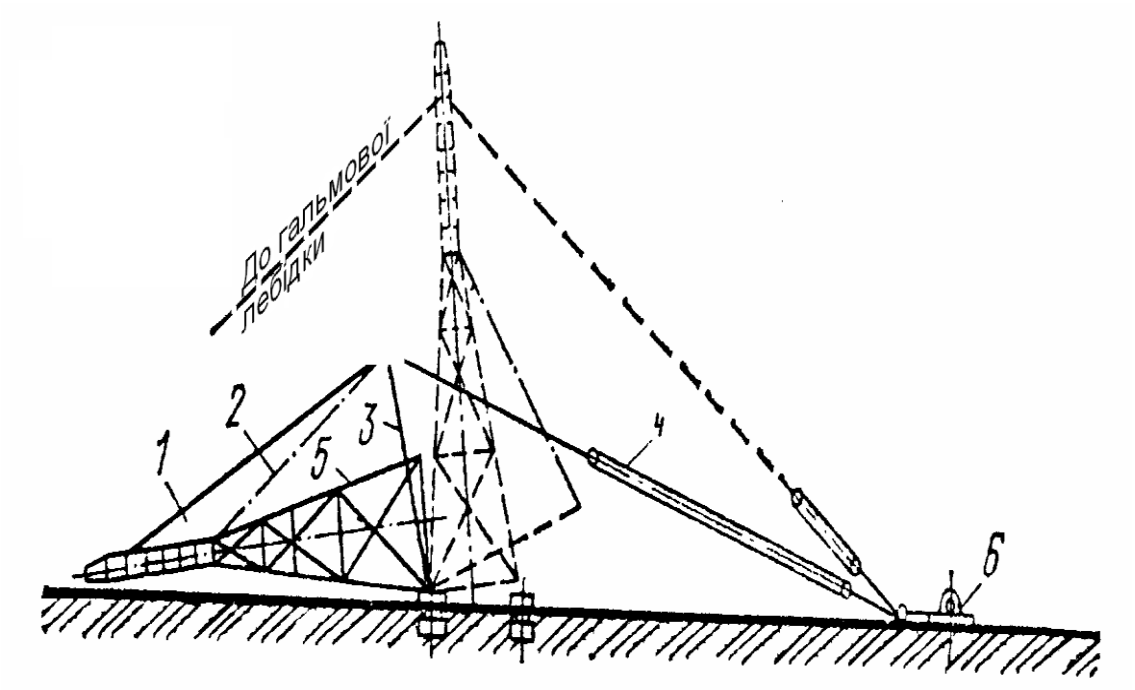


Рис. 4.21– Схема монтажу опори методом повороту за допомогою шевра («падаючої» щогли):

1, 2 – тяги; *3* – шевр; *4* – піднімальний поліспаст; *5* – опора, яку піднімають; *6* – лебідка.

Після повороту опора може відразу стати на проектну відмітку. При великих виступаючих анкерних болтах опору попередньо опускають на клітки, що захищають анкерні болти. Потім видаляють башмак, нахиливши опору вбік підйому, після чого поперемінним натягом гальмового і піднімального поліспастів і хитання опори розбирають клітки й опускають опору на фундамент.

16.5.3. Зведення споруд методом підрощування

Метод підрощування полягає в тому, що на частково зведеній баштовій споруді на низьких відмітках виконують монтаж верхніх ярусів, які циклічно виштовхують угору, і в міру їх виштовхування, знизу підрощують конструкції нижчих ярусів.

Баштову споруду поділяють на два блоки: нижній і верхній. Нижній блок зводять способом нарощування за допомогою самохідних кранів. Висота нижнього блока визначається можливостями монтажних механізмів і рішеннями щодо стійкості верхнього блока, при виштовхування. Нижній блок : в результаті стає частиною монтажного оснащення, сприймає монтажні впливи при виштовхуванні верхнього блока, на ньому закріплюють спрямовуючі, тягові та інші монтажні пристрої.

Цей метод ефективний при зведенні баштових споруд за наявності проблем з монтажними механізмами, великими трудовитратами, пов'язаними з роботами на висоті та метеорологічними чинниками. Метод забезпечує істотне скорочення тривалості робіт в умовах ущільненості будівельного майданчика.

Метод має принципові відмінності та переваги:

- найскладніші і трудомісткі процеси складання конструкцій виконують на низьких відмітках;
- сталість робочих місць дає можливість добре їх оснастити, обладнати і захистити від негоди;
- залежність від метеорологічних умов через відсутність робіт на значних

висотах мінімальна;

- високий ступінь безпеки робіт;
- якісний операційний контроль.

Для методу підрощування найбільш оптимальною форма споруди, якщо нижня частина башти являє собою потужну нерухому пірамідальну конструкцію, здатну скерувати виштовхування крізь неї підрощуваної конструкції стовбура.

Технологічна послідовність зведення баштових споруд методом підрощування включає такі етапи (рис. 4.22):

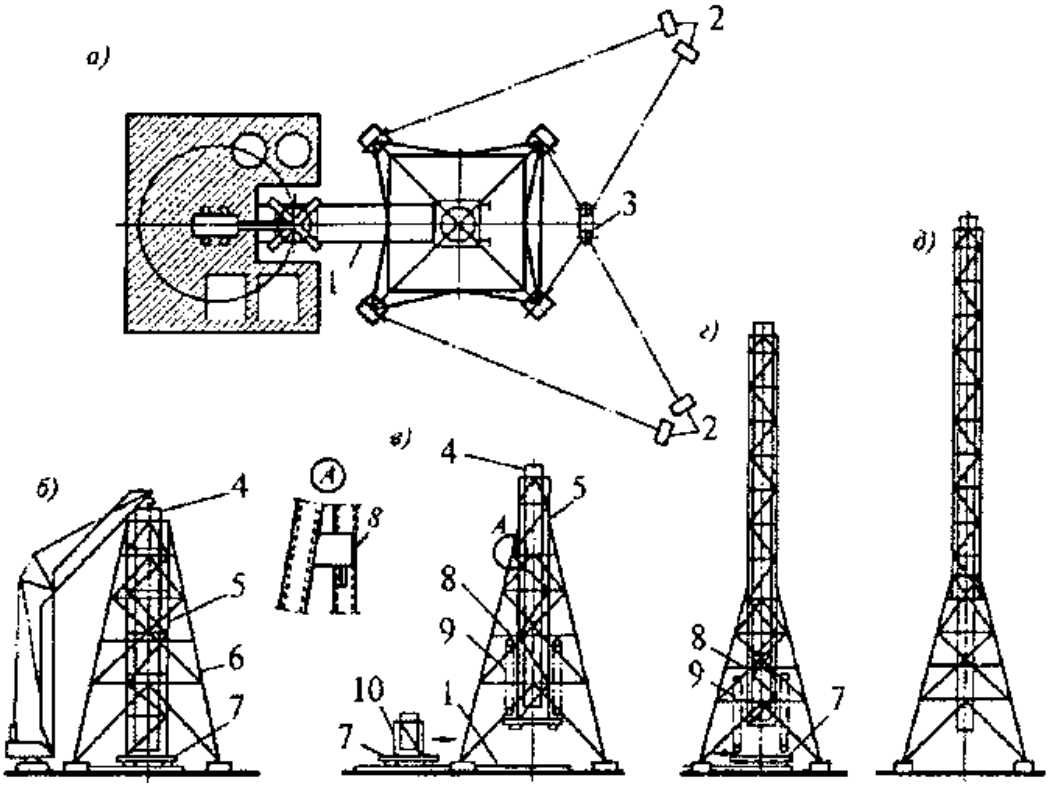


Рис. 4.22. - Послідовність складання і виштовхування блоків баштової споруди:

а - план; *б* - початковий етап; *в* - перший етап виштовхування; *з* - проміжне положення; *д* - перед проектне положення; *1* - рейкові шляхи; *2* - електролебідки; *3* - вирівнювальна ланка; *4* - стовбур башти; *5* - призматична частина; *6* - пірамідальна частина башти

- підготовчі роботи (облаштування будівельного майданчика);
- виконання земляних робіт та робіт з улаштування фундаментів споруди;
- зведення конструкцій нижнього блока, що є опорною частиною всієї

споруди. Роботи ведуться за допомогою стрілових кранів методом нарощування;

- облаштування майданчика укрупненого складання (стенду) баштової споруди і влаштування якорів для кріплення лебідок;
- підтягування секції зі стенду укрупненого складання всередину нижнього блока;
- строповування секції й виштовхування її в нижньому блоці;
- підтягування зі стенду наступної секції, з'єднання її з раніше встановленою та піднімання (виштовхування) їх на висоту секції

Фіксація піднятих елементів виконується облаштуванням опорних елементів, розташованих на основі башти (рис. 4.23).

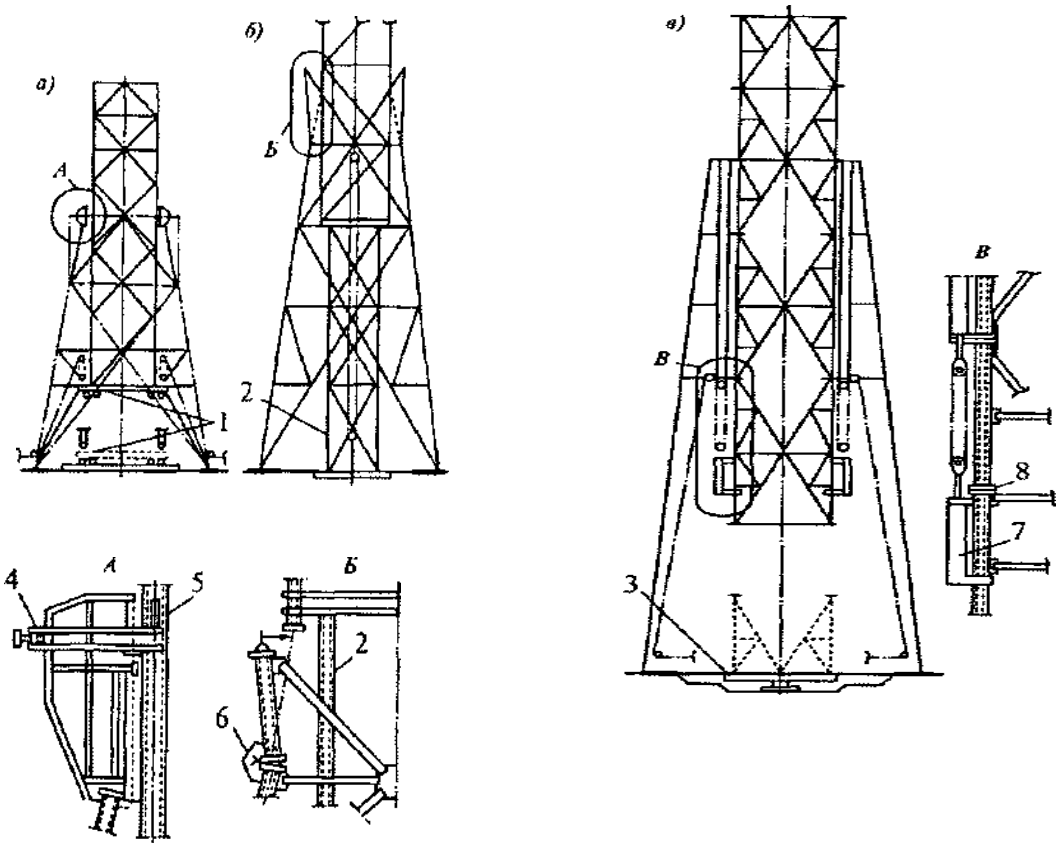


Рис. 4.23. - Схема виштовхування верхніх частин баштової споруди при підрощуванні:

а - з обпиранням частини, яка виштовхується, на опорні пристрої; *б* - зінвентарним хвостовиком і розворотом поясів; *в* - з вертикальними захоплювачами; *1* - стенд підйомно-тягової системи; *2* - висувна опорна балка; *3* - опорний столик; *4* - хвостовик; *5* - шарнір; *6* - хрестовина; *7* - вертикальний захоплювач; *8* - фланцеве з'єднання

У такій послідовності виконується повне зведення баштової споруди. У практиці будівництва цим методом зводяться баштові споруди висотою до 400,0 м.

Прикладом баштової споруди, зведеної методом підрощування є Київська телевежа. Її зведено в 1973 році. Київська телевежа - металева просторова ґратчаста вільностояча висотна споруда висотою 385 м. Це найвища з ґратчастих споруд у світі. Башта зведена за проектом інституту «УкрНДІпроектстальконструкція» імені В. Н. Шимановського. Маса металоконструкцій вежі 2700 т. Башта повністю складається зі сталевих труб різного діаметра. Нижня її частина (база) створена з чотирьох нахилених ґратчастих опор, які підтримують призматичну ґратчасту частину. У центральній частині вежі розташована вертикальна труба діаметром 4 м. Вона слугує шахтою ліфта і плавно переходить в антенну частину.

Методом підрощування на подібних об'єктах застосовувався вперше. Будівництво розпочалося зі зведення ґратчастої частини вежі: на початку на землі були змонтовані майбутні опори вежі і встановлено вісім гідравлічних домкратів вантажопідйомністю 200 т. кожен. На них установили зібраний поруч блок верхніх конструкцій башти, які зараз знаходяться на позначці 239 м.

Конструкцію за допомогою потужних домкратів піднімали вгору, після чого під неї заводили наступний блок, і процес підіймання повторювався (рис. 4.24). Потім опори вежі завели в посадочні місця фундаменту, і нижня решітчаста частина піднялася на всю висоту. З’єднання трубчастих конструкцій виконано зварюванням. Далі почалося нове подрощування: верхні трубчасті секції антен піднімали вгору за допомогою спеціального підйомника, який був розміщений по центру вежі. Першою наверх пішла верхівка, після чого монтувалися нижні секції до тих пір, поки весь центральний стовбур не виріс до проектної висоти. На заключному етапі стовбур був з'єднаний з ґратчастою частиною і почався монтаж технологічного обладнання.

Метод підрощування дав можливість виконувати складання і зварювання конструкцій на невеликій висоті, що забезпечило високу якість і безпеку робіт.

Правила монтажу конструкцій антенних споруд зв'язку і башт витяжних труб, а також ***контроль якості*** регламентуються вказівками робочого проекту, а також вимогами будівельних норм.

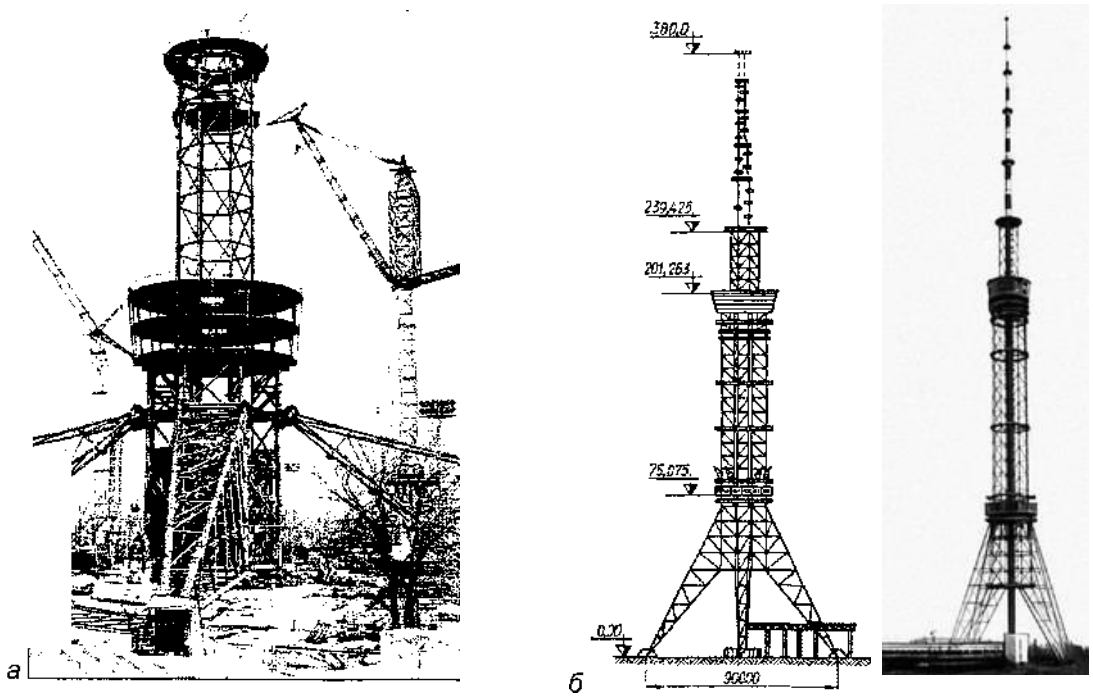


Рис. 4.24. - Телевізійна башта в Києві:

а - зведення ярусу башти методом підрощування; *б* - схема башти; *в* - сучасний вигляд башти

При монтажі і прийманні конструкцій щогл висотою до 500 м і веж висотою до 250 м слід керуватися такими додатковими вимогами:

- фундаменти потрібно приймати перед початком монтажних робіт комплектно для кожної щогли або башти. При прийманні слід перевіряти наявність і геометричне положення закладних деталей для кріплення монтажних пристроїв;
- бетонування фундаментних вставок (опорних башмаків) слід виконувати після установки, вивірки і закріплення першого ярусу вежі. Опорні фундаментні плити і опорні секції щогл повинні бути забетоновані після їх вивірення і закріплення до установки першої секції стовбура щогли. Монтаж щогл і продовження установки секцій башт дозволяється тільки після досягнення

бетоном 50% проектної міцності. Роботу з бетонування оформлюють актами;

• сталеві канати відтяжок повинні мати заводські сертифікати, а ізолятори, що входять до складу відтяжок, - акти механічних випробувань;

• виготовляти і випробовувати відтяжки необхідно, як правило, на спеціалізованому заводі-виробнику, за винятком випадків, коли в кресленнях КМ обумовлена необхідність проведення цих робіт на монтажному майданчику;

- перевозити відтяжки до місця монтажу при діаметрі каната до 42 мм і довжиною до 50 м допускається в бухтах із внутрішнім діаметром 2 м, при довжинах більше ніж 50 м - намотаних на барабани діаметром 2,5 м, а при діаметрах канатів понад 42 мм - на барабанах діаметром 3,5 м (крім випадків виготовлення і випробування відтяжок на вимогу креслень КМ на монтажному майданчику). У цьому випадку переміщення відтяжок від випробувального стенда слід виконувати без їх згортання.

У процесі підіймання та установки конструкцій баштових споруд:

• щогли, котрі мають опорні ізолятори, необхідно монтувати на тимчасовій опорі (передбаченій кресленнями КМ) з подальшим підведенням ізоляторів після монтажу всієї щогли;

• до підіймання поясів башт і негабаритних секцій щогл слід проводити послідовне складання суміжних монтажних елементів, щоб перевірити прямолінійність або проектний кут перелому осей сполучних ділянок, а також збіг площини фланців і отворів у них для болтів. У стягнутому болтами фланцевому стику щуп товщиною 0,3 мм не повинен доходити до зовнішнього діаметра труби пояса на 20 мм по всьому периметру, а місцевий зазор у зовнішній кромки по колу фланців не повинен перевищувати 3 мм;

• до підіймання чергової секції щогли або башти заглушки труб у верхніх кінцях мають бути залиті бітумом № 4 нарівні з площиною фланця, а дотичні площини фланців - змазані бітумом тієї самої марки. Виконання цих робіт слід оформити актом огляду прихованих робіт;

• болти у фланцевих з'єднаннях слід закріплювати двома гайками;

• натяжні пристрої для відтяжок у щоглових спорудах та для попередньо

напружених розкосів решітки в баштах повинні мати паспорти з документами про тарування вимірювального приладу;

- установка секцій стовбура щогли, розташованих вище від місця кріплення постійних відтяжок або тимчасових розчалок, допускається тільки після повного проектного закріплення і монтажного натягування відтяжок нижчого ярусу;
- усі постійні відтяжки і тимчасові розчалювання кожного ярусу необхідно підтягувати до анкерних фундаментів і натягувати до заданої величини одночасно, з однаковою швидкістю і зусиллям;
- вивірення щогл слід проводити після демонтажу монтажного крана, без підвішених антенних полотен, при швидкості вітру не більше ніж 10 м/с на рівні верхнього ярусу відтяжок.

При приймальному контролі слід керуватися такими правилами:

- граничні відхилення закінчених монтажем конструкцій щогл і башт від проектного положення не повинні перевищувати величин, регламентованих чинними нормами та вказівками проектної документації;
- зварні з'єднання листових трубчастих елементів, якість яких потрібно перевірити при монтажі фізичними методами, слід контролювати одним з таких методів: радіографічним або ультразвуковим в обсязі 10% при ручному або механізованому зварюванні і 5% - у зв'язку з автоматизованим зварюванням. Місця обов'язкового контролю повинні бути вказані в кресленнях КМ.

При здачі споруди в експлуатацію разом з документами, перерахованими в проекті, повинні бути додатково представлені:

- заводські сертифікати на сталеві канати, сплави для заливання втулок та ізолятори;
- акти огляду прихованих робіт на заливання заглушок і обмазування бітумом фланців трубчастих поясів щогл і башт;
- акти на виготовлення та випробування відтяжок для щоглових споруд;
- акти механічних випробувань ізоляторів;
- виконавчі геодезичні схеми положення осей споруди, включаючи осі

елементів поясів башт і ґратчастих щогл з негабаритними секціями;

- відомість заміряних монтажних натяжок відтяжок щогл.

Враховуючи специфіку, призначення та конструктивні особливості споруд, контроль якості має визначатися в кожному конкретному випадку. Вказівки щодо нього мають бути відображеними в проектно-технологічній документації.

16.5.4. Зведення баштових споруд споруд з монолітного залізобетону

Баштові споруди ***з монолітного залізобетону*** зводяться методом нарощування з використанням переставної, підйомно-переставної та ковзної опалубки.

Одним з ефективних варіантів є застосування ***підйомно-переставної опалубки.*** Для цього використовується спеціальний агрегат, який являє собою комплекс обладнання, що включає щити опалубки, майданчики для робітників, системи підіймання і транспортування арматури та укладання бетонної суміші. Устаткування розташовується на самопідйомній платформі типу приставного баштового крана (рис. 4.23).

Технологічна послідовність зведення споруд з застосуванням підйомно-переставної опалубки включає такі етапи:

- підготовчі роботи, що забезпечують умови для раціонального й безпечного зведення споруди. Будівельний майданчик облаштовується елементами будівельного господарства - адміністративно-побутовими приміщеннями. Підведення необхідних інженерних комунікацій. З огляду на практично безперервну роботу агрегату, слід забезпечити будівельний майданчик розрахунковою кількістю матеріально-технічних ресурсів;
- облаштування агрегату підйомно-переставною опалубкою та засобами механізації й підйомними механізмами;
- зведення стінових конструкцій баштової споруди методом нарощування.

У межах щитів зовнішньої і внутрішньої опалубки влаштовується арматура і укладається бетонна суміш. Після влаштування ділянки стінової частини споруди і

досягнення бетоном розпалубочної міцності агрегат здійснює поворот навколо вертикальної осі на величину розміру щитів опалубки. Виконується армування й укладання бетонної суміші наступної ділянки, і агрегат здійснює черговий поворот стріл. Після влаштування стінової конструкції по всій довжині ярусу агрегат з навісним обладнанням та щитами опалубки піднімається на висоту ярусу. Далі роботи по влаштуванню ділянок стін здійснюються в послідовності, зазначеній вище.

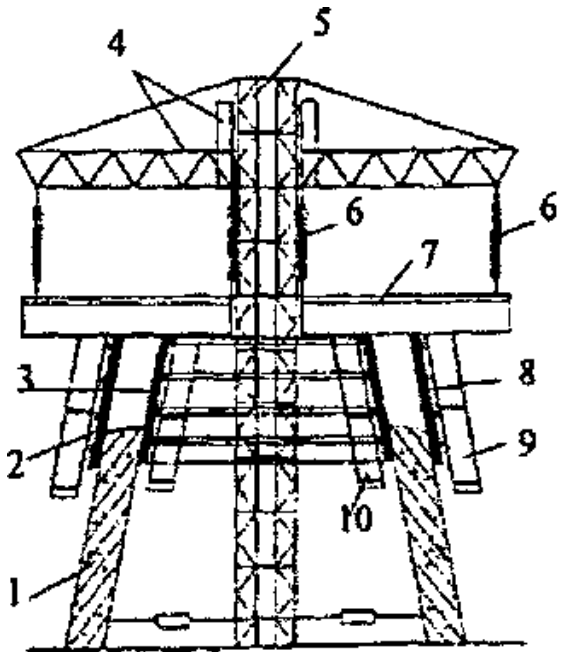


Рис. 4.23. - Зведення баштової споруди за допомогою підйомно-переставної опалубки:

1 - бетонована стіна; *2*- зовнішні опалубні щити; *3* -внутрішні опалубні щити; *4* - підіймальний пристрій; *5, 6* - шахта опорно-підйомного пристрою, підвіски; *7*-робочий майданчик; *8* - опорні балки; *9, 10* - зовнішні і внутрішні підвісні помости

Кранова установка, наявна в складі агрегату, забезпечує підйом до місця укладання арматури і бетонної суміші. Після зведення конструкцій споруди на проектну висоту агрегат опускається на позначку землі, аналогічно приставному баштовому крану і демонтується.

Баштові споруди з монолітного залізобетону зводять також за допомогою ***ковзної опалубки.*** У такому випадку опалубка кріпиться до раніше зведених конструкцій і пересувається по них у міру нарощування конструкцій. Вертикальне

пересування опалубки виконується під дією гвинтових домкратів. Домкрати спираються на вертикальні стрижні арматури споруди

Будівельні матеріали в зону робіт подають приставні крани або вантажопідйомні механізмами, установлені на конструкції опалубки. Технологічна послідовність робіт аналогічна наведеній для використання підйомно-переставної опалубки.

Зведення башти в ковзній опалубці на рис. 4.24

Спочатку розробляється ґрунт і камень при влаштуванні котловану під фундамент. Пальові фундаменти заглиблюють (≥30 м). Після влаштування фундаментного ростверку зводять стовбур. Завдяки застосуванню ковзної опалубки башта зростає на 3,6 м щодоби. Бетонна суміш подається насосами і вкладається з інтенсивністю 8 м^3 у кільцеву опалубку шаром товщиною близько 20 см за годин. Коли бетон у нижній частині опалубки досягає необхідної міцності, опалубні елементи піднімаються вище за допомогою гідравлічних домкратів. Це відбувається приблизно кожні 10 хв із кроком на 2,5 см. Безперервне ковзання опалубки приводить до безадгезійного контакту. Будівельні матеріали подаються за допомогою приставного крана (рис. 4.25).



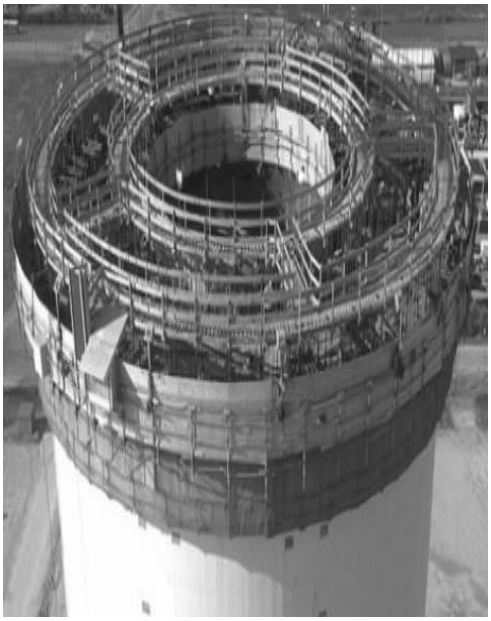


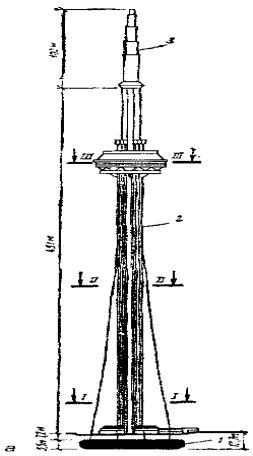
Рис. 4.24- зведення башти в ковзній опалубці


в



Рис. 4.25. - Будівництво башти в Роттвайлі (Німеччина) в ковзній опалубці

Зведення баштових споруд зазначеним способом забезпечує високу якість робіт і рівномірний процес зведення будови.





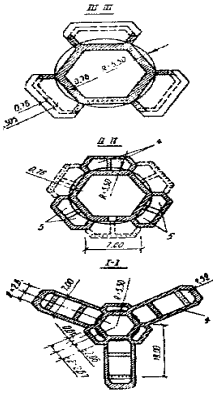


Рис. 4.26. - Схема конструкцій телевежі «Сі-Ен Тауер» (Торонто): *а* - конструктивна схема вежі; *б* - загальний вигляд; I-I, III-III - переріз стовбура; *1* - фундаментна плита; *2* - залізобетонний стовбур; *3* - металева антена; *4* -сходи; 5-ліфт

Висота башти «Сі-Ен Тауер» становить 553,33 м. Для бетонування конструкцій при зведенні башти використали триярусний самопідйомний агрегат (рис. 4.27).

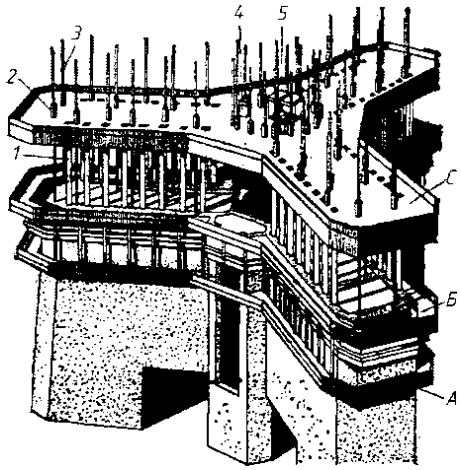


Рис. 4.27. - Самопідйомний триярусний агрегат для бетонування стовбура башти «Сі-Ен Тауер»:

А - базовий розподільчий майданчик; ***Б*** - головний робочий майданчик для укладання бетону; С- майданчик з робочою опалубкою; *1*- гнучкий розподільний рукав для укладання бетонної суміші; *2* - підйомний домкрат; *3* - спрямовуюча для домкрата; *4* - підйомник для подачі бетону; *5* - ліфт

Аналіз практичного досвіду зведення висотних будівель та споруд є важливою складовою для розробки проектно-технологічної документації зведення нових об’єктів. Сучасному зведенню висотних споруд передує аналіз організаційно-технологічних рішень зведених, наявних об’єктів. Для цього проводяться обстеження та вивчення передового досвіду. Спираючись на вивчений досвід можна запропонувати ефективні зі рішення зведення споруд.

Наведені технології мають досить широке розповсюдження в світовій практиці. Облаштування опалубних систем постійно удосконалюється та оснащується системи роботизації та безпеки.

При прийманні закінчених залізобетонних конструкцій баштових споруд необхідно здійснювати постійний *моніторинг якості виконаних робіт.* У процесі зведення споруди слід перевіряти:

- відповідність конструкцій робочим кресленням;
- якість бетону за міцністю, а в необхідних випадках - за морозостійкістю, водонепроникністю та іншими показниками згідно проекту;
- якість застосовуваних у конструкції матеріалів, напівфабрикатів і виробів.

Приймання закінчених залізобетонних конструкцій або частин споруд слід оформлювати в установленому порядку актами огляду прихованих робіт та актами на приймання відповідальних конструкцій.

Вимоги, що пред'являються до закінчених залізобетонних конструкцій або частин споруд, вказуються в проектній документації і повинні задовольняти вимоги норм.

Безпека праці робіт зі зведення баштових споруд забезпечується дотриманням вимог щодо зведення будь-яких висотних будівель і споруд. При роботі на висоті мають бути використані засоби безпеки. Це захисні екрани, уловлювальні сітки та козирки. Робітники мають користуватися індивідуальними засобами безпеки. Вказівки щодо забезпечення безпеки виконання будівельних робіт мають бути деталізовані в проектно-технологічній документації.

16.6. Зведення просторових будівель і споруд

Просторові будівлі і споруди - це великопрогінні будови з покриттями у вигляді балкових, рамних, арочних, склепінних, купольних, висячих та інших масштабних конструкцій. Зазначені будівлі і споруди призначені для використання під видовищні, спортивні та виробничі потреби (елінги, ангари тощо), у випадках, коли наявність проміжних опор створює незручності в їх експлуатації.

16.6.1. Зведення балкових, рамних та арочних покриттів великопрогінних будівель і споруд

Зведення ***балкових просторових споруд*** може здійснюватися шляхом влаштування конструкцій на знижених відмітках з подальшим підійманням у проектне положення або монтажем на проектних відмітках з використанням підтримувальних монтажних пристосувань. У першому випадку великопрогінні конструкції покриття споруди складаються внизу на спеціально встановлених підкладках. Після виготовлення конструкції покриття їх повністю або його частину піднімають в проектне положення за допомогою спеціальних гідропідйомників або поліспастів з використанням колон споруди (рис. 4.28). Колони при такому методі монтажу повинні бути великої висоти з консолями, до яких підвішують нерухомі блоки підйомних поліспастів. Просторову конструкцію укрупнюють у горизонтальному положенні на землі з установленням усіх конструктивних елементів покриття і навіть з влаштуванням покрівлі.

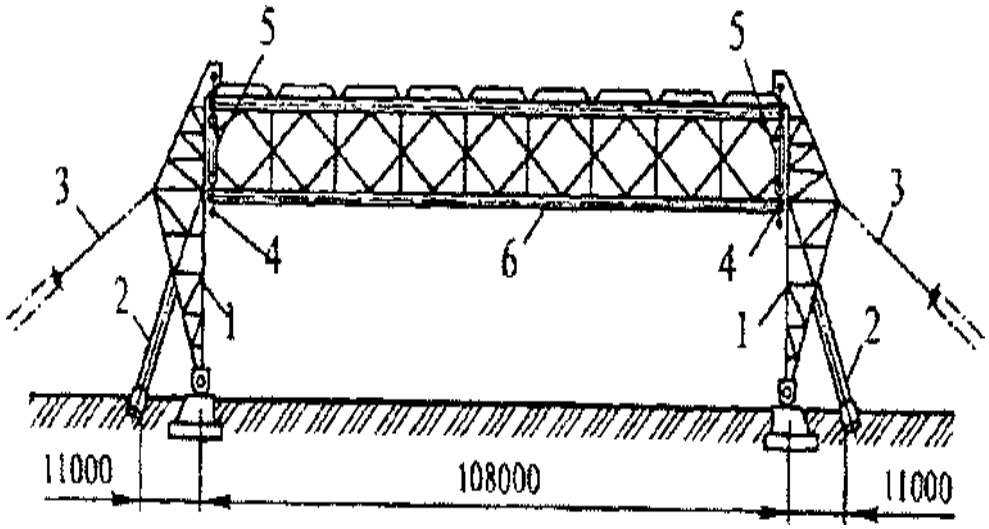


Рис. 4.28. - Приклад схеми зведення блока покриття великопрогінної споруди методом підіймання за допомогою поліспастів:

1 - колона; *2*- монтажний підкіс; *3* - гальмівна розчалка; *4* - опорна балка; *5* - підйомний поліспаст; *6* - ферма

Монтаж великопрогінних балкових конструкцій може здійснюватися за допомогою ***комплекту кранів.*** Так, при монтажі підкроквяної ферми покриття стадіону в місті Харкові були використані три самохідні стрілові крани. Відповідно

до проекту підлягала монтажу підкроквяна ферма довжиною 64 м, монтажною масою 46 т, котра була попередньо укрупнена (зібрана) з окремих елементів безпосередньо на будівельному майданчику в зоні її монтажу. Укрупнювальне складання ферми здійснювалося з використанням автомобільних кранів. Після завершення складальних і підготовчих робіт були задіяні три крани для монтажу підкроквяної ферми в проектне положення. При цьому два пневмоколісних крани типу Litbherr та FAUN були задіяні для підіймання ферми на проектну відмітку, а автомобільний кран, розташований у середній частині прольоту ферми, призначався для монтажу на період її переведення з горизонтального у вертикальне (проектне) положення. Після того як ферма зайняла вертикальне положення автомобільний кран був вилучений і в подальшому підіймання здійснювалося двома кранами. Після підіймання ферми на проектну відмітку її закріпили з обох боків до кроквяних ферм.

На рис. 4.29 наведено ілюстрації монтажу конструкцій балкових великопрогінних конструкцій. Технологія монтажу будівельних конструкцій спеціальних будівель та споруд аналогічна монтажу звичайних будівель.

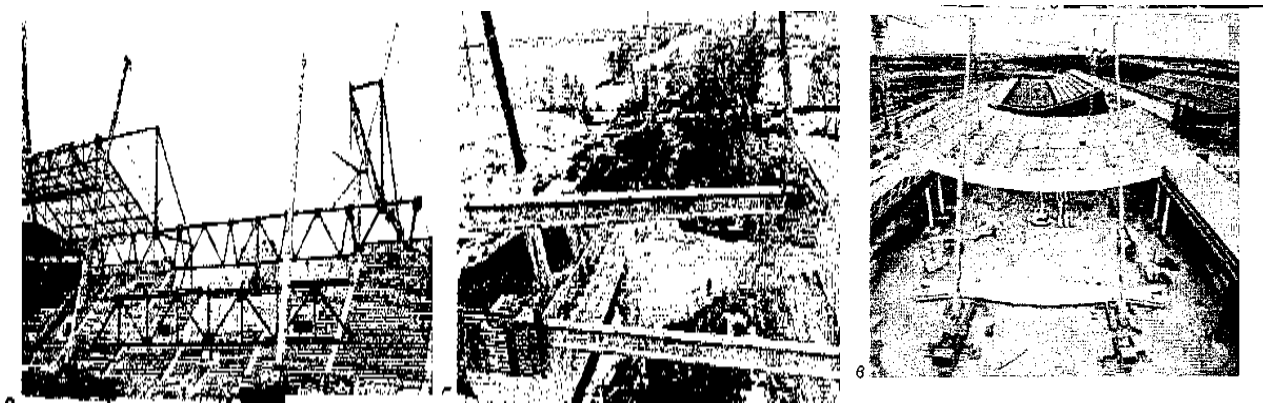


Рис. 4.29 -Монтаж великопрогінних конструкцій комплектом кранів:
а - монтаж підкроквяної ферми довжиною 64 м покриття стадіону (м. Харків, Україна); *б* - монтаж балки довжиною 33 м естакади проїзду (м. Київ, Україна. Монтаж виконує будівельне підприємство ТОВ «Будівельна компанія «Адамант», м. Київ); *в* - монтаж несучих балок покриття довжиною 67 м (Штутґарт, Німеччина)

Специфіка полягає в особливостях геометричних параметрів просторових конструкцій та відповідно в специфіції виконання підготовчих та монтажно-укпадочних робіт, застосування спеціальних пристосувань, захватних пристроїв та вантажопідйомних механізмів.

Монтаж балкових конструкцій покриттів з використанням ***тимчасових монтажних опор*** передбачає попереднє влаштування тимчасових опор, які є складальними пристроями (тимчасовими конструкціями) просторової будівлі чи споруди (рис. 4.30). Процес монтажу покриття здійснюється в такій технологічній послідовності:

- проводяться підготовчі роботи, що включають забезпечення раціонального й безпечного виконання робіт;
- установлюються й закріплюються тимчасові монтажні опори;
- виконується монтаж ділянки балочної конструкції та її тимчасове закріплення;
- виконується монтаж другої частини конструкції покриття, яка розташована, як правило, навпроти, і її тимчасово закріплюють;
- виконується влаштування стикового вузла змонтованих елементів у єдину просторову конструкцію;
- після монтажу всіх конструкцій покриття виконують демонтаж тимчасової монтажної опори.

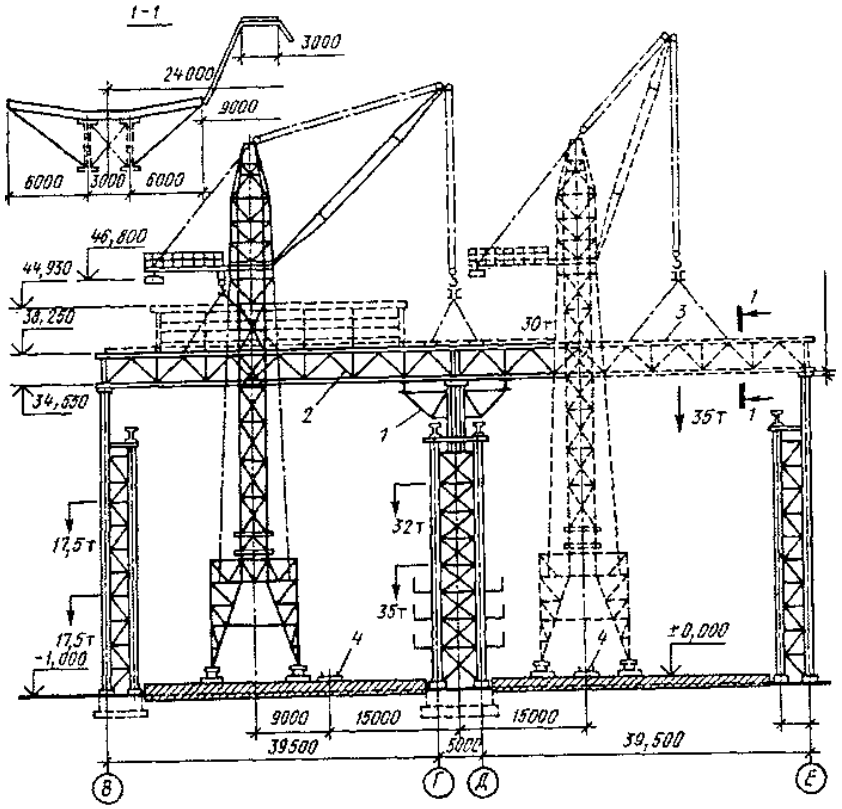


Рис. 4.30. - Приклад схеми монтажу покриття елінгу за допомогою тимчасової монтажної опори:

1 - тимчасова монтажна опора; *2* - частина елемента ригеля в прольоті В-Г; *3* - друга частина ригеля в прольоті Д-Е із замиканням у нерозрізну балкову систему; *4* - шлях подачі укрупнених монтажних елементів

На рис. 4.31. наведено приклад монтажу конструкцій арочного покриття споруди діаметром 80 м. Конструкції покриття виконані з дерева. Окремий елемент балки покриття має довжину 26 м. Конструкції укрупнювали та підготовлювали до монтажу безпосередньо в споруді. Після установки усіх балок та з'єднання в коньковій частині тимчасову центральну опору демонтували.

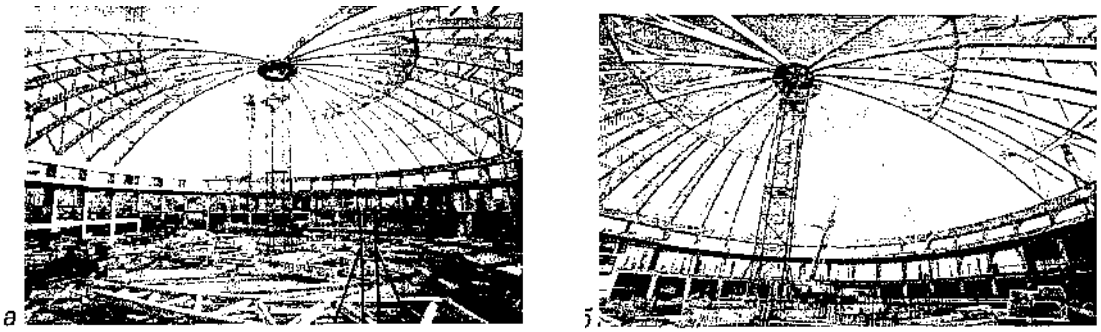


Рис. 4.31. - Монтаж конструкцій покриття арочної споруди за допомогою

тимчасової опори:

а - укрупнене збирання конструкцій покриття; *б* - монтаж підготовленого елементу

Іншим прикладом зведення великопрогінного покриття є монтаж арочної конструкції з металевих елементів. За таких умов технологія монтажу включає таке. Три шарнірні арки, залежно від вильоту та маси, збирають з двох напіварок чи блоків у вигляді напіварок, скріплених прогонами. Для монтажу таких конструкцій використовують дві монтажні опори (рис. 4.32). Монтажні опори установлюють у місцях з'єднання окремих напіварок в єдину конструкцію. Після облаштування стикового вузла тимчасові монтажні опори пересувають для зведення наступного елемента покриття.

За необхідності збирання арочного покриття, що складається з кількох елементів, кількість монтажних опор може збільшуватись. Приклад монтажу конструкцій покриття споруди виставкового комплексу, розмірами в плані 96 х 60 м, наведено на рис. 4.33.

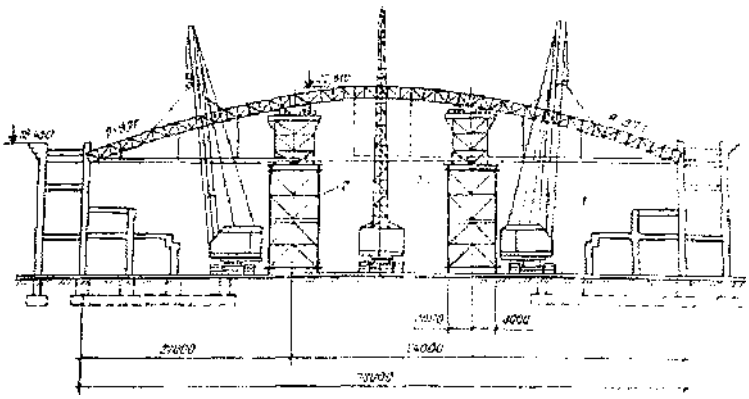


Рис.4.32. - Приклад схеми монтажу арочного великопрогонового покриття за допомогою двох тимчасових монтажних опор:

1 - монтажні крани; *2* – пересувні телескопічні монтажні опори

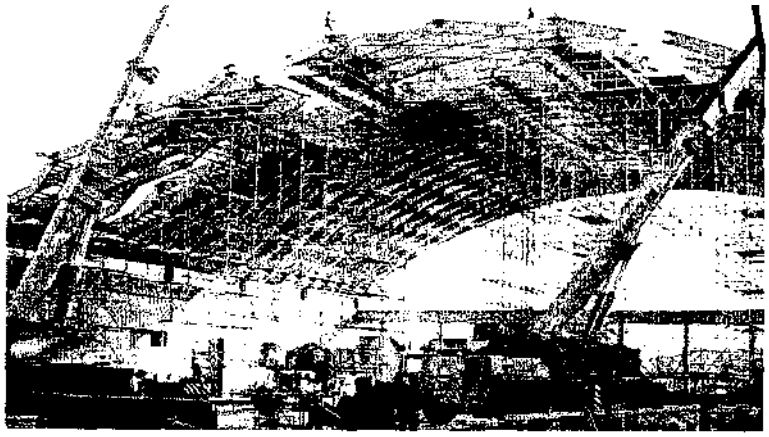


Рис. 4.33. - Монтаж конструкцій арочного покриття за допомогою тимчасових монтажних опор (Ріміні, Італія)

Рамні конструкції найчастіше укрупнюють і зварюють (скріплюють) на землі біля місць їхнього встановлення. При зведенні покриття однієї зі споруд ангара прогоном 60,1 м, було прийнято таку технологічну послідовність. Рамну конструкцію виготовили з декількох складових частин. Після монтажу тимчасових монтажних опор монтують опорні ділянки (стояки рами з її частинами) і закріплюють їх (рис. 4.34).

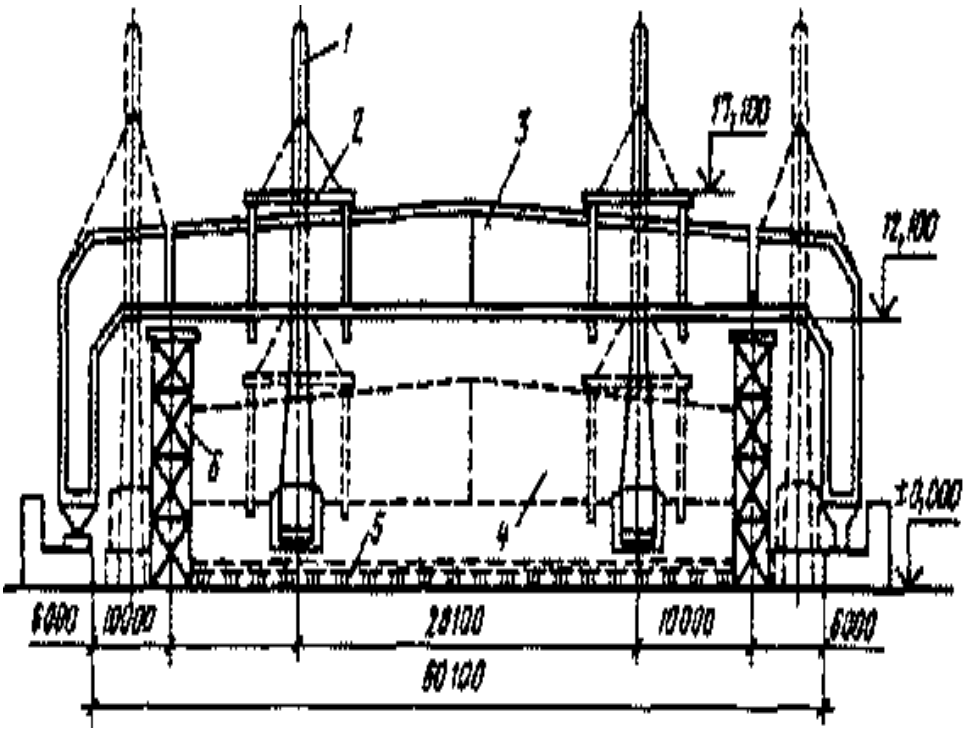


Рис. 4.34. - Варіант схеми монтажу покриття ангара рамної конструкції:

1 - кран; *2* - жорстка траверса; *3* - проектне положення рами; *4* - положення рами під час укрупненого складання; *5* - стелажі; 6 - тимчасова опора

Ці частини конструкцій установлюють на фундаменти та тимчасові монтажні опори. Потім двома монтажними кранами монтують середню ділянку рамної конструкції. Після установки на опорах з'єднують обидва стики рами і демонтують тимчасові монтажні опори.

Зведення арочних покриттів виконується аналогічно монтажу балкових і рамних покриттів з використанням тимчасових монтажних опор. Залежно від конструкції арок для їх монтажу може використовуватися одна або кілька монтажних опор. У наведеному нижче прикладі конструкції тришарнірних арок монтують за допомогою пересувної башти, влаштованої по осі арки (рис. 4.35). Кожну напіварку встановлюють самохідним краном. Після установки двох напіварок їх з'єднують у місці середнього шарніра і пересувну вежу переміщують з прогону.

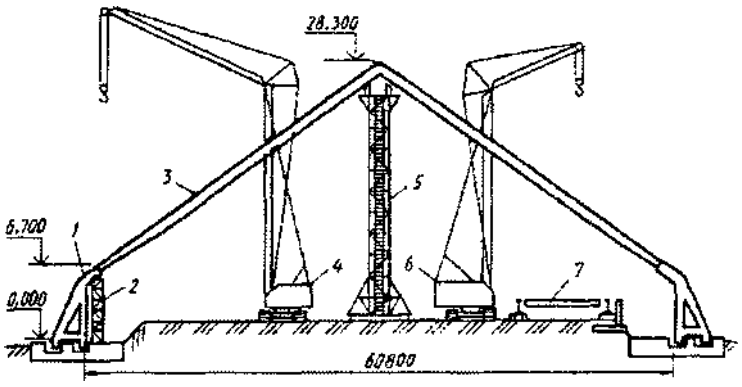


Рис. 4.35. - Приклад схеми монтажу тришарнірної арки покриття ангара:
1 - залізобетонний контрфорс; *2* - підмостки переставні; *3* - ригель арки; *4* - монтажний кран; *5* - тимчасова опора; *б* - кран для монтажу міжблочних конструкцій; *7* - блок, який укрупнюють

Прикладом монтажу великопрогонової арочної споруди може бути зведення покриття прогоном 78,0 м. Монтаж конструкцій покриття, виконаний з попередньою установкою двох пересувних монтажних башт, наведен на рис. 4.36. Після установки монтажних башт виконувався монтаж укрупнених блоків

прогоном по 18,0 м. Установлені елементи арки на монтажних опорах були з'єднані в цілі конструкції. Пересувні монтажні башти були переміщені на наступні захватки.

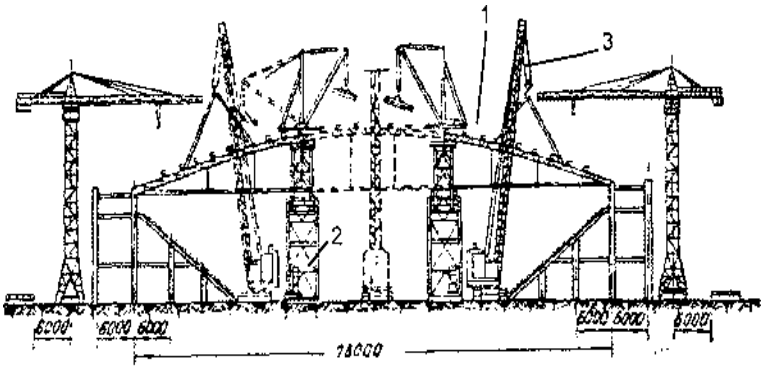


Рис. 4.36 -. Приклад схеми монтажу сталевих арочних конструкцій:
1 - напіварка; *2* - пересувна башта; *3* - самохідний кран

Монтаж просторових конструкцій оболонок ефективно зводити методом ***вертикального підіймання*** після складання на землі. Конструкція покриття збирається вантажопідйомними механізмами невеликої вантажопідйомності. Після виготовлення покриття за допомогою двох кранів великої вантажопідйомності піднімають зібрану просторову систему, наводять на опори (поворот) і установлюють у проектне положення (рис. 4.37).

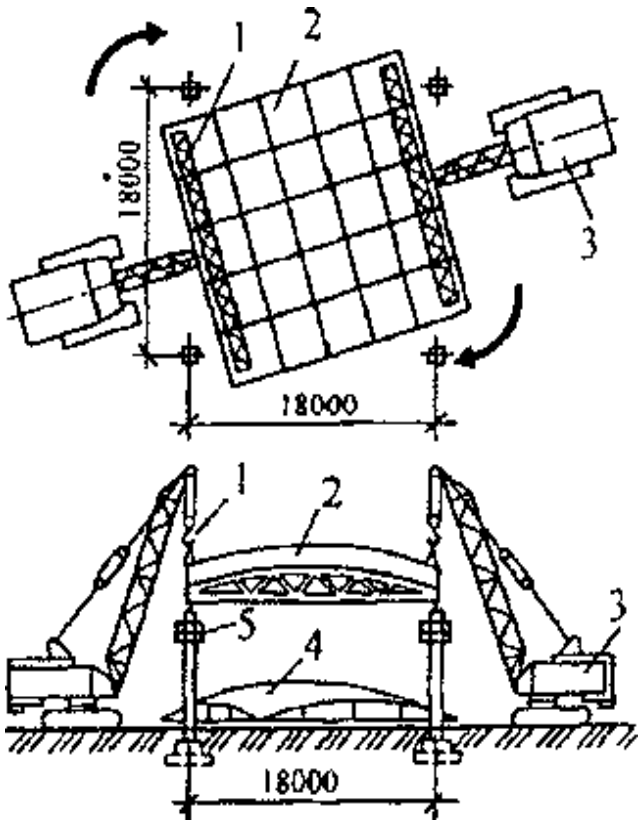


Рис. 4.37. - Приклад схеми зведення оболонки шляхом вертикального підіймання на опори:

1- траверса;2 - оболонка, піднята і повернена на опори; 3 - монтажний кран; 4- складена оболонка перед підійманням; 5 - змонтовані опори оболонок з навішеними робочими майданчиками

Аналогічно наведеним вище варіантам монтуються просторові структурні конструкції. Після установлення вертикальних несучих конструкцій елементи покриття складають на землі. Укрупнювальне складання здійснюється на спеціальних шпальних клітках з домкратами для забезпечення точного вивіряння при складанні просторової структури. Після складання структури її підіймають стрічковими гідравлічними домкратами, що усі приводяться в дію від однієї насосної станції (рис. 4.38), або за допомогою кранів (рис. 4.39).

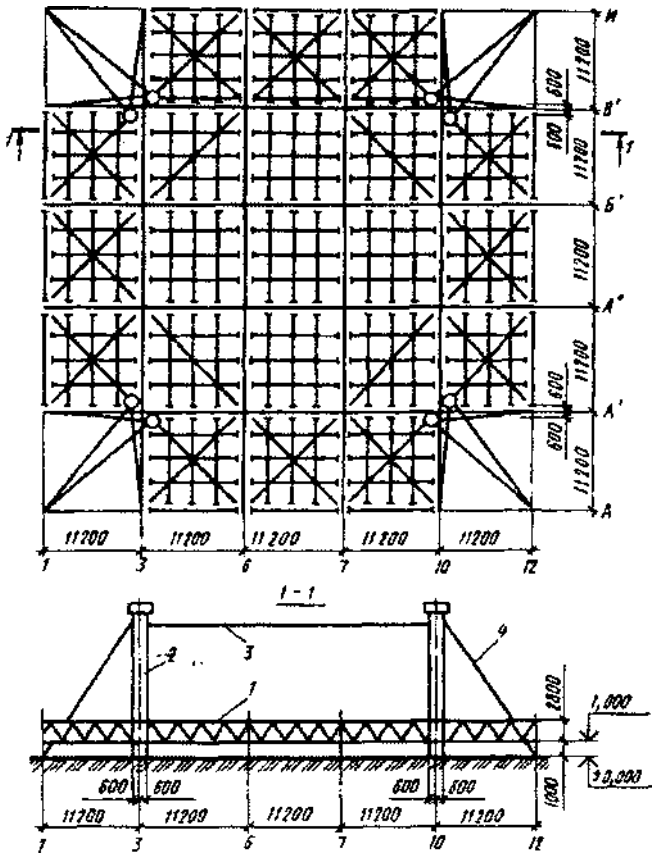


Рис. 4.38. - Приклад схеми монтажу структурного покриття великопрогонової споруди:

1 - положення зібраного покриття перед підніманням; *2*- стрічкові підйомники; *3* - горизонтальні в'язи стрічкових підйомників; *4* - розчалка

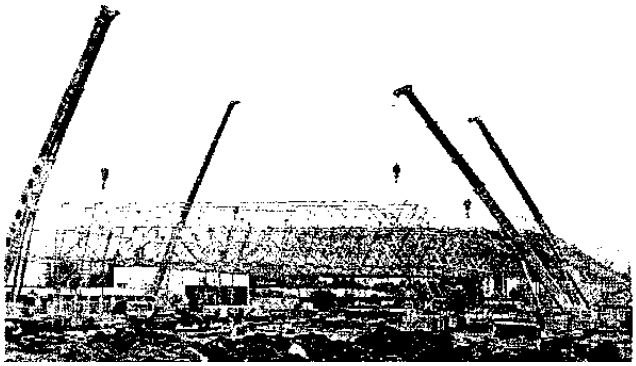


Рис. 4.39. - Монтаж просторової структури методом підіймання на опори за допомогою кранів

Практика зведення окреслених споруд передбачає й інші методи їх монтажу, котрі використовуються при будівнитцві звичайних будівель.

Контроль якості виконання будівельно-монтажних робіт зі зведення просторових будівель і споруд ґрунтується на підвищених до них вимогах. Ці

вимоги диктуються унікальністю та масштабністю цього типу споруд. Вони мають бути винятково надійними та безпечними при їх подальшій експлуатації.

Безпека праці зведення просторових будівель і споруд має включати комплекс заходів, що забезпечують нормальну роботу будівельників на висоті. Враховуючи геометричні параметри цих споруд, мають бути передбачені додаткові заходи із захисту робітників. Це додаткові шляхи евакуації з конструкцій та навісних майданчиків, захисні екрани монтажних горизонтів тощо.

16.6.2. Зведення купольних систем

Споруди з купольними покриттями - це великопрогонові будови з покриттями у вигляді купола без проміжних опор. У практиці будівництва купольні споруди зводяться прогонами до 80,0-100,0 м і висотою 20,0-80,0 м.

Зведення купольних систем може здійснюватися з використанням ***тимчасової опори,*** навісним способом або монтажем у складеному вигляді. Для пояснення прийнятих у практиці будівництва купольних споруд доцільно навести кілька прикладів їх зведення. Принципова технологія їх зведення аналогічна монтажу арочних та балкових будівель та споруд за винятком застосованих засобів механізації та прийомів. Вказані особливості мають за мету забезпечити просторову стійкість конструкцій та безпеку виконання робіт, а також можливість варіантного вибору наявних засобів механізації.

Процес зведення купольної споруди включає такі технологічні етапи:

- підготовка будівельного майданчика. Створення умов для раціонального та безпечного виконання будівельних робіт;
- зведення конструкцій фундаментів (ділянок стін);
- монтаж купольного покриття. Для цього в центрі споруди встановлюється башта з кільцем угорі, аналогічна наведеним вище прикладам. Башта попередньо оснащується драбинами і підмостками. Елементи конструкції купола піднімають і встановлюють у проектне положення одним або двома самохідними кранами. Конструкції встановлюють на нижні опори і вгорі на кільце

(рис. 4.40). Елементи купола монтують попарно, забезпечуючи рівномірне навантаження на опорне кільце;

- після установлення всіх елементів купола опорний стояк демонтують, а кільце залишається частиною конструктиву купольного покриття;
- виконується влаштування елементів прогонів і риштування покрівлі.

Монтаж елементів купольної споруди може виконуватися за допомогою ***кран - щогли,*** яка спирається на тимчасові центральні опори (рис. 4.41). На наведеному прикладі монтаж конструкцій прольотом 64,5 м був виконаний за допомогою радіально-поворотного пристрою. У центрі купола було змонтовано тимчасову центральну опору висотою близько 34, 0 м з опорним кільцем угорі для складок купола. Над опорним кільцем була влаштована щогла, на яку спирався ригель радіально-поворотного крана вантажопідйомністю 30,0 т. Блоки складок масою близько 15,0 т подавалися в зону дії радіально-поворотного крана за допомогою самохідного крана і укрупнювалися в готові складки. Після цього укрупнені елементи встановлювали в похилому положенні відповідно до проекту. Після монтажу купола було виконано монтаж консолей. Після зведення споруди, кран-щоглу розрізали вище і нижче від опорного кільця і демонтували.

Монтаж купольних споруд ***навісним способом*** передбачає послідовне складання кільцевих поясів за допомогою пересувної металевої ферми- шаблону та стояків з підвісками для утримання збірних плит (рис. 4.42). Ферма - шаблон рухаючись по периметру споруди, дала змогу виконати монтаж конструкцій покриття без застосування окремих кранів.

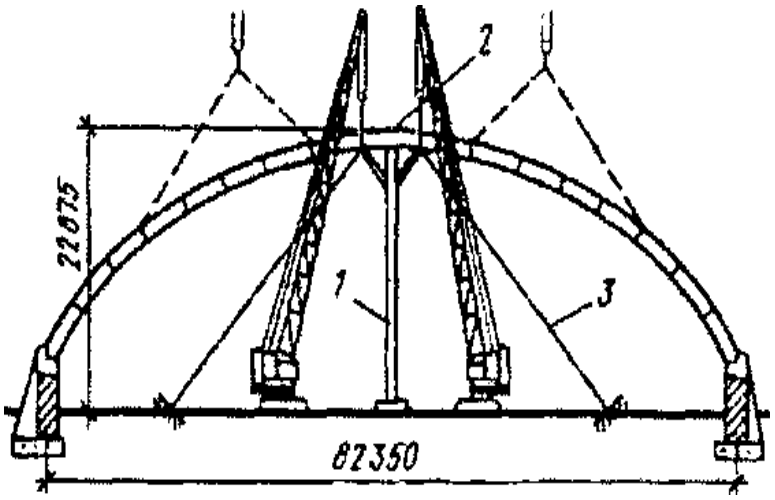


Рис. 4.40. - Приклад схеми монтажу купольної споруди:

1 - щогла; *2* - опорне кільце; *3* - ванти

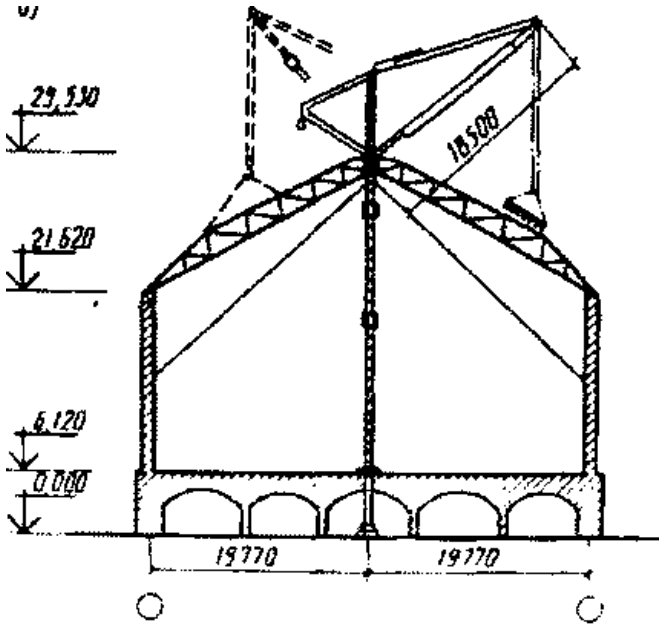


Рис. 4.41. - Приклад схеми монтажу купольного покриття за допомогою кран-щогли

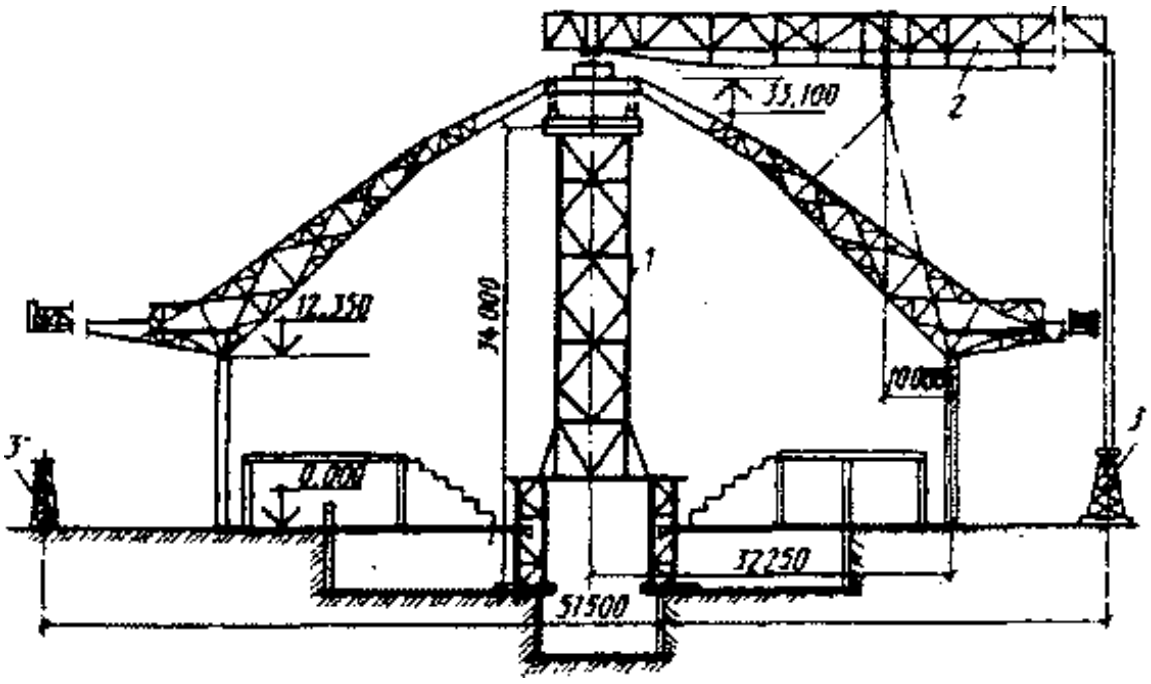


Рис. 4.42. - Приклад схеми монтажу купольного покриття за допомогою радіально-поворотного пристрою:

1 - тимчасова монтажна опора; *2*- радіально-поворотний пристрій; *3* - кільцева естакада рейкового шляху

На одному з реалізованих проектів у центрі споруди було встановлено баштовий кран (рис. 4.43). На його башту з одного боку і на кільцевий рейковий шлях по залізобетонному карнизу споруди встановили ферму- шаблон. Збірні залізобетонні плити покриття встановлювали на опорний вузол внизу і на регулюючі гвинти ферми-шаблону вгорі. Після вивірення плити виконували її кріплення підвісками до монтажних стояків, а ферми- шаблони пересували для монтажу суміжних панелей. Після монтажу плит усього пояса і затвердіння бетону закладення стиків підвіски знімали. Кільце зі змонтованих плит було опорою подальшого пояса.

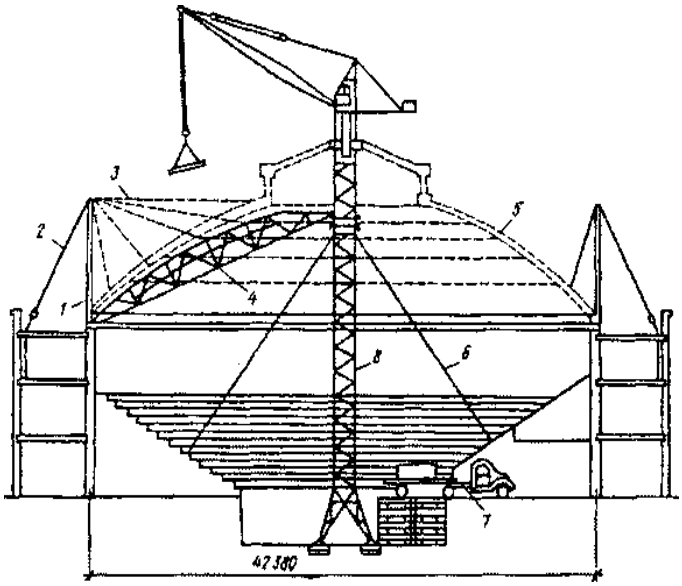


Рис. 4.43. - Приклад схеми монтажу купольної споруди
за допомогою пересувної ферми-шаблону:
1 - монтажний стояк; *2* - розчалка стояка; *3* - підвіски для утримання плит; *4* - ферма-шаблон; *5* - купол; *6* - розчалка баштового крана; *7*- панелевоз; *8*- баштовий кран

Інший приклад - зведення купольного покриття просторової споруди прольотом 88,0 мм і висотою близько 24,0 м. Це комбінація центральної пологої сферичної оболонки і 28 оболонок складчастого профілю зі сталевими затяжками в рівні перелому складок (рис. 4.44).

Зведення купольної споруди виконувалося з укрупнених блоків. У центрі і по периметру центральної оболонки були влаштовані тимчасові опори. За цими опорам були влаштовані обв'язувальні балки і ферми. Монтаж складчастої системи виконували паралельно з бокових осей симетрії, розбивши споруду на 4 захватки. Після монтажу нижнього ярусу споруди було утворено стійку просторову систему, на яку монтували елементи центральної оболонки. Монтаж складчастої системи було виконано за 4 місяці, а конструкцію центральної оболонки - за 40 днів.

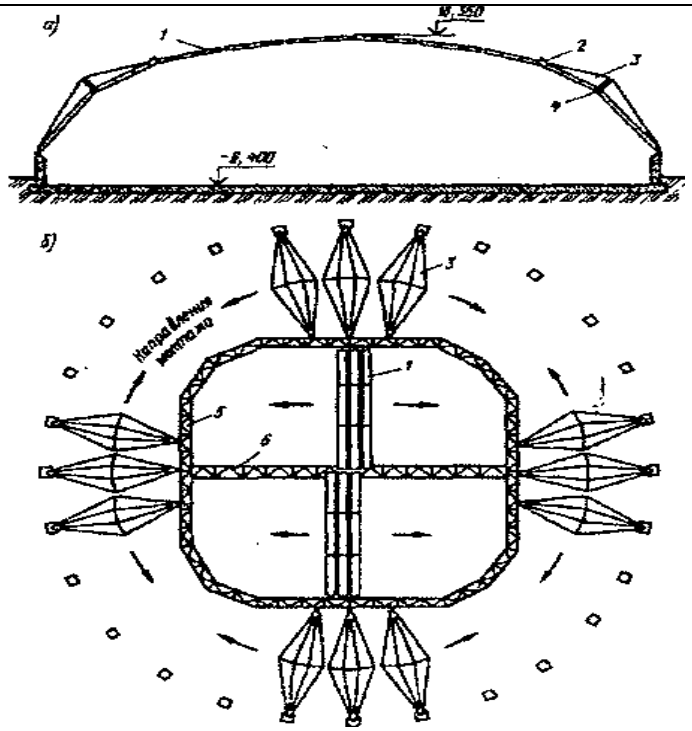


Рис. 4.44. - Приклад схеми монтажу купольного комбінованого покриття: *а* - поперечний розріз; *б* - технологічна схема монтажу; *1* - полога сферична оболонка; *2* - складчаста оболонка; *3* - опорний пояс; *4* - сталеве затягування; *5* - монтажні балки; б - монтажні ферми

Аналогічно наведеному варіанту зведення було побудовано один з найбільших у світі стадіон у місті Новий Орлеан (США). Споруда являє собою коло діаметром 207,0 м, вписане в квадрат розмірами 228 х 228 м, висотою в центрі 83, 7 м.

Одним з поширених варіантів просторових споруд у вигляді сферичних куполів - є зведення їх з монолітного залізобетону. Ці споруди зводяться у вигляді випуклої порожнистої або підйомної оболонки на круглому, еліптичному і полігональному плані. (рис. 4.45). При влаштуванні куполів з монолітного залізобетону за вказаною технологією зводяться швидкоспоруджувані купольні будови.

Для їх виготовлення використовується ***пневматична опалубка,*** що являє собою мембрану, на яку укладається утеплювач, арматура і згодом - бетонна

суміш. Мембрана кріпиться до фундаменту, забезпечуючи механічне закріплення і герметичність опалубки. Використання пневматичної опалубки дає змогу знизити вартість і терміни зведення куполів. Куполи з опорними кільцями можуть розташовуватися безпосередньо на фундаментах, а можуть бути змонтовані (опорні кільця) на колони або стіни, влаштовані на фундаментах. У купольних покриттях, крім опорних кілець, влаштовують кільце у верхній частині купола.

Технологічна послідовність зведення купольних споруд з монолітного залізобетону за цією технологією включає такі етапи:

- підготовчі роботи;
- зведення конструкцій фундаментів;
- влаштування пневматичної опалубки у вигляді мембрани. Доставка мембрани та її установлення й наповнення повітрям(рис.4.46);
- влаштування шару теплоізоляції з набризканого пінополіуретану по стінах мембрани**.** Шар теплоізоляції надає початкову міцність і дає змогу закріпити арматуру. Шар піни зберігає стабільну температуру всередині купола з мінімальними втратами енергії, оскільки практично ізолює систему від зовнішніх перепадів температури;
- армування конструкції. Арматура була заздалегідь доставлена до наповнення мембрани повітрям разом з усім необхідним для виконання робіт обладнанням. Під час нанесення піни в неї були закладені кріплення для арматури. Завдяки їм горизонтальне і вертикальне армування виконується в геометрично правильних пропорціях, що створює міцну арматурну сітку;
- нанесення бетонної суміші методом торкретування. Робота виконується ярусами по колу, знизу - вгору до тих пір, поки стіни не отримають проектну товщину. Товщина стін купола неоднакова по всій висоті, з висотою вона зменшується і до вершини може досягати 50,0 мм;
- влаштування зовнішнього гідроізоляційного (покрівельного) покриття;

монтаж технологічного обладнання та облаштування внутрішнього простору споруди відповідно до його функціонального призначення

Вимоги щодо ***контролю якості робіт та безпеки праці*** аналогічні наведеним вище. Однак у проектно-технологічній документації слід передбачати заходи, що відображають як архітектурно-конструктивні, так і технологічні особливості конкретних споруд.

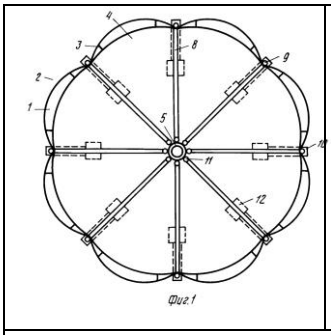


Рис. 4.46.- Оболочка системи "Бінишелл



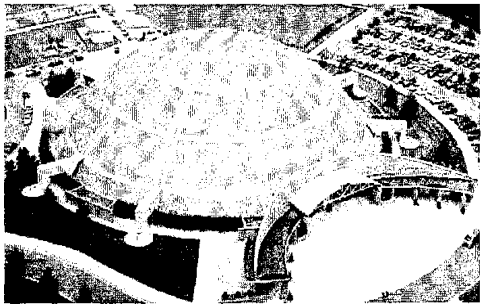


Рис. 4.45.- Купольна споруда з монолітного залізобетону

16.6.3. Зведення висячих систем

удівлі та споруди з висячими покриттями являють собою побудови, які спираються на висячі розтягнуті елементи, закріплені за жорсткі опорні конструкції. Опорні конструкції можуть бути виконані у вигляді замкнутого контуру (кільця, овалу, прямокутної рами), що спирається на фундаменти, колони або похилі рами, арки, які утримують покриття і передають навантаження на фундамент. Несучі конструкції висячих покриттів можуть бути виконані у вигляді попередньо напружених залізобетонних оболонок, тросових підвісок, вантових ферм і мембран. У більшості висячих покриттів в якості основного несучого елемента застосовують сталевий канат-трос, звитий з високоміцного дроту з тимчасовим опором розриву 1200-1800 МПа і більше. У разі використання канатів-тросів або арматурних стрижнів систему називають висячою ***з гнучкими вантами.*** Якщо ванта виконана з жорстких стрижнів, наприклад, гнутих двотаврів або ферм, то таку систему називають висячою ***з жорсткими вантами*** або згинально-жорсткими елементами.

Висячі покриття можуть бути також у вигляді металевої або залізобетонної попередньо напруженої оболонки.

Металеві оболонки з листової сталі та алюмінію називаються мембранними конструкціями.

Переваги висячих конструкцій: найбільш повне використання несучої здатності високоміцних сталей, поєднання в одній конструкції несучих і огороджувальних функцій, завдяки чому додатково знижується маса покриття, збільшується сейсмостійкість. Конструкції з дуже малою масою здатні перекривати прогони 40-300 м.

Для зведення ***попередньо напруженої залізобетонної оболонки*** спочатку монтують ортогональну або радіальну сітку зі сталевих канатів, зверху яких згодом укладають залізобетонні плити. Канати заповнюють бетонною сумішшю в стиках; вони в подальшому є напруженою арматурою покриття. Оболонка вступає в роботу тільки після обтискання заповнених бетоном швів на 20-25% вище напружень від тимчасового навантаження, що виключає в подальшому появу розтягуючих напружень. Напруження канатів виконується: попереднім натягненням усієї системи канатів шляхом завантаження вантажами або притягнення канатів до основи (фундаменту) будівлі; попереднім замонолічуванням швів і подальшим натягуванням несучих канатів. Після набору міцності бетоном натягування знімається. Бетонне покриття, як вказано вище, виконується монолітним або зі збірних плит.

Зведення висячих покриттів складається з таких будівельних процесів:

- виготовлення вант. Виконується на підприємстві чи у місці монтажу на стенді з натяжною станцією і опресовувальною установкою. Один кінець каната закладають у гільзовий анкер. Канат розкладають на стенді і витягують на зусилля 1100-1200 кН для його обтискання. Після витяжки, канат розрізають на необхідні довжини, кінці запресовують у гільзові анкери. Готові ванти випробовують на зусилля 1300-1400 кН;
- монтаж поздовжніх вант і початкове їх натягування;
- монтаж поперечних вант та їх натягування;
- монтаж плит покриття;
- напруження вантової мережі;

- заповнення стиків плит бетонною сумішшю.

Одним з прикладів - влаштування вантового покриття спортивного комплексу прогоном в 48,0 м. При установленні ванти разом з підвісками, що з'єднані попарно, піднімають двома баштовими кранами одночасно (рис. 4.47). Кінці з гільзовими анкерами заводять в отвори в опорному контурі і натягують домкратними пристроями на задане зусилля. Спочатку ставлять поздовжні ванти, потім поперечні. Після натягування і вивірення канати у вузлах з'єднують. Для з'єднання канатів в вузлах перетину використовують пересувні колиски і містки. Ванти натягують, додатково закріплюючи їх підвісками і натягуючи підвіски лебідками у вузлах їх перетину. При установленні канатів необхідне їх ретельне геодезичне вивірення.

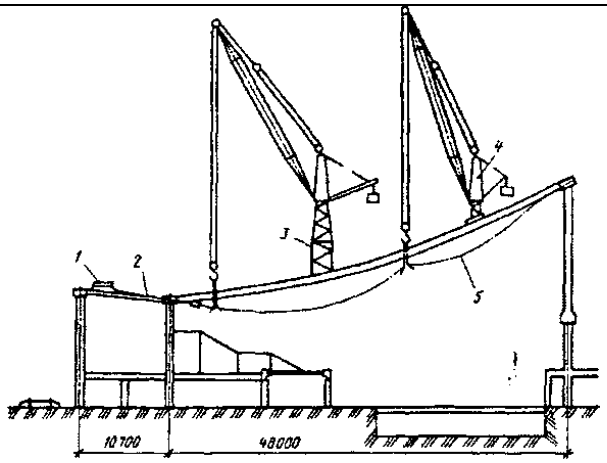


Рис. 4.47. - Приклад схеми піднімання ванти:

1 - електролебідка; *2*- відтяжка зі сталевого каната; *3*, *4* - баштові крани; *5* - ванта

Плити покриття укладають на канати баштовими кранами від нижньої позначки до верхньої, завантажуючи покриття рівномірно. У шви між плитами укладають арматуру. До замонолічування стиків ванти натягують гідродомкратами втретє, чим створюють попереднє натягування вантової мережі. Після цього виконують замонолічування плит, а після досягнення бетоном проектної міцності підвіски знімають від країв до середини. У бетоні створюється попереднє напруження.

Недолік методу - висока трудомісткість, часті перестановки домкратів та іншого обладнання.

Зведення ***мембранних споруд,*** як уже було вказано, дещо відрізняється від вантових. Технологію зведення зазначених споруд можна наочно продемонструвати на прикладі будівництва спортивної споруди. Оболонка еліптичного обрису складається з опорних зовнішнього і внутрішнього кілець, радіально розташованих стабілізуючих ферм, кільцевих ребер і мембрани (рис. 4.48). Мембрана виконана зі сталевого листа товщиною 5 мм з діаметром в осях 228 і 183 м. Стабілізуючі ферми шарнірно закріплені болтами до залізобетонного зовнішнього кільця, опертого на сталеві колони з кроком 20 м по периметру споруди, і натягнуті двома болтовими тяжами до внутрішнього сталевого кільця.

Після укрупненого складання блоків довжиною 80-100 м, що складаються з двох ферм з проміжними елементами кільцевих ребер, їх піднімали двома кранами, що розташовані в центрі будівлі. Блок установлювали на зовнішнє опорне кільце і внутрішнє сталеве кільце, яке підтримувалося тимчасовою опорою. Блоки установлювали в такій послідовності: спочатку біля поздовжньої осі були встановлені два протилежних блоки, потім за годинниковою стрілкою від них через три сектори покриття - два інших протилежних блоки, після них аналогічно по два протилежних блоки по короткій осі. Згодом симетрично встановлювали блоки між раніше встановленими. Така послідовність забезпечила найменші зусилля в площині опорного контуру.

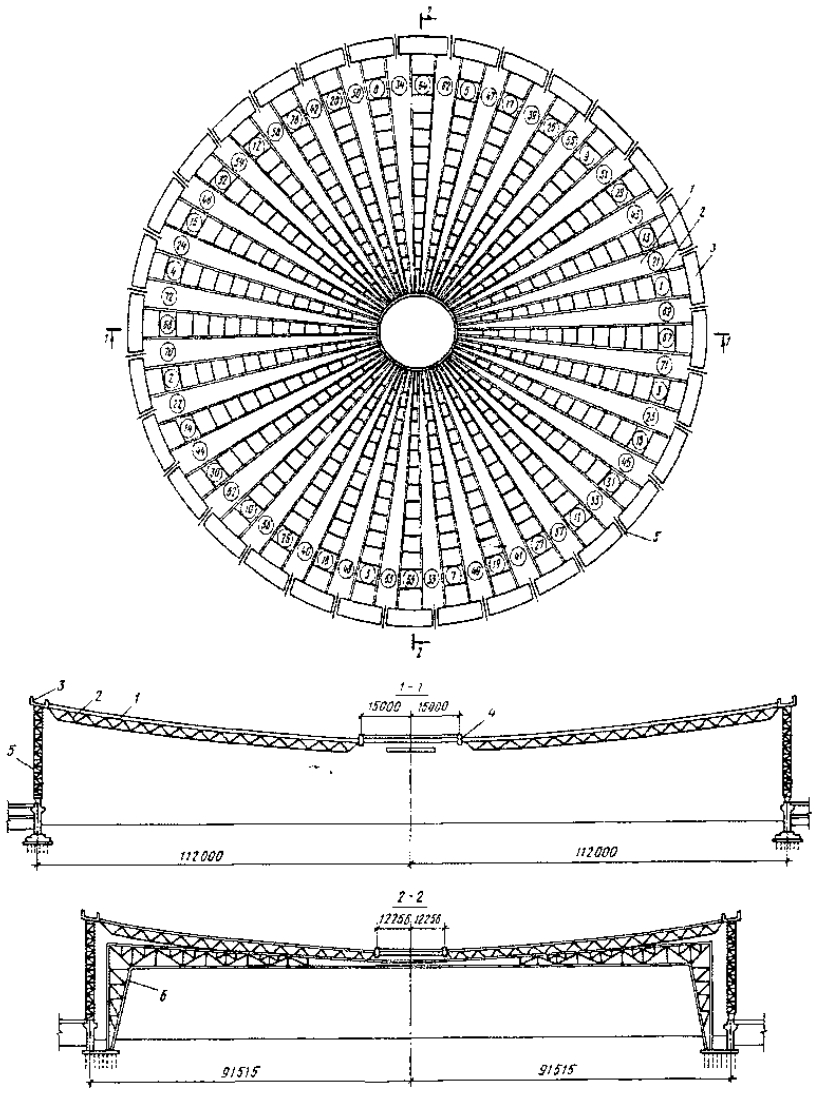


Рис. 4.48. - Приклад схеми мембранного покриття просторової споруди: *1* **-** сталева мембрана; *2* - радіальні ферми; *3* **-** зовнішнє опорне кільце; *4* - внутрішнє сталеве опорне кільце; *5* - колони; *6* - рами; *1 … 72*- послідовність установки блоків покриття

Після установлення всіх блоків і ферм у проектне положення були обладнані стенди для розгортання рулонів покрівельної мембрани. На стенді розгорнуте полотнище прямокутного обрису розрізували на два трапецієподібних елементи (пелюстки) шириною 1,34-10,0 м і довжиною 77-92 м. Елементи мембрани піднімали за допомогою траверси-розпірки і підйомника, транспортували і встановлювали в проектне положення (рис. 4.49). Кожен елемент мембрани закріплювали до зовнішнього кільця і після натягування домкратами кріпили до центрального кільця. Суміжні елементи мембрани зварювали внапусток. Після

завершення робіт покриття розкружавлювали шляхом опусканням домкратів на центральній тимчасовій опорі.

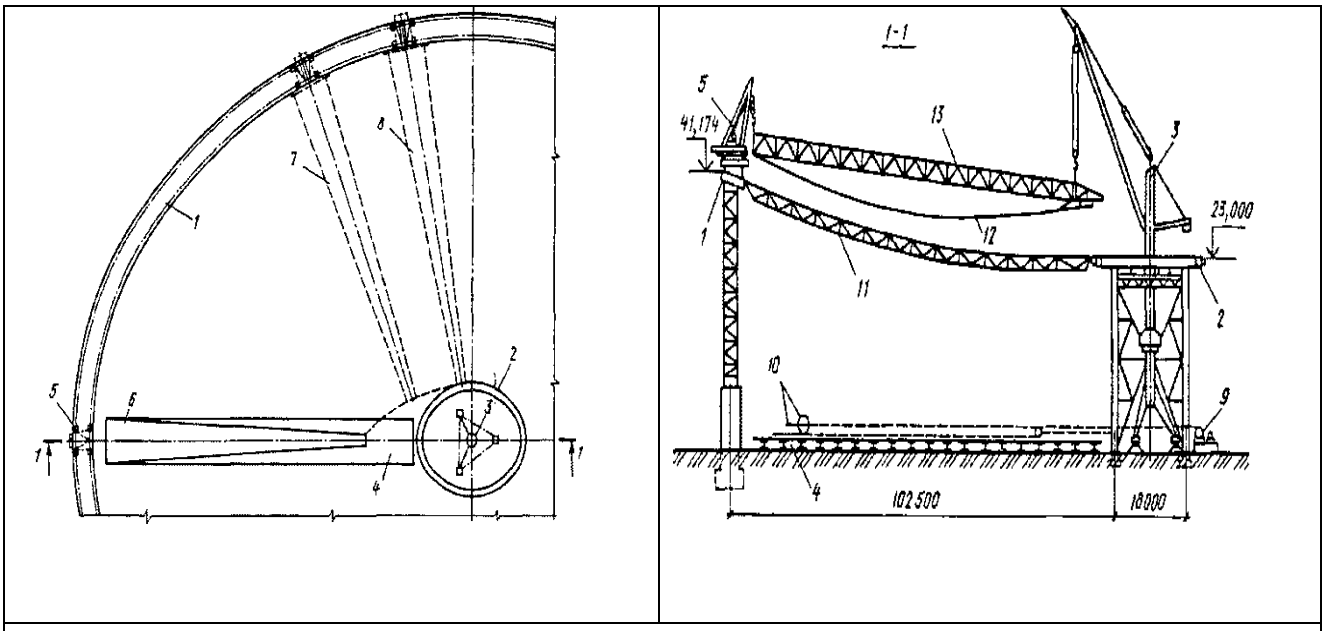


Рис. 4.49. - Приклад схеми розгортання рулонів мембрани:
1 - зовнішній опорний контур; *2* - внутрішнє сталеве опорне кільце; *3* - баштовий кран; *4* - стенд для розгортання рулонів; *5* - підйомник; *6* - положення елемента мембрани перед піднімання; *7* - проміжне положення мембрани; *8* - проектне положення мембрани; *9* - лебідка; *10* - схема розгортання; *11* - змонтований блок; *12* - монтований елемент мембрани; *13* - траверса-розпірка

Одним з прикладів сучасного зведення просторової споруди шатрової форми з вантовими покриттями «Хан Шатир» є будова в вигляді юрти з нахилом в м. Астана (Казахстан) (рис. 4.50).

 Рис.4.50 -. Шатрова споруда «Хан Шатир» висотою 150 м в Астані (Казахстан)	Шатрова споруда «Хан Шатир» була зведена в 2010 році за проектом архітектора Нормана Фостера. Призначення споруди - культурно- розважальний та торгівельний комплекс, в якому можуть одночасно знаходитись близько 10 тисяч відвідувачів.

Однією з головних особливостей споруди стало поєднання технічних інновацій з оригінальним архітектурним оформленням в стилі древньосхідного колориту. Іншим достоїнством є полімерне покриття шатрової споруди, завдяки чому в ній створено штучний клімат під гігантським тентом. Трьохшарове покриття куполу здатне витримати 35 градусну спеку влітку та мінус 40 градусів взимку. Купол виготовлено із спеціального матеріалу ETPE, котрий поглинає сонячне світло, що створює ефект літа всередині тенту. Споруда представляє собою пірамідальну конструкцію з розмірами в основі 250 м та висотою 151 м. Площа споруди становить 127000,0 квадратних метрів. Конструкція представляє собою монолітний залізобетонний фундамент по палевому полю з опорними стійками з решітчастих металевих конструкцій. Несучі сталеві канати покриття прикріплено до фундаменту та верхнього опірного кільця. Процес зведення споруди включав кілька етапів:

- підготовчі роботи;
- влаштування паль та монолітного залізобетонного ростверку;
- зведення конструкцій нижнього ярусу споруди;
- монтаж вертикальних несучих конструкцій в вигляді похилих опірних стійок методом повороту;
- влаштування вантових конструкцій покриття;
- влаштування покриття шатрової споруди полімерними прозорими

плитами;

- влаштування інших огороджувальних конструкцій та технологічного обладнання;
- оздоблювальні роботи та благоустрій території.

В процесі зведення даного об’єкту для монтажу вертикальних несучих конструкцій - похилих опірних стійок висотою 150 м, використано метод повороту. Вертикальні несучі конструкції 3-х опор було зібрано в горизонтальному положення на землі, а потім встановлено (повернуто) в проектне положення (рис.4.51).

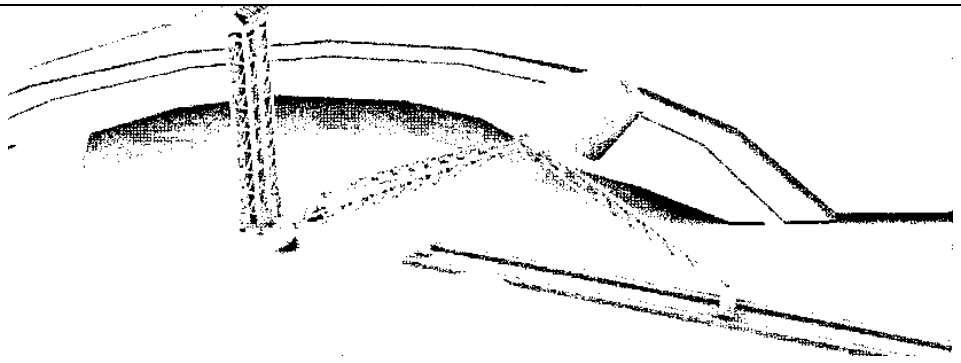


Рис.4.51. - Схема монтажу опорних конструкцій шатрової споруди методом повороту

При цьому дві стійки були закріплені шарнірно до фундаменту, а третю стійку розмістили на рейковий шлях з можливістю ковзання при підйомі (рис. 4.52, а). Це дозволило повернути цю стійку з горизонтального в проектне положення. Для повороту готової конструкції було встановлено вертикальну допоміжну щоглу до верху якої було закріплено 16 спеціальних гідравлічних домкратів. Після кріплення стальних канатів вантажних поліспастів до якорів (фундаментів) почали їх натягування домкратам. Кожний цикл роботи домкратів підіймав конструкції опор на 50 см. По мірі повороту двох стійок третя вільно ковзаючись на рейках досягла проектної опори й була закріплена до фундаменту. Після повного повороту конструкцій стійок 150 метрова конструкція стала в проектне положення (рис. 4.52, б). Згодом тимчасова монтажна щогла була демонтована. Далі почали

закріплювати вантові троси покриття шатра. Спочатку їх кріпили до фундаменту а потім до верхнього опірного кільця (рис. 4.52, в). Важливим технологічним прийомом є попарне симетричне влаштування вант з протилежних сторін споруди. Після влаштування вантових конструкцій, було влаштовано покриття споруди з світлопрозорих полімерних елементів. Ці конструкції закріплено до тросів спеціальними пристроями, що забезпечують гідроізоляційну та теплоізоляційну надійність експлуатації (рис. 4.52, г).

Після зведення споруди вона отримала вигляд, який зображено на рис. 4.53.

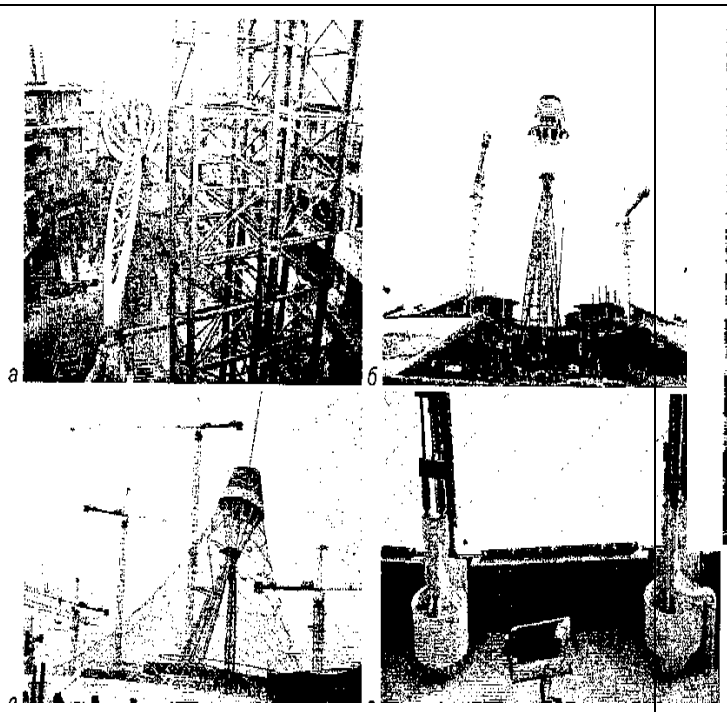


Рис. 4.52. - Послідовність зведення споруди

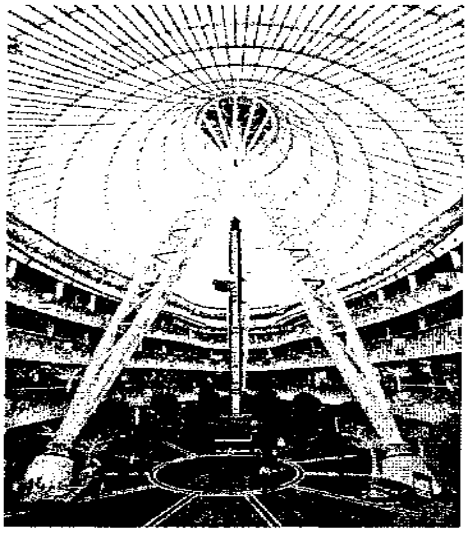


Рис. 4.53. - Завершений вид споруди «Хан Шатир» з середени

Терміни зведення даної споруди базувалися на детально розробленому календарному графіку. Часткове відхилення від графіка було зумовлено суровими зимовими умовами регіону будівництва.

Висячі покриття монтують у кожному конкретному випадку за індивідуальною технологією. Однак завжди необхідно прагнути до зведення

укрупненими блоками, що скорочує обсяги робіт на висоті і зменшує їхню загальну трудомісткість. Особливості зведення споруд такого типу вимагають дотримання підвищених вимог до безпеки праці та до контролю якості робіт. Загальні вимоги аналогічні організаційно-технологічним особливостям зведення майже всіх просторових споруд.

16.6.4. Зведення просторових будівель і споруд методом насування

Одним з варіантів зведення великопрогонових споруд є ***метод насування.*** Цей метод передбачає повне складання великопрогонової конструкції на землі з наступним насуванням по похилих або горизонтальних напрямних у проектне положення. Цей метод широко застосовують за необхідності виконання робіт у короткі терміни, поєднуючи на землі підготовку до насування з іншими роботами. При застосуванні цього методу відпадає необхідність у кранах великої вантажопідйомності.

Метод зведення споруд насуванням включає такі технологічні етапи:

- підготовчий. На цьому етапі здійснюється комплекс організаційно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення будівельного майданчика елементами будівельного господарства, забезпечуються умови безпечного | виконання робіт. Безпосередньо біля проектного положення споруджуваного об'єкта влаштовується майданчик укрупненого складання конструкцій з оснащенням і пристроями для виконання подальшого транспортування (насування) конструкцій;
- основний. На цьому етапі здійснюється складання (монтаж) споруди або його частини на майданчику укрупненого збирання. Влаштовуються шляхи, по яких буде переміщуватися споруда або її частина. Одночасно виконуються роботи по підготовці приймального майданчика, на який спиратиметься зібраний елемент або споруда. Приймальний майданчик - це конструкції фундаментів чи інших несучих і огороджувальних будівельних конструкцій. Після збирання споруди і виконання робіт з облаштування приймального майданчика здійснюється

переміщення (насування) його в проектне положення. Насування здійснюється за допомогою домкратів, лебідок, інших засобів механізації. Після установки споруди або її частини в проектне положення виконується його постійне закріплення і розбирання засобів транспортування, виконуються спеціальні та інші роботи.

Методом насування було виконано монтаж покриття будівлі спортивного комплексу прогоном 84,0 м з просторовими фермами покриття (рис. 4.54).

Ферми покриття збирали на землі на спеціальних візках у безпосередній близькості від споруди, що покривається. Для піднімання візків на проектну відмітку було змонтовано дві похилі монтажні балки. Переміщення візків з черговим блоком покриття здійснювали двома тяговими поліспастами. Після досягнення проектної відмітки блок покриття спирався на сталеві катки і методом накатки за допомогою двох легких поліспастів насувався в проектне положення.

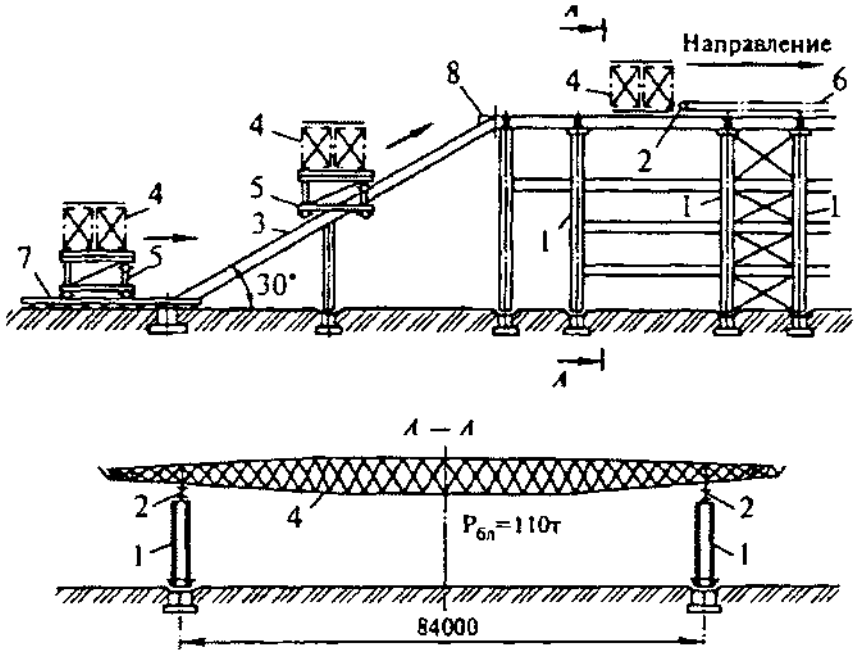


Рис. 4.54. - Приклад схеми зведення споруди методом насування блоків покриття:

1 - колони будівлі; *2* - підкроквяні балки; *3* - похилі балки тимчасової естакади; *4* - блок покриття; *5* - візок для пересування блоків; *6* - тяговий поліспаст; *7* - рейковий шлях візка; *8* - упор

16.7. Зведення висотних будівель спеціальними методами

16.7.1. Зведення висотних будівель за допомогою автоматизованих будівельних комплексів

Сучасні технології зведення висотних будівель постійно вдосконалюються та розширюється їх номенклатура. Основна тенденція в розвитку сучасних будівельних технологій - це максимальна механізація, роботизація будівельних процесів та безпека праці. Одним із варіантів зведення висотних будівель і споруд є застосування автоматизованих будівельних комплексів, будівництво способом зверху-вниз («up-down») тощо.

Автоматизований будівельний комплекс АБК; від англ. - ***«Automated building construction system (ABCS)»*** - автоматизована система будівництва) - це тимчасова закрита споруда, яка встановлюється на фундаменті будівлі чи споруди та забезпечує автоматизоване повністю чи часткове її зведення в умовах наближених до заводських (рис. 4.55). АБК включає в себе всі складові технологічної системи будівництва, тобто засоби виробництва, предмети праці, будівельні процеси в регламентованих умовах. Такі автоматизовані будівельні комплекси поширені в Японії, США при зведенні висотних будівель і споруд.

АБК пересувається паралельно нарощуванню будівлі, а після завершення будівництва розбирається. Використання АБК дає змогу виконувати роботи зі зведення будівель чи споруд за будь-якої пори року, не обтяжуючи територію будівельного майданчика елементами будівельного господарства.

АБК як інтегрована система автоматизації будівництва передбачає поєднання таких елементів:

- закрита робоча платформа та система піднімання, яка забезпечує середовище заводського типу, в якому всі автоматизовані системи будівництва можуть працювати ефективно без зовнішнього впливу несприятливих погодних умов. Дає змогу пересувати процес зведення будівлі в міру її нарощування;
- вчасна доставка в зону робіт конструктивних елементів та попередньо зібраних деталей. Доставка конструкцій та матеріалів виконується тільки за їх потреби, тому немає необхідності зберігати запас. Допомагає створити ефективний

будівельний майданчик;

- автоматизована система оброблення матеріалів. Допомагає контролювати попередньо зібрані деталі, надаючи їм певну орієнтацію та положення зберігання та доставки;
- централізований, інтегрований центр управління будівельних процесів. За допомогою моніторів здійснюється контроль будівництва. Підтримує інвентаризацію компонентів будівельної структури та її відповідність проектній документації. Моніторинг умов та безпеки праці, стандартів якості.

Ця система вперше була використана для житлового будівництва «Ріверсайд Суміда» в Японії в 1994 р. Практичний досвід показує, що автоматичне будівництво може бути використане як для малих, так і для великих будівельних проектів. Система показала свою ефективність на низці об'єктів. Вона допомогла скоротити графіки будівництва висотних (30 поверхів) будівель на 2,5-6 місяців.

В сучасній будівельній практиці поширений й деякі різновиди АБК. Наведена вище система передбачає спирання АБК на конструкції будівлі, що зводяться (рис. 4.56). Одним з варіантів є автоматизована будівельна система «Від Сапору» (від англ. ***«Big Сапору» - «великий дзвін» - Automated Construction System»***.

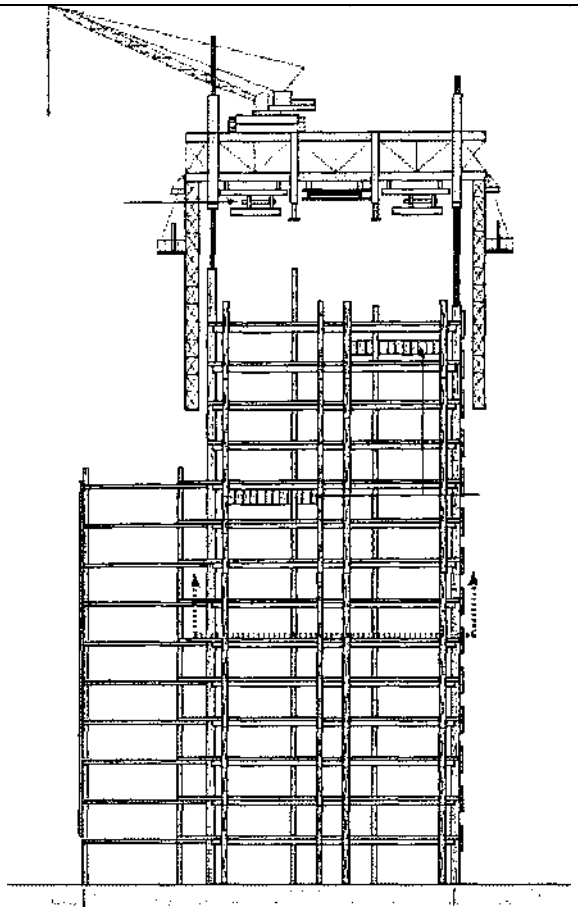


Рис. 4.55. - Принципова схема автоматизованого будівельного комплексу для зведення висотної будівлі

Ця система передбачає зведення паралельно зі зведенням будівлі додаткових несучих конструкцій, на які спирається АБК (рис. 4.57).

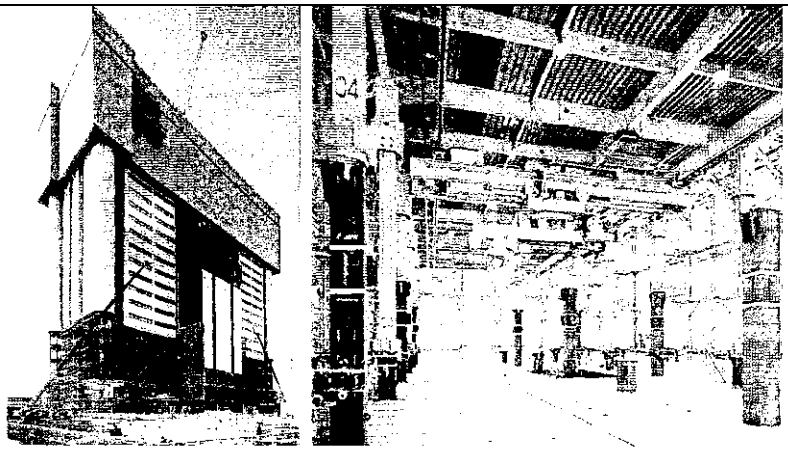
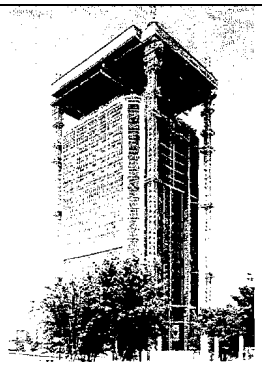
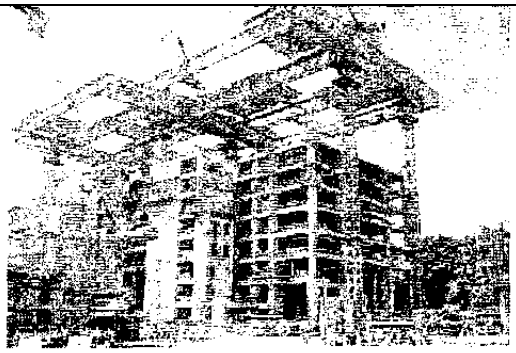


Рис. 4.56. -Зведення висотної будівлі за допомогою автоматизованих будівельних комплексів, що спираються на будівлю, яка зводиться

Також у практиці находять впровадження й інші варіанти так званих «СМАРТ»-систем для автоматизованого (подібного до 3D - принтерного виконання) будівництва (рис. 4.58).

	
Рис. 4.57. - Зведення висотної будівлі за допомогою автоматизованих будівельних комплексів, що спираються на додаткові підтримуючі конструкції	Рис. 4.58. - Зведення будівлі за допомогою автоматизованого комплексу типу «СМАРТ - система»

Практичним прикладом використання автоматизованих будівельних систем є комплекс для розбирання висотних будівель в ущільненій міській забудові. Так, одна з висотних будівель висотою 150 м у Токіо (Японія) була розібрана за допомогою автоматизованого розбирального комплексу, аналогічного АБК(рис. 4.59). АБК було встановлено на даху висотної будівлі. Після оснащення будівлі автоматизованим комплексом почали розбирання конструкцій будівлі зверху-вниз. Швидкість розбирання будівлі становила 6 м за добу. Роботи були виконані без пиле- та шумовиділення.

Представлені варіанти автоматизації будівельних процесів дають змогу забезпечити високу якість та безпеку праці. Економічна доцільність їх використання має бути визначена шляхом варіантного проектування організаційно-технологічних рішень з урахуванням умов виконання робіт та особливостей будівель чи споруд, що зводяться.

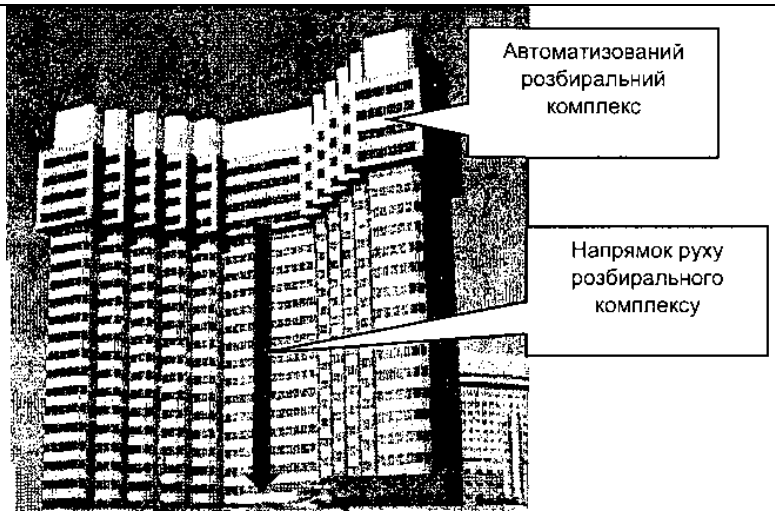


Рис. 4.59. - Розбирання висотної будівлі в умовах ущільненої забудови за допомогою автоматизованого розбирального комплексу

16.7.2. Зведення будівель методами «зверху-вниз» та «вгору-вниз»

Зведення будівель в обмежених міських умовах і слабких водонасичених ґрунтах потребує застосування таких технологій, які мінімізують деформації прилеглих об'єктів, що потрапляють у зону впливу нового будівництва. Однією з таких технологій є зведення будівель і споруд способом «зверху-вниз» (up-down) або «вгору-вниз».

Зведення будівлі методом ***«зверху-вниз» (up-down)*** включає (рис. 4.60):

- установку по контуру споруджуваної будівлі стіни-огорожі, яка є кріпленнями стінок котловану;
- установку паль у місцях проектного розташування колон будівлі, установку плити перекриття на нульовому рівні;
- виїмку ґрунту під плитою перекриття і установку плити перекриття наступного рівня і далі поетапну виїмку ґрунту чергового рівня, включаючи фундаментну плиту.

У кожну плиту перекриття, включаючи фундаментну плиту, по периметру плити до стіни огорожі прикріплюють обв'язувальні балки, а між балками і плитою встановлюють гідравлічні домкрати додаткову активну розпірну систему.

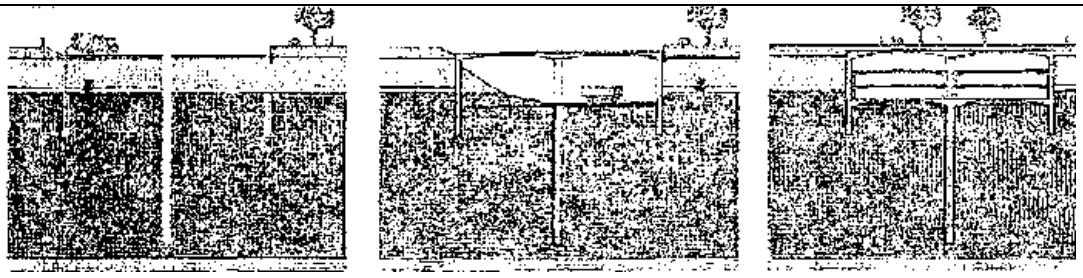


Рис. 4.60. - Схема виконання робіт зі зведення будівлі способом «зверху-вниз» (up-down)

Технічний результат полягає в тому, що є можливість відмовитися від кріплення стінок котловану тимчасовими розпірними конструкціями або анкерними кріпленнями, тому що в якості розпірної системи для огорожі котловану тут використовуються міжповерхові перекриття. Крім того, істотно скорочуються терміни будівництва.

Ці методи будівництва є найбільш ощадливими по відношенню до прилеглої існуючій забудови, забезпечуючи мінімальні, порівняно з іншими способами кріплення котлованів, осідання існуючих будівель і споруд.

При методі будівництва будівель та споруд «зверху-вниз» (напівзакритий спосіб) можуть бути використані технологічні прийоми, що визначають порядок зведення монолітних залізобетонних перекриттів і поярусне розроблення ґрунту під їх захистом:

- випереджальне зведення перекриттів по відношенню до поярусного розроблення ґрунту в котловані. Бетонування перекриттів здійснюється безопалубочним методом, безпосередньо на підготовленій ґрунтовій основі (рис. 4.61. а);
- випереджальне поярусне розроблення ґрунту і подальше зведення

перекриттів за допомогою інвентарної опалубки, що спирається на підготовлену ґрунтову основу;

- комбінований прийом, що поєднує в собі як елементи технології зведення перекриттів безопалубочним методом, так і з опертям інвентарної опалубки на підготовлену ґрунтову основу (рис. 4.61. б**).**

Найбільш універсальним способом огородження котловану є влаштування сталевого шпунта, бурових паль різної конструкції і влаштування «стіни в ґрунті». Наявність слабких водонасичених ґрунтів потребує додаткових заходів з виконання захисних екранів з бурових посічених паль, застосування струменевої цементації ґрунтів, використання інших конструкцій.

Роль розпірок у котлованах, що зводяться за технологією «зверху-вниз», відіграють проектні плити перекриття, жорсткість яких значно вища, ніж традиційних сталевих конструкцій. Завдяки збільшенню жорсткості розпірних конструкцій знижуються деформації ґрунту поблизу огорожі котловану і зменшується його вплив на навколишню забудову, тим самим підвищується безпека при будівництві.

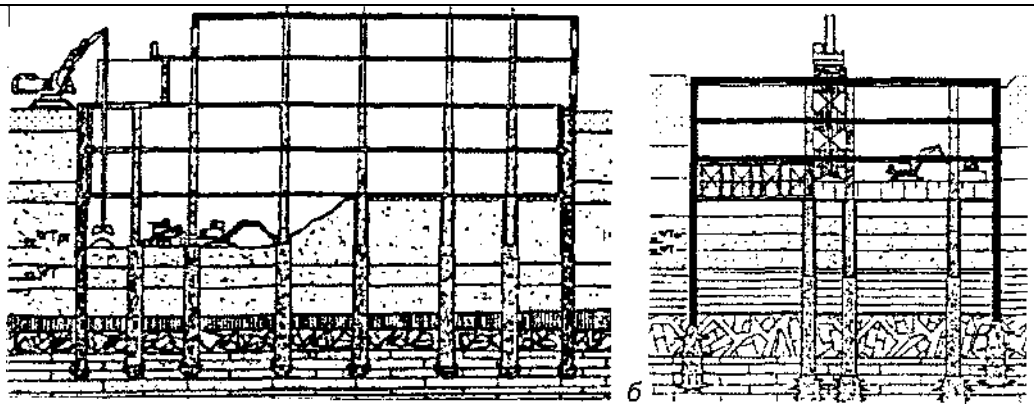


Рис 4.61.-Схеми зведення будівель методом «зверху-вниз»:
а - випереджальне зведення перекриттів по відношенню до поярусної розробки ґрунту в котловані; *б* - комбінований прийом

Розробка ґрунту в котловані під захистом перекриттів проводиться малогабаритними екскаваторами і звичайними бульдозерами, а видалення ґрунту з

котловану - за допомогою грейферного екскаватора через монтажні прорізи в перекриттях. Особлива увага повинна приділятися попередній підготовці ґрунтової основи перед бетонуванням перекриття або установленням опалубки. На ґрунтову основу влаштовується піщана підсипка, утрамбовування щебню, укладання шару низько марочної бетонної суміші або цементно-піщаного розчину.

Застосування технології будівництва «зверху-вниз» дає змогу домогтися такого:

- виключити використання дорогої розпірної системи;
- підвищити жорсткість і, відповідно, зменшити деформації прилеглих будівель;
- поєднати будівництво нульового циклу зі зведенням надземних поверхів і тим самим скоротити терміни введення в експлуатацію будівлі, споруди;
- знизити витрату металу чи залізобетону на шпунт;

Істотні недолки такої технології:

- подорожчання розроблення ґрунту в порівняно з відкритим способом;
- необхідність добавлення тимчасових паль.

Описаним вище методом було зведено хмарочос Майнтауер (Maintower) у Франкфурті-на-Майні (Німеччина) (рис. 4.62). Висота хмарочоса - 200 м. Будівля має 4 підземних та 56 наземних поверхів. Будівництво виконане в 1999 році.

Метод будівництва «вгору-вниз» передбачає зведення будівель з декількома підземними поверхами за рахунок одночасного будівництва поверхів вгору і вниз від рівня поверхні землі з улаштуванням огорожі котловану способом «стіна в ґрунті», яке часто є стіною підземної частини будівлі. Будівництво таким методом дає можливість скоротити загальні терміни будівництва будівлі в цілому до 30%.

Будівництво за схемою «вгору-вниз» починається з влаштування траншейних «стін у ґрунті» по периметру будівлі, споруди і проміжних бурових опор (колон) (рис. 4.62).



Рис. 4.62. - Процес зведення хмарочосу Майнтауер у Франкфурті-на-Майні (Німеччина) за технологією «вгору-вниз»

Траншейні стіни і бурові колони слугують опорами майбутніх конструкцій верхньої частини будівлі. Далі починається відкрите розроблення ґрунту на першому підземному ярусі і паралельно захватками зводиться перекриття над першим поверхом (на рівні землі). При досягненні бетоном перекриття на рівні землі 75% міцності на ньому в спеціально влаштованій зоні стаціонарно встановлюється баштовий кран. Після досягнення бетоном перекриття 100% міцності починається зведення конструкцій наземних поверхів і одночасно ведеться будівництво другого і наступних підземних поверхів по одному з технологічних прийомів, описаних вище.

Методи зведення спеціальних будівель і споруд методами «зверху-вниз» і «вгору-вниз» успішно застосовані на цілому ряді об'єктів

Безумовно, практика зведення висотних будівель і споруд постійно удосконалюється та застосовуються новітні матеріали, конструкції, механізми та технології. Основною задачею процесу вдосконалення зведення вистоних будівель є:

- забезпечення безпеки праці та безпеки прилеглих територій;

- забезпечення економічної ефективності зведення;
- охорона довкілля, інше.

Прийняття конкретних організаційно-технологічних рішень зведення висотних будівель чи споруд тим чи іншим способом має базуватись на варіантній оцінці техніко-економічних показників та умов їх зведення. Взнаки особливостей вказаних споруд, їх зведенню передує ретельна розробка проектно-технологічної документації.

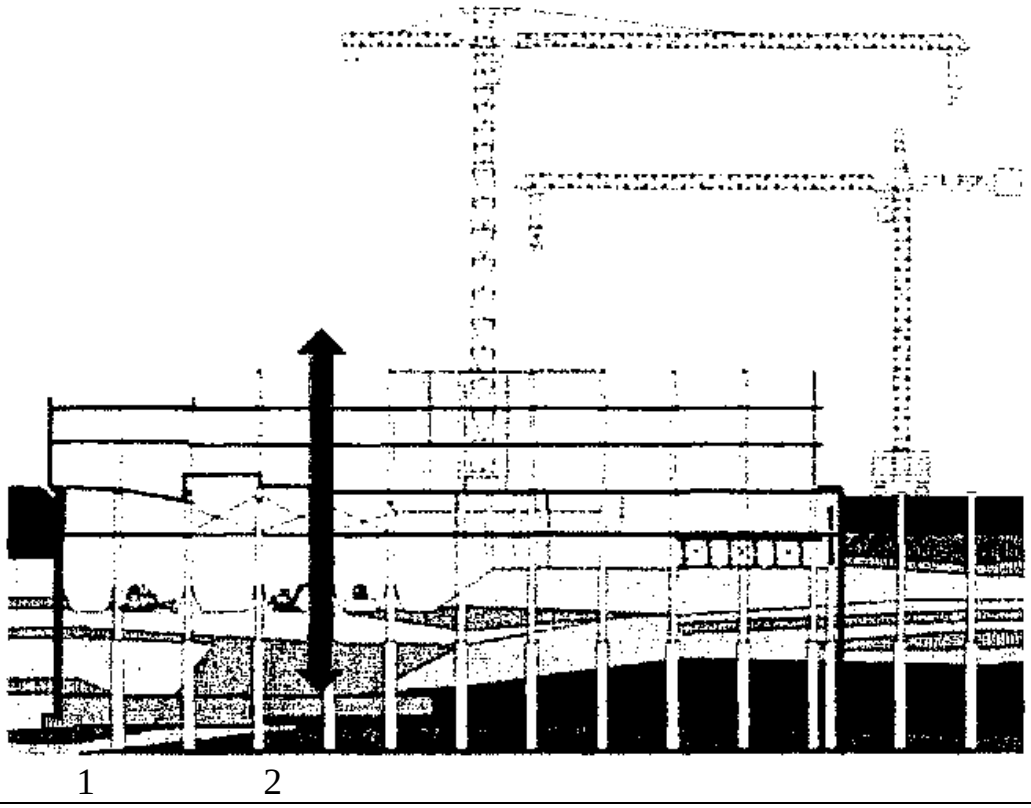


Рис. 4.63. –Принципова схема зведення будівлі методом «угору-вниз»:

1-влаштування траншейних «стін у ґрунті» по периметру будівлі, споруди і проміжних бурових опор (колон); *2*- відкрите розроблення ґрунту на першому підземному ярусі; *3*- улаштування перекриття над першим поверхом; *4*- встановлення баштового крану

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1.Як розділяються між собою уніфіковані типові секції багатоповерхових каркасних будівель?

2.З яких стадій складається процес зведення багатоповерхових каркасних будівель?

3.Як здійснюється монтаж багатоповерхових каркасних будівель згідно горизонтальної схеми монтажу каркасу?

4.Де можуть розташовуватися крани при горизонтальній схемі монтажу каркасу?

5.Як здійснюється монтаж багатоповерхових каркасних будівель згідно вертикальної схеми монтажу каркасу?

6.Де можуть розташовуватися крани при вертикальній схемі монтажу каркасу?

7.Чому при вертикальній схемі монтажу каркасу необхідно мати резервну захватку у суміжному відсіку ?

8.Які методи залежно від послідовності встановлення конструкцій у проектне положення вживаються для монтажу багатоповерхових промислових будівель?

9.Дайте визначення терміну «ярус» стосовно багатоповерхових промислових будівель.

10. Зі скількох поверхів може складатися ярус у багатоповерхових каркасних будівлях?

11. Яка повинна бути послідовність встановлення конструкцій у всіх схемах організації монтажу будівель?

12. Які стропувальні пристрої використовуються для монтажу колонн?

13. Як перевіряється вертикальність колон?

14. Як здійснюється тимчасове закріплення колон у стаканах фундаментів?

15. Коли рекомендується застосовувати рамно-шарнірні індикатори ?

16. З яких елементів складається РШІ ?

17. Як встановлюють і переставляють РШІ на нову позицію?

18. Які вимоги мають бути виконані перед установленням РШІ ?

19. У якій послідовності збирають каркас будівлі із застосуванням РШІ ?

20. Які стропувальні пристрої використовуються для монтажу ригелів?

21. Як здійснюється піднімання монтажників на риштування під час монтажу ригелів?

22. Яка послідовність монтажу плит перекриття та покриття при зведенні каркасних будівель та чим вона обумовлена?

23. Які стропувальні пристрої використовуються для монтажу плит перекриття та покриття?

24. Яка послідовність монтажу стінових панелей відносно зведення каркасу найчастіше використовується?

25. Якої умови треба додержуватися, коли монтаж стінових панелей виконується у єдиному потоці з каркасом?

26. Які стропувальні пристрої використовуються для монтажу стінових панелей багатоповерхових каркасних будівель?

27. Назвіть конструктивні особливості великопанельних безкаркасних будівель.

28. Які методи монтажу застосовуються при зведенні великопанельних безкаркасних будівель?

29. Чим обумовлен вибір того чи іншого методу монтажу великопанельних безкаркасних будівель?

30. Які стропувальні пристрої використовуються для монтажу стінових панелей великопанельних безкаркасних будівель?

31. З яких операцій складається процес монтажу великих блоків?

32. З монтажу яких великих блоків починається зведення зовнішніх стін на поверху?

33. Які стропувальні пристрої використовуються для монтажу великих блоків?

34. Дайте визначення терміну «об’ємний блок»?

35. Які стропувальні пристрої використовуються для монтажу об’ємних блоків?

36. Якими кранами здійснюється монтаж об’ємних блоків?

37. Як залежить послідовність монтажу об’ємних блоків від їх конструктивних особливостей?

38. Назвіть особливості монтажу у зимових умовах.

39. Які споруди відносять до баштових?

40. Особливості монтажу баштових споруд методом нарощування.

41. Особливості монтажу баштових споруд методом повороту.

42. Особливості монтажу баштових споруд методом підрощування.

43. Як відбувається контроль якості зведення баштових споруд?

44. За допомогою якої опалубки здійснюється зведення баштових споруд з монолітного залізобетону?

45. Які особливості використання автоматизованих будівельних комплексів при зведенні висотних будівель ?

46. Принципи зведення споруд методом «зверху-вниз» (up-down).

47. Принципи зведення споруд методом «угору-вниз»

48. Коли можливе стаціонарне встановлення баштового крану на перекриття на рівні землі?

49. Які перспективні напрями вдосконалення будівельних технологій зведення спеціальних будівель і споруд?

50. Які основні задачі вдосконалення зведення висотних будівель?

51. Дайте визначення «просторові споруди».

52. Монтаж балкових і рамних конструкцій.

53. Який порядок монтажу структурних покриттів?

54. Монтаж купольних споруд.

55. Які особливості монтажу висячих споруд?

56. Як виконується монтаж мембранних споруд?

57. Особливості зведення споруд методом насування.

ТЕМА №17

17.1. Бетонні та залізобетонні роботи. Загальні відомості

17.2. Опалубні роботи. Загальні відомості

17.3. Види опалубки

17.1. Бетонні та залізобетонні роботи. Загальні відомості

Бетонні та залізобетонні роботи — це узагальнююча назва комплексного будівельного процесу зведення будівельних конструкцій із бетону та залізобетону.

Бетон та залізобетон належать до основних матеріалів, які використовують у сучасному будівельному виробництві. Широке використання бетону та залізобетону зумовлено високими фізико-механічними показниками, довговічністю, можливістю зведення різноманітних будівельних конструкцій порівняно простими технологічними методами, використанням в основному місцевих будівельних матеріалів, порівняно незначною вартістю.

За способами виконання робіт бетонні та залізобетонні конструкції поділяють на збірні, монолітні та збірно-монолітні. Збірні конструкції виготовляють на заводах і полігонах, після чого транспортують на будівельний майданчик і встановлюють у проектне положення. Монолітні конструкції зводять безпосередньо на місці їхнього розташування у будівлі чи споруді. Збірно-монолітні конструкції складаються із збірних елементів і монолітних частин, які об’єднують ці елементи в єдине ціле. Крім того, залізобетонні конструкції ще поділяють на звичайні (з ненапружуваною арматурою) та попередньо напружені.

Методи технології монолітного бетону і залізобетону мають великі потенційні можливості зниження ресурсомісткості будівництва. Так, на монолітні залізобетонні конструкції металу витрачається на 20 - 40 % менше,

ніж на збірні, вони потребують значно нижчих (до 40 %) затрат на створення промислової бази, а також на 25 - 30% нижчих енергетичних витрат.

Склад комплексного технологічного процесу. Комплексний процес зведення монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій складається із влаштування опалубки, армування конструкцій, бетонування, вистоювання бетону в забетонованих конструкціях, розпалублення, натягування напружуваної арматури та влаштування її захисту чи ін'єкції каналів (при зведенні попередньо напружених залізобетонних конструкцій), а у разі потреби опоряджування поверхонь конструкцій. Процес бетонування, що складається з укладання й ущільнення бетонної суміші, в багатьох випадках є ведучим, з яким погоджують виконання інших процесів.

До технологічного комплексу процесу зведення монолітних бетонних та залізобетонних конструкцій належать заготівельні, транспортні та монтажно-укладальні (основні) процеси.

Заготівельні процеси виконують, як правило, в заводських умовах. Це виготовлення елементів опалубки, риштувань, арматури, арматурно-опалубних блоків, приготування бетонної суміші, виготовлення елементів для прогрівання бетону (електродів, струн тощо) та покриття поверхні бетону (щитів, матів, плівок), відновлення (ремонт) елементів опалубки багаторазового використання.

Транспортні процеси включають доставляння з місць виготовлення до будівельного майданчика та з місця складування чи перевантаження на будівельному майданчику до місця зведення монолітної конструкції загальнобудівельними або спеціальними транспортними засобами опалубки, риштувань, арматури, арматурно-опалубних блоків, бетонної суміші, елементів для прогрівання бетону та покриття його поверхні.

Монтажно-укладальні процеси — це встановлення опалубки, монтаж арматури чи арматурно-опалубних блоків, укладання, прогрівання бетонної суміші (в зимових умовах чи у разі потреби прискорення процесу твердіння), доглядання за бетоном, розбирання опалубки після досягнення бетоном

потрібної міцності, а при зведенні попередньо напружених конструкцій — також натягування напружуваної арматури та ін'єктування каналів. За потреби виконують опорядження поверхні бетону.

Зведення монолітних залізобетонних конструкцій досить трудомісткий процес. Добовий виробіток одного працівника на бетонних та залізобетонних роботах становить 0,5 - 2 $м^3$. Серед складових трудомісткості на влаштування опалубки припадає 30-60%, на армування конструкцій — 15-35%, на бетонування — 20-45 % загальних витрат праці; до 20 % робітників виконують допоміжні операції. Багато операцій ще виконують вручну за допомогою ручного чи механізованого інструменту.

Підвищення ефективності бетонних і залізобетонних робіт забезпечують підвищенням технічного рівня кожного окремого процесу, їхнім взаємним узгодженням і комплексною механізацією. Важливим завданням технології монолітного бетону і залізобетону на майбутнє є зниження частки ручних робіт.

17.2. Опалубні роботи. Загальні відомості

17.2.1. ***Опалубка*** — тимчасова допоміжна конструкція для забезпечення форми, розмірів і положення в просторі монолітної конструкції, що зводиться. До складу опалубки (опалубної системи) входять: щити (форми), які забезпечують форму, розміри та якість поверхні монолітної конструкції; риштування для підтримування опалубних форм; риштування для розміщення бетонників; елементи кріплення (рис. 5.1).

В опалубні форми укладають бетонну суміш, де вона твердне до досягнення бетоном потрібної міцності. Після цього опалубку розбирають, якщо не використовують таку, яка після бетонування залишається в конструкції, створюючи її зовнішню поверхню.

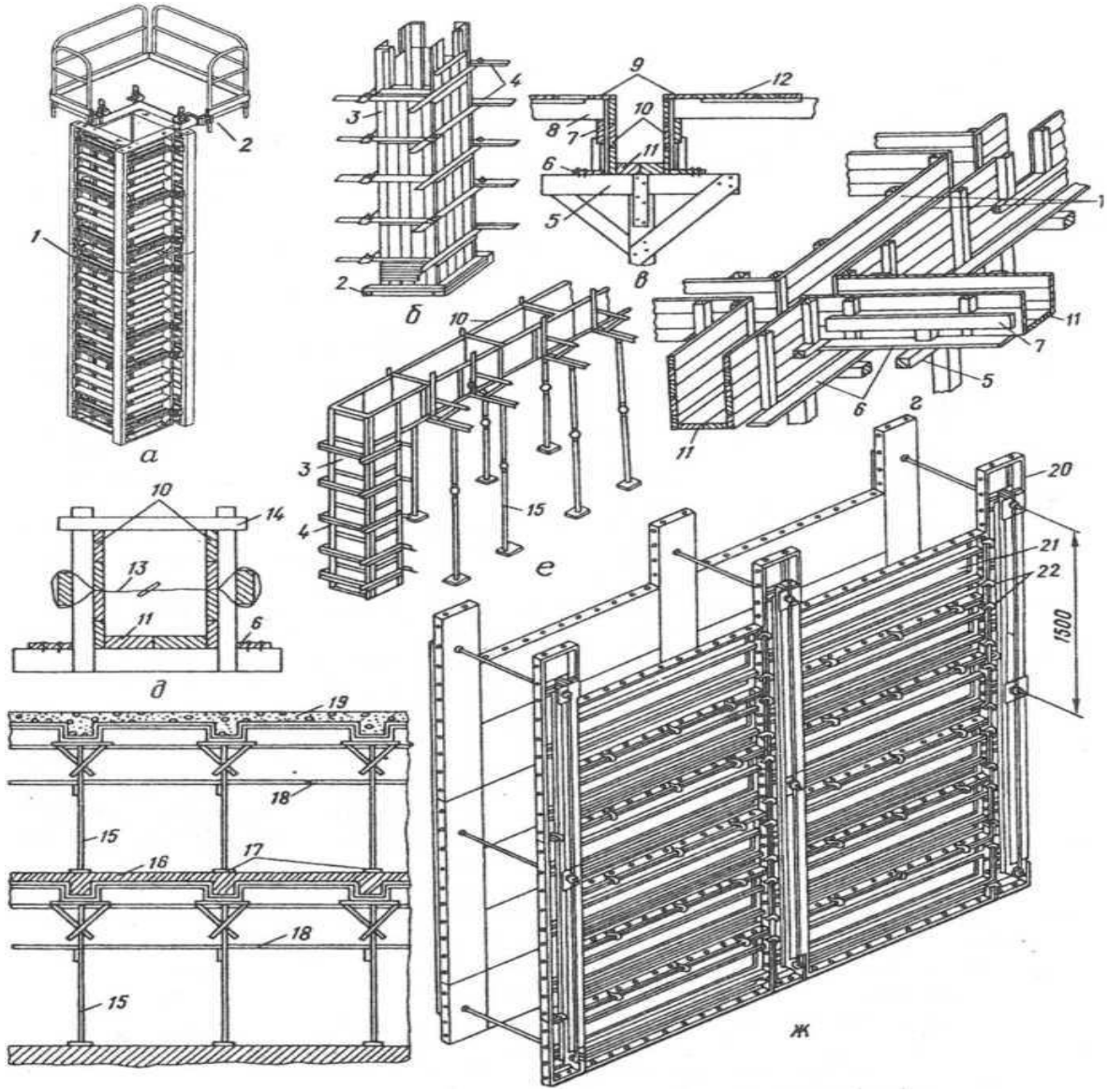


Рис. 5.1. - Опалубка колон, ребристого перекриття, прогонів і стін:

а – опалубка колон з інвентарних елементів; *б* – те саме, з дощок;в – опалубка, балки і плити ребристого перекриття; *г* – те саме, прогону і балок; *д* – переріз опалубки прогону; *е* – металева опалубка колони і прогону; *є* – міжповерхові стояки підтримувальних риштувань; *ж* - опалубка стін з уніфікованих щитів; *1, 21*- інвентарні щити; *2*- риштування; *3* – короб колони; *4* – хомути; *5* – оголовок стояка; *6* – притискні дошки; *7* – під кружальні дошки; *8* – кружала; *9* - фризові дошки; *10* – бокові щити; *11* – дно короба; *12* – щити опалубки плити; *13* – стяжка; *14* – схватка; *15, 20* – стояки; *16* – забетоноване перекриття; *17* – лаги під стояки; *18* – розмивини; *19* – перекриття, що бетонується; *22* – елементи кріплення

До опалубки ставляться такі вимоги: внутрішні контури опалубних форм мають відповідати проектним розмірам монолітної конструкції; якість внутрішньої площини опалубних форм (палуба) має забезпечувати потрібну якість зовнішньої поверхні монолітної конструкції; міцність і жорсткість опалубки мають бути достатні для забезпечення постійних розмірів і форми від впливу навантажень, які виникають у процесі виконання робіт; прогинання зібраної опалубки і формоутворювальних елементів не повинне перевищувати $^{1}/_{400}$ прогону для вертикальних поверхонь монолітних конструкцій і $^{1}/_{300}$ — для перекриттів; конструкція опалубки має забезпечувати мінімальні витрати на її влаштування, незначну трудомісткість виконання робіт.

Як правило, раціонально застосовувати уніфіковані конструкції опалубки з максимальною кількістю серійно виготовлених деталей і взаємозамінних елементів. Опалубку потрібно виготовляти централізовано і постачати в стані, придатному до збирання та експлуатації без додаткового дороблення і виправлення. Конструкція опалубки має давати змогу виконувати укрупнення з наступним монтажем панелями чи блоками. Така опалубка має забезпечувати багаторазовість її використання — необхідну оборотність, яка залежно від виду опалубки і матеріалу може бути від 20 до 400.

17.2.2. *Навантаження на опалубку*

На встановлену ***вертикально*** опалубку діють тиск бетонної суміші та динамічні сили від ЇЇ скидання і вібрування. Крім того, при визначенні стійкості опалубки значних розмірів ураховують вітрові навантаження, а при застосуванні зовнішніх вібраторів — додаткові навантаження в місцях кріплення їх.

Боковий тиск бетонної суміші залежить від її властивостей (щільності, рухливості, терміну тужавлення тощо), прийнятої технології бетонування

(товщини шарів укладання, режиму вібрації, тиску нагнітання чи режиму завантажування опалубки, сил тертя укладеної бетонної суміші з опалубкою, температурних умов навколишнього середовища). Тиск розподіляється в межах активного шару бетонної суміші. Приблизно на глибині, що дорівнює $^2/_3$ висоти цього шару, тиск максимальний (p_{max}), а в нижній частині тиск становить звичайно 0, 4 - 0, 5 p_{max}.

При розрахунках ***горизонтальної*** опалубки враховують такі вертикальні навантаження, як власна вага опалубки, підтримувальних елементів, арматури та укладеної бетонної суміші; навантаження від людей та транспортних засобів, динамічну дію вібрування, зосереджені навантаження від робітника та транспортних засобів.

При визначенні розрахункових навантажень враховують коефіцієнти від перевантаження: 1,1 — для власної ваги опалубки і риштувань; 1,2 — ваги бетону, арматури та вітрового навантаження; 1,3 — для інших видів навантажень.

Розрахунки опалубки виконують на міцність і прогинання.

17.3. Види опалубки

Опалубку розрізняють за такими ознаками: за кількістю циклів використання; за матеріалами, що використовують; за конструктивними особливостями.

17.3.1. За кількістю циклів використання опалубка поділяється на ***неінвентарну*** (використовують тільки один раз) та ***інвентарну*** (багатооборотну). Неінвентарна опалубка у свою чергу підрозділяється на індивідуальну та незнімну.

Індивідуальну опалубку застосовують для зведення конструкцій складних неповторних форм (прольотні будови мостів, складні фундаменти під технологічне устаткування і тому подібне). Її проектують для кожної конструкції окремо; часом проект опалубки не менш складний, ніж проект

самої конструкції. Проте, незважаючи на індивідуальність конструкції опалубки, в ній мають бути максимально застосовані елементи інвентарної опалубки (щити, кріплення тощо) і передбачено наступне використання матеріалів опалубки.

Незнімна опалубка складається з формоутворювальних елементів (плит, шкаралуп, блоків), кріплень та підтримувальних елементів. Після бетонування формоутворювальні елементи з монолітної конструкції не знімають, і вони утворюють з нею єдине ціле. Кріплення та підтримувальні елементи залежно від конструктивних рішень можуть бути знімні чи незнімні. Залежно від матеріалу формоутворювальних елементів незнімні опалубки поділяють на залізобетонні, армоцементні, фібробетонні, склоцементні, азбестоцементні, металеві та синтетичні. За функціональним призначенням розрізняють опалубку, яку застосовують тільки як формоутворювальний засіб, опалубку-облицювання (захисну або декоративну), опалубку-гідроізоляцію та опалубку-теплоізоляцію. Незнімну опалубку використовують у разі зведення монолітних конструкцій у важкодоступних місцях і стиснених умовах та в інших випадках при економічній доцільності (при будівництві енергетичних, гідротехнічних, транспортних і промислових об'єктів, а також багатоповерхових монолітних житлових будинків, облаштуванні підземних переходів тощо). Важливими позитивними властивостями незнімної опалубки є її економічність і невисока трудомісткість при виготовленні і монтажі. Її застосування дозволяє в порівнянні з інвентарною металевою опалубкою понизити вартість опалубних робіт на 15-40% і трудомісткість на 35-40 %. Детальніше це питання розглянуто у **Лекції 6**.

17.3.2. За матеріалами, що використовуються, опалубка поділяється на дерев'яну, металеву, з синтетичних матеріалів та комбіновану.

Дерев'яну опалубку виготовляють з пиломатеріалів (палуба опалубних щитів, форм, інші елементи), водостійкої фанери та деревних

плит (ДСП, ДВП). Ці матеріали відносно недефіцитні, легко піддаються обробці, що дає змогу робити різноманітні й складні опалубні форми. Щити з пиломатеріалів та з палубою із ДСП і ДВП можна використовувати до 10 разів. Використання для палуби водостійкої фанери дає змогу знизити її масу та збільшити оборотність до 20 разів.

Металеву опалубку виготовляють з прокатних та гнутих ефективних профілів з палубою із металевого листа 2-3 мм завтовшки. Оборотність опалубки може досягти 100-300 разів. Застосування алюмінію дає змогу знизити масу опалубки, але потребує спеціального захисту від корозії під впливом дії цементного молока на алюміній. Для незнімної опалубки використовують металеві сітки, а в разі потреби суцільно металеві форми.

Синтетичну опалубку виготовляють із склопластику, текстоліту, гетинаксу та інших синтетичних матеріалів, які досить міцні й легкі. Синтетичні матеріали мають малу адгезію до бетону, що дає змогу здобувати якісні поверхні монолітної конструкції. Оборотність опалубки із синтетичних матеріалів досягає 20-100 разів, однак цілком синтетичні опалубки поки що менш ефективні у зв'язку з високою вартістю і дефіцитністю матеріалів. Склопластик відрізняється високою адгезією до бетону, обростає цементною кіркою, яку важко обчищати. Ефективним є використання синтетичних матеріалів, які мають малу адгезію до бетону, для покриття палуби. Листові пластики та інші синтетичні матеріали використовують також для незнімної опалубки, враховуючи їх високі ізоляційні та декоративні якості.

Синтетичні повітронепроникні та прогумовані тканини використовують для створення пневматичної опалубки, форма та жорсткість якої досягаються тиском повітря, яким її наповнюють. Оборотність таких опалубок — до 50 разів.

Опалубки з матеріалів на основі цементних в'яжучих виготовляють із залізобетону, армоцементу, склоцементу, фібробетону,

азбестоцементу. Такі опалубки застосовують як незнімні. Опалубки із залізобетону, фібробетону, армоцементу мають високе суміщення з матеріалом монолітної конструкції, що дає змогу вважати їх як єдине ціле з монолітною конструкцією при розрахунках її на міцність. Крім того, армоцемент характеризується високою міцністю та водонепроникністю. Склоцемент має високі ізоляційні якості.

Комбінована опалубка складається з конструкцій, виконаних з різних матеріалів, що забезпечує найбільшу ефективність їх. Останнім часом широко використовують комбіновані опалубки, в яких елементи каркаса, підтримувальні конструкції та кріплення виготовлені із сталі, а палуба і опалубні щити — з водостійкої фанери чи синтетичних матеріалів. Така опалубка, зберігаючи основні позитивні якості металевої (високу оборотність, велику жаростійкість, стійкість до місцевих навантажень), має ще й значні переваги — вона дешевша і легша.

Для поліпшення фізико-механічних якостей фанери її покривають (методом гарячого тиснення) плівкою на основі синтетичної смоли. Це покриття збільшує зносостійкість фанери, різко зменшує адгезію опалубки до бетону, паро- і водонепроникність. Таку фанеру не рекомендується використовувати лише в тих випадках, коли поверхня забетонованої конструкції підлягає подальшому опорядженню — синтетична плівка сприяє створенню склоподібної поверхні бетону, що ускладнює нанесення опоряджувальних шарів.

17.3.3. За конструктивними особливостями опалубка поділяється на такі основні типи: розбірно-переставна (дрібно- та великощитова); горизонтально переміщувані опалубки [котюча, тунельна (об'ємно-переставна)]; вертикально переміщувані опалубки (підйомно-переставна, ковзна, блокова, блок-форма), спеціальні опалубки (пневматична, незнімна, нагрівальна).

Розбірно-переставна опалубка складається з окремих щитів, підтримувальних елементів та кріплень. На висоті опалубні щити

підтримують риштування з інвентарних стояків та прогонів. Розрізняють два основних види розбірно-переставної опалубки — дрібно- та великощитову (рис.5.2).

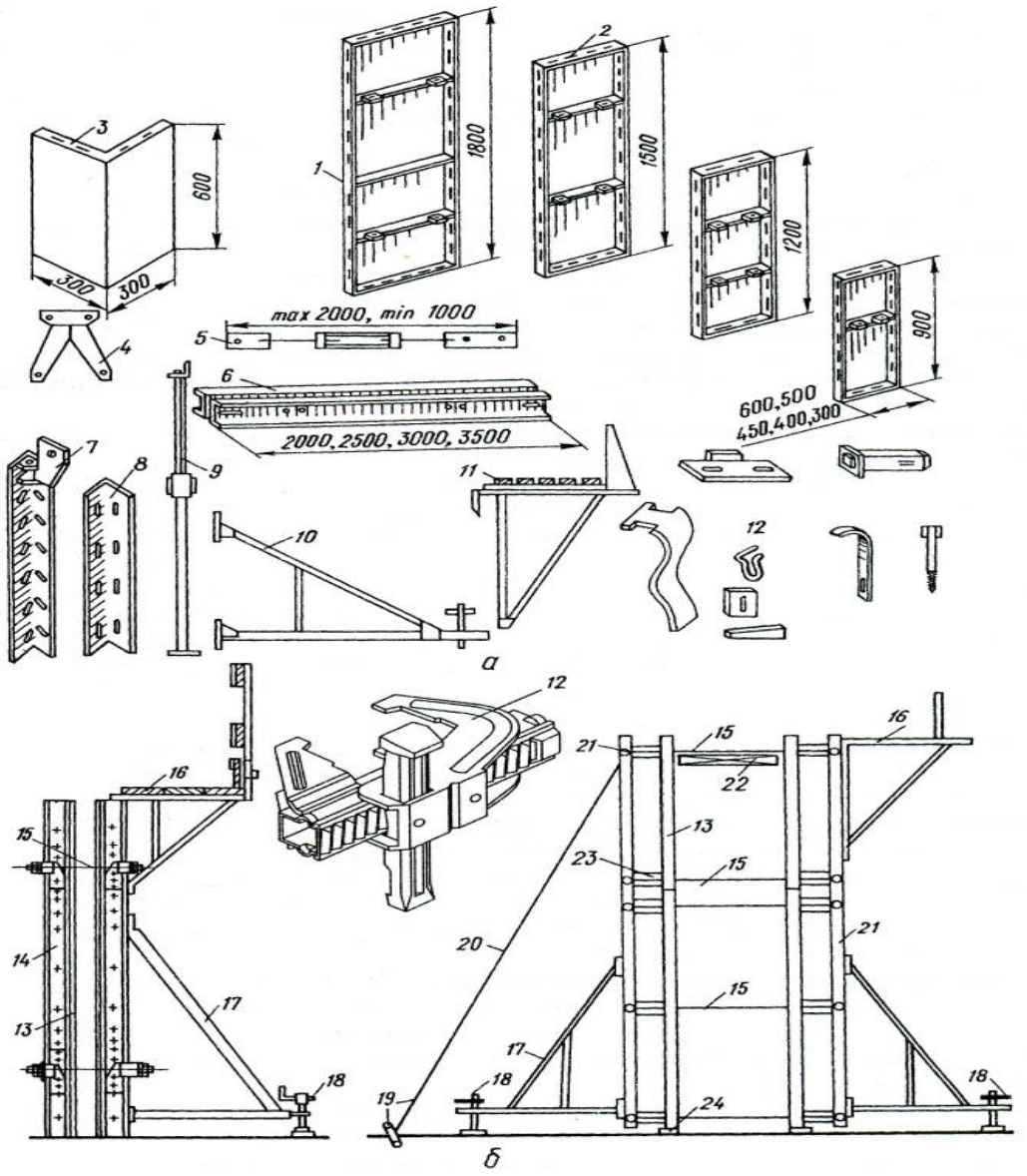


Рис. 5.2. - Розбірно-переставна опалубка:

а — уніфікована дрібнощитова опалубка; *б* - великощитова опалубка стін; *1* - дрібні щити; *2* — отвори в каркасі для кріплення щитів; *3* — кутовий щит; *4, 14* - ребро; *5, 13* — палуба; *6, 23* - схватки; *7* - кутовий блокувальний елемент; *8* — монтажний кутик; *9* — розсувний стояк; *10, 17* - монтажний підкіс; *11*- навісні риштування; *12* - елементи кріплення; *15* - стяжка; *16* - консольні риштування; *18* — механічний домкрат; *19* - анкер;

20 - підкіс-розчалка; *21* - *з*в'язки жорсткості; *22* - розпірка; *24* - маякова дошка

Дрібнощитова опалубка має елементи масою до 50 кг, що дає змогу встановлювати їх вручну. Основним елементом ***великощитової*** опалубки є великорозмірна панель, суцільна чи зібрана з дрібних щитів, площею від 2 до 40 $м^2$, яку встановлюють за допомогою крана. Таку опалубку застосовують під час зведення різноманітних конструкцій в промисловому, цивільному, транспортному та інших видах будівництва.

До горизонтально переміщуваних опалубок відносяться ***котюча*** та ***тунельна (об'ємно-переставна)***. Це опалубні форми, що складаються зі щитів (як прямолінійного, так і криволінійного контуру), закріплених на просторовому каркасі, та механічними пристроями відривання, опускання чи стулювання. Вони встановлені на катках (роликах) або візках, що переміщуються по колії за допомогою лебідок уздовж споруди, що зводиться. Призначені для бетонування горизонтально протяжних об'єктів, а також об'єктів замкнутого перерізу з великим периметром.

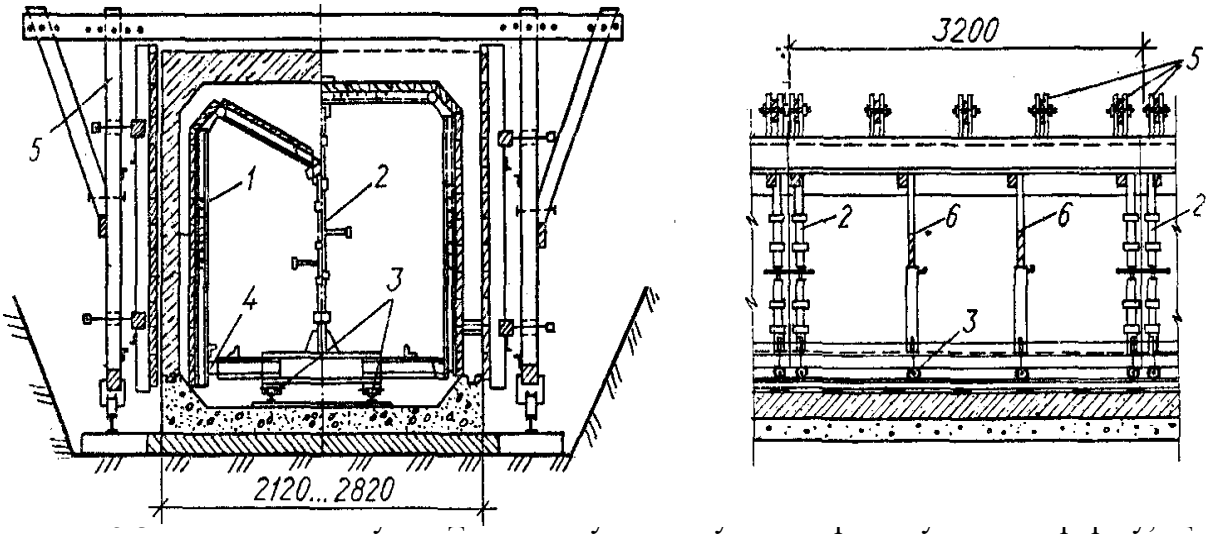
Котючу опалубку застосовують для бетонування відносно довгих лінійних споруд постійного перерізу по довжині (тунелів, циліндричних склепінь, траншейних складів, протяжних підпірних стінових конструкцій, колекторів для підземних споруд і комунікацій тощо). Бетонування конструкцій у котючій опалубці виконують ділянками. Після закінчення бетонування на ділянці опалубку переводять у транспортне положення і переміщують на суміжну ділянку.

Головний сенс котючої опалубки — у безперервності бетонування (допустимі незначні перерви). Можливі два варіанти технології: безперервне ковзання опалубних щитів по поверхні конструкції, що зводиться, і послідовна перестановка щитів з попереднім їх відривом від бетону на попередній захватці.

Сучасні типи опалубок дозволяють піднімати щити по вертикалі для поярусного бетонування, регулювати ухил бетонованих поверхонь.

Залежно від типу і об'ємно-планувального рішення котюча опалубка може мати свої технологічні особливості.

Котюча опалубка для тунелів прямокутного перерізу, що зводяться відкритим способом, складається з внутрішньої і зовнішньої частин (рис. 5.3). Нижня, внутрішня частина складається з візка з жорсткою рамою, з закріпленими на ній підйомними пристроями - домкратами; телескопічними стійками, що несуть щити опалубки. Верхній щит складається з двох частин та шарнірно закріплений на середній стійці. Вертикальні щити сполучені з горизонтальними також на шарнірах. Верхні щити встановлюють у робоче положення і розпалублюють обертанням гвинтових домкратів, розташованих на середніх стійках. На візку також є горизонтальні домкрати, що дозволяють встановлювати в проектне положення внутрішні бічні щити опалубки. Секції опалубки пересуваються лебідкою.



зводяться відкритим способом:

1— бічна стійка; *2* — середні стійки (з домкратом); *3* — ролики; *4* — нижній розсувний ригель; *5* — рами зовнішньої опалубки; *6* — середні телескопічні стійки

Зовнішня опалубка складається з двох бічних рам, сполучених шарнірно; вони можуть обертатися при установці в робоче положення і при розпалубленні. Вона може переміщатися по рейках або переставлятися краном.

При розпалубці горизонтальний щит як би переламується і при опусканні вниз тягне за собою вертикальні щити. В даному випадку процес бетонування стін і перекриття споруди поєднаний.

Технологія робіт для облаштування тунелів, каналів і інших подібних споруд роздільна, тобто: бетонують днище; монтують на ньому рейки, візок з опалубкою; бетонують стіни і перекриття або бетонують тільки стіни; перекривають стіни збірними плитами (при необхідності).

Як вказувалося вище, залежно від конструкції опалубки процес бетонування стін і перекриття об'єкту може бути поєднаний.

Котюча опалубка для бетонування підпірних стін. Існує різновид котючої опалубки, призначений для бетонування високих і протяжних стін, зокрема, підпірних (рис. 5.4). Щити опалубки мають довжину до 8 м та закріплені на порталі, що переміщується. Портал дозволяє мати товщину стін до 800 мм. Щити можна переміщати вгору по напрямних порталу для перестановки на наступний ярус бетонування. Щити опалубки відривають від бетону і переміщають горизонтально за допомогою домкратів, а піднімають і опускають за допомогою тросів.

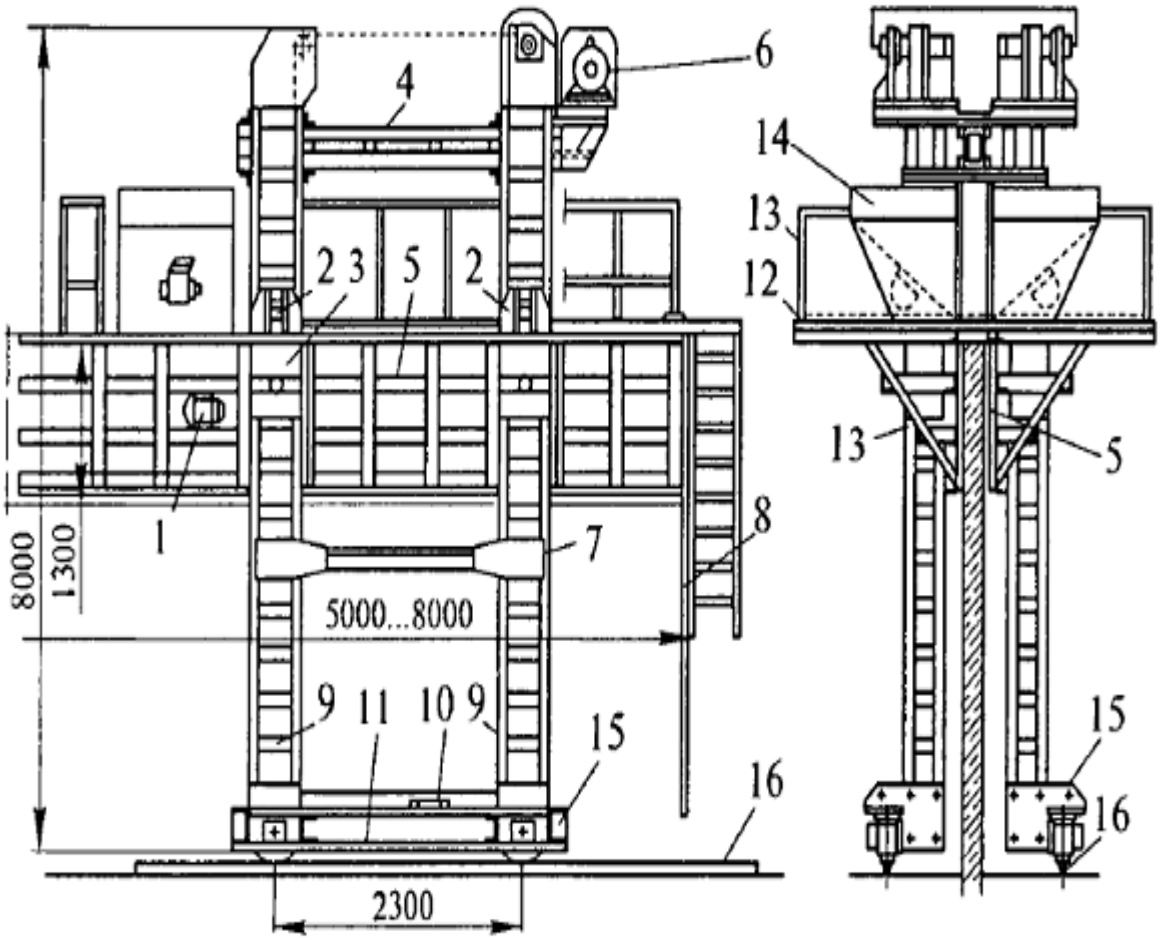
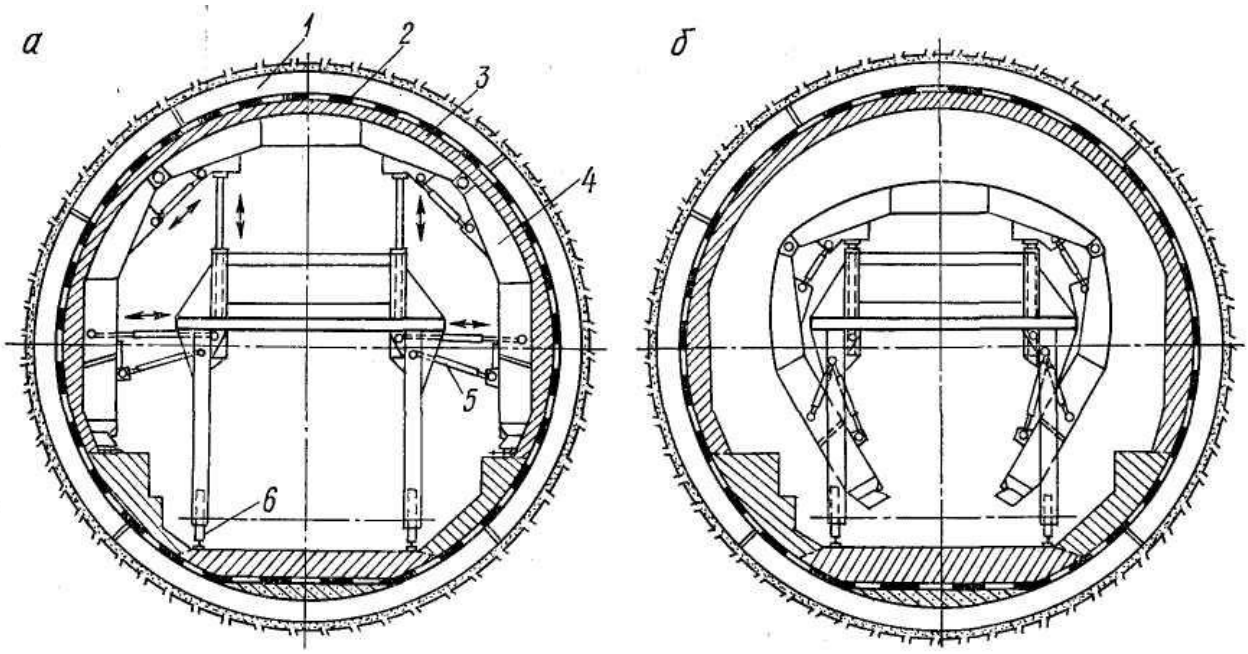


Рис. 5.4.- Котюча опалубка для бетонування підпірних стін:

1 — вібратор; *2* — фіксатори; *3* — повзуни; *4* —з'єднувальна балка; *5* — щит опалубки; *6* — лебідка підьому щитів; *7* — монтажний пристрій; *8* —драбина; *9* — стояк котючої опалубки; *10* — електричний привод; *11*— візок; *12* — робочий настил; *13* — огородження настилу; *14* —бункер для бетонної суміші з вібратором; *15* —візок горизонтального переміщення на котках; *16* — рейкова колія

Котюча опалубка для бетонування тунелів. Для великих тунелів застосовують опалубку з складних металевих секцій (рис. 5.5).



а — робочий стан; *б* — транспортний стан: *1* — залізобетонні тюбінги (елементи збірного кріплення підземних вироблень); *2* — ізоляція; *3* —стіна, що бетонується; *4* — конструкція опалубки; *5* — гідроциліндри; *6* — візки

Тунельна (об'ємно-переставна) опалубка застосовується для одночасного бетонування внутрішніх несівних поперечних і міжповерхових перекриттів багатоповерхових житлових і адміністративних будівель (рис. 5.6 та 5.7). Переважно застосовують при необхідності зведення великої кількості однакових приміщень: санаторії, бази відпочинку тощо. Фасадні стіни виконують зі збірних елементів або заповнюють цегляною кладкою.

Опалубка є великорозмірним опалубним блоком, що включає опалубку стін і перекриттів, який монтують і переставляють за допомогою крану. Ця опалубка виконується у вигляді просторової секції П - образної форми або

двох секцій Г - образної форми (в результаті виходить П - образна форма). Ці поверхні утворюють майбутні стіни і перекриття.

Бічні (стінні) і стельові панелі шарнірно сполучені між собою. Секції при з'єднанні утворюють «тунелі» опалубки на квартиру або на усю ширину будівлі.

Уздовж «тунелю» опалубка переміщається на котючих опорах, а на нову «тунельну позицію» (наступний поперечний ряд) переставляється краном.

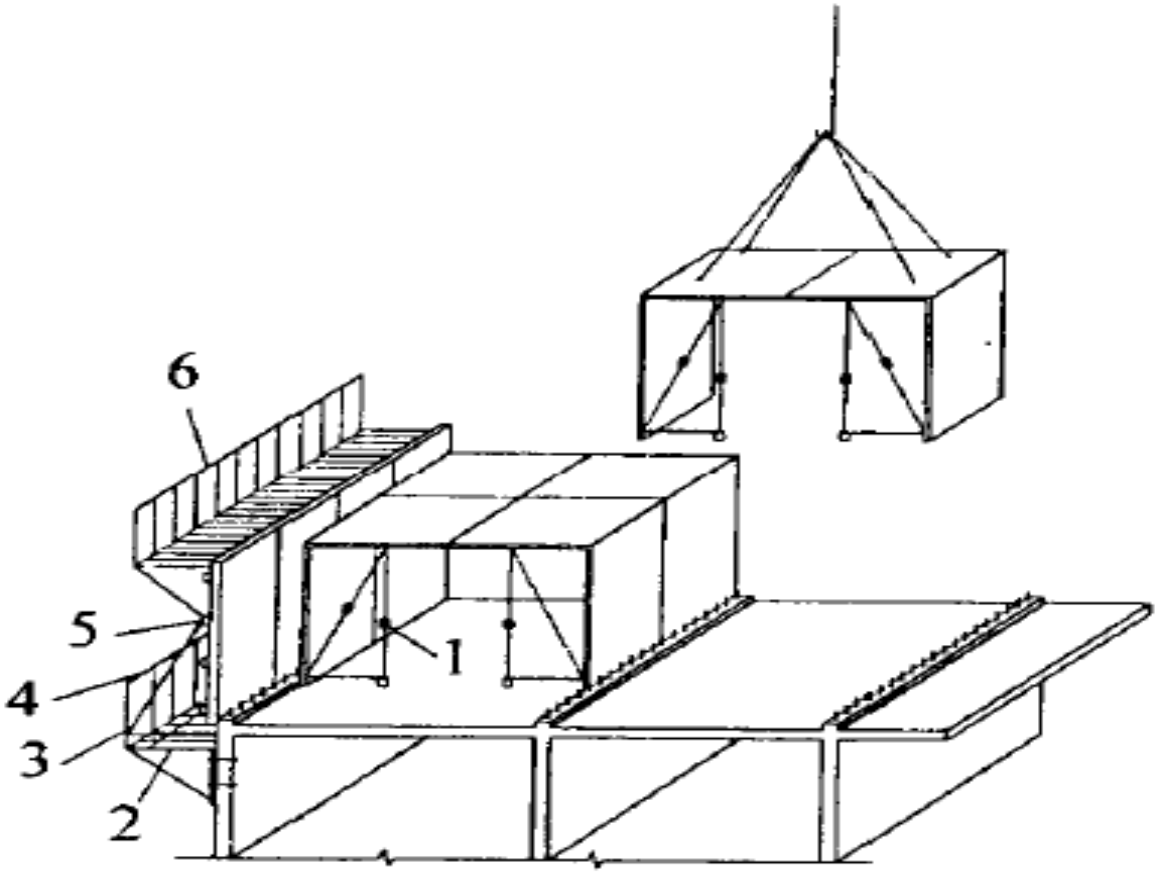


Рис. 5.6. - Схема установлення щитів об'ємно-переставної опалубки:

1 — механічні домкрати; *2* — консольні риштування; *3* — телескопічні похилі стояки для кріплення щитів; *4, 6* — огорожа; *5* — торцевий щит опалубки

Колії (інвентарні зі швелерів) прокладаються уздовж бетонованих стін. Після установки тунелю на всю довжину приступають до установки просторових каркасів армування стін на висоту поверху. Каркаси подають краном і сполучають з випусками арматури нижнього поверху. Потім встановлюють торцевий бічний щит. На поверхню тунелю укладають

арматурні каркаси перекриття, які зв'язують з каркасом стін. Бетонну суміш укладають між тунелями опалубки (встановлених паралельно один одному).

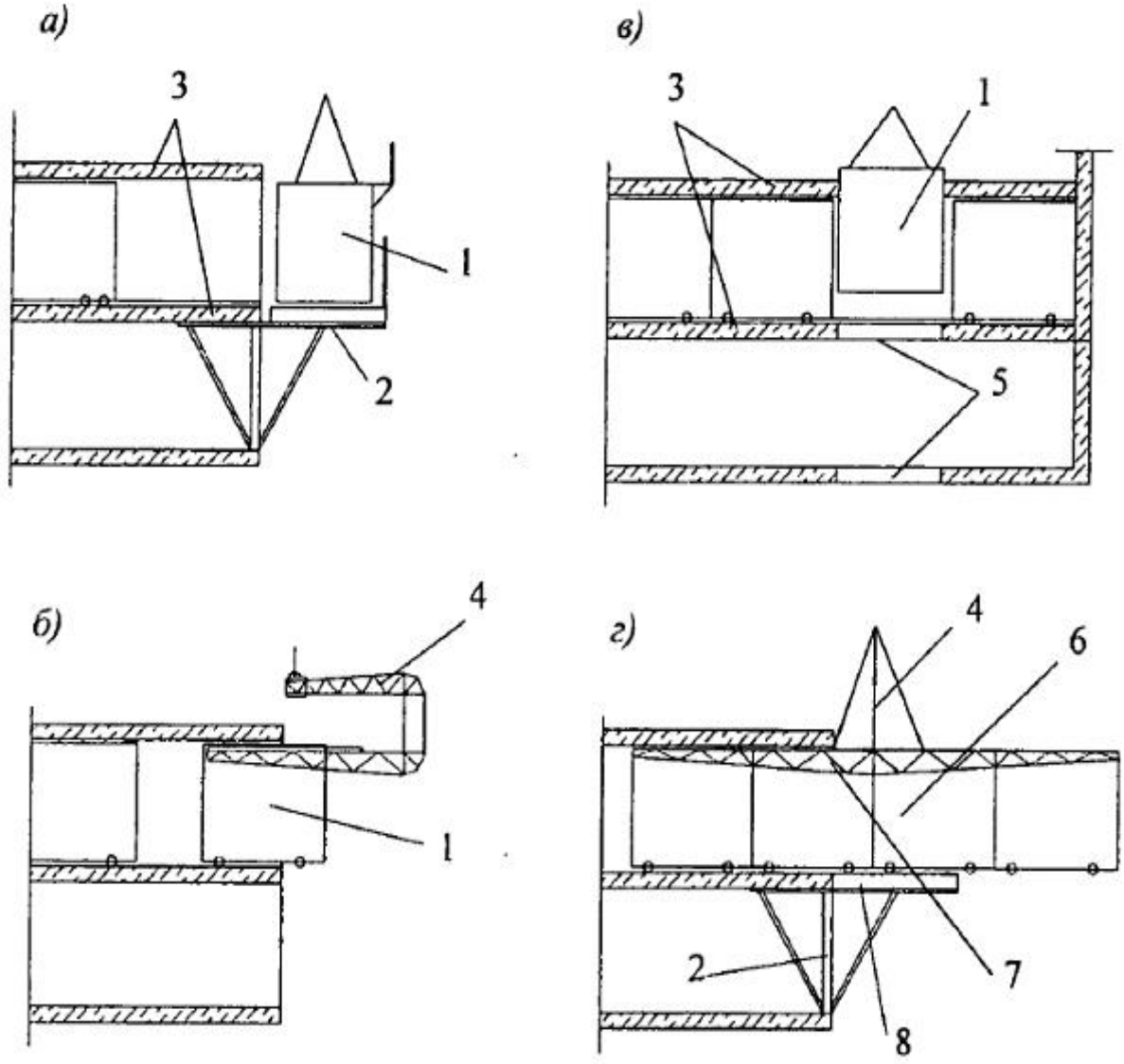


Рис. 5.7. - Схема демонтажу об'ємно-переставної опалубки:

а —дрібними секціями через виносні консольні риштування; *б*— при допомозі траверси «качиний ніс»; *в* — через отвори в перекриттях; *г* — великими блоками за допомогою розподільної ферми та риштувань з відкидною огорожею; *1* — секція опалубки; *2* — виносні риштування; *3* — перекриття; *4* — траверса; *5* — отвори в перекриттях; *6* — великорозмірний блок; *7* — траверса — розподільна ферма; *8* —відкидна огорожа

Технологія бетонування із застосуванням цієї опалубки наступна: бетонують міжпалубні простори стін (простори між двома тунелями); бетонують перекриття; після досягнутої бетоном необхідної міцності вертикальні елементи опалубки зміщуються всередину, а горизонтальні опускаються; опалубка переставляється на наступну ділянку бетонування без розбирання (рис. 5.7).

Переставляють опалубку на наступний ярус краном двома способами: або витягають опалубку через відкриті фасади, спочатку викотивши її на спеціальні виносні консольні риштування, або через спеціально залишені при бетонуванні технологічні отвори в перекриттях (рис.5.7,*а*,*в*,*г*). Також можлива перестановка опалубки з обріза стіни при допомозі траверси «качиний ніс» (рис.5.7, *б*).

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Як поділяються бетонні та залізобетонні конструкції за способами виконання робіт?
2. Назвіть складові комплексного процесу зведення монолітних залізобетонних конструкцій.
3. Який процес у багатьох випадках є ведучим?
4. Який процент від загальної трудомісткості виконання залізобетонних робіт припадає на влаштування опалубки?
5. Який процент від загальної трудомісткості виконання залізобетонних робіт припадає на армування конструкцій?
6. Який процент від загальної трудомісткості виконання залізобетонних робіт припадає на бетонування?
7. Яке призначення опалубки?
8. Які елементи входять до складу опалубки?
9. Які вимоги ставляться до опалубки?
10. Дайте визначення терміну «оборотність» опалубки.
11. Які конструкції опалубки називаються уніфікованими?

12. Які навантаження враховують при розрахунках вертикальної опалубки?

13. Які навантаження враховують при розрахунках горизонтальної опалубки?

14. За якими ознаками розрізняють види опалубки?

15. Коли застосовують індивідуальну опалубку?

16. Коли застосовують незнімну опалубку?

17. З яких матеріалів виготовляють опалубку?

18. Як оборотність опалубки залежить від виду матеріалу?

19. Як розрізняють опалубку за конструктивними особливостями?

20. Яка маса дрібнощитової опалубки?

21. Який основний елемент великощитової опалубки?

22. Назвіть основні види розбірно-переставної опалубки.

23. Коли застосовують розбірно-переставну опалубку?

24. Які опалубки відносяться до горизонтально переміщуваних?

25. Які опалубки відносяться до вертикально переміщуваних?

26. Коли застосовують котючу опалубку?

27. Які основні елементи котючої опалубки?

28. Коли застосовують об'ємно-переставну опалубку?

29. Які основні елементи об'ємно-переставної опалубки?

30. Яка технологія бетонування при застосуванні об'ємно-переставної опалубки?

31. Якими способами переставляють об'ємно-переставну опалубку на наступний ярус?

ТЕМА №18

18. 1. Види опалубки (продовження)

18. 2. Арматурні роботи

18.1. Види опалубки (продовження)

До ***вертикально переміщуваних опалубок*** відносяться ***підйомно-переставна, ковзна, блокова, блок-форма.***

Підйомно-переставну опалубку (рис. 6.1) застосовують для поярусного бетонування висотних споруд переважно змінного переризу по висоті (димарів, веж, силосних споруд, градирень тощо). Опалубка для бетонування споруд конічної форми складається з трапецієподібних щитів, які утворюють зовнішню та внутрішні оболонки. Оболонки прикріплюють до системи фіксувальних та напрямних конструкцій, яка підвішується до підйомного механізму, встановленого в центрі будівлі. Бетонування споруди виконують поярусно. Після досягнення бетоном потрібної міцності опалубку переставляють на наступний ярус, регулюючи її при цьому в радіальному напрямку.

При зведенні стволів труб в підйомно-переставній опалубці проект передбачає розбиття споруди на яруси (секції), зазвичай заввишки 2,5 м. Висоті ярусу технологічно і конструктивно підпорядковані інші інженерні рішення: розміри щитів опалубки, стійок підйомника, арматурних стержнів каркаса.

Основне устаткування для зведення подібних споруд - це встановлюваний усередині них інвентарний шахтний підйомник для підйому опалубки, подавання арматури і бетонної суміші, а також підйому робітників. Для цього у багатошахтній вежі шахтопідйомника розміщені вантажна кліть і пасажирський ліфт. На конструкції підйомника спирається і переміщається вгору підйомна голівка, що складається з робочого настила, опалубки, підвісних лісів (зовнішніх і внутрішніх), огорожі.

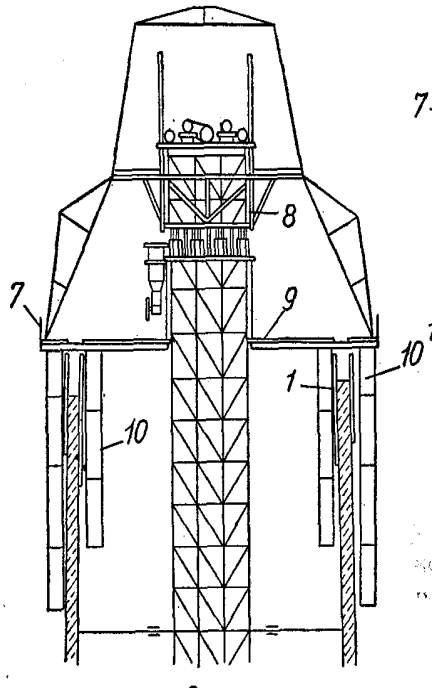


Рис. 6.1. - Підйомно-переставна опалубка:

1 – щити опалубки; *7* – огорожа; *8* – підйомник; *9* – робочий настил; *10* – підвісні ліси

Зовнішню і внутрішню опалубку для бетонування споруд конічної форми збирають із сталевих трапецієподібних щитів (панелей), які утворюють кільцеву форму-оболонку. Щити трапецієвидного контуру надають формі необхідну конусність. Форма-оболонка прикріплюється до радіальних напрямних, а вони у свою чергу - до кільцевої рами (з діаметром, що змінюється), підвішеної на петлях до шахтного підйомника.

Панелі зовнішньої оболонки із сталевого листа, що обрамлені металевими кутниками, жорстко скріплюють між собою зверху спеціальною накладкою, а по бічних торцях - болтами. Збільшення або зменшення розміру нахльостування щитів змінює діаметр бетонованої споруди. Панелі внутрішньої оболонки удвічі менше по висоті і навішуються у два яруси.

Після кожного циклу зведення конструкції на висоту ярусу (2,5 м) і досягнення бетоном необхідної міцності проводять нарощування шахтного

підйомника. Після цього переміщають вгору підйомну голівку разом з опалубкою. При цьому регулюють опалубку в радіальному напрямі.

Технологія бетонування із застосуванням цієї опалубки наступна: бетонування ведеться по ярусах, тобто після установки опалубки першого ярусу виконується монтаж арматури, укладається і ущільнюється бетон; після досягнення бетоном необхідної міцності щити опалубки відділяються (відриваються) від бетону, уся конструкція піднімається на другий ярус. Робиться установка щитів на наступний ярус.

Приклад: при висоті споруди 82 м тривалість його зведення в підйомно-переставній опалубці складає 180 діб.

Ковзна опалубка (рис. 6.2) відрізняється від інших тим, що при переміщенні по висоті вона не відділяється від конструкції, яку бетонують, а ковзає по її поверхні за допомогою підйомних пристроїв. Таку опалубку застосовують для бетонування висотних будинків і споруд з незмінною за висотою формою плану (ядра жорсткості будівель, силосні башти, елеватори, багатоповерхові будівлі тощо). Ця технологія дозволяє відмовитися від швів бетонування і тим самим підвищити довговічність споруди

Ковзна опалубка складається з опалубних щитів, підвішених до П-подібних домкратних рам, домкратів, робочого настилу та підвісних риштувань. Опалубні щити звичайно 1,1-1,2 м заввишки, виготовлені з металу, встановлюють по зовнішньому і внутрішньому контурах споруди, яку бетонують. Для зменшення зусиль тертя при підйомі опалубки щитам надають конусності від $^{1}/_{500}$ до $^{1}/_{200}$ висоти щита розширенням донизу, що зменшує можливість обривання бетону. При зведенні споруди опалубку піднімають за допомогою синхронно працюючих домкратів (один пульт управління), які спираються на опорні домкратні стрижні. Домкратні стрижні — основні несівні елементи опалубки, їх виготовляють із сталі діаметром 25-32 мм і розміщують вертикально в каналах (захисних трубках) стіни

конструкції, що бетонується, на відстані 1,5-2 м один від одного. Захисні трубки дозволяють витягнути стрижні по закінченню бетонування.

Під час піднімання опалубки домкратні стрижні нарощують. Стержні внизу кріплять за допомогою електрозварювання до арматурних випусків з фундаменту споруди. Стержні нарощують по висоті; стик виконується на різьбленні. У нижньому стержні є виточка з внутрішнім різьбленням. У верхньому стержні - хвостовик із зовнішнім різьбленням. Доцільно, щоб стики сусідніх стержнів були на різному рівні. Піднімаючись по стрижнях домкрати захоплюють за собою опалубку. Для приводу гідравлічних домкратів застосовують насосні станції з автоматичним і напівавтоматичним управлінням.

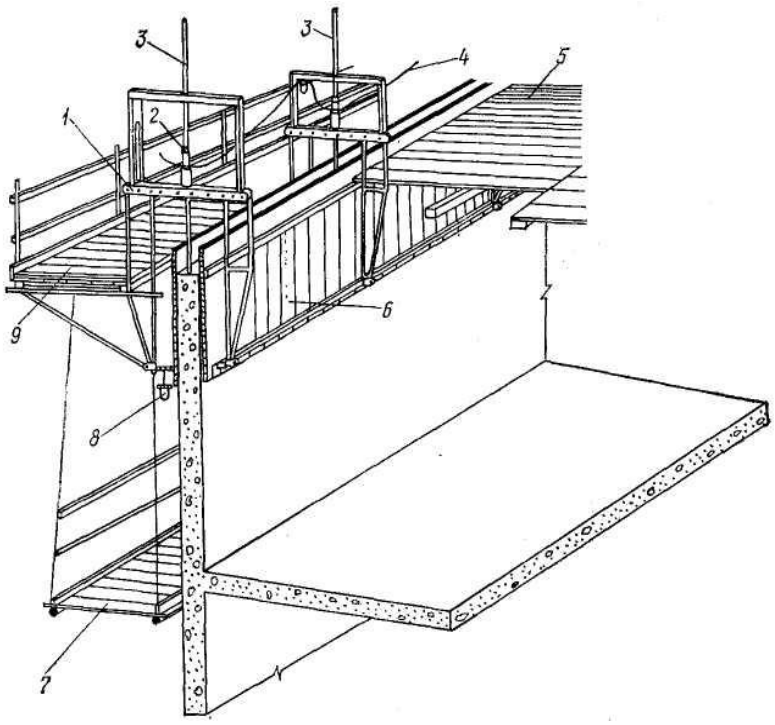


Рис. 6.2. - Ковзна опалубка:

1—рама домкрату; *2* — гідравлічний домкрат; *3* — стрижень домкрату; *4* — маслопровід; *5* — робочий настил; *6* — щити опалубки; *7* — підвісні зовнішні риштування; 8 — світильник; *9* — зовнішній робочий настил

Технологія бетонування із застосуванням цієї опалубки наступна: встановлюють стрижні домкратів і рами; збирають щити опалубки по усьому внутрішньому периметру; збирають щити опалубки по усьому периметру зовні; утворюють невелику конусність; прикріплюють щити до рам домкратів; встановлюють арматуру; встановлюють домкрати; монтують робочий настил, підвісні риштування; бетонують циклічно ярусами; піднімають опалубку за допомогою гідравлічних домкратів.

Застосування ковзної опалубки дозволяє істотно скоротити загальну тривалість зведення об'єктів у порівнянні з використанням підйомно-переставної опалубки у випадку будівництві споруд постійного перерізу по висоті.

Швидкість бетонування в ковзній опалубці становить до 3 м на добу, а виробіток на одного робітника в день — 1-1,2 м^3 бетону.

Блокова опалубка монтується з окремих блоків з проміжками, рівними товщині стін, що зводяться. Внутрішній блок встановлюється цілком (рис. 6.3, в, г). В якості зовнішньої опалубки зазвичай застосовують великощитову опалубку.

Призначена для зведення одночасно трьох або чотирьох стін по контуру осередку будівлі без облаштування перекриття.

Доцільно застосовувати при бетонуванні чотиристінних (замкнутих) осередків з невеликим периметром, наприклад, шахт ліфтів.

Встановлюється блокова опалубка краном.

Блок-форми. Для бетонування фундаментів під колони використовують ***блок-форми:*** жорсткі нерознімні для невеликих за об'ємом фундаментів (4-8м^3, до 2 м заввишки), і рознімні для фундаментів більших розмірів (до 12 м^3, 6 м заввишки). Елементи опалубки мають невелику конусність для полегшення знімання опалубки (рис. 6.3, а, б). Застосування такої жорсткої металевої опалубки ефективне при бетонуванні однотипних фундаментів від 30 штук. Встановлюється краном.

При бетонуванні різнотипних фундаментів раціонально використовувати ***універсальні блок-форми***, зібрані з набору уніфікованих елементів, які можна монтувати та з'єднувати у різних сполученнях (рис. 6.4).

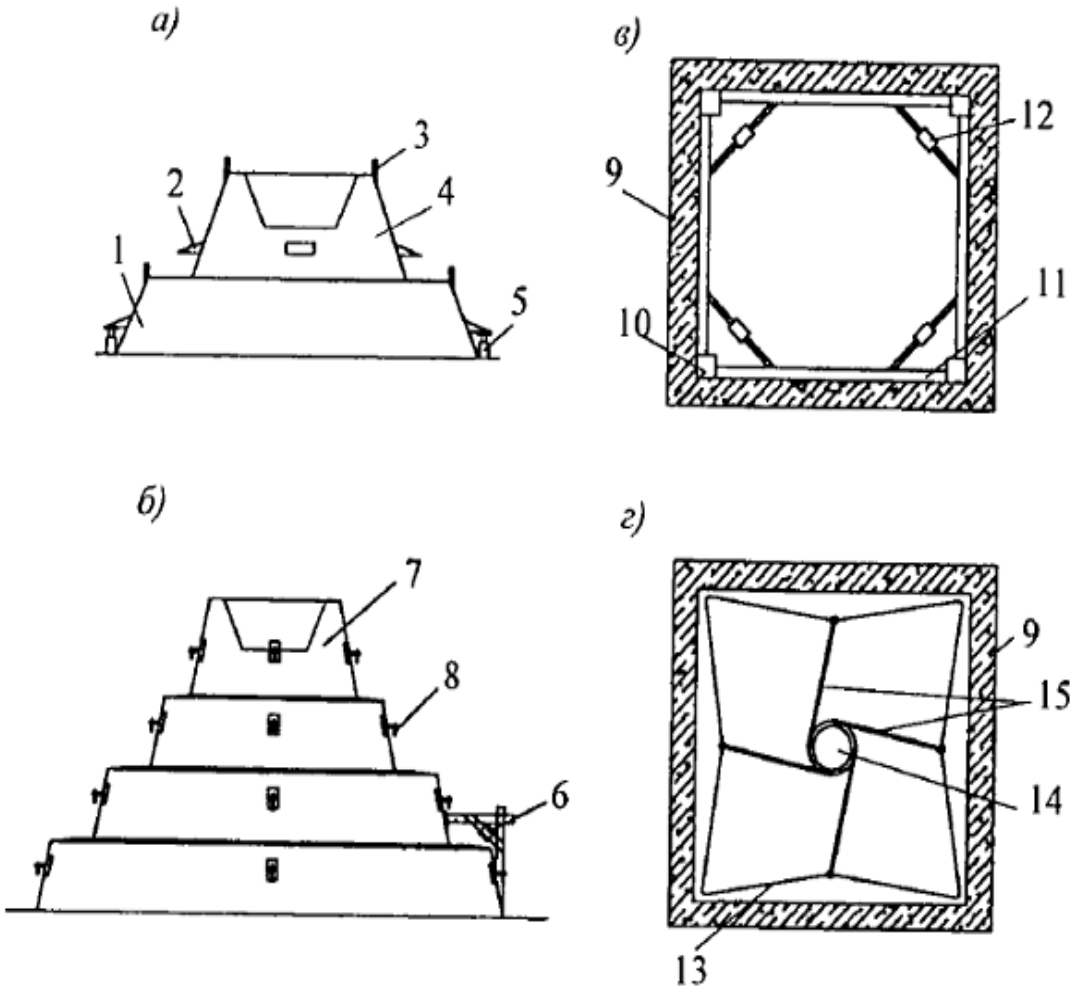


Рис. 6.3. - Блок-форми та блочні опалубки:

а—нероз'ємні блок-форми фундаментів; *б* — роз'ємні блок-форми фундаментів; *в*— великоблокова опалубка з стяжними муфтами; *г*— великоблокова опалубка з гнучкими щитами; *1* — блок східців; *2* — кронштейн для обпирання домкрату (при відриві опалубки від бетону); *3* — монтажна петля; *4* — блок підколонника; *5* — домкрат; *6* —відривний пристрій; *7* — замок; *8* — блок-форма сторони фундаменту; *9*— конструкція, що бетонується; *10* — елемент каркасу опалубки; *11* — щит

опалубки; *12* — стяжна муфта; *13* — гнучкий щит опалубки; *14*— центральний поворотний стояк; *15* — тяги до щитів

Такі блок-форми можна розглядати як різновид розбірно-переставної опалубки.

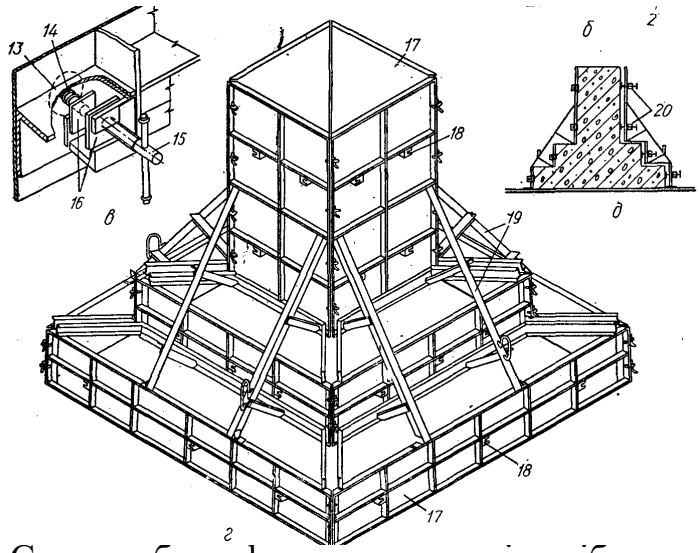


Рис. 6.4. - Складна блок-форма з елементів дрібнощитової уніфікованої опалубки: *13* — диск; *14* — пружина; *15* — гвинт; *16* — гайки; *17* — панелі опалубки; *18* — гнізда для віджимних гвинтів; *19* — підкоси; *20* — віджимні пристрої

До ***спеціальних видів*** опалубки відносяться ***пневматична, незнімна, нагрівальна (термоактивна)***.

Пневматичну (надувну) опалубку (рис. 6.5, є) застосовують в основному для бетонування купольних та склепінчастих покриттів із залізобетонних оболонок 30-100 мм завтовшки. Це виготовлена з синтетичної або прогумованої тканини чи армованої гуми гнучка оболонка, що розкроєна по габаритам споруди. Пневматичну опалубку, згорнуту в рулон, доставляють до місця установки, розгортають і закріплюють на

фундаменті споруди. В її порожнину нагнітають повітря під тиском 0,05 МПа, і вона набирає потрібної форми конструкції, що зводиться.

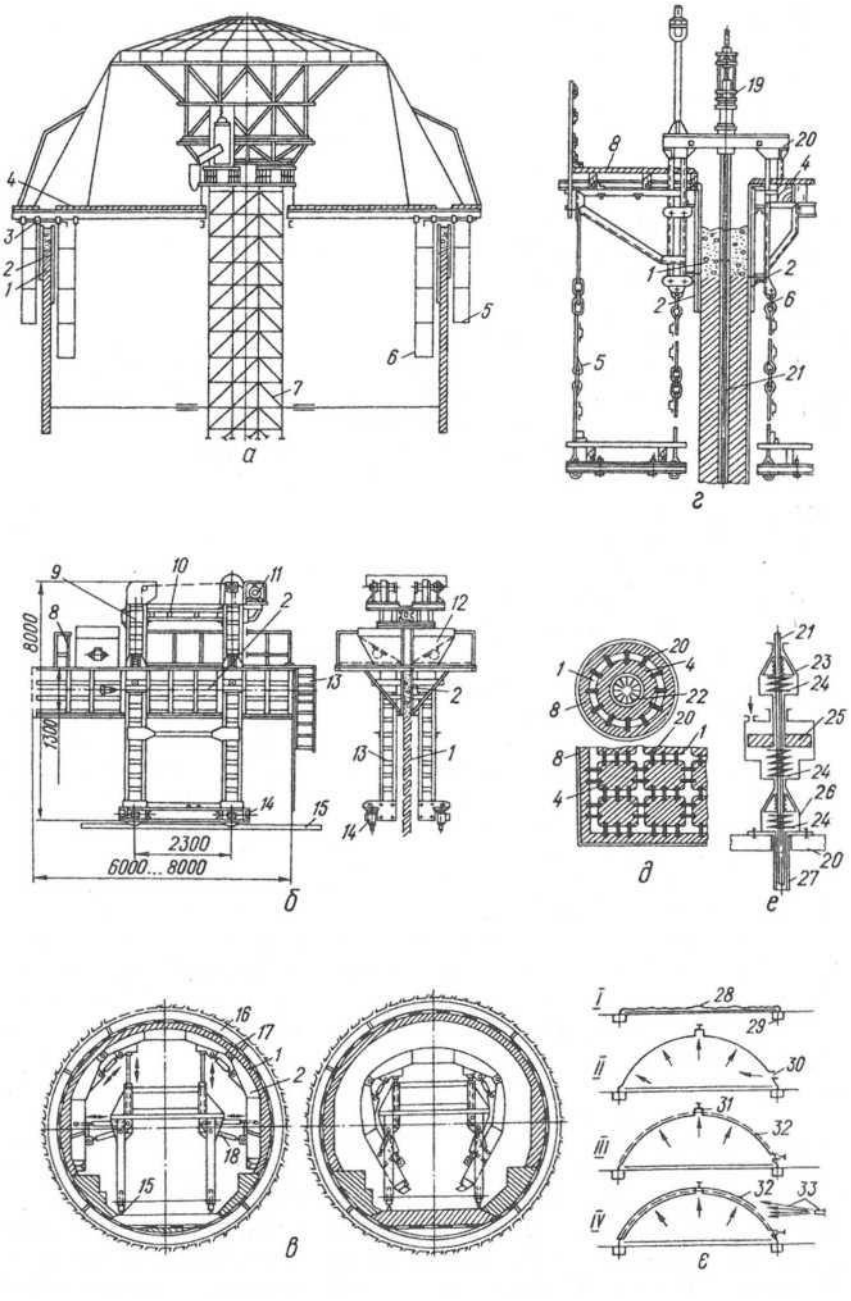


Рис. 6.5. - Підйомно-переставна, котюча, ковзна та пневматична опалубки: *а* — підйомно-переставна опалубка; *б* — горизонтально-переміщувана (котюча) опалубка для бетонування стін; *в* — те саме, тунелів; *г* — ковзна опалубка, розріз; *д* — те саме, розміщення в плані під час бетонування круглих та прямокутних споруд; *е* — схема гідравлічного домкрата; *є* — пневматична опалубка; *1* — стіна, що бетонується; *2* — щит опалубки; *3*— механізм радіального переміщення; *4* — робочий настил; *5* —

підвісні зовнішні риштування; *6* — те саме, внутрішні; *7* — підйомник; *8* — зовнішні риштування; *9* — напрямні стояки; *10* — з'єднувальна балка; *11* — лебідка вертикального приводу щитів опалубки; *12*— вібробункер; *13* — драбина; *14* — привід горизонтального переміщення; *15* — рейкова колія; *16* — тюбінги; *17* — гідроізоляція; *18* — гідроциліндр; *19* — гідравлічний домкрат; *20* — домкратна рама; *21* — домкратний стрижень; *22* — отвір для вертикальних комунікацій; *23* — верхній затискний пристрій; *24* — пружина; *25* — поршень; *26* — нижній затискний пристрій; *27* — захисна трубка; *28* — оболонка пневматичної опалубки; *29* — фундамент; *30*— клапан для впускання повітря; *31* — те саме, для випускання; *32* — арматура; *33* — набризкування бетонної суміші: *I-IV* — послідовність спорудження конструкції в пневматичній опалубці з набризкуванням бетонної суміші

По оболонці натягують джутову тканину (мішковину) з рідким плетінням, яка служить арматурою для першого шару бетону невеликої товщини. Коли перший шар твердне, по ньому укладають передбачену проектом арматуру (дисперсне армування скловолокном або сітчасте армування) і бетонну суміш (набризк-бетон).

Бетонування виконують залежно від методу влаштування конструкцій як після, так і до піднімання опалубки. В останньому випадку бетонну суміш укладають на розстелену горизонтально оболонку опалубки, після чого в останню нагнітають повітря, створюючи потрібну форму конструкції. При досягненні бетоном потрібної міцності повітря з оболонки випускають, і опалубка відділяється від забетонованої конструкції.

Незнімна опалубка. Найбільш поширена в практиці сучасного будівництва незнімна опалубка із залізобетону, її застосовують при будівництві енергетичних, гідротехнічних, транспортних і промислових об'єктів, а також житлових будинків. Залізобетонні опалубні елементи виготовляють різної форми — плоскі, ребристі, профільні, криволінійні та складної конфігурації (рис. 6.6, *а, б, е, ж, з, і).* При влаштуванні масивних

фундаментів застосовують також як незнімну опалубку уніфіковані дірчасті бетонні блоки (рис.6.6, *г)*.

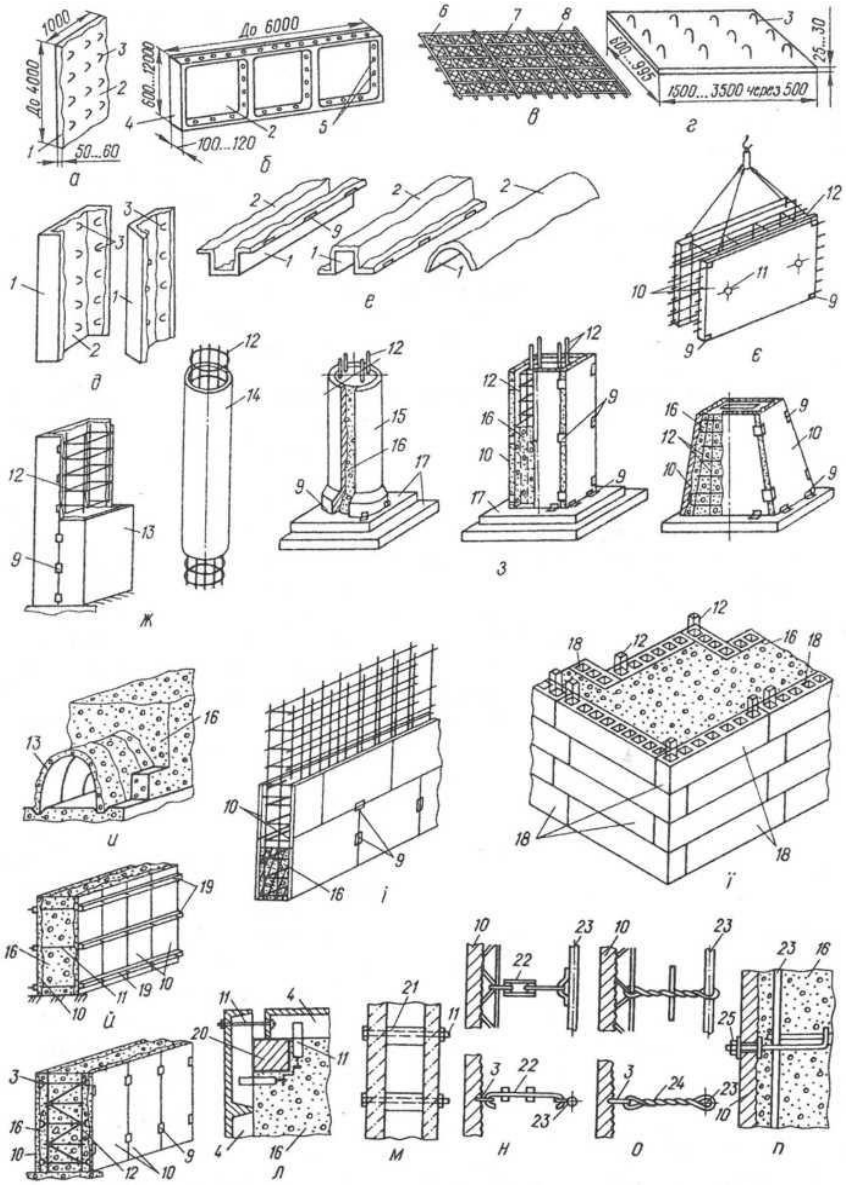


Рис. 6.6. Незнімна опалубка: *а, б* — залізобетонна плоска та ребриста опалубка; *в* - армопакет армоцементної опалубки; *г* - армоцементна опалубка; *д, е* - профільні елементи опалубки; *є* - арматурно- опалубний блок; *ж* - опалубка колон; *з* - опалубка фундаментів під колони; *и* - опалубка каналу в масивному фундаменті; *і* - опалубка стіни; *ї* - опалубка масивного фундаменту під устаткування з уніфікованих дірчастих блоків; *й* - кріплення опалубки неармованих конструкцій із застосуванням інвентарного зовнішнього каркаса; *к* - кріплення плит опалубки до арматури конструкції, що зводиться; *л* - кріплення ребристої опалубки малоармованої конструкції до допоміжного

залізобетонного внутрішнього каркаса; *м* - кріплення плит опалубки стяжними болтами; *н, о, п* - кріплення опалубки до арматури конструкції за допомогою відповідно форкопфів, скруток, болтів; *1* - зовнішня поверхня опалубки; *2* — активна внутрішня поверхня опалубки; *3* — анкерна петля; *4* — ребриста плита опалубки; *5* — монтажні отвори; 6 — ткана сітка; *7* — зварна сітка; *8* — притискні прутки; *9* — закладні деталі; *10* — плоска плита опалубки; *11* — стяжний болт; *12* — арматурний каркас; *13* — профільний елемент опалубки; *14* — азбестоцементна труба-опалубка; *15* — залізобетонна труба-опалубка; *16* — укладена бетонна суміш; *17* — плита східців; *18* — уніфіковані дірчасті блоки; *19* — інвентарні сталеві схватки; *20* — додатковий залізобетонний каркас кріплення; *21* — розпірка; *22* — форкопф; *23* — стрижень армокаркаса; *24* — скрутка з дроту; *25* — болт з гайкою

Декоративну залізобетонну опалубку-облицювання виготовляють на основі білого чи кольорового цементу. При цьому особливу увагу приділяють якості лицьової поверхні плит, точності їхнього виготовлення і монтажу. Захисна опалубка-облицювання після зведення монолітної конструкції захищає її від впливу зовнішнього середовища. У цьому випадку залізобетонну опалубку виготовляють із спеціальних цементів, а опалубку-гідроізоляцію — з водонепроникного бетону. Плити опалубки-теплоізоляції виготовляють із керамзитобетону з фактурним шаром із цементного розчину. Таку опалубку використовують при зведенні багатоповерхових монолітних житлових будинків.

Опалубні елементи з армоцементу виготовляють плоскі та профільні 25, 30, 35 мм завтовшки (рис. 6.6, *г, д*). Армоцементна опалубка проста у виготовленні, не потребує дефіцитних та дорогих матеріалів. Невелика маса плит полегшує транспортування і монтаж їх, а підвищені тріщиностійкість і водонепроникність дають змогу використовувати їх як гідроізоляцію. Армоцементні плити, виготовлені на основі білого чи кольорового цементу, використовують як декоративну опалубку-облицювання при зведенні

житлових та цивільних будівель. Незнімну армоцементну опалубку застосовують у промисловому та цивільному будівництві при спорудженні фундаментів, стін, підвалів, тунелів. Профільні армоцементні плити використовують у разі зведення великих колон, стовпів, пілястрів, балок, прогонів, ребристих перекриттів кесонного типу. Важливими позитивними якостями такої опалубки є економічність і невелика трудомісткість при виготовленні та монтажі.

Фібробетонну незнімну опалубку використовують у промисловому, цивільному та енергетичному будівництві. Такі опалубні елементи мають вигляд плоских чи профільних плит 20-30 мм завтовшки; їх виготовляють із високоміцного дрібнозернистого бетону, дисперсне армованого короткими (10-20 мм) металевими елементами (обрізом сталевих канатів, металевою стружкою), що дає змогу економити сталевий прокат, арматуру, сітку. Невелика маса плит полегшує їхнє транспортування і монтаж.

Склоцементні опалубні плити виготовляють 12-20 мм завтовшки із цементного розчину, дисперсне армованого рубаним скловолокном. Високі ізоляційні якості склоцементу дають змогу використовувати таку опалубку як опалубку-ізоляцію при зведенні підземних споруд, у тому числі в агресивному середовищі. Опалубку-облицювання виготовляють на основі білого чи кольорового цементу з гладкою чи рельєфною лицьовою поверхнею. Такою опалубкою опоряджують фасади та інтер'єри житлових та цивільних будівель. Склоцементна опалубка економічна, легка, її можна механічно обробляти (різанням, свердлінням тощо).

Металеву сітчасту опалубку виготовляють із сталевої тканої сітки з чарунками 5 х 5 чи 8 х 8 мм із дроту діаметром 0,8-1 мм і закріплюють до арматури оцупками та прогонами. Така опалубка характеризується простотою та відносно невисокою трудомісткістю монтажу, її використовують для опалублення вертикальних поверхонь, які не потребують високої якості, а також там, де ускладнене розпалублення (у робочих швах, вузьких каналах, штрабах).

При влаштуванні незнімної опалубки ефективно застосовувати армо-опалубні блоки, що мають дві плоскі опалубні плити і армокаркас між ними (рис. 6.6, *є*). При збиранні опалубки армованих конструкцій плоскі залізобетонні та армоцементні опалубні плити, що мають з боку активної поверхні петлі-випуски, кріплять до армокаркасу конструкції скрутками чи тяжами (рис. 6.6, *к, н, о).* Плити, що не мають випусків, кріплять за допомогою болтів (рис.6.6, *п)* чи тяжів, які пропускають через отвори в плиті і приварюють до армокаркасу. Місця встановлення скруток чи тяжів улаштовують у вузлах армокаркасу, що забезпечує більшу жорсткість і стійкість опалубної форми. При зведенні малоармованих чи неармованих монолітних конструкцій незнімну опалубку збирають за допомогою спеціального каркасу із збірних залізобетонних елементів, що улаштовують всередині монолітної конструкції (рис.6.6, *п),* чи інвентарного багатократно застосовуваного каркасу з металу, який встановлюють зовні конструкції (рис.6.6, *й).*

Залежно від умов робіт шви між щитами ущільнюють обмазуванням, чеканенням, набризком чи іншими методами до чи після укладання бетонної суміші. У деяких випадках, наприклад, при влаштуванні конструкцій у сухих грунтах, достатньо ущільнення, що виникає під час бетонування унаслідок проникнення цементного розчину в порожнину шва. Після бетонування та набрання бетоном потрібної міцності зрізують автогеном усі елементи кріплень, що виступають на поверхні конструкції.

Нагрівальна (термоактивна) опалубка використовується переважно при контактному обігріванні бетону під час виконанні бетонних робіт у зимових умовах (рис.6.7). За цим методом теплота передається контактним способом від поверхні опалубки до поверхні бетону конструкції. Термоактивні опалубки мають у своєму складі нагрівальні елементи, що встановлені із зовнішнього боку опалубки: нагрівальні проводи та кабелі, сітчасті нагрівники, трубчасті електронагрівальні елементи (ТЕНи)

тощо. Із зовнішнього боку нагрівальні елементи теплоізолюють. На термоактивну опалубку подається електричний струм напругою 40-127 і 220 В. Ті частини конструкції, які не перекриті термоактивною опалубкою, покривають гнучкими термоактивними матами (рис. 6.7, *г*) чи гнучким теплоізоляційним покриттям із склотканини й скловати. Для цього також застосовують дощаті щити з додатковим утепленням.

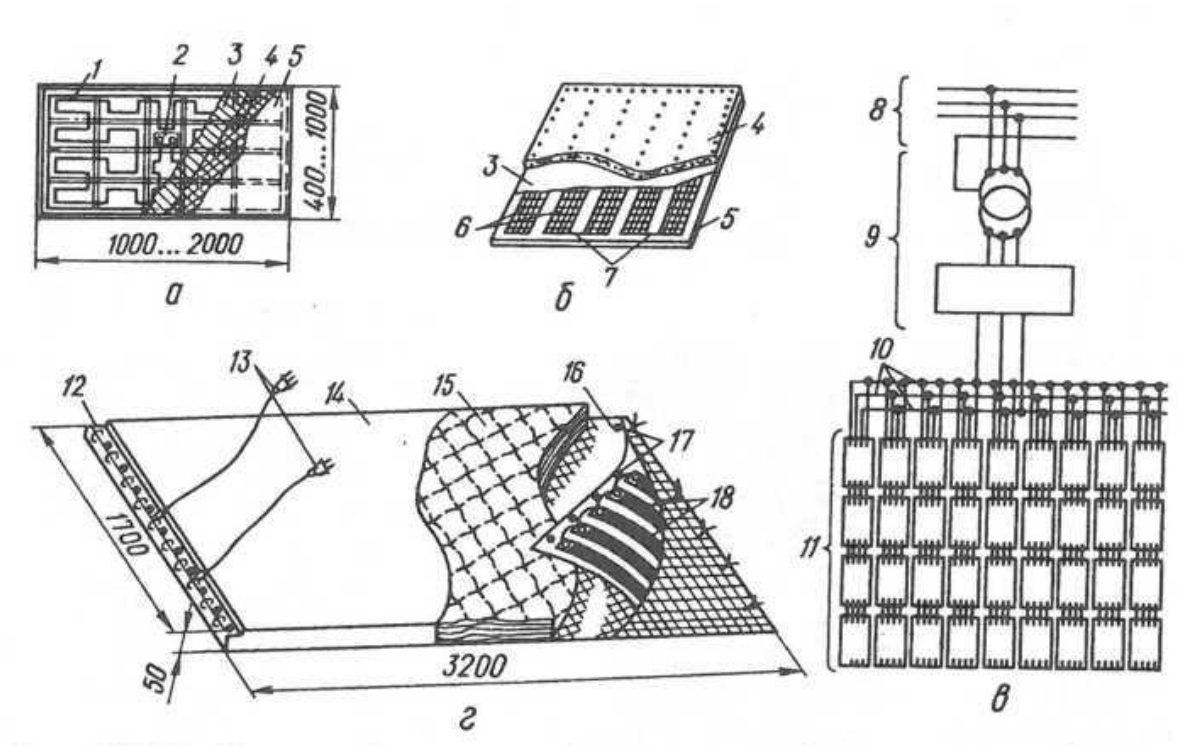


Рис. 6.7. Конструкції термоопалубки і термоактивного гнучкого покриття: *а* — панель опалубки з нагрівальним кабелем; *б* — те саме, із сітчастим нагрівником; *в* — схема розташування панелей; *г* — термоактивний мат; *1* — кабель; *2* — клемна колодка; *3* — листи азбесту; *4* — мінеральна вата; *5* — лист фанери; *6* — сітчасті нагрівники; *7* — розвідні шини; *8* — електромережа з напругою 380 В; *9* — знижувальний трансформатор; *10* — шини; *11* — нагрівальні елементи; *12* — притискні планки; *31* — рознімання; *14* — захисний чохол; *15* — теплоізоляція; *16* — склотканина; *17* — отвори для кріплення теплоізоляції; *18* — вуглецеві стрічкові нагрівники

У нагрівальну опалубку можуть бути переустаткована будь-яка інвентарна опалубка з палубою з металу чи фанери.

18.1.1. Технологія опалубних робіт.

Опалубні роботи виконують згідно з вимогами будівельних норм і правил та технологічних карт, що входять до складу проекту виконання робіт на зведення монолітних конструкцій.

Технологічні карти на виконання опалубних робіт вміщують: схеми організації опалубних робіт, пов'язані з іншими паралельно виконуваними видами робіт; маркірувальні креслення опалубки та робочі креслення конструкцій підтримувальних риштувань; специфікацію елементів опалубки та риштувань; послідовність установлення і розбирання елементів опалубки; виконання окремих операцій монтажу підтримувальних і несівних елементів опалубки; калькуляцію витрат матеріалів і праці; технологічні розрахунки термінів і графік виконання робіт; правила з техніки безпеки.

Схема організації робіт має передбачати виконання опалубних робіт на захватках, напрям руху комплектів опалубки, ланок та бригад, місця складання опалубки, майданчики для укрупнення опалубки в панелі чи блоки.

На маркірувальному кресленні схематично показують опалублену поверхню конструкції з елементами опалубки, позначеними номерами-марками, місця встановлення добірних елементів, їхній матеріал та загальний об'єм.

Опалубні роботи виконують спеціалізованими ланками, організованими на основі операційно-розчленованого принципу. Кількісний склад ланок і бригад визначають за обсягами робіт та термінами виконання їх.

Перед установленням опалубки розмічають осі конструкцій — наносять фарбою позначки на її основу та нижню частину щитів. При влаштуванні фундаментів осі позначають на попередньо забитих по контуру підошви фундаменту дерев'яних кілках.

На майданчиках укрупнення збирають панелі, форми чи арматурно-опалубні блоки, в яких разом з опалубкою встановлюють та закріплюють

арматуру монолітної конструкції. Елементи багаторазово застосовуваної опалубки слід обчистити від залишків бетонної суміші; поверхню треба змастити спеціальними мастилами, які забезпечують зниження чи повну відсутність зчеплення бетону з опалубкою і тим самим полегшують наступне розпалублення конструкції.

За принципом дії такі мастила поділяють на плівкоутворювальні мастила, уповільнювачі тужавлення і комбіновані.

При застосуванні плівкоутворювальних мастил на формувальних поверхнях опалубки утворюється тонка мінеральна плівка, що запобігає прилипанню бетону до опалубки. До складу такого мастила входять петролатум (0,3-0,5 ваг. ч.), вапно-кипілка (1 ваг. ч.), вода (2-2,5 ваг. ч.) та рідке скло (0,4-0,45 ваг. ч.).

Гідрофобізуючі мастила (солідольне, петролатумно-гасове, масляне — на основі відпрацьованих машинних масел, емульсій) при нанесенні на опалубку утворюють гідрофобну, тобто незмочувану, плівку. Ці мастила мають найбільше поширення.

Мастила — уповільнювачі тужавлення — забезпечують низьку міцність шару бетону, що прилягає до опалубки. При розпалубленні відривання опалубки частково проходить по контактній зоні, частково по слабкому шару бетону. Надалі поверхневі шари бетону набирають проектної міцності, якість бетону не знижується.

Найбільш ефективними є комбіновані мастила, до складу яких входять гідрофобізуючі речовини, уповільнювачі тужавлення та пластифікатори, що знижують поверхневу пористість і поліпшують якість бетону.

Установлюють опалубку в проектне положення так, щоб осі, нанесені на основі й опалубці, збіглися. Надалі відтяжками забезпечують вертикальність, потім закріплюють форму. На внутрішній поверхні опалубки наносять позначки рівня бетонування.

Установлена опалубка до початку бетонування має бути прийнята майстром. При цьому перевіряють: відповідність геометричних розмірів і

позначок рівня проектним; правильність її положення відносно осей конструкції; цільність стиків і сполучень елементів опалубки; правильність установлення риштувань, підтримувальних елементів, елементів кріплення. Відхилення розмірів установленої опалубки не повинно перевищувати нормативні та проектні.

Під час бетонування за опалубкою безперервно наглядають і виявлені недопустимі деформації відразу виправляють.

18.1.2. Загальні правила вибору виду опалубки.

Вибирають опалубку з урахуванням її відповідності конструкціям, що зводяться, й економічної ефективності. При цьому пріоритет віддають технологічним чинникам, тому що вони визначають можливість застосування опалубки й умови забезпечення якості конструкції. Від технологічної відповідності опалубки споруджуваним конструкціям залежить також швидкість бетонування, що значно впливає і на економічну ефективність використання опалубки.

18.2. Арматурні роботи

18.2.1. Види арматури.

Арматура – це сталеві круглі стрижні, прокатні профілі, дріт, вироби з них (рис. 6.8) чи неметалеві вироби – склопластиковий дріт, рубане скловолокно для дисперсного армування чи інші матеріали, які розміщують в бетоні для підвищення несучої здатності бетонних конструкцій.

Арматурні стрижні та дріт поділяють за класами: А-I (А240), А- II (А300), А-III (А400), А-IV (А600), А-V (А800), А-VI (А1000) (стрижні); В-I, В-II (дріт) та за марками залежно від їх хімічного складу (наприклад, арматура класу А-II марок Вст5 чи 18Г2С чи 10ГТ).

Стрижневу арматуру виготовляють гладкою – класу А-I та періодичного профілю — А-II–А-IV (Рис.6.8, *а*). Стрижнева арматура періодичного профілю класів А-III–А-VII має однаковий рисунок виступів. Тому, щоб їх

розрізняти, раніше кінці стрижнів фарбували незмивними фарбами різних кольорів. Нині промисловість випускає маркіровану арматуру періодичного профілю. Марки наносять під час прокатування з кроком не більш як 1 м. Клас арматурної сталі визначають кількістю поперечних ребер між двома опуклими позначками, включаючи одну з них. Арматуру класів А-I–А-III та В-I застосовують для ненапружуваних залізобетонних конструкцій, а класу А- V (А800), А-VI (А1000) та термічне зміцнену класів $А_т$-V ($А_т$785), $А_т$-VI ($А_т$1175) — для влаштування попередньо напруженої арматури конструкцій. Напружену арматуру роблять також з високоміцного дроту класів В-II, Вр-II (рифлений, періодичного профілю) (рис.6.8, *г*), канатів К-7 і К-10.

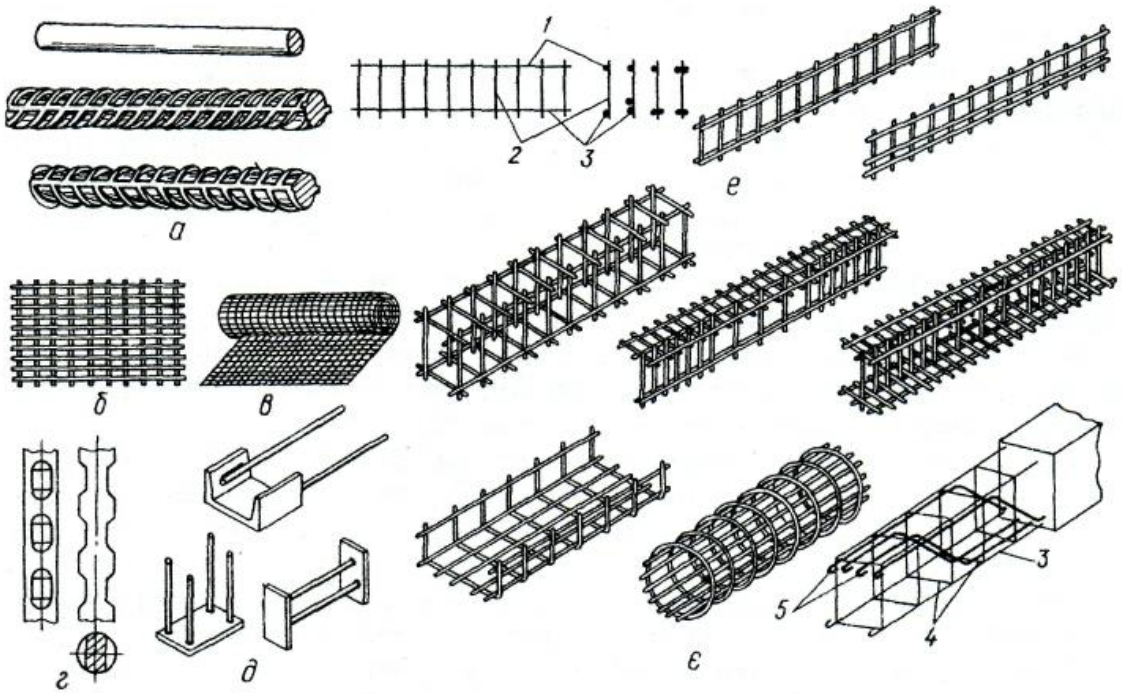


Рис. 6.8. - Види арматури:

а – арматурні стрижні; *б* – плоска арматурна сітка; *в* – рулонна арматурна сітка; *г* – арматурний дріт періодичного профілю; *д* – закладні деталі; *е* - плоскі каркаси; *є* – просторові каркаси; *1* – верхні монтажні стрижні; *2* – поперечні монтажні й робочі стрижні; *3* – нижні робочі стрижні; *4* – хомути; *5* – кінцеві гаки.

Арматуру класів А-І та А-ІІ діаметром до 14 мм, дріт і канати постачають із заводів метизного виробництва в бухтах; класів А-І та А-ІІ діаметром більше ніж 10 мм та інших класів — у прутках 6–12 м завдовжки, а за окремим замовленням — до 24 м; уніфіковані сітки з дроту класу В-І чи стрижнів класу А-ІІІ 1,5–3 м завширшки та до 9м завдовжки — в плоских пакетах чи рулонах (рис.6.8, *б, в).*

18.2.2. Структура процесу

Арматурні роботи включають ***заготовлення арматури*** (виготовлення з арматурної сталі окремих стрижнів та складання арматурних сіток і каркасів зварюванням чи зв'язуванням з окремих стрижнів) і ***установлення арматури в проектне положення***.

У сучасному будівництві ненапружені конструкції армують збільшеними монтажними елементами — зварними сітками, плоскими і просторовими каркасами (рис.6.8, *б, е, є*). Тільки у виняткових випадках складні конструкції армують безпосередньо в проектному положенні з окремих стрижнів зі з'єднанням їх у закінчений арматурний елемент зварюванням чи зв'язуванням.

Заготовлення арматури.

Конструктивні елементи арматури виготовляють переважно централізовано в арматурних цехах підприємств буд-індустрії чи на районних заводах і як товарну продукцію постачають на будівельний майданчик. Розміри конструктивних елементів визначають проектом, ураховуючи умови транспортування.

Заготовлення ненапруженої арматури містить технологічні операції, які поділяють на дві основні групи: операції виготовлення окремих мірних стрижнів і операції їхнього з'єднання у арматурні елементи.

Заготовлення арматурних стрижнів містить операції правлення, обчищення, різання, вигинання і зварювання стиків арматури.

Для перероблення арматурної сталі, що надходить у бухтах чи прутках, застосовують різні устаткування та методи. У зв'язку з цим процес виготовлення стрижнів поділяють на дві лінії: на одній переробляють арматурну сталь, що надходить у бухтах (визначають як легку арматуру), а на іншій — ту, що надходить у прутках (визначають як важку арматуру).

Правлення, обчищення та різання арматури, яку постачають у бухтах, виконують на правильно-відрізних верстатах, які автоматично виконують усі операції: розмотування бухти, обчищення, правлення та різання сталі на стрижні (рис. 6.9, *а, б*).

Арматурну сталь у прутках виправляють на верстатах для вигинання арматури, які мають робочий диск, що обертається, зі змінними центральним і згинальними пальцями (рис.6.9, *е*).

Для заготовлення стрижнів та сіток застосовують привідні ножиці, оснащені роликовими столами для подавання арматури (рис. 6.9, *г, д*). Продуктивність підвищується, якщо стрижні незначних діаметрів ріжуть на станках пакетами. Арматуру діаметром до 12 мм відрізують також механізованими, гідравлічними, пневматичними чи механічними ручними ножицями (рис.6.9, *є*).

Арматурні стрижні вигинають на привідних верстатах для вигинання арматури, легку арматуру — також на ручних верстатах (рис. 6.9, *ж*).

Широке застосування має технологія заготовлення арматурних стрижнів із безперервної нитки, для утворення якої стрижні стикують у довжину (рис.6.9,*и*) на електроконтактно-стикових зварювальних машинах (рис. 6.9, *в, з*).

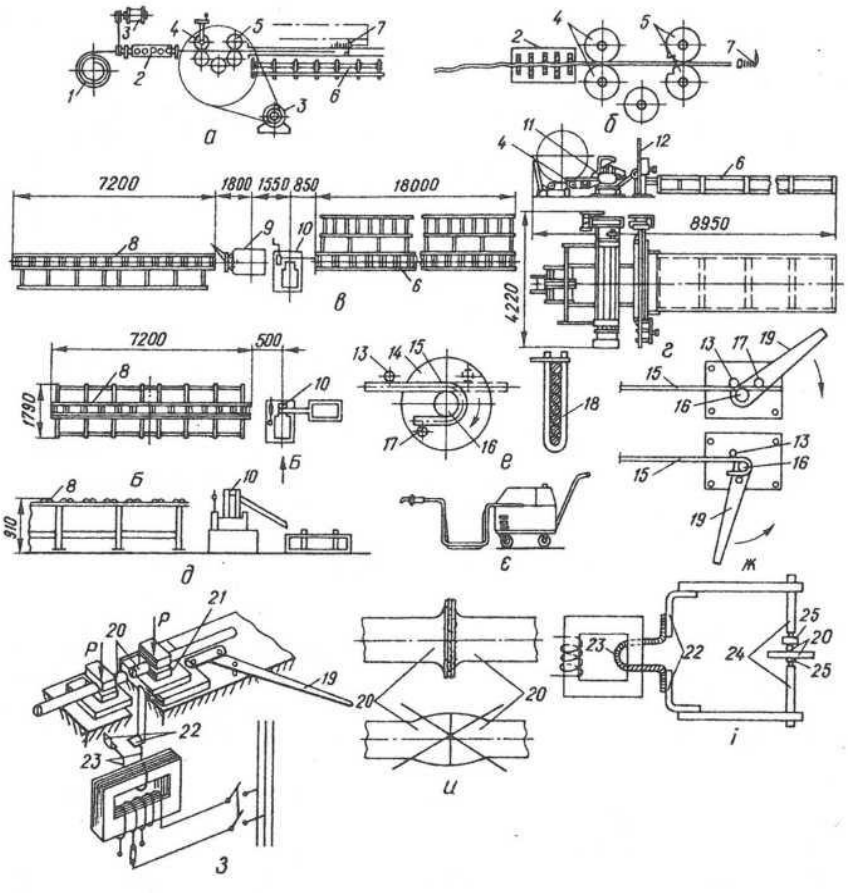


Рис.6. 9. - Виготовлення арматури:

а — схема правильно-відрізного верстата; *б* — схема механізму правлення і різання арматури; *в* — лінія контактно-стикового зварювання і різання арматури; *г* — лінія правлення і різання арматурних стрижнів; *д* — лінія різання арматурних стрижнів; *е* — схема вигинання арматури на механічному верстаті; *є* — пересувні ручні ножиці з гідроприводом; *ж* — схема вигинання арматури на верстаті з ручним приводом; *з* — схема машин контактно-стикового електрозварювання; *и* — стикове з'єднання при правильному і неправильному режимах зварювання; *і* — схема машин для контактного точкового електрозварювання; *1* — бухта дроту; *2* — правильний барабан; *3* — електродвигун; *4* — ролики подачі; *5* — те саме, ріжучі; *6* — приймальний стіл; *7* - опора з електровимикачами; *8* — роликовий стіл подачі; *9* — машина контактно-стикового зварювання; *10* — верстат для різання стрижнів; *11* — механізм подачі; *12* — механізм різання; *13* — опорний палець; *14* — робочий диск; *15* — стрижень, що вигинається; *16* — центральний ролик; *17* — згинальний ролик; *18* — тримач пакета стрижнів; *19*

— важіль; *20* — зварювані стрижні; *21* — пересувна каретка; *22* — мідні шини; *23* — вторинна обмотка зварювального трансформатора; *24* — електродотримачі; *25* — електроди.

При цьому стрижні закріплюють у струмопровідні колодки машини й одночасно з вмиканням струму проводяться в зіткнення. Торці розігрівають до пластичного стану, а потім піддають стискуванню, внаслідок чого стрижні з'єднуються.

Виготовлення конструктивних арматурних елементів у заводських умовах включає виготовлення сіток та плоских і просторових арматурних каркасів.

Арматурні сітки виготовляють із застосуванням точкових контактно-зварювальних машин (рис. 6.9, *г*), які поділяють на одноточкові, підвісні та багатоточкові (найбільш продуктивні). При цьому вузли перетинання стрижнів закріплюють у контактах зварювальної машини і пропускають крізь них струм. У місці контакту стрижнів арматури метал розплавляється, після чого їх стискують.

Просторові каркаси роблять на устаткуванні, основними агрегатами якого є контактно-зварювальні підвісні машини та оснащення для фіксації арматури каркаса в заданих розмірах, подавання стрижнів та сіток, переміщування каркаса. Просторові каркаси також роблять на спеціальних верстатах із застосуванням технології формування каркасів поздовжнім вигинанням арматурної сітки. Така технологія характеризується зниженням трудомісткості та витрат металу й електроенергії. Застосування гнутих елементів забезпечує також високу надійність і точність конструктивних арматурних виробів, прискорює та полегшує процеси укрупнення та монтажу.

Заготовлення напружуваної арматури включає виготовлення відрізків із стрижневої сталі, високоміцного дроту, канатів чи пучків з дроту та влаштування на їхніх кінцях анкерних елементів (рис. 6.10).

Стрижневі елементи виправляють, чистять, відрізають, стикують зварюванням. Для влаштування анкерів до кінців стрижнів приварюють оцупки із сталі, що мають різьбу для гайок, які передають на бетон навантаження натягу.

Канати пропускають через правильне устаткування, одночасно обчищаючи від бруду і масла, та ріжуть на частини потрібної довжини. Для анкерування на кінці каната запресовують пресом чи домкратом гільзи. На гільзах нарізають різьбу для кріплення муфти домкрата, яким будуть виконувати натягування.

Дротові пучки виготовляють із високоміцного арматурного дроту, розміщаючи його по всьому перерізу чи колу. В першому випадку влаштовують на кінці пучка гільзовий анкер, у другому — гільзострижневий. Приготовлені пучки і канати намотують на барабани. Анкери змащують солідолом і обмотують брезентом. Усі готові арматурні елементи забезпечують бирками з назвою їхньої проектної марки.

Монтаж ненапруженої арматури. До складу арматурних робіт на будівельному майданчику належать: розвантаження, приймання та складування арматурних виробів і товарної арматурної сталі; виготовлення нестандартних арматурних виробів, укрупнення сіток і каркасів в арматурний блок; монтаж окремих елементів і блоків у конструктивний арматурний каркас монолітної конструкції; приймання і контроль змонтованої арматури та передача її під бетонування.

На будівельний майданчик арматуру постачають комплектно для кожної монолітної конструкції. Доставлену арматуру оглядають, перевіряють наявність бірок з наведеними марками елементів, а також документів, що підтверджують відповідність виробів і з'єднань проекту.

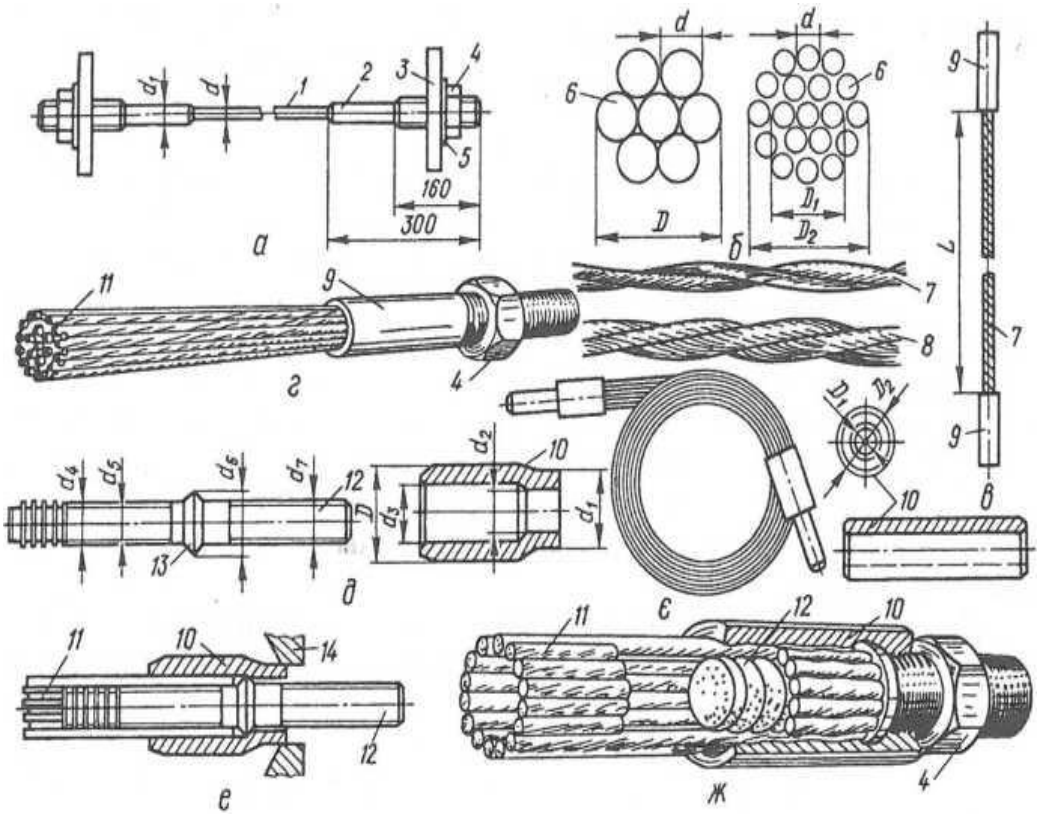


Рис.6.10. Заготівля напружуваних арматурних елементів: *а* — арматурний стрижень з нарізкою на кінцях; *б* — арматурні пасма і канати; *в* — арматурне пасмо з опресованими гільзами; *г* — загальний вид арматурного пучка з гільзовим анкером; *д* — деталі гільзострижневого анкера; *е* — те саме, для опресування; *є* — пучок, підготовлений для відправлення; *ж* — гільзострижневий анкер з пучком дроту після опресування; *1* — стрижнева арматура; *2* — оцупок з нарізкою на кінці; *3*— плита; *4* — гайка; 5 — шайба; *6* — дротові пасма; *7* — канат з двох 19-дротових пасом; *8* — те саме, з двох 7-дротових пасом; *9* — гільза; *10* — те саме, в розрізі; *11* — дротини пучка; *12* — анкерний стрижень; *13* — бурт; *14* — фільєра

Складають елементи на стелажах, стапелях і майданчиках роздільно за розмірами, марками і класами.

Ненапружену арматуру монтують окремими стрижнями, сітками чи просторовими каркасами й армоблоками відповідно до умов виконання робіт та видів конструкцій.

Забезпечення захисного шару бетону, тобто відстані між зовнішніми поверхнями арматури і бетону, що захищає арматуру від корозійних дій зовнішнього середовища, виконують установленням бетонних, пластмасових чи металевих фіксаторів, які прив'язують чи надягають на арматурні стрижні або підставляють під них.

Захисний шар у плитах і стінках до 10 см завтовшки має бути не менше ніж 10 мм, а в тих самих конструкціях, але товщих — не менше ніж 15 мм; у балках і колонах при діаметрі поздовжньої арматури 20-32 мм — не менше ніж 25 мм і при більшому діаметрі — не менше ніж 30 мм.

Приймання змонтованої арматури оформляють актом на приховані роботи. При цьому перевіряють відповідність проектним розмірам, наявність і місцеположення закладних деталей, фіксаторів, міцність стиків і армоконструкцій, яка має бути незмінною при бетонуванні.

З'єднання арматурних елементів. Арматурні стрижні, сітки, каркаси та інші елементи при встановленні в конструкцію з'єднують між собою електрозварюванням (дуговим чи контактним), напуском, на муфтах, металевими та пластмасовими фіксаторами чи в'язанням дротом.

Дугове електрозварювання стрижнів поділяють на ручне шовне, ванне, ванношовне та електрошлакове (рис.6.11). Елементи з'єднуються за рахунок плавлення металів електрода та стикової зони з'єднувальних елементів під дією електричної дуги, що виникає між ними. Для забезпечення струмом застосовують зварювальні апарати змінного чи генератори постійного струму. Електроди для зварювання арматури виконані із сталевого дроту діаметром 1-12 мм, 450 мм завдовжки з товстим шаром обмазки флюсом.

Дугове шовне зварювання виконують протяжними швами з напуском стрижнів чи з двобічними круглими накладками та багатошаровими швами з гнутими підкладками чи без них (рис. 6.11, *а-ж*).

Ванне зварювання порівняно із зварюванням стрижнів унапусток чи з накладками має переваги: витрати металу на стик знижуються до 10 разів,

електродів та електроенергії — удвічі-втричі, трудомісткість і собівартість — у два-три рази.

Ванне зварювання застосовують для стикування стрижнів діаметром більше ніж 20 мм. Стик улаштовують із проміжком до 0,8 d в інвентарних мідних формах чи сталевих жолобчастих підкладках (рис. 6.11, *з, и*).

При зварюванні у формі утворюється ванна з розплавленого металу електродів, який розплавляє торці стрижнів і після охолодження утворює зварний шов. Для стрижнів діаметром 20-34 мм застосовують одноелектродне зварювання, а для стрижнів більшого діаметра — багатоелектродне, гребінкою із 3-5 електродів, що приварені до допоміжної пластини, затисненої в одноручному електродотримачі.

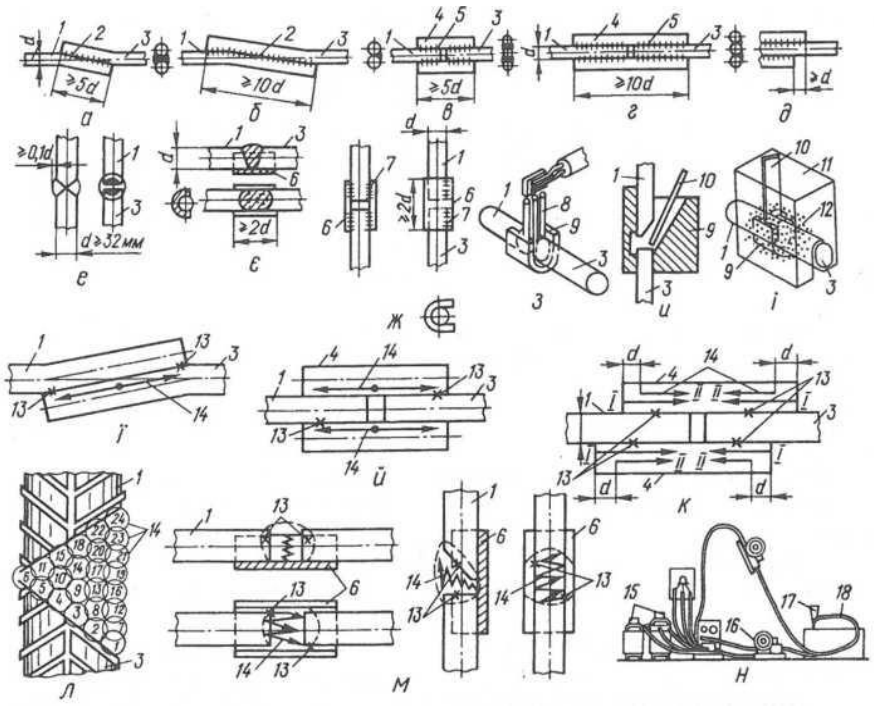


Рис. 6.11. Зварні з’єднання арматурних стрижнів:

а — з’єднання внапусток двома косими швами; *б* — те саме, одним косим швом; *в* — з'єднання з круглими накладками чотирма фланговими швами; *г* — те саме, двома фланговими швами; *д* — те саме, стрижнів із сталі класу А-IV; *е* — з’єднання вертикальних стрижнів без підкладок; *є* — з’єднання горизонтальних стрижнів із скобами-підкладками; *ж* — те саме, вертикальних стрижнів із скобами-підкладками; *з* — багатоелектродне ванне

зварювання горизонтальних стрижнів; *и* — одноелектродне ванне зварювання стрижнів у рознімній формі; *і* — схема ванного електрошлакового зварювання; *ї* — порядок зварювання стрижнів унапусток; *й* — те саме, з накладками; *к* — те саме, із сталі класу А-IV; *л* — порядок плавлення шарів багатошарового шва під час з'єднання вертикальних стрижнів без підкладок; *м* — порядок зварювання стрижнів із скобами-підкладками; *н* — шланговий напівавтомат; *1,3*— зварювані стрижні; *2* — косий шов; *4* — кругла накладка; *5* — фланговий шов; *6* — скоба-підкладка; *7* — додатковий зварний шов; *8* — гребінка електродів; *9* — форма; *10* — електрод; *11* — огорожа; *12* — флюс; *13* — місця прихватки; *14* — напрямок зварювання; *15* — джерело струму; *16* — касета з електродним дротом; *17* — місткість для флюсу; *18* — гнучкий провід; *I, II* — послідовність зварювання шарів шва

При ***ванношовному зварюванні*** стрижнів діаметром 36-80 мм застосовують сталеву підкладку для утворення ванни, яку поздовжніми швами приварюють до стикованих стрижнів, завдяки чому вона бере участь в сприйманні розтяжних зусиль.

Ванним напівавтоматичним зварюванням з'єднують стрижні діаметром 20-40 мм у мідних формах та діаметром 25-70 мм на сталевих підкладках. Для зварювання застосовують шлангові напівавтомати з безперервною подачею електродного порошкового дроту (рис. 6.11, *н*).

Електродний порошковий дріт має вигляд згорненої із сталевої стрічки трубки, порожнина якої заповнена флюсом. Його використання забезпечує високу якість зварювання, зниження трудомісткості, витрат металу та електроенергії. Та беручи до уваги високу вартість порошкового дроту, він економічно виправданий лише у випадках, коли конструктивні рішення стиків не дають змоги застосувати інвентарні форми.

Електрошлакове зварювання є найбільш економічним. Стрижні в стику розміщуються із проміжком 5-20 мм у мідних формах (рис. 6.11, і). При напівавтоматичному зварюванні спочатку стиковий проміжок

засипають флюсом приблизно до половини діаметра стрижнів, вводять у флюс кінець голого електродного дроту, збуджують дугу між електродом і нижньою частиною торця одного із стрижнів. Дуга спочатку розплавляє флюс, а потім із розплавленої сталі електрода і кінців стрижнів утворюється ванна, вкрита зверху шлаком. У процесі зварювання підсипають флюс, як тільки починається розбризкування рідкого металу. Для електрошлакового зварювання застосовують також плоскі електроди чи гребінку електродів з голого електричного дроту.

Контактним електрозварюванням на будівельному майданчику з'єднують стрижневу арматуру діаметром до 25-32 мм. Для контактного зварювання сіток горизонтальних поверхонь застосовують мобільні стикові машини з підвісними зварювальними кліщами на гідравлічному маніпуляторі чи ручні зварювальні кліщі з коаксіальними електродотримачами, підвішувані на пружинному балансирі (рис.6.12).

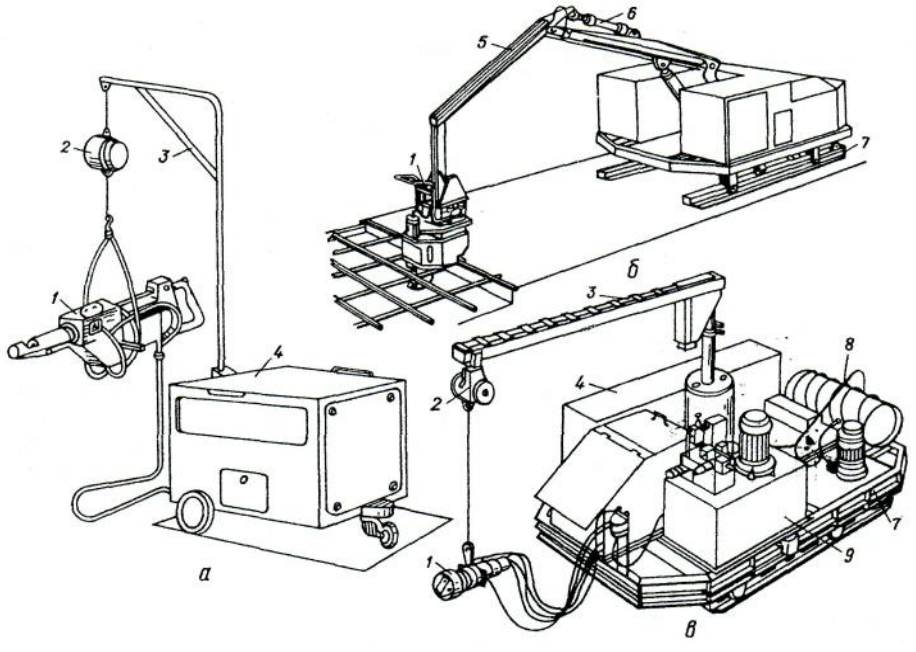


Рис. 6.12. Зварювальні стикові машини:

а – зварювальні кліщі коаксіальними електродотримачами; *б* – мобільна стикова машина МСМ-1; *в* – те саме, МСМ-2; *1* – кліщі; *2* – пружинний

балансир; *3* – консоль; *4* – шафа керування; *5* – стріла; *6* – гідроциліндр; *7* – самохідне шасі; *8* – станція охолодження; *9* - насосна станція.

З'єднання стрижнів унапусток без зварювання (рис.6.13, *д*, *е*.) застосовують при армуванні конструкцій сітками чи плоскими каркасами з однобічним розміщенням робочих стрижнів арматури і діаметрі стрижнів не більше ніж 32 мм. Величина напусків залежить від класів арматури і бетону та характеру дії елементів.

З'єднання стрижнів фіксаторами (рис. 6.13, *є*) застосовують при збиранні арматурних елементів як в опалубці, так і в кондукторах чи шаблонах. Фіксатори скріплюють стрижні у вузлах схрещення.

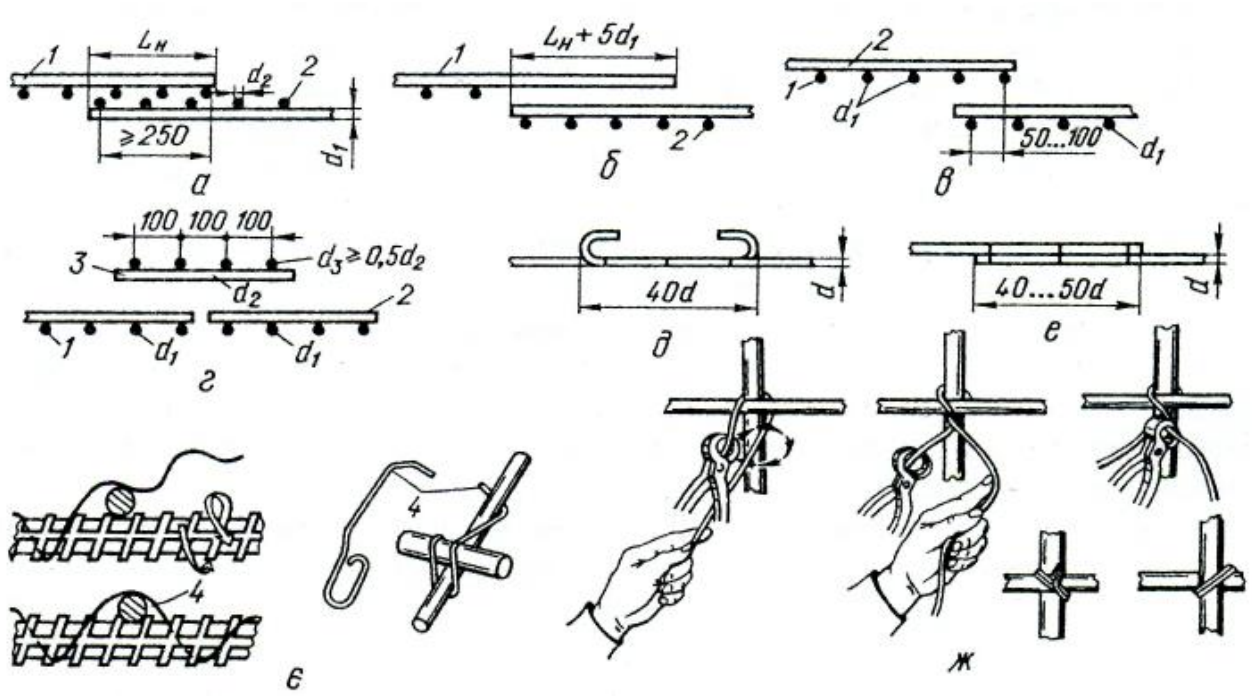


Рис.6.13. Незварні з'єднання арматурних сіток і стрижнів:

а – з'єднання внапусток зварних сіток із стрижнів гладкого профілю; *б* – те саме, із стрижнів періодичного профілю; *в* – те саме, в неробочому напрямку; *г* – те саме, в неробочому напрямку з додатковою сіткою; *д* – з'єднання внапусток стрижнів гладкого профілю; *е* – те саме, стрижнів періодичного профілю; *є* – хрестові з'єднання стрижнів пружинними

фіксаторами; *ж* – в’язання хрестового з'єднання стрижнів дротом; d_1 – діаметр робочих стрижнів; d_2 – те саме, розподільних стрижнів; d_3 – те саме, стрижнів додаткової сітки; *1* – робочий стрижень; *2* – розподільний стрижень; *3* – додаткова сітка; *4* – пружинний фіксатор

Застосовують різні типи пружинних металевих фіксаторів. Перспективними є пластмасові фіксатори, які одночасно можна використовувати і для забезпечення потрібної товщини захисного шару бетону між арматурою й опалубкою. Застосування фіксаторів для з'єднання арматури забезпечує гарантовану якість з'єднань і знижує трудомісткість робіт порівняно з ручним в'язанням у 2,5-3 рази.

З'єднання в'язанням відпаленим сталевим дротом діаметром 1-1,5мм (рис.6.13, *ж*) виконують при незначних обсягах робіт, відсутності фіксаторів і неможливості застосування електрозварювання. Поздовжні стрижні зрощують унапусток з перев'язанням стику в трьох місцях — посередині й на кінцях. При стикуванні стрижнів гладкого профілю у розтягненій зоні вони повинні мати зігнуті гаки на кінцях.

Монтаж напружуваної арматури включає установлення її в проектне положення та наступне натягування.

Напружувану арматуру встановлюють у попередньо влаштовані в монолітних конструкціях канали після набрання бетоном потрібної міцності, до бетонування чи після набрання бетоном проектної міцності. Натягування арматури виконують механічним і електротермічним методами чи самонапруженням.

Канали для напружуваної арматури влаштовують установленням до бетонування в конструкції каналоутворювачів із сталевих трубок, гумових рукавів з дротовим осердям, які через 2-4 год після бетонування виймають з конструкції, чи сталевих тонкостінних гофрованих трубок, які залишаються в бетоні (рис. 6.14, *ж*). Після досягнення бетоном потрібної міцності у канали заводять напружувану арматуру із стрижнів, канатів чи пучків (рис.

6.14, *є*). Один кінець арматури закріплюють у торці каналу, а інший запресовують в анкер і муфтою з'єднують з гідравлічним домкратом одинарної чи подвійної дії (рис.6.14, *з*). Якщо довжина арматури більше ніж 10 м, її натягують одночасно з обох кінців двома домкратами.

Натягують арматуру спочатку із зусиллям до 0,1 заданого зусилля натягу. При цьому арматурні стрижні випрямляються і щільно прилягають до стінок каналу. Зусилля, що дорівнює 0,1 розрахункового натягу, беруть за

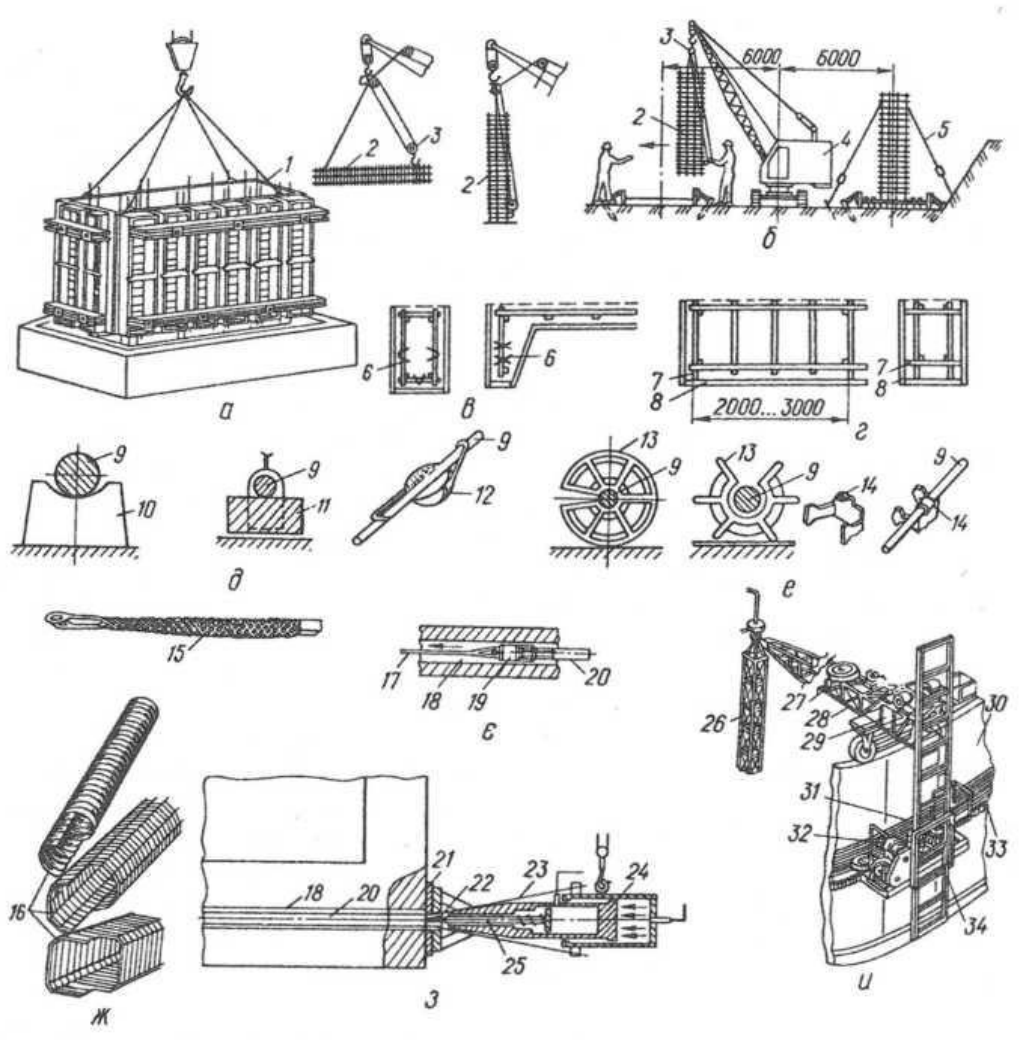


Рис. 6. 14. Монтаж арматури: *а* — монтаж арматурно-опалубного блока; *б* — монтаж арматурного блока підколонника; *в* — улаштування захисного шару за допомогою упорів; *г* — те саме, із застосуванням подовжених стрижнів; *д* — те саме, із застосуванням бетонних підкладок; *е* — те саме, із застосуванням пластмасових і металевих фіксаторів; *є* — схема затягування

напружуваної арматури в канал; *ж* - каналоутворювачі; *з* - схема розміщення домкрата подвійної дії для натягування арматури; *и* - машина для навивання напружуваної арматури; *1* - арматурно-опалубний блок; *2* - арматурний блок; *3* - напівавтоматичні стропи; *4* - стріловий кран; *5* - розтяжка; *6* - упори з арматурного дроту; *7* - подовжені арматурні стрижні; *8* — опалубка; *9* - стрижень арматури; *10* - бетонна підкладка; *11* - те саме, із скруткою дроту; *12* - те саме, з пружинними скобами; *13* - пластмасові фіксатори; *14* - металеві штамповані підкладки; *15* - гумовий каналоутворювач із петлею для його витягування; *16* - рифлені каналоутворювачі із сталевої стрічки; *17* - трос; *18* - канал; *19* - човник; *20* - напружувана арматура; *21* -плита; *22* - клиноподібна пробка; *23* - пучок дроту; *24* — циліндр з поршнем для натягування дротин пучка; *25* -те саме, для запресовування клиноподібної пробки; *26* — центральна опора; *27* — бухтотримач; *28* — стріла; *29* — верхній візок; *30*— стінова панель; *3I* — намотувана напружувана арматура; *32* — нижній візок; *33* — ланцюг; *34* —вертикальна рама машини

початок відліку при наступному контролі натягування за тиском у гідросистемі і деформаціями.

Натягують арматуру плавно, збільшуючи зусилля натягу на 3-5 кН і доводячи його до значення, що перевищує розрахункове на 10%. Витримавши в такому стані 8-10 хв, зусилля натягу зменшують до розрахункового і закріплюють другий кінець напружуваної арматури. Для запобігання перепаду напруження вздовж арматури інколи застосовують пульсуюче натягування: кілька разів короткочасно послідовно збільшують, а потім зменшують зусилля натягу.

Якщо в перерізі конструкції є кілька напружуваних арматурних елементів, то натягування починають з елемента, розташованого ближче до середини. Елементи, що розміщені біля боків конструкції, натягують одночасно двома домкратами чи навперемінно. Після цього знову

підтягують середні елементи, натяг яких зменшується внаслідок укорочення бетону від стискання.

Відразу після натягування канали заповнюють цементно-піщаним розчином. Нагнітають розчин розчинонасосом чи пневмонагнітачем з одного кінця каналу безперервно, починаючи з тиску 0,1 МПа і підвищуючи його до 0,4 МПа. Нагнітання зупиняють, коли розчин починає витікати з іншого кінця каналу.

Арматурні напружувані елементи, що вкладають у конструкції до бетонування, попередньо покривають антикорозійною речовиною, а потім фторопластом (тефлоном), який має майже нульовий коефіцієнт тертя. У процесі натягування канати чи стрижні відносно легко ковзають у тілі бетону.

Самонатягування арматури здійснюється при бетонуванні конструкцій стрижнями періодичного профілю із застосуванням бетонів на розширних цементах.

Для попереднього натягування арматури резервуарів, силосів та інших циліндричних споруд застосовують спеціальні навивальні машини, які обтягують арматурним дротом стінки споруд зовні, після набрання бетоном проектної міцності (див. рис.6.14,*и*). Для захисту арматури після ЇЇ навивання поверхню торкретують чи штукатурять високоміцним цементним розчином.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які опалубки відносяться до вертикально переміщуваних?
2. Для зведення яких споруд застосовують підйомно-переставну опалубку?
3. З яких елементів складається підйомно-переставна опалубка?
4. Яка висота ярусу при бетонуванні стволів труб в підйомно-переставній опалубці?
5. Яке основне устаткування для зведення споруд із

застосуванням підйомно-переставної опалубки?

6. Яка технологія бетонування із застосуванням підйомно-переставної опалубки?

7. Для зведення яких споруд застосовують ковзну опалубку?

8. Чим технологічно відрізняється ковзна опалубка від інших видів опалубки?

9. З яких елементів складається ковзна опалубка?

10. За допомогою яких пристроїв піднімають ковзну опалубку при зведенні споруд?

11. Назвіть основні несівні елементи ковзної опалубки.

12. Яка технологія бетонування із застосуванням ковзної опалубки?

13. Яка швидкість бетонування у ковзній опалубці?

14. Для зведення яких конструкцій застосовують блокову опалубку?

15. З яких елементів складається блокова опалубка?

16. Як встановлюється блокова опалубка?

17. Для бетонування яких конструкцій застосовують блок-форми?

18. Назвіть види блок-форм.

19. Для чого елементи блок-форми мають невелику конусність?

20. При бетонуванні яких конструкцій ефективне застосування жорстких металевих блок-форм?

21. При бетонуванні яких конструкцій ефективне застосування універсальних блок-форм?

22. Для бетонування яких конструкцій застосовують пневматичну опалубку?

23. Яка технологія бетонування конструкцій при застосуванні пневматичної опалубки?

24. У яких випадках застосовують незнімну опалубку?

25. З яких матеріалів виготовляють незнімну опалубку?

26. Коли використовують нагрівальну опалубку?

27. З яких елементів складається нагрівальна опалубка?

28. Назвіть види нагрівальних елементів.

29. Яка загальна технологія опалубних робіт при використанні будь-якого виду опалубки?

30. Для чого використовують мастила?

31. Як поділяються мастила за принципом дії?

32. Назвіть загальні правила вибору опалубки.

33. З яких матеріалів виготовляють арматуру?

34. Назвіть види арматури.

35. Яка структура процесу арматурних робіт?

36. З яких технологічних операцій складається заготовлення ненапруженої арматури?

37. На якому устаткуванні виготовляють арматурні сітки і каркаси?

38. Як забезпечується захист арматури у бетонних конструкціях?

39. Як здійснюється з'єднання арматурних елементів між собою?

40. Назвіть види з'єднання стрижнів без зварювання.

41. З яких технологічних операцій складається заготовлення напруженої арматури?

42. Як здійснюється установлення напруженої арматури у проектне положення?

43. Назвіть методи натягування арматури.

44. Як здійснюється натягування арматури?

ТЕМА №19

19. 1. Приготування бетонної суміші

19. 2. Транспортування бетонної суміші

19. 3. Бетонування конструкцій

19.1. Приготування бетонної суміші

Склад процесу. Приготування бетонної суміші містить операції приймання і складування складових матеріалів (цементу і заповнювачів),

їхнього дозування і перемішування та видавання готової бетонної суміші на транспортні засоби. В разі приготування бетонних сумішей з добавками, на легких заповнювачах чи за певних умов (зимових, жарких) у даний технологічний цикл включають додат кові операції. Так, для сумішей з добавками (пластифікувальними, протиморозними тощо) треба попередньо приготувати водний розчин цих добавок; у зимових умовах попередньо підігрівають заповнювачі і воду; при використанні легкобетонних сумішей на пористих заповнювачах їх можна попередньо замочувати.

Для поліпшення технологічних властивостей бетонної суміші та економії цементу воду для замішування також інколи активізують електромагнітною обробкою, введенням та турбулентним перемішуванням незначних доз цементу чи інших добавок.

Бетонну суміш готують за закінченою чи розчленованою технологією. У першому випадку здобувають готову бетонну суміш, у другому — віддозовані сухі компоненти або суху бетонну суміш.

19.1.1. ***Заводи та устаткування.*** Залежно від конкретних організаційних умов та технологічних потреб бетонну суміш готують на автоматизованих бетонних заводах, різних переставних і пересувних установках, в автобетонозмішувачах, які завантажені сухими віддозованими компонентами на бетонних заводах, а також в окремо поставлених бетонозмішувачах.

Заводи та установки поділяються за способами приготування бетонної суміші на ***циклічної*** та ***безперервної дії***. Останні більш продуктивні.

Основним технологічним устаткуванням для приготування бетонної суміші є роздавальні бункери з розподільним обладнанням, дозатори, бетонозмішувачі і транспортні комунікації. Устаткування комплектують за ***вертикальною*** (односхідчастою) чи ***партерною*** (двосхідчастою) ***схемами*** (рис. 7.1, *а, б*). За першою схемою компоненти бетонної суміші піднімають у витратні бункери. Звідси вони переміщуються під дією власної ваги вниз.

Партерне компонування забезпечує меншу висоту, але потребує більшої площі для розміщення устаткування.

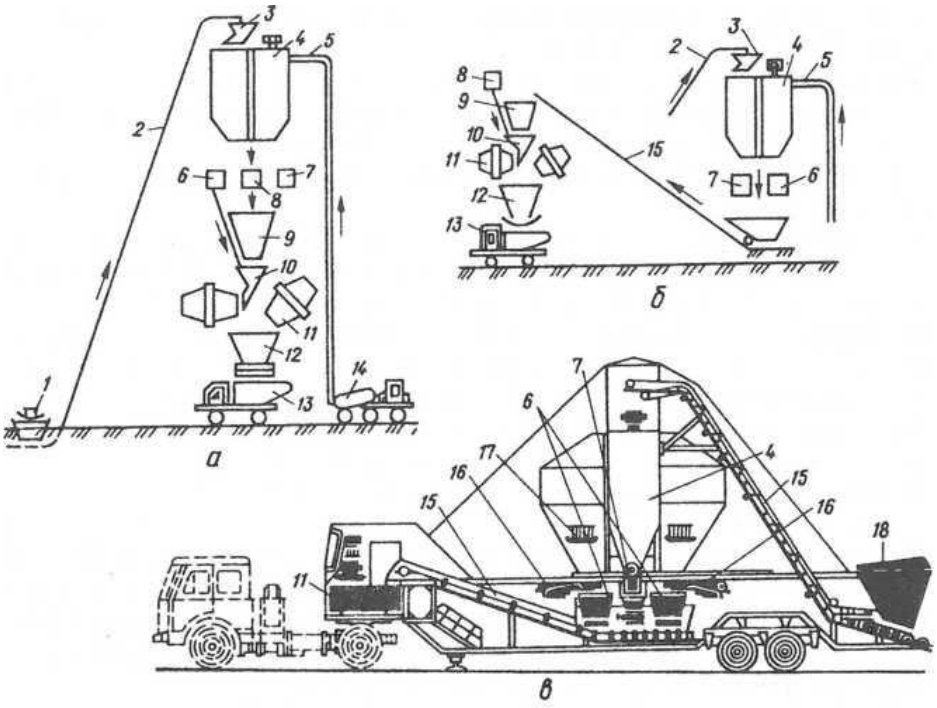


Рис. 7.1. Схеми розміщення устаткування для приготування бетонної суміші:*а*— вертикальна схема розташування устаткування бетонозмішувальних установок; *б* — те саме, партерна; *в* — схема мобільної автоматизованої бетонозмішувальної установки; *1* — конвеєр складу заповнювачів; *2* — конвеєр подавання заповнювачів у витратні бункери; *3* — поворотна лійка; *4* — витратний бункер; *5* — труба пневмоподавання цементу; *6-8* — дозатори цементу, заповнювачів, води; *9, 10* — напрямна і розподільна лійки; *11* - бетонозмішувач; *12* — розвантажувальний бункер; *13* — автобетоновоз; *14* — автоцементовоз; *15* — скіп чи конвеєр; *16* — стрічковий живильник; *17* — регістр опалення; *18* — приймальний бункер заповнювачів

За місцем розташування розрізняють ***районні*** та ***центральні*** заводи, а також ***мобільні*** установки, що встановлюють безпосередньо на будівельному майданчику.

Районні заводи товарного бетону обслуговують будівництво в радіусі 20-30 км з річним видаванням бетонної суміші 100-200 тис. $м^3$. Технологічне устаткування заводів скомпоноване за вертикальною схемою. Вони розраховані на період дії до 20 років і більше.

Центральні заводи звичайно забезпечують бетонною сумішшю одне велике будівництво (комплекс) і розраховані на період дії на цьому будівництві до 5-6 років. Улаштовують їх збірно-розбірними, що полегшує наступне їхнє перебазування на інше будівництво.

Якщо будівництво настільки віддалене від централізованих пунктів приготування бетонних сумішей, що це призводить до втрат їхньої якості під час транспортування, використовують автоматизовані бетонозмішувальні ***мобільні*** установки, які розміщують на будівельному майданчику. Такі установки включають комплекс обладнання, змонтований у компактний агрегат. Вони бувають у модульному виконанні чи у вигляді моноблоку. У першому випадку окремі модульні блоки доставляють на будівельний майданчик автомобілями і потім складають в агрегат. У другому випадку установка змонтована на спеціальному автомобільному причепі, її перевозять автомобілем-тягачем і після доставляння на будівництво швидко переводять у робоче положення (рис.7.1,*в*). Устаткування скомпоноване за партерною схемою.

Для відмірювання потрібної кількості компонентів в установках застосовують об’ємні та вагові **дозатори.** Точність дозування компонентів становить ± 2,5% для заповнювачів і ± 2% для інших складових.

Бетонозмішувачі забезпечують ретельне перемішування бетонної суміші та її однорідність. Розрізняють бетонозмішувачі за режимом роботи — ***циклічної*** і ***безперервної дії*** — та за принципом змішування — ***гравітаційної*** та ***примусової дії***.

Бетонозмішувачі ***циклічної дії*** розрізняють за об’ємом готової суміші, що видається за один заміс; у сучасних змішувачах він становить від 65 до

3000 л. Об’єм завантажуваних сипких матеріалів визначають перемножуючи значення об’єму готового замісу на коефіцієнт 1,5.

Продуктивність циклічного бетонозмішувача

$П = qnk_В / 1000,$

де— q об’єм готової бетонної суміші за один заміс, л; n — кількість замісів за одну годину; $k_В$— коефіцієнт бетонозмішувача за часом (беруть від 0,85 до 0,93).

Бетонозмішувачі ***безперервної дії*** випускають продуктивністю до 120 $м^3$/год.

Гравітаційні бетонозмішувачі мають обертовий барабан із лопатями на стінках. При обертанні барабана лопаті піднімають змішуваний матеріал угору, звідки він, під дією сили ваги, падає і проникає в нижні шари суміші. Такі бетонозмішувачі виконують перекидними і неперекидними.

Бетонозмішувачі примусової дії мають нерухомий корпус та рухомі лопаті, скрібки чи кулачки, що насаджені на горизонтальні чи вертикальні привідні вали. У змішувачах примусової дії частинки змішуваних матеріалів багаторазово переміщаються за складними траєкторіями, що забезпечує скорочення процесу перемішування в 1,5-2 рази порівняно з гравітаційними змішувачами, а також поліпшення якості бетону.

Приготування бетонної суміші в змішувачах примусової дії ефективніше для отримання бетонних сумішей невисокої рухливості (до 8 см), сумішей з витратами цементу більше ніж 250 кг/$м^3$ та легкобетонних сумішей.

19.1.2. ***Технологія приготування суміші в бетонозмішувачах.*** Приготування бетонних сумішей на ***щільних заповнювачах*** у бетонозмішувачах гравітаційної дії починають із завантаження їх сухими компонентами — цементом, піском, крупним заповнювачем. Сухі складові перемішують спочатку протягом 30-60 с, потім додають воду для замішування і виконують остаточне перемішування, тривалість якого залежить від об’єму змішувача та рухливості бетонної суміші (табл.7.1).

Таблиця 7.1.- ***Тривалість перемішування бетонних сумішей на щільних заповнювачах у змішувачах гравітаційної дії, с***

Об'єм змішувача, л	Рухливість бетонної суміші, см			
	2-4	5-8	9-12	більше ніж 12
До 500	90	80	70	60
500...1000	120	110	100	90
Більше ніж 1000	—	140	120	100

У змішувачі примусової дії спочатку подають всі сухі компоненти з $^2/_3$ потрібної кількості води для замішування, перемішують їх протягом1.5-2 хв, а потім додають воду, що залишилась, і знову перемішують 2 - 3 хв.

Бетонні суміші з добавками готують із застосуванням змішувачів як гравітаційної, так і примусової дії. ГІластифікувальні, протиморозні добавки, прискорювачі й уповільнювачі тужавлення вводять у бетонозмішувач разом з водою, а суперпластифікатори — з 0,20-0,25 частками води в кінці процесу перемішування. Для рівномірного розподілення добавки в суміші тривалість перемішування після введення всіх компонентів, у тому числі добавок, беруть не менше ніж 90 с для гравітаційних змішувачів і 30 с — для змішувачів примусової дії.

19.2. Транспортування бетонної суміші.

У загальному вигляді процес транспортування бетонної суміші включає навантажування бетонної суміші в транспортні засоби з бункера бетонозмішувальної установки, доставляння (переміщування) її різними транспортними засобами до будівельного майданчика, перевантаження на транспортні засоби, що подають суміш до конструкції, яка зводиться, наступне подавання суміші до місця укладання. Застосовують також схему доставляння бетонної суміші від бетонозмішувальної установки одними й тими самими транспортними засобами безпосередньо до місця укладання. У цьому випадку не виконують перевантаження.

Залежно від застосування засобів розрізняють ***порційне***, ***безперервне*** і ***комбіноване*** транспортування бетонної суміші.

Для порційного транспортування використовують автотранспортні засоби, бадді, бункери. Безперервне виконують конвеєрами і бетоноводами, якщо відстань від бетонозмішувальної установки до місця укладання бетонної суміші незначна. Комбіноване транспортування поєднує порційне переміщення суміші від заводу до будівельного майданчика і наступне безперервне подавання її в конструкцію бетононасосами, пневмонагнітачами, конвеєрами чи бетоноукладачами.

Основними технологічними вимогами до транспортування бетонної суміші є забезпечення збереження її легкоукладальності й однорідності. Для цього бетонна суміш має бути захищеною від атмосферних опадів, сонячних променів, витікання цементного молока чи розчину; слід попередити її розшаровування. Тривалість транспортування не повинна перевищувати часу, яким починається процес тужавлення.

Однорідність суміші порушується (суміш розшаровується) під час транспортування її на нерівній дорозі, при високій швидкості руху і значній тривалості транспортування. При розшаруванні суміші крупний заповнювач осідає, а розчин і вода піднімаються вгору. Таку суміш не можна укладати в конструкцію, спочатку ЇЇ слід знову перемішати до однорідної консистенції.

Для запобігання розшаруванню і збереження технологічних властивостей суміші застосовують спеціалізовані транспортні засоби: автобетонозмішувачі та автобетоновози. Доцільно вибирати дороги з твердим покриттям без вибоїн і нерівностей. Щоб запобігти укладанню бетонної суміші після початку тужавлення, обмежують тривалість транспортування готової суміші: 45 хв — при температурі суміші 20-30 °С, 90 хв — при 10-20 °С і 120 хв — при 5-10 °С.

Доцільність перевезення суміші визначається допустимою тривалістю транспортування, станом доріг і середньою швидкістю руху, видом транспортних засобів та рухливістю бетонної суміші (табл.7.2).

Таблиця 7.2 -Відстань транспортування готової бетонної суміші при температурі навколишнього повітря до 25 °С, км

Вид транспортного засобу	Вид покриття дороги	Швидкість транспортування, км/год	Рухливість бетонної суміші, см			
			1-3	4-6	7-9	10-14
Автобетоновоз	Тверде/м'яке	30/15	45/12	30/8	20/5,4	15/4
Автобетонозмішувач	Тверде	30	100*	80*	60*	45*

*3 періодичним збудженням бетонної суміші.

Транспортують бетонну суміш від бетонних заводів чи установок до будівельного майданчика звичайно в автобетонозмішувачах, автобетоновозах, а в деяких випадках — у бункерах чи баддях, завантажених на кузови бортових автомобілів або самоскидах.

Автобетонозмішувачі — найбільш ефективні засоби транспортування бетонних (насамперед легкобетонних) сумішей у міських умовах на значні відстані.

Автобетонозмішувачами транспортують готову бетонну суміш, частково замішану водою, та суху. В процесі перевезення готової бетонної суміші її періодично збуджують (кожні 30-40 хв), інтенсивно перемішуючи обертанням змішувального барабана 5-7 хв. Такий режим збуджування дає змогу максимально зберегти однорідність і легкоукладальність бетонної суміші та збільшити тривалість її транспортування в 1,5-2 рази.

Під час транспортування бетонної суміші на більші відстані в бетонозмішувачах на заводі товарного бетону завантажують частково замішану водою чи суху суміш. У першому випадку на заводі вводять не більше ніж $^2/_3$ води замішування, а решту — в дорозі за 10-15 хв до приїзду на місце чи безпосередньо на будівельному майданчику. Після введення води до повного об'єму суміш перемішують 10-15 хв в автобетонозмішувачі. Відстань транспортування бетонної суміші у такому разі збільшується на 25-30%.

Дальність транспортування сухих бетонних сумішей в автобетонозмішувачах не обмежується. Проте при цьому завантажувані в барабан автобетонозмішувача сухі компоненти повинні мати вологість не більше ніж 3-4% для запобігання утворенню в барабані грудок злиплого цементу із заповнювачами. Заповнювачі вологістю 5-10 % попередньо обробляють розчином комплексної сповільнювальної тужавлення цементу і пластифікувальної добавки. Бетонну суміш готують у дорозі перед приїздом на будівництво, подаючи у змішувальний барабан порцію води і перемішуючи 20- 25 хв.

Суміш розвантажують зворотним обертанням барабана через лотік, що дає змогу подавати її на висоту до 3 м з поворотом на 180°.

Автобетоновози — це спеціальні автотранспортні засоби для перевезення бетонної суміші. Ними можна постачати якісну бетонну суміш на відстань в 1,5 раза більшу, ніж автосамоскидами. Вони мають закритий, перекидний, краплеподібної форми кузов, що виключає попадання дощу, виплескування бетонної суміші, налипання бетону в кутах і зменшує розшаровування під час перевезення. Значний кут нахилу (80°) при розвантаженні і наявність віброзбуджувача забезпечує швидке, без витрат ручної праці, розвантаження.

Використання автосамоскидів для перевезення бетонної суміші має суттєві недоліки: їхні кузови мало пристосовані для цього, і при транспортуванні в них бетонна суміш розшаровується; влітку вона втрачає вологу, взимку охолоджується; до 1-2 % цементного молока і суміші може втрачатися через щілини заднього борту та виплескуватись. При розвантаженні виникає потреба вручну відчищати кузов. Конструкцію кузова дещо поліпшують нарощенням бортів металевими листами та ущільненням заднього борту гумою.

У контейнерах чи баддях, установлених на бортових автомобілях чи спеціальних автобаддьовозах, транспортують бетонну суміш на незначні відстані, подаючи її в конструкцію кранами.

19.2.1. *Розвантаження бетонної суміші*

Розвантаження бетонної суміші на будівельному майданчику із автосамоскидів, автобетоновозів чи автобетонозмішувачів виконують у конструкцію чи в устаткування, яке застосовують для наступної подачі суміші в конструкцію.

Для відновлення технологічних властивостей бетонної суміші, що втрачаються під час транспортування автосамоскидами на дещо більші відстані порівняно з регламентованими, та за вимог забезпечення її легкоукладальності в інших випадках (наприклад, при наступній подачі бетонної суміші в конструкцію бетононасосами) на будівельному майданчику суміш вивантажують у спеціальні перевантажувачі, оснащені гвинтовим конвеєром чи змішувальним барабаном.

Безпосередньо з автотранспортних засобів подають бетонну суміш у конструкції, розташовані на рівні землі, чи неглибокі малооб'ємні, а з автобетонозмішувачів — також у невисокі (до 3 м) малооб'ємні. Це найбільш ефективний спосіб, який не потребує додаткових засобів і пристосувань (рис.7.2, *а*).

Безпосередньо розвантажують суміші з автотранспортних засобів також при бетонуванні масивних заглиблених конструкцій (фундаментів доменної печі, прокатного стану тощо) з улаштуванням для заїзду автотранспорту естакад і пересувних мостів (рис. 7.2, *в*). Бетонну суміш розвантажують у конструкцію без додаткових пристосувань, якщо висота скидання суміші до 3 м. Якщо висота скидання суміші більша, для запобігання її розшаруванню

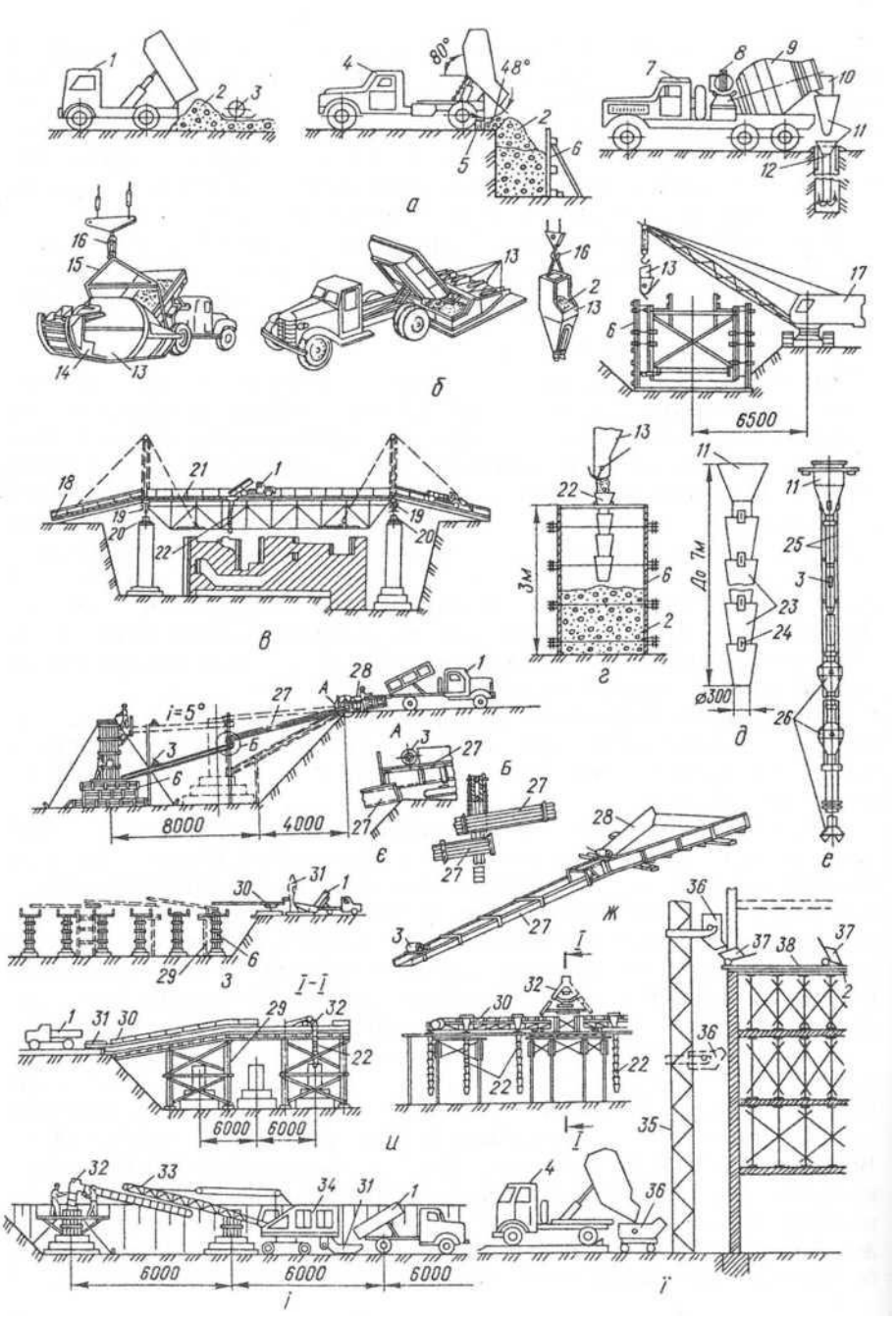


Рис.7.2. Транспортування й подавання бетонної суміші в конструкції: *а* — автотранспортні засоби для перевезення бетонної суміші та подавання її безпосередньо в конструкції підлог, стрічкових фундаментів та буронабивних паль; *б* — подавання бетонної суміші в баддях краном; *в* — те саме, в масивний фундамент з пересувного мосту; *г* — те саме, в конструкцію із застосуванням ланкового хобота; *д* — ланковий хобот; *е* — віброхобот; *є* — подавання бетонної суміші в фундаменти під колони віброконвеєром; *ж* — віброживильник і віброжолоб; *з* — подавання бетонної суміші в фундаменти

під колони стрічковим конвеєром; *и* — те саме, стаціонарним конвеєром; *і* — те саме, стрічковим бетоноукладальником; *ї* — подавання бетонної суміші підйомником для бетонування перекриття; *1* — автосамоскид; *2* — бетонна суміш; *3* — вібратор; *4* — автобетоновоз; *5* — відбійний брус; *6* — опалубка; *7* — автобетонозмішувач; *8* — бак для води; *9* — бетонозмішувальний барабан; *10* — лотік; *11* — приймальний бункер; *12* — бетонолитна труба; *13* — бадді; *14* — заслінка; *15* — підвіски; *16* — гак крана; *17* — самохідний кран; *18* — в'їзний пандус; *19* — котки пересувного мосту; *20* — рейки; *21* — міст; *22* — ланковий хобот; *23* — ланки хобота; *24* — кріплення ланок; *25* — троси; *26* — уповільнювачі; *27* — віброжолоб; *28* — віброживильник; *29* — опора конвеєра; *30* — секція конвеєра; *31* — перевантажувальний бункер; *32* — розвантажувач; *33* — телескопічний конвеєр бетоноукладальника; *34* — бетоноукладальник; *35* — підйомник; *36* — роздавальний бункер; *37* — тачка; *38* - катальні ходи

застосовують ланкові хоботи з приймальним бункером (рис. 7.2, *г, д*) чи віброхоботи (рис. 7.2, *е*). З нарощуванням шарів укладеного бетону нижні ланки хоботів знімають. Застосування бетоновозних естакад та пересувних мостів забезпечує високу інтенсивність бетонування (до 60-80 м^3/год), знижує трудомісткість робіт, але вартість їх досить значна.

19.2.2. *Подавання бетонної суміші*

При бетонуванні різноманітних наземних та підземних конструкцій з інтенсивністю робіт до 20 м^3 на добу бетонну суміш транспортують у баддях місткістю 0,5-3 м^3 (рис. 7.2, *б*) і подають кранами.

Баддя — це зварна металева конструкція, яка має корпус, каркас, заслінку, важіль. Бадді бувають поворотні та неповоротні. Неповоротні бадді застосовують у разі потреби подавання бетонної суміші невеликими порціями (в колони, стіни незначної товщини). Більш поширені поворотні бадді, які

заповнюють бетонною сумішшю з транспортних засобів у горизонтальному положенні. При підйомі краном така баддя займає вертикальне положення, в якому її переміщують до місця бетонування і вивантажують. Для полегшення розвантаження на бадді інколи встановлюють вібратор.

Стрічкові пересувні конвеєри доцільно застосовувати для подавання бетонної суміші У невеликі (площею 5-8 м^2) монолітні конструкції (рис.7.2, *з*, її). Конвеєри мають довжину 6-15 м і ширину стрічки 400-500 мм і можуть подавати бетонну суміш на висоту 1,5-4 м. Вони устатковані живильниками, які забезпечують рівномірне подавання суміші на стрічку, і пристроями, що очищають стрічку від налипання цементу. Для вивантаження суміші з конвеєра застосовують напрямні двобічні щитки чи лійку не менше ніж 0,6 м заввишки. Вільне скидання бетонної суміші з конвеєра не допускається.

Для запобігання розшаруванню бетонної суміші при подаванні стрічковим конвеєром її рухливість беруть не вище ніж 6 см. Кути нахилу стрічки не повинні перевищувати 18° при піднімані суміші рухливістю до 4 см, 15° — рухливістю до 6 см, а при опусканні суміші — відповідно 12° і 10°. Швидкість руху стрічки 1-3 м/с.

Під час використання пересувних стрічкових конвеєрів можна досягти значної продуктивності подавання бетонної суміші (до 30 м^3/добу), але вони не забезпечують розподіл бетонної суміші в конструкції, яку бетонують. Тому в процесі бетонування слід переставляти конвеєр, а це викликає перерви при бетонуванні, підвищує трудомісткість та подовжує терміни робіт.

Стрічкові бетоноукладальники застосовують для зведення масивних конструкцій (фундаментів, плит тощо) з інтенсивністю бетонування 20-30 м^3/добу. Це машини, які мають устаткування для приймання бетонної суміші, подавання до місця укладання (стрічкові конвеєри), змонтоване на самохідній чи причіпній основі (рис.7.2, *ї*).

Бетоиоукладальники бувають із стаціонарною неповоротною та поворотною висувною (телескопічною) стрілою, за допомогою якої механізується процес розподілу бетонної суміші в монолітній конструкції.

Бетонна суміш подається телескопічним бетоноукладальником у будь-яке місце в плані на відстань 3-20 м, з поворотом до 360°, на висоту до 8 м чи вниз під кутом до 10°.

Вібраційними установками подають бетонну суміш рухливістю 4-12 см вниз під кутом 5-20° на відстань до 30 м при бетонуванні невеликих у плані конструкцій. До складу вібраційних установок входять віброживильник, віброжолоб та опорні елементи (рис.7.2, *є*, *ж*).

Віброживильник призначається для приймання бетонної суміші з автотранспортних засобів і подавання ЇЇ на вібролотік. Це трикутний у плані зварний ящик, обладнаний вібратором та секторним затвором з боку вихідного отвору. Встановлюють віброживильник під кутом його дна до поверхні землі 5- 10° у бік подавання суміші. Вібролотік 4-6 м завдовжки установлюють під кутом 5-20° і прикріплюють на пружинних підвісках до інвентарних опор.

19.2.3. *Трубопровідне транспортування бетонної суміші*

Трубопровідне транспортування бетонної суміші застосовують здебільшого в межах будівельного майданчика. Розрізняють транспортування бетононасосними установками та пневмотранспортування.

Транспортування ***бетононасосними установками*** використовують у разі подавання бетонної суміші в усі види монолітних конструкцій, у тому числі в місця, недосяжні для інших засобів. Бетононасосні установки включають бетононасоси, бетоноводи і засоби розподілення суміші. Вони бувають трьох основних видів; ***стаціонарні***, ***причіпні*** та ***самохідні*** (рис.7.3, *б*, *д*, *е*).

Стаціонарні установки продуктивністю 20-40 м^3/год і більше використовують при значних обсягах бетонних робіт (5000-10 000 м^3). При обсягах робіт 500-1000 м^3 застосовують як стаціонарні, так і причіпні установки продуктивністю 10 м^3/год. Для бетонування розосереджених конструкцій об’ємом не менше ніж 50 м^3, а також подавання бетонної суміші в

розосереджені важкодоступні місця доцільно застосовувати причіпні установки і самохідні — автобетононасоси.

Бетононасоси — високопродуктивні машини (10-80 $м^3$/год), які призначені для безперервного подавання бетонної суміші по трубах (бетоноводах) на відстань 250-400 м по горизонталі на висоту 50-100 м.

Найбільш поширені поршневі бетононасоси з механічним і гідравлічним приводом (рис, 7.3, *а*). Останні мають такі переваги: менш динамічні навантаження на механізми і деталі насоса і бетоноводу, а також гарантований максимальний тиск, перевищення якого виключається.

Бетоноводи складаються з окремих прямих ланок 0,3-3 м завдовжки і колін відводів) з кутом повороту 90°, 45, ЗО, 22,5 і 15°. Ланки і коліна з'єднують між собою за допомогою швидкорознімних замків з натяжними клинами і гумовими ущільнювачами. Залежно від продуктивності бетононасоса застосовують бетоноводи з внутрішнім діаметром 80-203 мм. Для безперервного подавання суміші діаметр бетоноводу має бути не менше трьох максимальних розмірів заповнювачів.

Прокладають бетоноводи до місця укладання суміші найкоротшим шляхом з найменшою кількістю поворотів. Горизонтальні ланки бетоноводу укладають на опорах чи підкладках, вертикальні і похилі — кріплять до риштувань опалубки, ферм чи забетонованих конструкцій. Слід уникати крутих (90°) поворотів і замінювати вертикальні ділянки похилими. Вертикальну ділянку бетоноводу розташовують не ближче ніж 8-9 м від бетононасоса і встановлюють перед ним клапан, який запобігає зворотному потоку бетонної суміші при зупинці насоса.

Для переміщення бетонної суміші по вертикальних ділянках потрібні більші зусилля проштовхування, ніж по горизонтальних ділянках. Тому при розрахунках відстані подавання суміші беруть, що 1 м вертикального бетоноводу відповідає 8 м горизонтального, а коліна під кутом 90°, 45, 30, 22,5 і 15° — відповідно 12, 7, 5, 4 і 3 м.

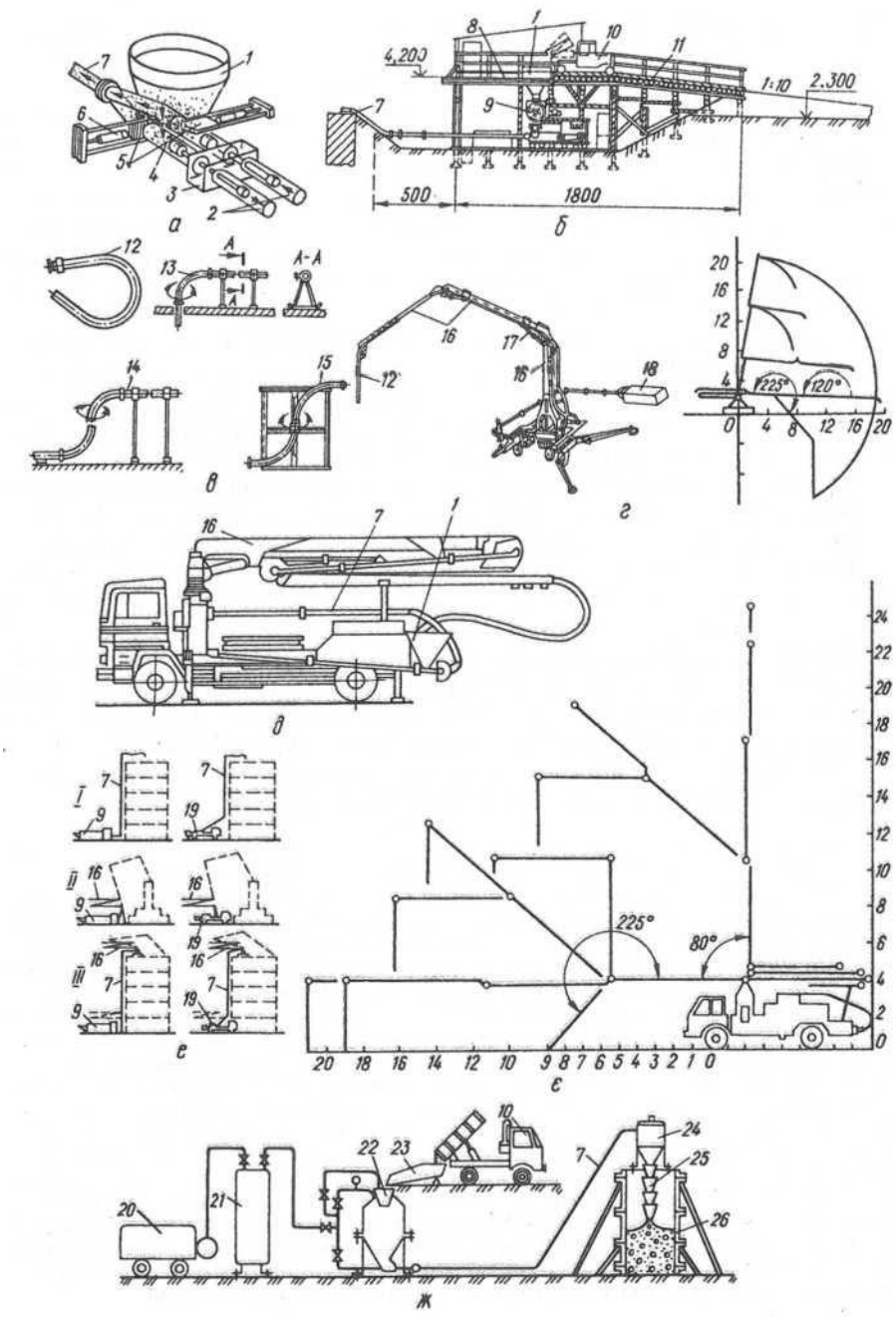


Рис.7.3. - Трубопровідний транспорт для переміщення бетонної суміші: *а* — схема гідравлічного бетононасоса; *б* — схема установки стаціонарного бетононасоса; *в* — засоби для розподілення бетонної суміші; *г* — автономна розподільна стріла і зона її дії; *д* — автобетононасос; *е* — основні типи бетононасосного устаткування; *є* — зона дії маніпулятора автобетононасоса; *ж* — схема подавання бетонної суміші пневмонагнітачем; *1* — приймальний бункер; *2* — гідроциліндри; *3* — камера з водою для промивання; *4* — транспортний циліндр; *5* — вертикальна і горизонтальна шиберні пластини; *6* — гідроциліндр шиберної пластини; *7* — бетоновід; *8* — настил; *9* —

стаціонарний бетононасос; *10* — автобетоновоз; *11* — в'їзний пандус; *12* — гнучкий рукав; *13, 14* — поворотні коліна; *15* — обертовий розподільник; *16* — шарнірно-зчленована стріла; *17* — гідроциліндр; *18* — противага; *19* — автобетононасос; *20* — компресор; *21* — ресивер; *22* — пневмонагнїтач; *23* — віброживильник; *24* — уповільнювач; *25* — хобот; *26* —опалубка

Засоби для розподілення бетонної суміші забезпечують її укладання в межах певної площі. До них належать гнучкі рукави, поворотні коліна, кругові розподільники і розподільні стріли (рис.7.3, *в, г*). Для спускання суміші застосовують також лотоки і хоботи.

Гнучкі розподільні гумотканинні рукави 5-12 м завдовжки застосовують на бетоноводах діаметром 80-125 мм. Вони дають змогу розподіляти бетонну суміш у радіусі до 8 м.

Бетоноводи більших діаметрів устатковують поворотними лотоками чи колінами по 3 м завдовжки. Поворотними колінами забезпечують переміщення вільного кінця бетоноводу по колу.

Обертовий розподільник має два шарнірно-зчленованих коліна і підставку. Його застосовують переважно при бетонуванні циліндричних споруд.

Розподільні стріли — це спеціалізоване устаткування для переміщення вихідного кінця бетоноводу в зону укладання бетонної суміші. Стріли складаються з 2-5 шарнірно-зчленованих ланок з прикріпленим бетоноводом, що мають гідравлічний привід розкладання їх у вертикальній, а інколи в горизонтальній площі, поворотного устаткування та гумотканинного рукава на кінці бетоноводу. Бувають стаціонарними або причіпними.

Автобетопонасоси — установки з бетононасосом і розподільною шарнірно-зчленованою, гідравлічною повноповоротною стрілою, що змонтовані на шасі автомобіля (рис.7.3, *д*). Мобільність та можливість подавання бетонної суміші в межах значної зони (на відстань до 27 м і висоту до 23 м) забезпечують високу ефективність їх при бетонуванні різноманітних

конструкцій (рис.7.3, *є*). Автобетононасоси можна застосовувати також із стаціонарним бетоноводом для подаван ня бетонної суміші на відстань до 300 м по горизонталі і до 60 м по вертикалі.

Основні вимоги при транспортуванні бетонної суміші бетононасосними установками полягають у забезпеченні потрібної властивості суміші й дотриманні правил експлуатації устаткування.

Нормальна експлуатація установок забезпечується при транспортуванні бетонних сумішей рухливістю 5-15 см, що відповідає вимогам легкоперека-чуваності — можливості її переміщення по трубопроводу на максимальні відстані без розшаровування й утворення пробок. Особливу увагу звертають на правильне співвідношення фракцій суміші, її гранулометричний склад.

Перед подаванням бетонної суміші треба змастити внутрішню поверхню бетоноводу вапняним тістом чи пластичним цементно-піщаним розчином складу 1:2. Для цього в ланку бетоноводу біля бетононасоса встановлюють гумові кулі чи пижі з мішковини і вливають розчин у простір між ними. Таким чином, рухаючись попереду бетонної суміші, розчин змащує поверхню труби.

Слід уникати перерв у подаванні бетонної суміші більше ніж на

15-20 хв. Якщо тривалість перерви 30-60 хв, треба через кожні 10 хв прокачувати суміш протягом 10-15 с. При більших перервах та після закінчення бетонування бетоновід промивають.

Пневмотранспортування бетонної суміші забезпечує доставлення бетону у важкодоступні місця, простоту керування процесом і сприятливі умови для його автоматизації. Є такі способи пневмотранспортування бетонної суміші: в сухій суміші тверді частинки матеріалу обтікаються повітряним потоком і в завислому стані переносяться по трубопроводу; жорстка бетонна суміш переміщується методом порційного подавання в трубопровід, де відсічені порції бетонної суміші рухаються під тиском стисненого повітря; рухома в’язкопластична суміш транспортується суцільним потоком через проштовхування.

Для транспортування сухої суміші використовують ***цемент-гармати*** і ***набризк-машини***. Ці машини застосовують і для бетонування методом торкретування. Транспортування бетонних сумішей у готовому вигляді виконують розчинонасосами з пневматичною приставкою, а також камерними пневмонагнітачами.

Камерний пневмонагнітач — це зварний резервуар грушоподібної форми, який у верхній частині має герметичний затвор для подавання бетонної суміші, а в нижній — горловину для витоку суміші під дією стисненого повітря.

Пневмонагнітачі можуть транспортувати бетонну суміш на відстань до 150 м по горизонталі і на висоту до30-35 м. їхній недолік — динамічний удар бетонної суміші по арматурному каркасу, конструкціях опалубки і підтримувальних риштуваннях, що обмежує використання пневмонагнітачів. Для запобігання цьому на кінцях бетоноводів установлюють уповільнювачі, що послаблюють тиск суміші, яка через гнучкий рукав подається в блок бетонування (рис.7.3, *ж*).

19.3. Бетонування конструкцій

19.3.1. *Загальні відомості*

Процес бетонування складається з підготовчих, основних і допоміжних операцій та контрольних заходів.

Підготовчі операції виконують до початку укладання бетонної суміші. Вони призначені для створення зручних і безпечних умов виконання робіт відповідно до проекту виконання робіт; усунення дефектів опалубки й арматури, які можуть утворитися під час непередбачених перерв між улаштуванням їх і початком укладання бетонної суміші; забезпечення потрібної якості поверхні основи чи суміжного, раніше забетонованого блока та опалубки.

Основні операції — це приймання, укладання та ущільнення бетонної суміші. Бетонна суміш при цьому має набрати зумовленої опалубкою відповідної проектної форми і заповнити всі проміжки між арматурними елементами та між ними і поверхнею опалубки; набути потрібної щільності та однорідності в об'ємі всієї монолітної конструкції.

Допоміжні операції полягають в обслуговуванні технічних засобів: підготовці, установленні та переміщенні машин, механізмів і пристосувань в усіх взаємозв'язаних операціях бетонування. В кінці зміни інвентар, механізми та пристосування відчищають від напливів бетону, промивають бетоноводи.

Контрольні заходи мають важливе значення щодо забезпечення високої якості монолітної конструкції та створення безпечних умов виконання робіт.

Насамперед до початку бетонування треба перевірити якість робіт і конструкцій, що зроблені до бетонування.

Перевіряють підготовлену природну основу, виконання гідроізоляційних робіт, правильність установлення арматури і закладних деталей, анкерів, каналоутворювачів, тобто ті елементи, які закриваються в процесі бетонування, й оформляють акти на приховані роботи, які підтверджують якість виконання їх. Акти на приховані роботи мають бути підписані відповідальними особами і є звітними документами.

Опалубку і підтримувальні риштування уважно оглядають, перевіряють надійність улаштування стояків риштувань, підкладок під ними, кріплень, а також відсутність щілин в опалубці, наявність пробок, передбачених проектом. Перевіряють також розміри, вертикальність і горизонтальність елементів опалубки. Необхідність огляду і перевірки зумовлюється можливістю здимання основи, усихання і жолоблення дерев'яних елементів.

Перед укладанням бетонної суміші перевіряють її рухливість чи жорсткість та однорідність, а при бетонуванні взимку — також температуру. Для оцінки міцності бетону виготовляють зразки — кубики, які потім

зберігають в умовах, що схожі з умовами вистоювання бетону в конструкції, та випробовують.

Під час укладання бетонної суміші стежать за станом риштувань і опалубки. Якщо виявлено зміщення чи деформації опалубки, бетонування зупиняють і виправляють дефекти.

Дані контролю за виконанням процесу бетонування кожну зміну записують у журнал бетонних робіт. У ньому зазначають дату виконання робіт, їх обсяги, властивості бетонної суміші, дату виготовлення і кількість контрольних зразків, температуру повітря і суміші, тип опалубки і дату розпалублення конструкцій.

Підготовчі роботи. Перед прийманням бетонної суміші підготовляють під'їзні шляхи, настили, місця розвантаження й устаткування.

Арматуру, закладні деталі й анкерні болти очищають від бруду та іржі, що відшаровується. Різьбу анкерних випусків оберігають від забруднення бетонною сумішшю, змащуючи солідолом і покриваючи мішковиною чи іншим матеріалом.

Опалубку очищають від бруду та сміття. Внутрішню поверхню інвентарної опалубки змащують спеціальними мастилами для зниження зчеплення з нею бетону і поліпшення якості поверхні бетону монолітної конструкції. Поверхню дерев'яної і незнімної бетонної, залізобетонної та армоцементної опалубки змочують, запобігаючи цим втрачанню вологи в шарах бетонної суміші, які прилягають до опалубки, і тим самим погіршенню в них умов твердіння та набрання міцності.

Ґрунтові основи, на які укладатимуть бетонну суміш, слід очистити від мулових, торф'яних та інших ґрунтів органічного походження. Перебори ґрунту нижче проектної позначки заповнюють піском і ущільнюють.

Для забезпечення міцного з'єднання між затверділим бетоном і новоукладеним горизонтальні та похилі поверхні бетону очищають від цементної плівки, застосовуючи механічні щітки чи гідропіщаноструменеві установки.

Безпосередньо перед бетонуванням на поверхню бетонної основи укладають тонкий шар цементно-піщаного розчину у співвідношенні 1 : 3.

На робочих місцях розміщують потрібний інвентар, улаштовують огорожі та запобіжні й захисні пристрої, передбачені технікою безпеки.

19.3.2. *Укладання бетонної суміші*

Залежно від виду монолітних конструкцій, легкоукладальності бетонної суміші і прийнятих на основі цього засобів для її ущільнення бетонну суміш укладають або горизонтальними, похилими та східчастими шарами (рис.7.4, *и*), або окремими смугами-картами в один шар (рис.7.4, *є*, *ж*), або одночасно на всю висоту конструкції чи блока бетонування.

Шарами укладають бетонну суміш у разі потреби забезпечення її одночасного ущільнення вібраційним устаткуванням. Рухливість бетонної суміші при цьому становить 0-10 см залежно від виду, масивності та густини армування конструкції. Так, суміш рухливістю 1-3 см укладають у масивні малоармовані конструкції, рухливістю 4-6 см — у каркасні густоармовані масивні конструкції і стіни, 7-10 см — у тонкі та густоармовані конструкції стін, каркасів тощо.

Товщину горизонтальних шарів в основному визначають засобами для ущільнення. У разі використання важких підвісних вертикально розміщених вібраторів товщина шару має бути на 5-10 см менша за довжину робочої частини вібратора. IIри застосуванні похило розміщених вібраторів товщина шару має дорівнювати вертикальній проекції робочої частини вібратора, а при застосуванні ручних глибинних вібраторів не повинна перевищувати 1,25 довжини їхньої робочої частини. В разі ущільнення поверхневими вібраторами товщину шару укладуваної суміші беруть до 250 мм у конструкціях з одинарним і до 120 мм — з подвійним армуванням. Шарами такої товщини укладають бетонну суміш для монолітних бетонних підготовок під підлоги та дороги, а також плитних конструкцій (плит перекриття тощо) до 250 мм завтовшки.

У масивні густоармовані фундаменти, стіни, колони, балки суміш укладають горизонтальними шарами 0,3-0,4 м завтовшки з ущільненням ручними внутрішніми вібраторами. У великі малоармовані чи неармовані конструкції бетонну суміш укладають шарами 1-2 м завтовшки, застосовуючи для її ущільнення потужні пакети вібраторів, що переставляють краном.

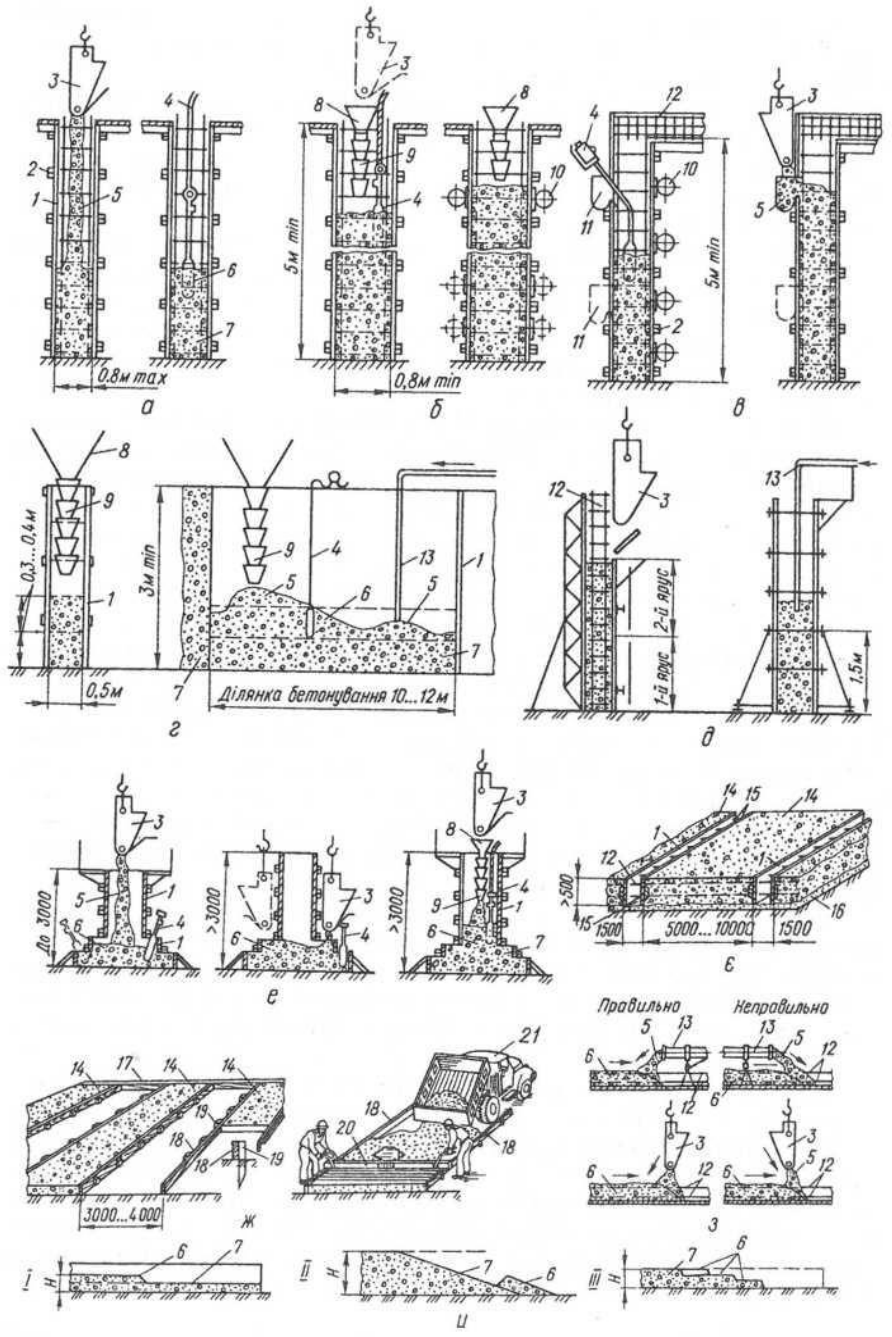


Рис. 7.4. - Схеми укладання бетонної суміші:

а — у колони до 5 м заввишки; *б* — те саме, більше ніж 5 м заввишки; *в* — те саме, з густою арматурою балок; *г, д* — у густоармовані стіни понад 3 м заввишки; *е* — у східчасті фундаменти; *є* — у великорозмірну плиту окремими смугами-картами; *ж* — те саме, в підготовку підлоги; *з* — правила укладання суміші в шар масиву бетоноводом і баддею; *и* — схеми укладання суміші горизонтальними (*I*), похилими (*II*) і східчастими шарами (*III*)\; *1* — опалубка; *2* — хомут; *3*— баддя; *4* — глибинний вібратор з гнучким валом; *5* — вивантажувана бетонна суміш; *6* — укладуваний шар бетонної суміші; *7* — раніше укладений шар бетонної суміші; *8* — приймальний бункер; *9* — ланки хобота; *10* — зовнішній вібратор; *11* — кармани; *12* — арматура; *13* — рукав бетоноводу; *14* — смуга-карта; *15* — роздільна смуга; *16* — підстильний шар; *17* — поперечна дошка; *18* — напрямні дошки («маяки»); *19* — кілки; *20* — поверхневий вібратор-віброрейка; *21* — автосамоскид

На всю висоту конструкції чи блока бетонування укладають бетонну суміш рухливістю 16-24 см, для отримання якої застосовують суперпластифікатори. Суміш розподіляється та ущільнюється в конструкції під дією власної ваги.

Застосовують також напірний метод укладання суміші рухливістю12-24 см, який полягає в безперервному нагнітанні її напірним бетоноводом у конструкцію під дією гідродинамічного тиску, що досягається нагнітальним устаткуванням — бетононасосом.

Суміш меншої рухливості (4-10 см) укладають одночасно на всю висоту конструкції, де опалубка оснащена зовнішніми вібраторами.

Основні вимоги до укладання бетонної суміші полягають у забезпеченні монолітності й однорідності бетону в конструкції. Для цього бетонну суміш треба укладати безперервно в межах конструкції чи окремих ділянок (блоків, ярусів) бетонування, які назначають з урахуванням впливу температурних і усадкових деформацій. Крім того, слід дотримуватись умов нерозшаровування

суміші в процесі роботи та умов примикання до раніше укладеного бетону окремих блоків.

Безперервність укладання бетонної суміші забезпечується, якщо наступний шар укладають до початку тужавлення цементу попереднього.

Бетонну суміш у конструкції та окремі блоки бетонування укладають в основному горизонтальними шарами в одному напрямку. Умови монолітності при цьому забезпечуються за певної інтенсивності укладання суміші.

Для забезпечення мінімальної інтенсивності бетонування масивних конструкцій при значній площі блока суміш укладають східчастими шарами. Ширину смуг (східців) визначають із умов зручності укладання та ущільнення суміші і беруть 2,5-5 м. Укладають бетонну суміш по смугах в одному напрямку.

При бетонуванні масивних конструкцій до 2 м завтовшки бетонну суміш укладають також похилими шарами.

Слід урахувати, що під час укладання суміші похилими шарами погіршуються однорідність бетону та якість поверхні його внаслідок погіршення умов ущільнення суміші.

Інколи за технологічними, організаційними чи іншими умовами виникає потреба у перервах, тривалість яких перевищує термін тужавлення цементу в укладеній бетонній суміші. У цих випадках для забезпечення монолітності конструкції укладання суміші поновлюють не раніше ніж через 7 год, якщо раніше укладений бетон набрав потрібної початкової міцності. На поверхні стику раніше укладеного бетону з новим улаштовують спеціальний робочий шов. Не допускається влаштування робочих швів у конструкціях, які сприймають динамічні навантаження.

Необхідність урахування впливу ***температурних і усадкових деформацій*** зумовлює укладання бетонної суміші в конструкції окремими блоками (ярусами). У суміжних блоках (ярусах) суміш укладають послідовно, з технологічними перервами для усадки бетону в раніше забетонованому блоці. Такі технологічні перерви можуть бути від 40 хв до 2 год, тобто до

початку тужавлення цементу в попередньому блоці бетонування, що забезпечує умови монолітності влаштування конструкції, та 7 годі більше, коли роблять робочий шов.

У разі влаштування масивних фундаментів під устаткування, товстих фундаментних плит тощо розміри блоків визначають з умови максимального зниження впливу температурних деформацій, що зникають від підвищення температури бетону при його твердінні з урахуванням конструктивного рішення масиву і його армування. Звичайно вони не перевищують 60 $м^2$ у плані і 4,5 м у висоту. Бетонну суміш у замикальний блок укладають після твердіння, охолодження й усадки бетону суміжних блоків.

При динамічних навантаженнях на конструкції розподіл на блоки бетонування недопустимий.

У процесі влаштування масивних армованих плит 0,15-1,5 м завтовшки, бетонних підготовок під підлоги та дороги бетонну суміш укладають окремими смугами-картами в один шар. Ширину смуг-карт беруть 3-4 м для плит до 0,5 м завтовшки і підготовок під підлоги і дороги та 5-10 м — для плит більшої товщини з проміжками між ними 1- 1,5 м. Бетонну суміш послідовно укладають у відокремлені смуги-карти, а в проміжки — після усадки бетону конструкції до 0,5 м завтовшки та твердіння бетону суміжних смуг більшої товщини і влаштування між ними робочого шва.

Для забезпечення ***нерозшаровування*** бетонної суміші при укладанні обмежують висоту її вільного скидання з транспортних засобів у конструкцію до 3-6 м. Якщо висота скидання більша, застосовують ланкові хоботи чи бетоноводи(рис.7.4, *г, є*). Допускається скидати бетонну суміш з висоти до 5 м у колони (рис.7.4, *а*). Якщо висота колон більша, застосовують ланкові хоботи чи укладають суміш ярусами через бокові вікна в опалубці (рис.7.4, *б, в*).

При укладанні суміші в стіни понад 4,5 м заввишки застосовують ланкові хоботи або подають суміш через карман з отвором в опалубці, влаштованим з одного боку стіни. У густоармовані стіни та конструкції

бетонну суміш укладають ярусами до 3,0 м заввишки, подаючи її через кармани в опалубці чи зверху (рис.7.4, *б*, *в*).

До укладання бетонної суміші в стіни доцільно на основу вкласти 100-200-міліметровий шар цементного розчину складу 1 : 2 чи 1 : 3 або дрібнозернистої бетонної суміші. В процесі влаштування колон товщина такого нижнього шару становить до 300 мм. Надалі при укладанні бетонної суміші частина крупного щебеню втоплюється в цей шар, унаслідок чого забезпечується однорідність укладеного бетону.

Для запобігання розшаровуванню не допускається подвійне перекидання суміші під час її розподілення в конструкції.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які операції містить процес приготування бетонної суміші?
2. Як заводи та установки поділяються за способами приготування бетонної суміші?
3. Назвіть основне технологічне устаткування для приготування бетонної суміші.
4. За якими схемами комплектують устаткування для приготування бетонної суміші?
5. Як заводи та установки для приготування бетонної суміші розрізнюють за місцем розташування?
6. Як розрізнюють бетонозмішувачі за режимом роботи?
7. Як розрізнюють бетономішувачі за принципом змішування?
8. Яка технологія приготування бетонної суміші?
9. За якими схемами здійснюють транспортування бетонної суміші залежно від застосовуваних засобів?
10. Які основні технологічні вимоги до транспортування бетонної суміші?
11. Як здійснюється розвантаження бетонної суміші?
12. Як здійснюється подавання бетонної суміші?

13. Коли застосовують трубопровідне транспортування бетонної суміші?

14. Як здійснюється трубопровідне транспортування бетонної суміші?

15. Назвіть засоби для розподілення бетонної суміші при трубопровідному транспортуванні.

16. З яких операцій складається процес транспортування?

17. Назвіть склад підготовчих робіт при бетонуванні.

18. Як здійснюється укладання бетонної суміші?

19. Від чого залежить вибір способу укладання бетонної суміші?

20. У чому полягають основні вимоги до укладання бетонної суміші?

ТЕМА №20

20. 1. Бетонування конструкцій (продовження)

20. 2. Вистоювання бетону і догляд за ним

20.3. Контроль міцності бетону

20. 4. Розпалублення конструкцій.

20. 5. Виконання бетонних робіт в зимових умовах

20. 6. Виконання бетонних робіт в умовах сухого жаркого клімату

20.1. Бетонування конструкцій (продовження)

20.1.1. ***Ущільнення бетонної суміші.*** Під час приготування, транспортування й укладання бетонна суміш перебуває в нещільному стані. Поміж частинками заповнювачів є вільний простір, заповнений повітрям. Забезпечення міцності й довговічності бетону досягається при його щільній і однорідній структурі. Тому негайно після подання порції бетонної суміші в конструкцію її ущільнюють.

В основному бетонну суміш ущільнюють вібруванням. У деяких випадках застосовують ущільнення штикуванням, трамбуванням та коткуванням. Для подальшого підвищення фізико-механічних властивостей

бетону та за певних умов виконання робіт відразу після віброущільнення суміші застосовують вакуумування бетону.

Вібрування бетонної суміші засноване на поширенні в ній механічних коливань у вигляді хвиль, що створюють динамічний тиск. Під дією їх суміш немовби розріджується, стає рухливою і текучою, частинки заповнювачів, хитаючись і осідаючи в цементному розчині, щільно прилягають одна до одної, із суміші виводиться повітря.

Вібруванням ущільнюють бетонну суміш рухливістю 0-9 см. Якщо рухливість суміші більша, енергія коливань викликає більш значне осідання крупних заповнювачів, що призводить до її розшарування.

Тривалість вібрування становить 30-100 с. За цей час (залежно від умов вібрації) закінчується осідання бетонної суміші і на поверхні бетону виникають цементне молоко і бульки повітря, що свідчить про необхідність закінчення дії вібрації. Подальше вібрування може призвести до розшарування суміші внаслідок осідання крупних частинок.

Після закінчення дії вібрації властивості бетонної суміші значно змінюються. Вона отримує певну структуру, що має деяку міцність (наприклад, робітник уже може переміщуватись на поверхні бетону, не порушуючи його структури).

Міра ущільнення бетонної суміші відповідає узгодженості її складу та рухливості, параметрам коливань — частоті їх, амплітуді, напрямку та тривалості дії.

Частота коливань вібраторів, які використовуються у будівництві, становить від 2800 до 20 000 $хв^{-1}$. Амплітуда коливань взаємозв’язана з частотою і становить для різних вібраторів від 3 до 0,1 мм. Вібратори з частотою до 3500 $хв^{-1}$ і амплітудою до 3 мм відносять до низькочастотних; ними ущільнюють крупнозернисті бетонні суміші. Середньочастотні і високочастотні вібратори створюють відповідно коливання частотою3500-9000 $хв^{-1}$ з амплітудою 1,5-1,0 мм і частотою 10 000-20 000 $хв^{-1}$ з амплітудою 1,0-0,1 мм. Високочастотне вібрування потребує меншої потужності

вібраторів і скорочує тривалість ущільнення дрібнозернистих бетонних сумішей. Для підвищення ефективності ущільнення бетонної суміші із зернами різної величини застосовують полічастотні вібратори з коливаннями низької (до 3600 хв$^{-1}$) і високої (20 000 хв$^{-1}$) частот. Горизонтально напрямлені коливання поширюються в бетонній суміші далі, ніж вертикальні, тому доцільно розміщувати вібратори у товщі ущільнюваної бетонної суміші зі збудженням горизонтальних коливань — це забезпечує краще використання енергії вібрації.

За способами дії на ущільнювану бетонну суміш розрізняють вібратори: глибинні, що передають коливання на бетонну суміш від заглибленого в неї вібронаконечника чи корпуса; поверхневі, які передають коливання через робочу площадку, встановлену на поверхні бетонної суміші; зовнішні, що закріплені на зовнішньому боці опалубки і передають коливання на бетонну суміш через опалубку.

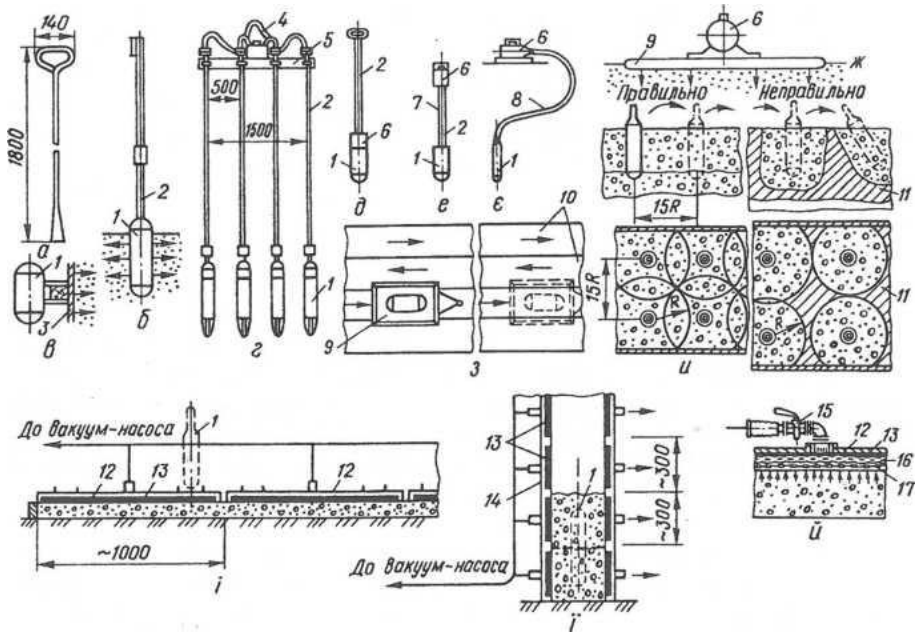


Рис.8.1. Засоби ущільнення та схеми ущільнення і вакуумування бетонної суміші:

а — шурник; *б* — глибинний (внутрішній) вібратор; *в* — зовнішній вібратор; *г* — пакет глибинних вібраторів; *д* — глибинний вібратор з

двигуном, улаштованим у наконечник; *е* — те саме, з двигуном, винесеним до держака; *є* — те саме, з гнучким валом; *ж* — поверхневий вібратор; *з* — схема пересування поверхневого вібратора; *и* — схема переставляння глибинного вібратора; *і* — схема вакуумування плити; *ї* — схема вакуумування стіни; *й* — будова вакуум-щита; *1* — корпус вібратора; *2* — штанга; *3*— опалубка; *4* — підвіска; *5* — зажим; *6* — двигун; *7* — штанга з жорстким валом; *8* — гнучкий вал; *9* — металева площадка; *10* — смуги пересування вібратора; *11* — непровібровані ділянки бетону; *12* — вакуум-щити; *13* — вакуум-порожнина; *14* — вакуум-опалубка; *15* — триходовий кран; *16* — фільтрувальна тканина; *17* — плетена сітка

Глибинні вібратори (рис.8.1, *б*) виконують з електро- чи пневмодвигуном, улаштованим у робочий наконечник (рис.8.1, *д*); з електродвигуном, винесеним до держака (рис.8.1, *е*); з винесеним до держака двигуном і гнучким валом (рис.8.1, *є*). Глибинні вібратори з улаштованим у робочий корпус віброзбуджувачем — вібробулави — мають діаметр 75, 100, 114, 133 мм і довжину від 420 до 500 мм; частота коливань — від 5300 до 12 000 хв$^{-1}$; їх застосовують при ущільненні бетонної суміші в мало- і середньоармованих масивних конструкціях (відстань між стрижнями арматури відповідно більше ніж 300 мм і від 100 до 300 мм).

Вібратори з гнучким валом оснащують вібронаконечниками діаметром 28, 38, 51 та 76 мм, довжиною від 360 до 440 мм; частота коливань — 10 000-20 000 хв$^{-1}$. Ними ущільнюють бетонну суміш у густоармованих (відстань між стрижнями до 100 мм) і середньоармованих конструкціях.

Від положення вібронаконечника в шарі бетонної суміші істотно залежить ефективність процесу ущільнення. Робочий наконечник частково (на 5-10 см) заглиблюють вертикально чи під кутом у раніше укладений і ще не затверділий шар бетону. Для якісного ущільнення в місці стику свіжоукладеного шару бетонної суміші з раніше укладеним та підвищення

продуктивності ручного ущільнення глибинний вібратор слід заглиблювати під кутом 30-35° до горизонту.

Після ущільнення бетонної суміші на одній позиції вібратор переміщують на наступну. Відстань між позиціями заглиблення вібратора не повинна перевищувати 1,5 радіуса його дії.

Радіус дії вібратора залежить від рухливості бетонної суміші і виду вібратора; для вібробулав він становить 45-50 см; для вібраторів з гнучким валом — 25-50 см.

У великих масивах і фундаментах бетонну суміш ущільнюють Потужними поодинокими вібраторами і пакетами з 4, 6 чи 8 глибинних вібраторів, які підвішують на гаку крана (рис.8.1, *г*).

Останнім часом застосовують площинні ***глибинні вібратори***, робочою частиною яких є плоска плита, жорстко зв'язана з двома віброзбуджувачами, що обертаються в протилежні боки. Вони самосинхронізуються, збуджуючи напрямлені коливання перпендикулярно до площини плити; при цьому активна зона дії вібратора збільшується в 3 — 4 рази, досягаючи 1,5 м, що дає змогу збільшити продуктивність і якість ущільнення.

Поверхневі вібратори застосовують для ущільнення плоских монолітних конструкцій (плит, підготовок, підлог тощо) у тих випадках, коли найбільша глибина ущільнювального шару не перевищує 25 см при однорядному армуванні та 12 см — при дворядному. За більшої товщини конструкцій перші шари бетонної суміші ущільнюють глибинними вібраторами, а поверхневий шар — поверхневими.

Поверхневі вібратори поділяють на віброплити і віброрейки (вібробруси).

Віброплити (рис.8.1, *ж*) мають за робочий орган гладку плиту чи піддон, на якому закріплений віброзбуджувач. За схемою роботи віброплити бувають самопересувні, пересувні, причіпні, переставні й підвісні. Маса плит може становити 0,25-6 т. Плити масою до 2 т обладнують віброзбуджувачами з частотою коливань 2000-3500 хв$^{-1}$, масою2-6 т — 1100-1500 хв$^{-1}$, масою 6 т і

більше — низькочастотними віброзбуджувачами з частотою 600-1500 хв$^{-1}$, що дає змогу збільшити товщину ущільнювального шару бетонної суміші до 0,4 м. Масивні віброплити найчастіше виготовляють за індивідуальними проектами для конкретних умов будівництва.

Швидкість переміщення пересувних віброплит становить 0,9-15 м/хв. Для забезпечення високої однорідності бетонних покриттів товщину укладеної бетонної суміші підбирають так, щоб після її ущільнення досягалась задана товщина шару бетону заданої щільності.

У разі перестановки поверхневого вібратора треба, щоб його робочий орган перекривав суміжну ущільнену смугу не менше ніж на 10 см.

Віброрейки (рис.8.1, *ж*) складаються з двох жорстко з'єднаних брусків з установленими на них одним чи двома віброзбуджувачами. Для переміщення віброрейок по поверхні ущільнювального шару бетонної суміші застосовують гнучкі тяги з держаками. Кінці віброрейки ставлять на маякові дошки, які обмежують карту укладання і дають змогу отримати більш однорідне ущільнення бетонної суміші. Швидкість переміщення віброрейок при ущільненні становить 1,0-1,25 м/хв.

Зовнішніми вібраторами (рис.8.1, *в*) ущільнюють бетонну суміш у густоармованих конструкціях, стикових з'єднаннях збірних конструкцій. Опалубка, на зовнішню поверхню якої закріплюють електромеханічні вібратори, має бути більш міцною і жорсткою, ніж за інших методів ущільнення. Радіус дії таких вібраторів — 25-80 см, тривалість віброущільнення — 50-90 с.

Трамбування виконують ручними і пневматичними трамбівками під час укладання дуже жорстких бетонних сумішей у малоармовані конструкції, а також у тих випадках, коли застосовувати вібратори неможливо через шкідливу дію вібрації на розміщене поряд устаткування.

Штикування виконують за допомогою шурників (рис.8.1, *в*), проштовхуючи ними щебінь між стрижнями арматури під час укладання і вібрування сумішей рухливістю 4-8 см у густоармованих конструкціях, а

також сумішей рухливістю більше ніж 10 см для запобігання розшарування їх від дії вібрації.

Коткуванням ущільнюють особливо жорсткі малоцементні бетонні суміші при зведенні масивних бетонних конструкцій, переважно в дорожньому, гідротехнічному й аеродромному будівництві. Для ущільнення застосовують котки і віброкотки. Товщина ущільнювального віброкотками шару залежить від маси їх і становить 20-50 см; при застосуванні статичних котків ця величина менша. Кількість проходів котків визначається випробуваннями; звичайно достатньо одного-двох проходів котків із швидкістю 1-2 км/год без вібрації з наступними чотирма — шістьма проходами з вібрацією. Котки масою більше ніж 4 т можуть підходити не ближче 15-20 см до опалубки й інших виступних елементів. Ущільнення в стиснених умовах виконують малогабаритними котками масою 0,5-2 т.

Вакуумування бетонної суміші є одним з ефективних методів впливу на властивості отримуваного бетону. Вакуумування дає змогу витягти з укладеної та вже ущільненої вібрацією суміші близько 10-20 % надлишкової (вільної) води. Це значно поліпшує фізико-механічні показники бетону; відразу після вакуумування міцність бетону становить 0,3-0,5 МПа, що достатньо для розпалублення вертикальної поверхні і деяких видів її оброблення; прискорюється твердіння бетону; зменшуються деформації усадки; підвищуються водонепроникність і морозостійкість. Міцність вакуумованого бетону вже через добу дорівнює міцності невакуумованого бетону після 3 діб його твердіння, а через рік перевищує міцність невакуумованого бетону на 15-25 %.

Для вакуумування тонкостінних конструкцій до 250 мм завтовшки застосовують вакуум-щити опалубки, які встановлюють з одного боку конструкції. У масивних конструкціях, балках, колонах, стінах більше ніж 250 мм завтовшки вакуумування виконують за допомогою вакуум-трубок, які розміщують усередині бетону конструкції. На поверхні плит перекриття та підлог розміщують вакуум-мати. Вакуум-щити, трубки та мати з’єднують

через всмоктувальні шланги з вакуум-насосами, що створюють розрідження не менше ніж 46,3 кПа(рис.8.1, *і*, *ї*, *й*).

Вакуумування починають не пізніше ніж через 15 хв після закінчення укладання і віброущільнення бетонної суміші. Тривалість вакуумування бетону залежить від міри розрідження, створюваного вакуумним устаткуванням, складу, щільності й рухливості бетонної суміші, масивності вакуумованої конструкції. Так, для бетонної суміші рухливістю

4-6 см при розрідженні 70 кПа і температурі суміші 20° С тривалість вакуумування конструкції 10, 20 і 30 см завтовшки становить відповідно 10, 25 і 55 хв. Процес вакуумування має бути завершеним до початку тужавлення цементу. Для забезпечення закриття пор у бетоні, що виникають під час вакуумування, відразу після нього виконують повторне вібрування бетонної суміші, що дає змогу підвищити міцність бетону до 20 %. ГІри вакуумуванні та наступному укладанні суміші шарами проміжні шари суміші удруге не вібрують.

Улаштування робочих швів. Перерви в укладанні бетонної суміші, що виникають через технологічні та організаційні умови або під впливом випадкових чинників, можуть призвести до порушень монолітності конструкції внаслідок: недостатньої адгезії бетону до поверхні між попереднім та наступно укладеним шаром; порушення зв’язків між частинками тверднучого бетону та арматурою від динамічних зусиль, що виникають при укладанні бетонної суміші наступного шару; різного напрямку деформацій усадки бетону суміжних шарів, що викликають розтяжні зусилля, які послаблюють зону стику. Тому стики між шарами чи блоками бетонування, утворені через перерви в роботі, влаштовують за відповідною технологією і називають робочими швами.

Оскільки робочі шви — послаблене місце в конструкції, їх розташовують там, де несівна здатність конструкції не змінюється (рис.8.2). Так, у прогонових та рамних конструкціях їх розташовують у нульових точках розрахункових епюр моментів. Робочі шви вертикальних елементів (колони,

пілони) мають бути горизонтальними і, як правило, на рівні верху фундаменту і низу прогону, балки чи капітелі та перпендикулярними до граней елемента. У балках, прогонах, плитах робочий шов розміщують вертикально, бо нахилений послаблює конструкцію. Балки та плити бетонують звичайно одночасно, але у високих балках горизонтальний робочий шов розміщують на 20-30 мм нижче нижньої поверхні плити.

Перед відновленням бетонування поверхню вже утвореного бетону обчищають від цементної кірки. При цьому міцність бетону має бути не менше ніж 0,3; 1,5 або 5 МПа при обчищенні відповідно водяним або повітряним струменем; механічною металевою щіткою; гідропіщаним струменем чи металевою фрезою. Оброблену в такий спосіб поверхню зволожують за одну-півтори години перед укладанням бетонної суміші. На горизонтальну поверхню наносять шар цементного розчину складу 1:3 3-10 см завтовшки.

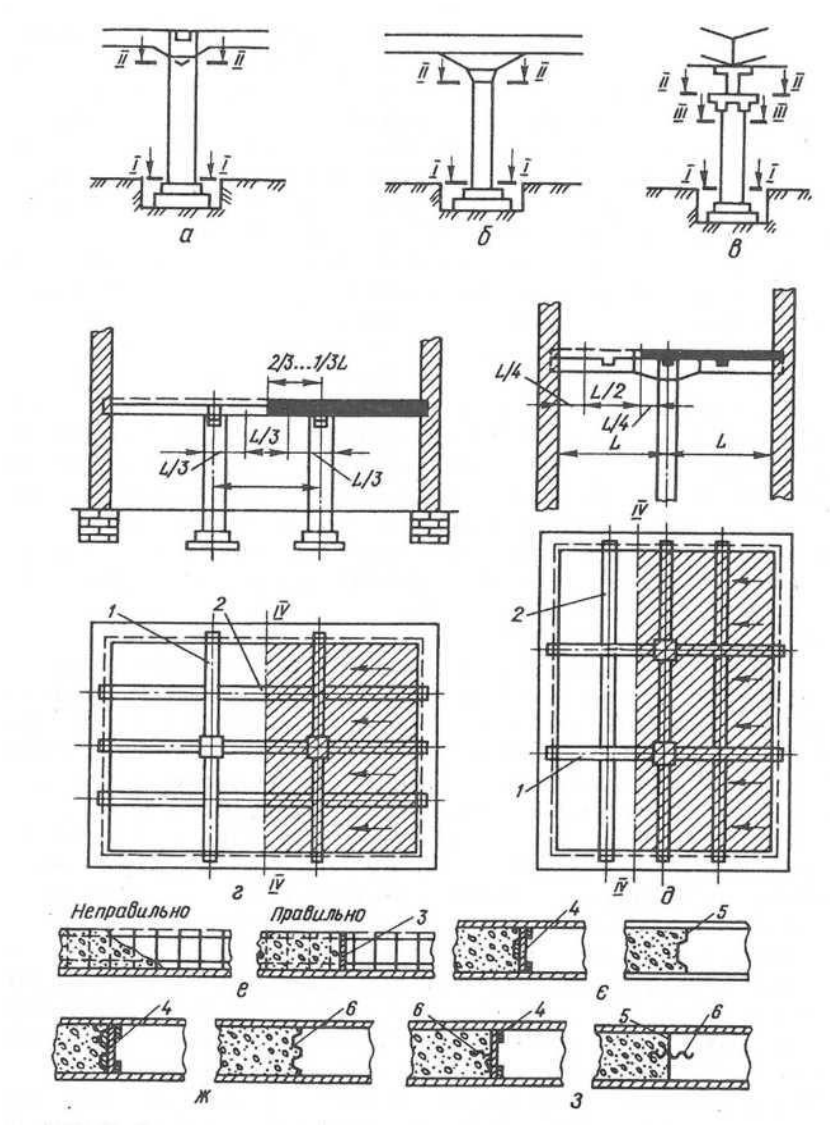


Рис.8.2. - Улаштування робочих швів:

а — розташування робочих швів при бетонуванні колон і балок ребристого перекриття; *б* — те саме, колон з безбалковим перекриттям; *в* — те саме, колон з підкрановими балками; *г* — те саме, при бетонуванні ребристого перекриття в напрямку, паралельному балкам; *д* — те саме, в напрямку, паралельному прогонам; *е* — улаштування робочого шва в плитах; *є, ж, з* — те саме, в стінах; *1* — прогони; *2* — балки; *3* — дошка; *4* — перегородка в опалубці стіни; *5* — поверхня бетону робочого шва; *6* — мідна гофрована смуга; *I-IV* — місця розташування робочих швів

Бетонування в місцях утворення робочого шва відновлюють після того, як бетон попередньо укладеного шару набере міцності не менше ніж 1,5 МПа,

що забезпечує збереження його структури від дії динамічних навантажень. На це в нормальних умовах твердіння і при температурі бетонної суміші 10-15° С потрібно 18-24 год, а при температурі 30° С — не менше ніж 7 год.

20.1.2. *Спеціальні методи бетонування*.

Напірне бетонування — це безперервне нагнітання готової бетонної суміші напірним бетоноводом у конструкцію під дією гідродинамічного тиску. Напірний метод бетонування застосовують при влаштуванні набивних паль, споруд типу «стіна в ґрунті», інших підземних конструкцій у складних гідрогеологічних умовах, у підводному бетонуванні при підвищених вимогах до бетону, а також конструкцій, в які укладання й ущільнення бетонної суміші іншими методами ускладнені. За цим методом застосовують бетонну суміш високої рухливості (12-24 см). Така суміш ущільнюється під дією власної ваги й утворюваного надлишкового тиску.

Опалубку конструкцій, що бетонують напірним методом, розраховують на сприймання додаткового гідродинамічного тиску, вводячи коефіцієнт запасу міцності 1,3-1,5.

Вертикальні конструкції зводять за допомогою автобетононасосів, приєднуючи кінцеву ланку бетоноводу розподільної стріли до напірних бетоноводів. Напірні бетоноводи розміщують вертикально в конструкції, поділені на захватки (блоки) (рис.8.3, *а*). Відстань між напірними бетоноводами має бути не більше ніж 3-4 м. Висоту ярусів бетонування визначають з умови забезпечення завершення бетонування блока до початку тужавлення суміші в суміжному попередньо забетонованому блоці. Для кращого зчеплення бетону суміжних блоків між ними установлюють металеву сітку, що відіграє роль незнімної опалубки. За незначних розмірів конструкції в плані (до 4 м) нагнітання бетонної суміші ведуть безперервно на всю висоту конструкції.

Заглиблений у суміш на 1,5-2 м кінець бетоноводу поступово, за рівнем нагнітання, піднімають із швидкістю 0,5-1,2 м/хв за допомогою розподільної

стріли автобетононасоса. При вимушених перервах у нагнітанні, тривалість яких не повинна перевищувати 15-20 хв, вертикальний бетоновід піднімають догори, залишаючи його кінець заглибленим у суміш на глибину 0,5-0,7 м. Відновлюють процес подавання суміші у бетоновід із швидкістю 0,5-0,7 м/с.

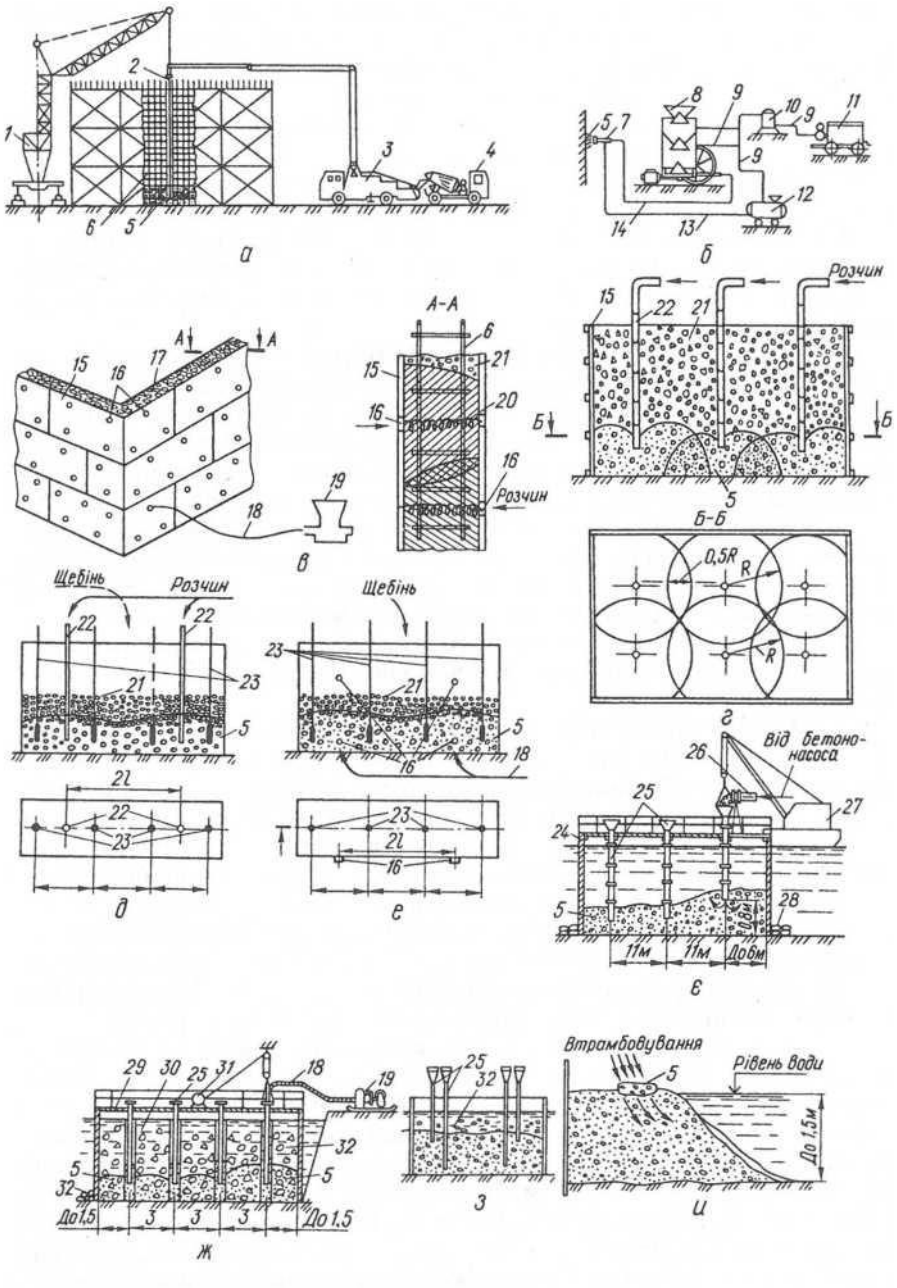


Рис.8.3. Спеціальні методи бетонування:

а — схема напірного бетонування; *б* — схема устаткування для торкретування; *в* — схема роздільного бетонування конструкцій з нагнітанням розчину через отвори в опалубці; *г* — те саме, з нагнітанням розчину за

допомогою ін’єкційних труб; *д* — схема вібронагнітального методу роздільного бетонування з подаванням розчину через ін’єкційні труби; *е* — те саме, в отвори в опалубці; *є* — схема підводного бетонування методом ВПТ; *ж* — те саме, методом ВР з шахтами; *з* — те саме, без шахт; *и* — те саме, методом утрамбовування бетонної суміші; *1* — підйомний кран; *2* — бетонолитна труба; *3* — автобетононасос; *4* — автобетонозмішувач; *5* — бетонна суміш; *6* — арматура; *7* — сопло; *8* — цемент-гармата; *9* — шланги для повітря; *10* — повітроочисник; *11* — компресор; *12* — бак для води; *13* — шланг для води; *14* — те саме, для матеріалів; *15* — опалубка; *16* — ін’єкційні отвори в опалубці; *17* — міжопалубний простір з установленою арматурою і заповнений щебеневою чи гравійною засипкою; *18* — шланг для розчину; *19* — розчинонасос; *20* — дротова спіраль; *21* — щебінь; *22* — ін’єкційна труба; *23* — глибинний вібратор; *24* — залізобетонна огороджена опалубка; *25* — бетонолитна труба з бункером; *26* — бетоновід; *27* — плавучий кран; *28* — мішки з цементним розчином; *29* — робочий настил; *30*— шахта; *31* — лебідка; *32* — каменещебенева відсипка

Після закінчення нагнітання бетонної суміші до рівня ярусу бетоновід поступово піднімають, фіксують у заданому положенні і розпочинають бетонування суміжного блока.

Роздільне бетонування конструкцій — це метод, який полягає в попередньому укладанні безпосередньо в опалубку крупного заповнювача з наступним нагнітанням в його міжзерновий простір цементно-піщаного розчину. Застосовують під час зведення залізобетонних резервуарів, підпірних стін, складних фундаментів під устаткування, колон, а також у разі підсилення залізобетонних конструкцій.

Нагнітають розчин знизу вгору за допомогою розчинонасосів ін’єкційним чи вібронагнітальним методами, а при підводному бетонуванні — методом висхідного розчину (ВР). Ін’єкційне нагнітання розчину виконують через сталеві ін’єкційні труби при влаштуванні вертикальних монолітних

конструкцій більше ніж 1 м завтовшки та через ін'єкційні отвори чи штуцери в опалубці влаштовуваних монолітних конструкцій меншої товщини (рис.8.3, *в*, *г*).

Ін'єкційні труби бувають діаметром 38-50 мм, довжиною ланок 1-2 м із щілинами 15 мм завширшки чи отворами діаметром 10-20 мм, розташованими на довжині 150-300 мм від кінця нижньої ланки. Їх установлюють вертикально в конструкцію до укладання крупного заповнювача на таких відстанях одна від одної, щоб розчин заповнював всю площу конструкції, яку споруджують (орієнтовно 1,8-2 висоти нагнітання розчину від низу ін'єкційної труби). У процесі нагнітання кінець труб має бути заглибленим у розчин не менше ніж на 300 мм. З підвищенням рівня розчину в конструкції ін'єкційні труби піднімають. Швидкість піднімання розчину складом 1 : 2 у конструкції має бути не менше ніж 12 см/хв та не менше ніж 6 см/хв для розчину складом 1:1.

Ін'єкційні отвори чи штуцери діаметром 38-50 мм розташовують в опалубці у шаховому порядку на відстані 1-1,5 м один від одного. До укладання в конструкцію заповнювача напроти штуцерів улаштовують на всю товщину конструкції спіралі з дроту діаметром 3-5 мм; крок витків спіралі не повинен перевищувати найменшого розміру крупного заповнювача, а внутрішній ЇЇ діаметр має дорівнювати діаметру штуцера. Розчин нагнітають послідовно в кожний отвір, після чого його перекривають.

Вібронагнітальний метод (рис.8.3, *д*, *е*) характеризується тим, що одночасно з нагнітанням розчину утворювану бетонну суміш вібрують глибинними вібраторами з подовженими штангами. Для забезпечення віброобробки утворюваної бетонної суміші крупний заповнювач засипають у конструкцію спочатку на висоту першого ярусу нагнітання розчину, а потім досипають одночасно з нагнітанням розчину. Якщо товщина конструкції більше ніж 1 м, розчинонагнітальні труби (не більше двох) і вібратори інколи об'єднують у вібронагнітальні пакети, які піднімають після досягнення розчином верху робочої частини вібраторів.

Для забезпечення потрібної якості бетону при роздільному бетонуванні крупний заповнювач не повинен вміщувати більше ніж 1 % забруднених частинок. Найменший розмір заповнювача беруть не менше ніж 40 мм, а найбільший — не більше ніж $^{1}/_{3}$ найменшого розміру конструкції чи $^{3}/_{4}$ найменшої відстані між стрижнями арматури. Рухливість розчину має бути не менше ніж 12 см. Для поліпшення однорідності і в'язкості розчини готують у турбулентних чи вібротурбулентних змішувачах.

Підводне бетонування — укладання бетонної суміші під водою без виконання водовідливних робіт. За цим методом улаштовують підводні й підземні конструкції в складних геологічних та гідрогеологічних умовах.

Основні методи підводного бетонування (рис.8.3, *є*, *ж*, *з*) — метод вертикально переміщуваної труби (ВПТ) і метод висхідного розчину (ВР).

Метод ВПТ застосовують для підводного бетонування на глибинах до 50 м. Для подавання бетонної суміші в огороджену залізобетонною опалубкою, шпунтом чи обсадною трубою конструкцію опускають бетонолитні труби діаметром 100-300 мм, які зібрані з легкорознімних ланок, що мають у верхній частині клапан та бункер для приймання бетонної суміші. Труби з бункером підвішують до підйомного механізму.

Перед початком бетонування в трубу вводять пробку-пакет із мішковини, м'який глиняний пиж чи металеву або дерев'яну пробку з ущільненням і утримувальним канатом. У бетонолитну трубу подають бетонну суміш високої рухливості — 14-20 см. Пробка під вагою бетонної суміші опускається вниз труби, витискаючи воду. У міру подавання бетонної суміші й нарощування шару бетону в конструкції труби поступово піднімають; при цьому їхній нижній кінець має бути постійно заглибленим у бетонну суміш не менше ніж на 0,8 м, якщо глибина бетонування до 10 м, і не менше ніж 1,5 м, якщо глибина більша. Для запобігання розшаровуванню швидкість виходу бетонної суміші з труби обмежується 0,12 м/с; її регулюють зміною глибини заглиблення кінця труби в бетонну суміш. Після піднімання бетонолитної труби на висоту її ланки подавання бетонної суміші зупиняють,

демонтують верхню ланку труби, переставляють бункер, після чого відновлюють подавання бетонної суміші.

Бетонування ведуть безперервно до рівня, який перевищує проектну позначку на 2 % висоти конструкції, але не менше ніж на 100 мм. Після досягнення бетоном міцності 2-2,5 МПа верхній слабкий шар бетону, що прилягав до води під час робіт, вилучають до проектного рівня конструкції.

З підвищених вимог до бетону застосовують метод ВПТ з вібрацією: на нижньому кінці труби закріплюють вібратор потужністю близько 1 кВт, а при довжині бетонолитних труб більше ніж 20 м — ще один вібратор у середній частині труби. Дія вібраторів дає змогу застосувати бетонну суміш рухливістю 6-12 см.

Метод ВР буває безнапірним і напірним. У першому випадку в центрі блока бетонування встановлюють шахту з гратчастими сітками, в яку опускають на всю глибину сталеву трубу діаметром 38-100 мм. Шахту до 20 м завглибшки заповнюють бутовим каменем розміром 150-400 мм, а шахту до 50 м завглибшки — кам’яною накидкою розміром 40-150 мм. Після цього по трубах самопливом подають цементний розчин складу 1 : 1 чи 1 : 2 рухливістю 14-16 см або нагнітають розчин рухливістю 11-13 см, що витікає з труби і, поступово піднімаючись, заповнює порожнини між каменями. Труби мають заглиблюватися в розчин не менше ніж на 0,8 м. У міру підвищення рівня розчину труби піднімають. При напірному бетонуванні труби встановлюють у кам’яній накидці без утворення шахт. Розчин у труби подають під тиском від розчинонасоса чи пневмонагнітача. Рівень розчину доводять на 10-20 см вище проектної позначки, а коли міцність накладки досягне 2-2,5 МПа, надлишок розчину вилучають.

При зведенні конструкцій з бетонів класу до В15 на глибинах більше ніж 20 м суміш подають краном у спеціальних герметичних бункерах чи пристосованих герметичних грейферах місткістю 0,2-0,3 $м^3$. Після опускання бункера на дно чи на раніше укладений шар бетону, але до початку тужавлення цементу в останньому, суміш вивантажують. Вільно скидати через

шар води, а також розрівнювати її горизонтальним переміщенням бункера забороняється.

Методом утрамбовування бетонної суміші зводять конструкції значної площі з бетону класу до В30, нижня частина яких занурена у воду до 1,5 м завглибшки. Бетонну суміш рухливістю 5-7 см спочатку укладають від кута блока бетонування чи від однієї із стінок у вигляді виступного з води острівця. Наступні порції суміші укладають на горизонтальну поверхню острівця по його контуру на відстані не менше ніж 0,5 м від краю води й утрамбовують, витісняючи зовнішню поверхню острівця у воду (рис.8.3, *и*). Утрамбовування також поєднують з глибинним вібруванням. Надводну поверхню укладеної бетонної суміші захищають від розмивання водою і механічних пошкоджень, покриваючи брезентом, щитами, матами, та привантажують каменями чи мішками з піском.

Укладання бетонної суміші в мішках застосовують для вирівнювання основ під блоки, влаштування опалубки на глибині до 2 м, тим

часового усунення аварійних пошкоджень. Мішки місткістю 10-15 дм^3 з рідкої, але міцної тканини заповнюють на $^2/_3$ бетонною сумішшю рухливістю 1-5 см та зав’язують; водолази укладають їх під воду, забезпечуючи перев’язування.

Торкретування (рис.8.3, *б*) — бетонування конструкцій методом нанесення цемент-гарматою на поверхню опалубки чи конструкції одного чи кількох шарів цементно-піщаного розчину (торкрет) або бетон-шприц-машиною бетонної суміші (набризк-бетон). Торкретуванням улаштовують тонкостінні конструкції, забезпечують водонепроникність поверхневого шару бетону, виправляють дефекти бетонних та залізобетонних конструкцій чи підсилюють їх. Торкретування виконують на неармованій чи армованій поверхні.

До складу торкрету входять цемент і пісок (або гравій розмірами частинок до 8 мм), а до складу набризк-бетону, крім того, ще додають крупний заповнювач розміром не більше ніж 25 мм.

Принципи роботи цемент-гармати і бетон-шприц-машини схожі. Суха цементно-піщана суміш вологістю не більше ніж 8 % чи бетонна суміш під дією стисненого повітря із камери по шлангу подаються до сопла, де суха суміш змішується з водою і з великою швидкістю (120-140 м/с) вилітає назовні. Частинки торкрету вдаряються об поверхню опалубки чи конструкції і, затримуючись на ній, утворюють щільний шар торкрету чи набризк-бетону.

Відстань між соплом і поверхнею під час нанесення розчину або бетонної суміші відповідно становить 0,7 та 1-1,2 м. Струмінь спрямовують перпендикулярно до поверхні. Розчин наносять шарами до 15 мм на горизонтальні (знизу вгору) чи вертикальні неармовані поверхні та до 25 мм — на вертикальні армовані поверхні. Товщина бетонних шарів не повинна перевищувати 50 мм на горизонтальних армованих поверхнях (які наносять знизу вгору) та 75 мм — на вертикальних поверхнях. Якщо роблять кілька шарів, то наступний наносять з таким інтервалом, щоб під дією струменя свіжої суміші не пошкоджувався попередній шар (як правило, цей інтервал становить не більше ніж 1-2 год).

20.2. Вистоювання бетону і догляд за ним

Догляд за бетоном. Після початку твердіння бетон має вистоюватись в умовах, які забезпечують потрібні міцність та якість. Твердіння бетону — це складний фізико-хімічний процес взаємодії цементу з водою й утворення нових сполук. Вода проникає вглибину частинок цементу поступово, що обумовлює поступове і тривале набирання міцності бетоном.

Зростання міцності бетону значною мірою залежить від вологості середовища. Бетон, який твердне за високої вологості, міцніший, ніж

бетон, що вистоювався в сухих умовах. На сухому повітрі вода швидко випаровується з бетону, і його твердіння уповільнюється, а то й зовсім припиняється. Тому для досягнення потрібної міцності не можна допускати передчасного висихання бетону.

У період вистоювання вода всередині бетону переміщується і випаровується в зовнішнє середовище — відбувається зміна його об’єму, тобто усадка. Цей процес проходить нерівномірно, що викликає появу на поверхні дрібних усадкових тріщин. Тріщиноутворення можливе також і від нерівномірного розігрівання бетону внаслідок виділення теплоти при гідратації цементу. Тріщини знижують якість, міцність і довговічність конструкції.

На інтенсивність твердіння бетону значно впливає і його температура. При температурі нижче нормальної (20 ± 2 °С) процес уповільнюється, а за від’ємної практично припиняється. Навпаки, при підвищеній температурі й достатній вологості процес твердіння прискорюється.

До погіршення якості бетону призводять також удари та трясіння в початковий період його твердіння — вони порушують новоутворену структуру.

Щоб бетон набув необхідної міцності та якості, за ним потрібен догляд: підтримування температурних умов твердіння; запобігання виникненню значних температурно-усадкових деформацій і тріщин; охорона тверднучого бетону від ударів, трясінь та інших дій, що можуть погіршити якість бетону.

Відсутність догляду може призвести до отримання низькоякісного, дефектного і непридатного бетону, а інколи й до зруйнування конструкції, навіть коли якість застосованих матеріалів добра, правильно підібраний склад бетонної суміші й ретельно виконане бетонування. Особливо важливим є догляд за бетоном протягом перших днів після укладання.

Для попередження виникнення усадкових тріщин бетон укривають і поливають не пізніше ніж через 10-12 год, а в жарку і вітряну погоду — не пізніше ніж через 2-3 годпісля укладання суміші (ці терміни не стосуються виконання робіт в умовах жаркого сухого клімату і зими). Так, улітку в помірній кліматичній зоні сухої теплої погоди бетон на звичайному портландцементі поливають водою протягом 7 діб, на глиноземистому — 3 доби, на шлакопортландцементі — 14 діб. Якщо температура повітря вище

15°, протягом перших 3 діб бетон поливають удень кожні 3 год і раз уночі, а в наступні дні — не менше трьох разів на добу. Якщо поверхню бетону попередньо вкрити матеріалами, що втримують вологу (брезентом, матами тощо), перерви між поливаннями збільшують у 1,5 раза. Поверхню бетону, вкриту захисними плівками, не поливають. Можна не поливати бетон, якщо середня температура повітря від + 5 до 0 °С.

Найпростішим і поширеним методом є безпосереднє укривання поверхні бетону матеріалами, що утримують вологу: матами, рогожею, піском. Проте в більшості випадків укладання, перекладання і підтримування цих матеріалів у вологому стані трудомісткі і малопридатні за значних обсягів робіт. Більш ефективні водонепроникні плівки (наприклад, поліетиленова), а також відповідно до експлуатаційних вимог плівкоутворювальні матеріали, переважно світлих тонів. Для цього застосовують стандартні плівкоутворювальні матеріали (ПМ), а також лак-етіноль, бітумні емульсії. Доцільно освітлювати темні плівки після формування їх, наприклад, водним розчином вапна.

Улітку бетон також укривають від сонячних променів, а взимку від морозу.

Для запобігання шкідливій дії навантажень на бетон рух по ньому людей або установлення риштувань чи опалубки допускають тільки після досягнення ним міцності не менше ніж 1,5 МПа.

Активізація твердіння бетону. Тривалість твердіння бетону має велике практичне значення. Цей процес потрібно прискорювати у випадках раннього експлуатаційного навантаження конструкцій, скорочення термінів розпалублення їх, при бетонуванні взимку і в жарких сухих умовах.

Темп зростання міцності бетону залежить від виду цементу, наявності хімічних добавок у бетонній суміші, що впливають на процес твердіння, температури, за якої відбувається твердіння (рис.8.4, *а — г*).

Застосування бетонів на швидкотверднучому цементі забезпечує швидкість наростання міцності їх в ранній період твердіння (1-3 доби).

Звичайно такі бетони потрібні при аварійних роботах, а також для влаштування стиків у збірних конструкціях.

Добавки — прискорювачі твердіння бетону вводять під час приготування бетонної суміші залежно від маси цементу. Кількість сульфату натрію не повинна перевищувати 2 %; нітрату натрію, нітрату кальцію, нітрит-нітриту кальцію — 4 %; хлориду кальцію в бетоні армованих конструкцій — 2 %, у бетоні неармованих конструкцій — 3 %. Добавки — прискорювачі твердіння не застосовують для бетону на основі глиноземистого цементу, в конструкціях, що армовані термічно зміцненою сталлю, в залізобетонних конструкціях, що експлуатуються в зоні дії блукаючих струмів, у конструкціях з напруженою арматурою.

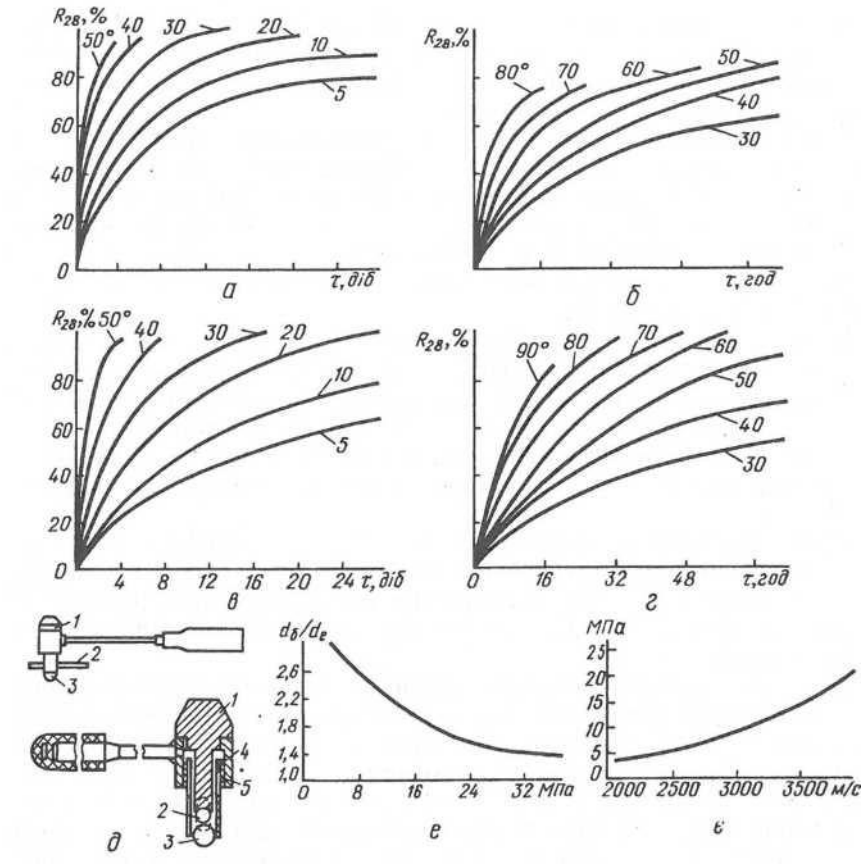


Рис.8.4. - Зростання та контроль міцності бетону:

а — графіки зростання міцності бетону на портландцементах марок 400-500 при температурах вистоювання до 50 °С; *б* — те саме, при прогріванні; *в* — те саме, бетону на шлакопортландцементах марок 300-400 при температурах вистоювання до 50 °С; *г* — те саме, при прогріванні; *д* —

еталонний молоток (молоток Кашкарова); *е* — залежність між співвідношенням діаметрів відтисків у бетоні $d_б$ і еталонному стрижні $d_е$ і міцністю бетону на стискання; *є* — залежність між швидкістю ультразвуку в бетоні і його міцністю; *1* — корпус; *2* — еталонний стрижень; *3* — кулька; *4* — стакан; *5* — пружина

Процес твердіння інтенсифікують і тепловою обробкою: електропрогріванням, контактним обігріванням термоактивною опалубкою, а в зимових умовах — ще й іншими методами. Тривалість електропрогрівання бетону в звичайних і жарких умовах становить 3-8 год, після чого струм вимикають, а бетон твердне в опалубці до набуття потрібної міцності. Додаткові витрати на застосування теплової обробки компенсуються підвищенням темпів і якості будівництва та зниженням витрат на догляд за бетоном.

20.3. Контроль міцності бетону

Контроль міцності бетону полягає в перевірці відповідності фактичної його міцності в конструкції проектній чи заданій у відповідний технологічний період, наприклад перед зніманням несівної опалубки конструкції, при передаванні зусиль натягування арматури на бетон тощо.

Міцність бетону визначають неруйнівними та руйнівними методами.

Основні ***неруйнівні методи*** — ***механічний***, що використовує залежність між міцністю бетону на стискання і його поверхневою твердістю, та ***ультразвуковий імпульсний***, що враховує залежність між міцністю бетону і швидкістю поширення в ньому ультразвукових хвиль.

Найпростішим інструментом, який застосовують при механічному методі контролю, є кульковий молоток Різделя: міцність бетону визначають за тарувальною таблицею залежно від діаметра ямки, яка утворилася внаслідок удару по поверхні. Щоб результати можна було порівняти, енергія удару

кульковим молотком має завжди бути однаковою. Для цього удар молотка по бетону виконують від ліктя, а однакової енергії удару досягають тренуванням.

Точніші результати дає застосування еталонного молотка Кашкарова, який дає змогу врахувати енергію удару (рис.8.4, *д*). Еталонний молоток кулькою встановлюють на поверхню бетону й ударяють по ньому слюсарним молотком. Нижня частина кульки втискується в бетон, а верхня — в еталонний сталевий стрижень. Міцність бетону визначають за співвідношенням діаметрів відтисків на поверхні бетону й еталонному стрижні (рис.8.4, *є*).

В ультразвуковому імпульсному методі спеціальними ультразвуковими приладами УП-4 чи УКБ-1 визначають швидкість проходження ультразвуку через бетон і за тарувальними кривими (рис.8.4, *є*) — міцність бетону.

Руйнівний метод, який ще залишається до цього часу найпоширенішим методом контролю якості бетону при виконанні робіт, полягає у випробуванні контрольних зразків-кубів. Міцність визначають переважно за ***статистичним методом***, що враховує залежність між міцністю й однорідністю бетону.

Міцність бетону на будівельному майданчику за статистичним методом звичайно оцінюють по окремих технологічних комплексах. За такий комплекс беруть групу конструкцій, що одночасно бетонують бетонною сумішшю одного складу і вистоюють в однакових умовах. Бетон технологічного комплексу розділяють на партії; за партію беруть об’єм бетону, що укладають за період не більше однієї доби. Із кожної партії відбирають для контролю не менше двох проб з різних замісів; з кожної проби виготовляють одну серію зразків-кубів (3 шт.) для визначення марочної міцності й додаткової серії — для оцінки проміжної міцності бетону та в інших випадках згідно з вимогами проекту.

Якщо визначена міцність бетону і його огляд у конструкції не надають певності в тому, що якість бетону відповідає заданим вимогам, то конструкції можна випробувати пробним навантаженням.

20.4. Розпалублення конструкцій

Розпалублення конструкцій (знімання опалубки) починають після того, як бетон набере потрібної міцності.

Знімати бокові елементи опалубки, що не несуть навантажень, можна після досягнення бетоном міцності, яка забезпечує збереження кутів, ребер і поверхні монолітної конструкції (0,2-0,3 МПа). Бокові щити опалубки фундаментів, колон, стін, балок і ригелів знімають через 8-72 год. Ці терміни визначають на місці залежно від виду цементу і волого-температурних умов твердіння бетону.

Несівні елементи опалубки знімають після досягнення бетоном міцності, що забезпечує потрібну несівну здатність конструкцій. Якщо фактичне навантаження на елементи конструкцій буде менше ніж 70 % розрахункового, то для елементів конструкцій прогоном до 6 м міцність бетону має становити 70 % нормативної, а для конструкцій прогоном більше ніж 6 м та з напружуваною арматурою — 80 %. Якщо навантаження більше ніж 70 % розрахункового, то несівні елементи опалубки розбирають після набирання бетоном проектної міцності. За наявності несівних армокаркасів опалубку знімають після досягнення бетоном 25 % проектної міцності.

Термін досягнення бетоном потрібної міцності визначають на основі контролю його міцності. Орієнтовно термін розпалублення можна ви значити за графіком набирання міцності бетону залежно від марки і виду застосовуваного цементу і середньої температури твердіння.

Дрібнощитову опалубку розбирають за допомогою кусачок, важільних ножиць, гайкових ключів, кувалди і ломиків.

Розбирання опалубки фундаментів і стін починають розкручуванням і вийманням (а при неможливості цього — зрізанням газовим різаком) стяжних болтів чи зрізанням важільними ножицями дротяних скруток. Після цього знімають схватки і ребра та ломиками відривають від бетону окремі щити.

Розпалублення колон починають із знімання рамки біля основи і хомутів. Потім знімають з бетону окремі щити.

Несівну опалубку розбирають у два, три чи більше прийомів залежно від величини прогону і маси конструкції.

Перед зніманням несівної опалубки виконують плавне і рівномірне опускання підтримувальних риштувань — розкружалювання. Для цього опускають опорні домкрати чи послаблюють клинові пари. Забороняється рубати чи спилювати навантажені стояки-опори.

Опори, що підтримують опалубку балок, прогонів і ригелів, опускають одночасно в межах всього прольоту. Опори, що підтримують опалубку перекриттів, які ще бетонують, опускати і знімати не можна. Опори опалубки нижнього перекриття можна знімати лише частково. Під всіма балками і прогонами цього перекриття залишають так звані стояки безпеки на відстанях не більше ніж 3 м один від одного та від опор конструкції. Ці стояки знімають, коли бетон досягне проектної міцності.

Розпалублення плит перекриття починають із вилучення підкружальних дощок і кружал. Два-три знятих кружала укладають на риштування під плитою для запобігання падінню щитів опалубки перекриття. Після цього знімають з бетону окремі щити опалубки.

Розпалублення балок виконують у такій послідовності: знімають притискні дошки і бокові щити, плавно опускають стояки, після цього відокремлюють від бетону і знімають нижні щити.

Розбирання великощитової опалубки, масивів, стін і фундаментів виконують, застосовуючи вантажні крани та спеціальні важільні засоби, домкрати та підкоси з механічними домкратами, відтискні засоби (рис.8.5).

Виправлення дефектів бетонування — раковин, гравелистої поверхні бетону, нерівностей, що утворюються при недотриманні технології бетонних робіт, — виконують відразу після розпалублення конструкцій, коли бетон ще не набрав значної міцності.

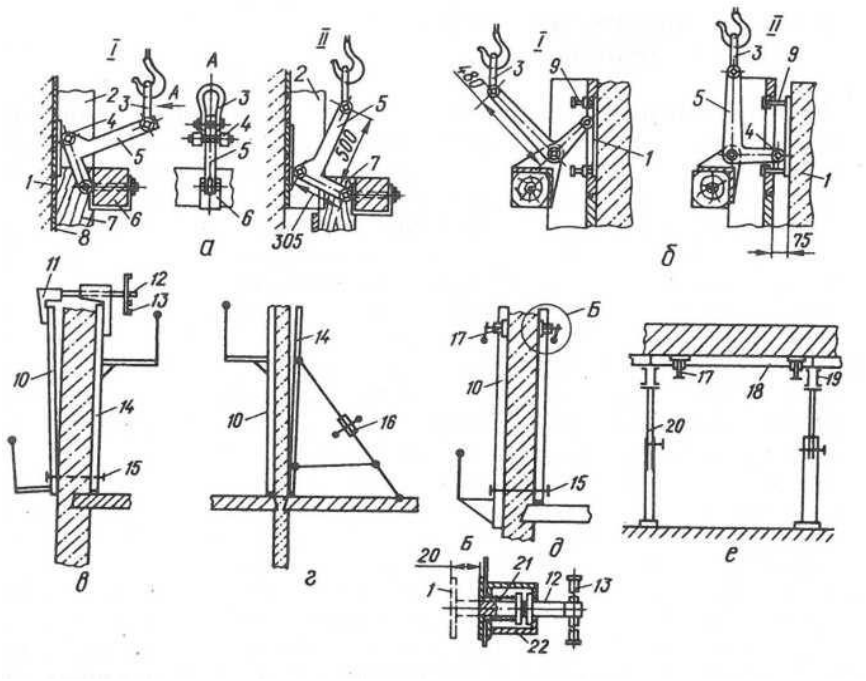


Рис. 8.5.- Схеми розбирання великощитової опалубки:

а — зовнішнього щита за допомогою важільного пристрою; *б* — те саме, внутрішнього щита; *в* — за допомогою домкратів; *г* — із застосуванням розсувних підкосів; *д, е* — із застосуванням відтискних пристроїв; *1* — сталева пластина; *2* — ребро верхнього щита; *3* — петля; *4* — опорний ролик; *5* — штанга; *6* — горизонтальний опорний перегін; *7* — вертикальне ребро; *8* — палуба; *9, 12* — гвинт; *10, 14* — відповідно зовнішній і внутрішній щити опалубки; *11* — кронштейн; *13* — рукоятка; *15* — стяжні болти; *16* — стяжний пристрій підкосу; *17* — відтискний пристрій; *18* — щит опалубки перекриття; *19* — ригель; *20* — телескопічний стояк; *21* — пружина; *22* — стакан; *I, II* — послідовність розпалублення

За наявності раковин повністю відбивають і вибирають весь слабкий і нещільний бетон. Поверхню раковини вичищають дротяною щіткою і ретельно промивають струменем води, після чого влаштовують у цьому місці опалубку з карманом у верхній частині для подавання бетонної суміші. Порожнини заповнюють дрібнозернистою бетонною сумішшю (розмір зерен заповнювача до 20 мм).

Якщо раковини великі, для виправлення усадкових тріщин, що можуть виникнути у місцях примикання старого і нового бетону, в них (до заповнення ЇЇ бетонною сумішшю) закладають металеві трубки з дрібними отворами в стінках. Через дві-три доби після бетонування в трубки нагнітають під тиском цементний клей (суміш цементу з водою), який заповнює всі тріщини і порожнини й забезпечує монолітність бетону. Не можна замазувати раковини значних розмірів цементним розчином чи тістом.

Дрібні раковини, що утворюють нерівну гравелисту поверхню бетону, можна затирати розчином після прочищання щітками і промивання. Для виправлення нерівностей поверхню бетону насікають, прочищають і заштукатурюють.

20.5. Виконання бетонних робіт у зимових умовах

20.5.1. *Особливості впливу зимових умов на процес твердіння бетону*

Під час виконання бетонних робіт зимовими вважаються умови, якщо середньодобова температура зовнішнього повітря знижується до + 5 °С, а протягом доби відбувається зниження температури нижче 0 °С.

Якщо температура від'ємна, внаслідок замерзання води в твердіючому бетоні припиняються фізико-хімічні процеси її взаємодії з цементом, тобто припиняється сам процес твердіння бетону. Крім того, збільшення об'єму льоду до води на 10 % призводить до виникнення внутрішніх сил, що порушують кристалічні новоутворення, які при відтаванні та подальшому твердінні в нормальних умовах повністю не відновлюються. Також порушується зчеплення із зернами заповнювача та арматурою, що знижує міцність бетону, його щільність, стійкість і довговічність, а в деяких випадках призводить до руйнування конструкції.

Вода в свіжоукладеній суміші починає замерзати з поверхні конструкції, виключаючи поступове поширення руйнівного процесу і її глибину. Інтенсивність замерзання води залежить від температури зовнішнього повітря

і бетонної суміші, швидкості вітру, об'єму пор у бетоні. Звичайно більшу стійкість до заморожування мають бетони з більшою щільністю.

Якщо бетон до замерзання набрав деякої міцності, то наведені вище процеси не впливають на нього негативно, і при подальшому відтаванні бетон у конструкції набирає потрібної міцності. У цьому випадку сили зчеплення в бетоні до моменту замерзання води мають бути більшими від внутрішніх сил, що розвиваються при утворенні льоду.

Мінімальну міцність, при якій замерзання бетону не є небезпечним, називають ***критичною***. Значення критичної міцності залежить від класу бетону, виду конструкції та умов її експлуатації і, наприклад, становить у бетонних і залізобетонних конструкціях з ненапружуваною арматурою 50 % марочної міцності для бетонів класів до В10, 40 % для бетонів класів В12,5-В25 і 30% для бетонів класів В30 і вище; для бетонів з протиморозними добавками — 20 % марочної міцності.

Щоб забезпечити умови, за яких бетон набирає критичної міцності, застосовують спеціальні методи приготування, подавання, укладання і вистоювання бетону.

20.5.2. *Приготування, транспортування й укладання бетонної суміші*

Для твердіння бетону в зимових умовах треба, щоб укладена в опалубку бетонна суміш мала певну температуру і в ній були відсутні окремі мерзлі частинки заповнювача чи бетону. Якщо приготувати бетонну суміш на мерзлому піску і щебені, то після її укладання й ущільнення при відтаванні мерзлих частинок утворяться порожнини навкруги зерен заповнювача, і бетон буде нещільний, пористий, маломіцний.

Тому в зимових умовах температуру бетонної суміші підвищують до 35-40 °С, готуючи її на підігрітій до 40-90 °С воді і розморожених чи підігрітих до 20-60 °С заповнювачах. Цемент і тонкомелені добавки вводять без підігрівання.

Існує певний порядок завантажування бетонозмішувачів. Спочатку в бетонозмішувачі подають половину потрібної води і разом з цим завантажують щебінь чи гравій, а після незначного перемішування додають пісок, цемент і воду до потрібного об’єму. Тривалість перемішування бетонної суміші для більшої її однорідності в зимових умовах збільшують, як правило, в 1,5 раза порівняно з нормальними умовами.

Мета наведених обмежень температур складових і порядку завантаження — запобігти швидкому тужавленню цементного тіста. Вимоги до температури бетонної суміші викликані потребою зменшити затужавлення суміші й зберегти ЇЇ рухливість, а також зменшити втрати теплоти, що є в суміші, під час транспортування.

Транспортувати бетонну суміш найбільш доцільно в швидкопереміщуваній закритій утепленій тарі значної місткості. Особливо ефективно застосовувати автобетоновози, пристосовані для перевезення теплої бетонної суміші з мінімальними втратами теплоти. Для транспортування бетонної суміші в зимових умовах застосовують також автосамоскиди із забезпеченням нагрівання суміші вихлопними газами.

Бетонна суміш втрачає багато теплоти при перевантажуванні. Тому в зимових умовах слід максимально використовувати можливості її постачання в конструкцію без перевантажень. Місця навантаження та розвантаження захищають від вітру, а засоби подавання суміші в конструкцію утеплюють.

Стан основи, на яку укладають бетонну суміш, та спосіб укладання мають бути такими, щоб не допустити як замерзання суміші в стику з основою, так і деформацій основи (при укладанні суміші на ґрунти, що здимаються). Для цього основу до укладання суміші відігрівають і оберігають від замерзання до набирання новоукладеним бетоном потрібної міцності.

Опалубку й арматуру очищають від льоду і снігу. Для цього не можна застосовувати гарячу воду і пару, що зумовлюють утворення намерзлого льоду. В морози нижче - 10 °С арматуру діаметром більше ніж 25 мм, а також

виконану з прокатних профілів відігрівають до температури +5 °С гарячим повітрям під легким поліетиленовим покриттям чи індукційним нагріванням.

Укладають бетонну суміш безперервно і високими темпами, щоб до закінчення процесу суміш мала потрібну температуру (не менше ніж 2 °С, а при вистоюванні методом термоса — передбачену розрахунками). Для цього роботи ведуть на невеликих захватках (ділянках), намагаючись, щоб укладений шар швидко закривався наступним. Після укладання останнього шару бетон відразу вкривають.

У деяких випадках ефективно укладати в конструкцію бетонну суміш, попередньо підігріту до температури 80 °С. Це роблять безпосередньо перед її укладанням на будівельному майданчику, застосовуючи електророзігрівання при напрузі 120-380 В протягом 5-15 хв.

Для організації електророзігрівання суміші на будівельному майданчику обладнують установку з трансформатором, розподільним щитом і пультом керування. Електророзігрівання суміші виконують пластинчастими електродами в бункерах чи баддях або за допомогою опускних електродів у кузовах автосамоскидів, а інколи в спеціальному устаткуванні безперервної дії. Тривалість подавання й укладання гарячої бетонної суміші обмежують до 20 хв у зв’язку з втратами рухливості.

20.5.3. *Вистоювання бетону*

При зведенні монолітних конструкцій у зимових умовах застосовують різноманітні ефективні й економічні методи вистоювання бетону, що дають змогу забезпечити високу якість конструкцій. Ці методи поділяють на три основні групи: 1) методи, що засновані на використанні початкового вмісту теплоти у бетонній суміші і тепловиділенні цементу при твердінні бетону — методи термоса; 2) методи, що забезпечують зниження температури замерзання води в бетоні введенням у суміш під час її приготування протиморозних хімічних добавок; 3) методи, що забезпечують інтенсифікацію

твердіння бетону через прогрівання чи обігрівання. Ці методи можна комбінувати.

Вибір того чи іншого методу вистоювання бетону в зимових умовах залежить від виду та масивності конструкції, виду і складу бетону, зовнішніх умов виконання робіт, технічної та енергетичної забезпеченості та інших чинників.

Методом термоса витримують масивні бетонні та залізобетонні конструкції, модуль поверхні яких не перевищує: 6 — при укладанні суміші на портландцементі; 10 — на швидкотверднучому портландцементі (модуль поверхні конструкції визначається відношенням площі відкритої поверхні конструкції до її об'єму).

Бетонну суміш температурою 15-40 °С укладають в утеплену опалубку. За рахунок теплоти, внесеної бетоном, та теплоти, що виділяє цемент (явище екзотермії), бетон набирає критичної міцності раніше, ніж у будь-якій частині конструкції, температура бетону знизиться до 0 °С.

За теплотехнічними розрахунками визначають термін вистоювання, вид теплоізоляційного покриття, а в необхідних випадках також початкову температуру укладеної бетонної суміші та технологію її укладання із забезпеченням потрібної температури укладеної суміші.

Метод термоса найбільш економічний і простий, оскільки не потребує устаткування для обігрівання бетону в конструкціях, його обслуговування і витрат електроенергії, пари, палива.

Різновиди описаного методу — гарячий термос і термос із застосуванням хімічних добавок — дають змогу поширити його на конструкції з більшим $М_п$.

Гарячий термос полягає в укладанні бетонної суміші, попередньо розігрітої до температури 60-80°С та ущільненої в гарячому стані, і наступному термосному вистоюванні. Такий метод застосовують при зведенні конструкції з $М_п<12$.

Розбирають опалубку при температурах бетону, що близькі до температури його замерзання, але обов'язково до примерзання опалубки до бетону.

Другий метод передбачає використання сумішей з хімічними добавками, що прискорюють твердіння бетону, знижують температуру замерзання рідкого компонента бетонної суміші та забезпечують твердіння бетону при температурі нижче 0 °С.

Як добавку застосовують вуглекислий калій-поташ ($К_2С0_3$), нітрит натрію ($NaNO_2$), хлорид кальцію ($CaC1_2$), а також нітрит кальцію — сечовину, аміачну воду, нітрит-нітрат-хлорид кальцію та ін.

Хімічні добавки кількістю до 2-З % маси цементу діють як прискорювачі твердіння

При їх застосуванні бетонну суміш температурою 25-35 °С укладають в утеплену опалубку, якщо температура зовнішнього повітря становить від -15 до -20 °С, і після віброущільнення накривають теплоізолювальними матеріалами. Прискорене отримання критичної міцності у більш короткі терміни дає змогу застосовувати метод термоса для конструкцій з $М_п$ до 8, якщо бетони на портландцементі.

Введення більшої кількості добавок (від 3 до 15 % маси цементу) знижує температуру замерзання суміші, завдяки чому бетон твердне при низьких температурах (від -5 до -25 °С). У цьому випадку добавки називають протиморозними.

Бетонні суміші з протиморозними добавками укладають і ущільнюють так само, як і бетонні суміші без добавок. Температура бетонної суміші становить при цьому 3-15 °С.

У зв'язку з тим що при температурах менше ніж 0 °С вода має низьку активність, твердіння бетону при низьких температурах уповільнене.

У разі бетонування армованих конструкцій перевагу надають добавкам, що не викликають корозії арматури (поташ, нітрит натрію), а хлориди використовують для неармованих конструкцій.

Бетони з протиморозними добавками не можна застосовувати при спорудженні конструкцій, що підлягають динамічним навантаженням; з попередньо напружуваною арматурою; розміщених у зоні змінного рівня води; залізобетонних, що експлуатуються в агресивних середовищах, зонах блукаючих струмів, під напругою постійного струму та в інших випадках.

Слід також урахувати, що наявність добавок може спричинити появу на поверхні конструкції висолів.

Електропрогрівання бетону застосовують для конструкцій з $М_п$ від 8 до 20, а також для інших у разі потреби прискорити твердіння бетону.

Суть електропрогрівання полягає у використанні теплоти, що виділяється в бетоні в процесі проходження через нього змінного електричного струму. (Постійний струм непридатний, тому що викликає електроліз води.) Укладену й ущільнену суміш через 1-2 год вмикають до електромережі за допомогою ***металевих електродів***. Перетворення електроенергії на теплову здійснюється безпосередньо в бетоні.

Режим прогрівання складається з трьох основних періодів; розігрівання $т_1$ ізотермічного витримування $т_2$; остигання $т_3$. Для економного використання енергії загальну тривалість електропрогрівання $т_4$ (тривалість підключення бетону до електромережі) для бетону з $М_п$ від 8 до 15 визначають з умови забезпечення потрібної критичної міцності бетону до кінця його охолодження. Конструкції з $М_п$> 15 витримують під напругою до набирання ними потрібної критичної міцності.

Для автоматичного витримування заданого режиму застосовують імпульсне подавання напруги (рис.8.6, *в*). За допомогою спеціальних датчиків, установлених у бетоні, електроди періодично вмикаються і вимикаються, регулюючи температуру ізотермічного витримування; в моменти недопустимого підвищення температури електромережа вимикається.

Швидкість остигання бетону регулюють підбором теплоізоляції його поверхні залежно від температури зовнішнього повітря.

При електродному прогріванні застосовують різні ***види електродів***. пластинчасті, смугові, стрижневі, плаваючі й струнні.

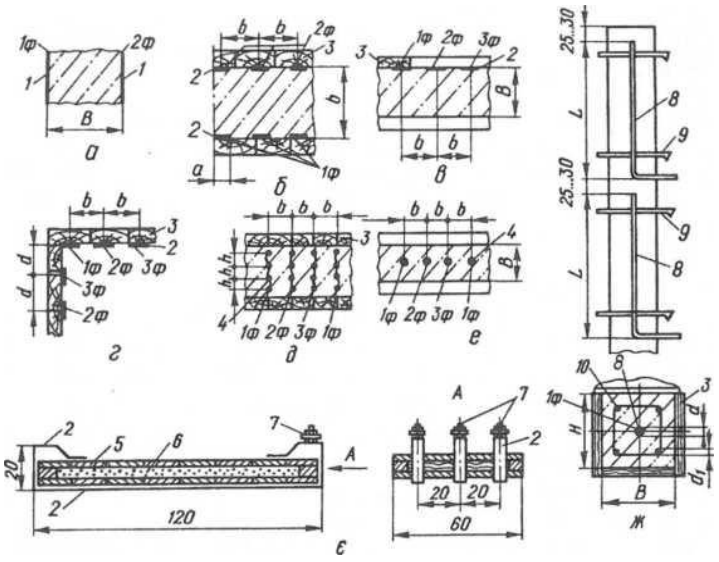


Рис.8.6. - Схеми розміщення електродів:

а — пластинчастих; *б* — смугових під час двостороннього прогрівання; *в, г* — смугових під час периферійного прогрівання; *д* — плоских груп стрижневих електродів; *е* — поодиноких стрижневих; *є* — смугових на дощатій панелі; *ж* — струнних електродів у колонах; *1* — пластинчасті електроди; *2* — смугові електроди; *3*— дерев'яна опалубка; *4* — стрижневі електроди; *5* — щит із дощок; *6* — теплоізоляція; *7* — пристосування для підключення фаз струму; *8* — струнні електроди; *9* — гаки для кріплення електродів; *10* — арматурний стрижень.

Як електроди використовують також арматуру, підключену до нульової фази. Для запобігання пересушенню пристрижневих зон бетону і зменшення його зчеплення з арматурою напруга має бути до 85 В. Якщо арматура не використовується як електроди, занулювати чи заземлювати її не треба, бо в такому разі виникає нерівномірність температурного поля і підвищується електрична потужність.

Індукційне прогрівання (рис.8.7) застосовують для густо- і рівномірноармованих конструкцій балок, ригелів, прогонів, колон та складних

монолітних стиків. Для цього навколо залізобетонного елемента влаштовують спіральну обмотку — індуктор з ізольованого проводу - і вмикають до мережі. Під дією змінного електричного струму сталева опалубка чи арматура, що виконує роль осердя (соленоїда), нагріває і передає теплоту бетону. Індуктор улаштовують до укладання бетонної суміші, що дає змогу попередньо відігрівати ним арматуру і металеву опалубку.

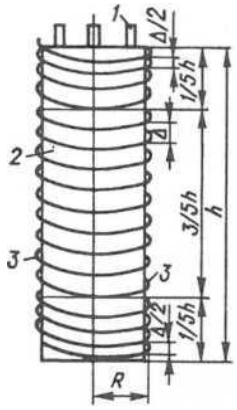


Рис.8.7. - Схема індукційного прогрівання;
1 — арматурний стрижень; *2* — опалубка; *3*— індуктор

Інфрачервоне обігрівання (рис.8.8, *а-г*) бетону застосовують при влаштуванні конструкцій із значним модулем поверхні (стін, плит), стиків, забезпечуючи протягом кількох (до 15) годин твердіння, міцність бетону до 70 %. Суть методу полягає в передачі бетону теплоти у вигляді променевої енергії електромагнітних хвиль 0,76-100 мкм завдовжки. Для бетонних робіт генераторами інфрачервоного випромінювання є трубчасті металеві та кварцові випромінювачі.

Контактне обігрівання бетону виконують переважно із застосуванням нагрівальних (термоактивних) опалубок (рис.8.9). За цим методом теплота передається контактним способом від поверхні опалубки до поверхні бетону конструкції. Термоактивні опалубки мають у своєму складі нагрівальні елементи, що встановлені із зовнішнього боку опалубки: нагрівальні проводи та кабелі, сітчасті нагрівники, трубчасті електронагрівальні елементи (ТЕНи)

тощо. Із зовнішнього боку нагрівальні елементи теплоізолюють. На термоактивну опалубку подається електричний струм напругою 40-127 і 220 В.

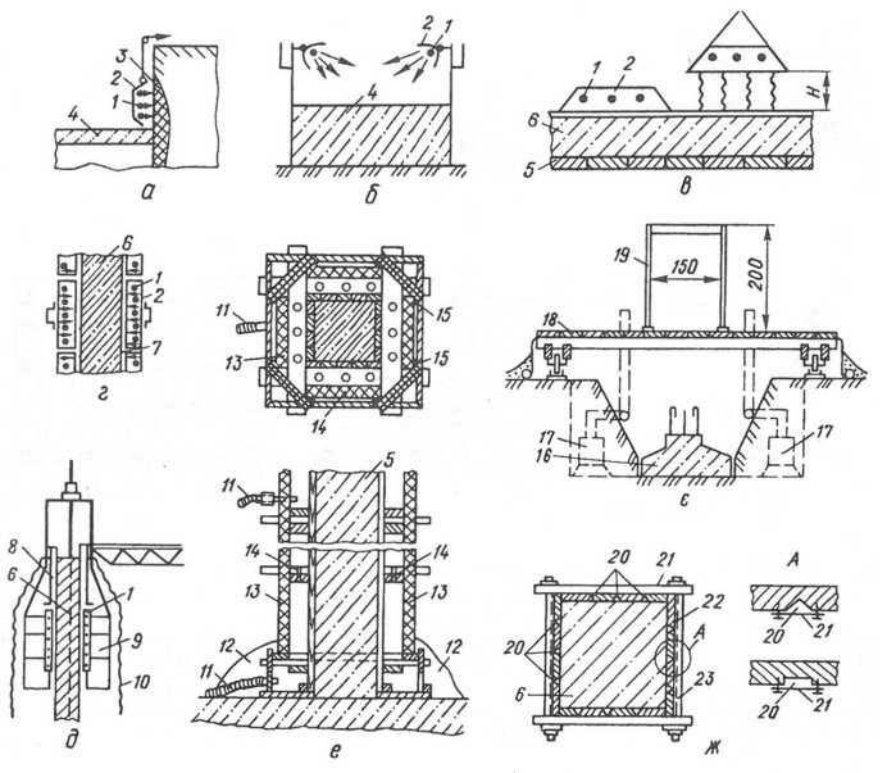


Рис. 8.8. - Схеми інфрачервоного обігрівання, прогрівання, тепляка, капілярної опалубки :

а — схема інфрачервоного обігрівання мерзлого бетону й основи; *б* — те саме, в разі теплового захисту укладуваної бетонної суміші; *в* — те саме, для забезпечення інтенсивності твердіння бетону перекриття; *г* — те саме, бетону стін у металевій опалубці; *д* — те саме, в ковзній опалубці; *е* — схема паропрогрівання колони; *є* — схема тепляка під час улаштування фундаментів; *ж* — схема капілярної опалубки колони; *1* — інфрачервоний випромінювач; *2* — рефлектор; *3* — зона відігрітого бетону; *4* — новоукладений бетон; *5* — опалубка; *6* — бетон, що обігрівається; *7* — металева опалубка стін; *8* — ковзна опалубка; *9* — риштування; *10* — брезентове покриття; *11* — гнучкий шланг для подавання пари; *12* — тирса; *13* — утеплені щити; *14* — отвори в хомутах; *15* — повсть; *16* — улаштовуваний

фундамент; *17* — печі; *18* — пересувний тепляк; *19* — кабіна для вивантаження бетонної суміші; *20* — канали для пари; *21* — смужка покрівельної сталі; *22* — щит опалубки; *23* — хомут

Ті частини конструкції, які не перекриті термоактивною опалубкою, покривають гнучкими тер моактивними матами (рис.8.9,*г*) чи гнучким теплоізоляційним покриттям із склотканини й скловати. Для цього також застосовують дощаті щити з додатковим утепленням.

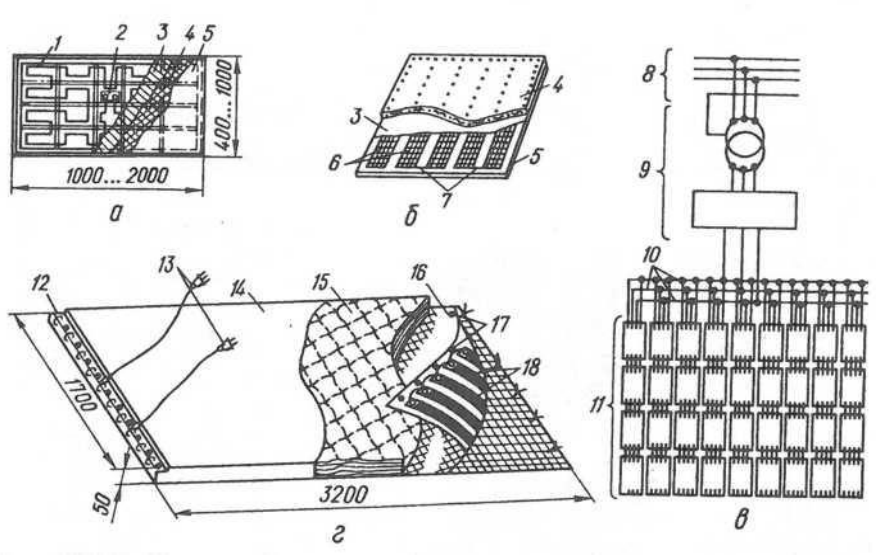


Рис. 8.9. - Конструкції термоопалубки і термоактивного гнучкого покриття: *а* — панель опалубки з нагрівальним кабелем; *б* — те саме, із сітчастим нагрівником; *в* — схема розташування панелей; *г* — термоактивний мат; *1* — кабель; *2* — клемна колодка; *3* — листи азбесту; *4* — мінеральна вата; *5* — лист фанери; *6* — сітчасті нагрівники; *7* — розвідні шини; *8* — електромережа з напругою 380 В; *9* — знижувальний трансформатор; *10* — шини; *11* — нагрівальні елементи; *12* — притискні планки; *31* — рознімання; *14* — захисний чохол; *15* — теплоізоляція; *16* — склотканина; *17* — отвори для кріплення теплоізоляції; *18* — вуглецеві стрічкові нагрівники

Конвективие обігрівання — це таке, при якому теплова енергія до бетону передається за допомогою теплого повітря чи пари. Бетон до набрання міцності вистоюють у тепляках, що є тимчасовими огороджувальними конструкціями чи спорудами (рис.8.8, *є*). Тепляки бувають об'ємні, що охоплюють всю конструкцію, та секційні, що огороджують тільки частину конструкції. Тепляки виконують з фанери, брезенту чи полімерної плівки. Останнім часом для їхнього влаштування застосовують надувні двостінні конструкції з синтетичних матеріалів. За допомогою електричних чи парових калориферів у тепляках підтримують потрібні температуру (від 5 до 15 °С) і вологість.

У тепляках бетонують конструкції тоді, коли на відкритому повітрі це робити неможливо (чи потрібні значні перерви для обігрівання робітників, чи знижується якість бетону при значному морозі, наприклад до -60 °С).

При обігріванні бетону парою між огорожею (два шари бетону чи інвентарні щити) й опалубкою чи поверхнею бетону (рис.8.8, *е*) залишають порожнину не менше ніж 15 см завширшки, яку заповнюють насиченою парою низького тиску (0,05-0,07 МПа) з максимальною температурою до 70-95 °С. Режим обігрівання бетону передбачає швидкість розігрівання не більше ніж 5-10 °С/год, ізотермічне вистоювання й остигання із швидкістю до 10 °С/год. Цей спосіб застосовують, якщо на будмайданчику є достатня кількість пари і температура повітря не нижче ніж -15 °С для немасивних конструкцій.

20.6. Виконання бетонних робіт в умовах сухого жаркого клімату

Сухий жаркий клімат характеризується тривалим спекотливим літом (більше ніж 100 днів на рік), високими денними температурами (25 °С і вище) і низькою відносною вологістю (50 % і менше). При цьому відбуваються значні нагрівання будівельних конструкцій протягом дня внаслідок інтенсивної сонячної радіації, значні перепади температури і вологості протягом доби, значні випаровування вологи від дії сухого вітру.

До районів із сухим жарким літом належать південні області України, але особливості виконання робіт у таких умовах слід ураховувати і в інших місцях, коли в окремі періоди має місце суха жарка погода з температурою вище ніж 25 °С і відносною вологістю повітря менше ніж 50%.

На технологію бетонних робіт за перелічених умов впливають такі чинники:

підвищена температура бетонної суміші, що потребує збільшення її початкової рухливості;

швидка втрата бетонною сумішшю рухливості під час її транспортування й укладання внаслідок прискореного тужавлення цементу й інтенсивної втрати вологи;

інтенсивне збезводнювання бетону, що призводить до значних втрат міцності (до 50 % за місячний період вистоювання), втрат довговічності та погіршення інших його властивостей;

розвиток значної пластичної (початкової) усадки бетону, що викликає розтріскування (особливо залізобетонних) конструкцій.

Вплив цих чинників зумовлює зміни технології виконання бетонних робіт, які передбачають досягнення належної якості бетону за рахунок: зниження температури приготування бетонної суміші; застосування заходів щодо збереження низької температури бетонної суміші під час транспортування; запобігання зневоднюванню бетону після укладання його в опалубку; скорочення часу вистоювання бетону.

Щоб забезпечити більш низьку температуру бетонної суміші під час її приготування, змочують охолодженою водою заповнювачі, обдувають їх холодним повітрям, додають лід до 50 % маси води. Для запобігання нагріванню води в трубопроводах і резервуарах їх захищають теплоізоляцією. Температура бетонної суміші на час відправки її із заводу не повинна перевищувати 25 °С, бо вже за цієї температури виникають труднощі з її укладанням та ущільненням. Транспортувати суміш температурою вище 35 °С заборонено: така суміш швидко тужавіє і її укладання стає неможливим.

Для збереження технічної в’язкості й рухливості суміші в процесі приготування в неї вводять водоутримувальні та пластифікувальні добавки (наприклад, СП). Тривалість перемішування збільшують на 30-50 %.

Транспортування бетонної суміші має забезпечувати збереження необхідної її температури і рухливості. Для цього застосовують закриті теплозахисні транспортні засоби. Тривалість транспортування бетонної суміші температурою 25 °С не повинна перевищувати 30-50 хв, а суміші температурою 30°С — 15-25 хв. Якщо цей термін більший за допустимий (визначений з умови втрати не більше ніж 25 % початкової рухливості), доцільно переходити на доставления в автобетонозмішувачах сухих чи частково приготованих сумішей з добавками — уповільнювачами тужавлення типу СП.

Укладають бетонну суміш при її температурі не більше ніж 25 °С, а в масиві — при температурі 20 °С (ці вимоги не поширюються на попередньо розігріті суміші, у яких унаслідок швидкого твердіння пластична усадка виявляється слабо).

Перед початком бетонування місце укладання суміші захищають від сонячних променів щитами чи навісами, а також охолоджують арматуру та опалубку обприскуванням холодною водою. Дерев’яну опалубку підтримують у вологому стані.

Укладати суміш треба так, щоб кожна чергова укладена порція мала найменшу відкриту поверхню; після ущільнення та загладжування її слід накрити вологомісткими матеріалами. Якщо на поверхні бетону виникли тріщини від швидкого зневоднювання і пластичної усадки, потрібно не пізніше ніж через 1 год після закінчення укладання суміші виконати повторне (поверхневе) вібрування, що знищує тріщини і запобігає появленню нових, але тільки з дозволу керівництва будовою і під наглядом лабораторії.

Догляд за бетоном розділяють на два періоди: початковий та основний.

Початковий догляд за бетоном виконують, як мінімум, до моменту набрання бетоном міцності 0,5 МПа. У цей період захищають поверхню

бетону від випаровування вологи з метою запобігання ранньому виникненню тріщин на поверхні. Для цього відкриту поверхню покривають брезентом, щитами чи захисними плівками. Тривалість початкового догляду становить 4-8 год і залежить від виду конструкцій, погодних умов та інших чинників і встановлюється будівельними лабораторіями під час виконання робіт. Тривалість початкового догляду доцільно скорочувати через штучне прискорення твердіння бетону.

В основний період догляду, до набрання бетоном 70 % проектної міцності, підтримують потрібну для твердіння вологість. У цих умовах поверхню конструкцій доцільно залишати покритою водонепроникними плівками. Застосовують також вистоювання бетону під шаром води (спосіб «покривних водяних басейнів»): опалубку влаштовують з бортиком 68 см заввишки і після закінчення початкового періоду догляду заливають поверхню конструкції шаром води 35 см завтовшки. Для зменшення випаровування води з поверхні басейну застосовують речовини, що утворюють на поверхні води тонкий захисний шар (наприклад, із відпрацьованих мастил). Воду для покривних басейнів підігрівають до температури не нижче укладеної бетонної суміші. Це дає змогу уникнути температурних напружень у бетоні.

Після досягнення бетоном заданої міцності бажано захистити поверхню бетону від швидкого висихання, витримуючи її ще додатково дві- три доби під покриттям без зволожування.

В умовах жаркого сухого клімату ефективним є прискорене вистоювання бетону, яке дає змогу виключити основний період догляду за бетоном, знизити трудомісткість й інтенсифікувати роботи. Прискорене твердіння бетону значно зменшує можливість раннього розтріскування бетону, оскільки запобігає розвитку пластичної усадки. Для прискореного твердіння бетону застосовують раніше описані методи теплової обробки: електропрогрівання, контактне обігрівання, попереднє розігрівання бетонної суміші та ін.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. З якою метою здійснюється ущільнення бетонної суміші?
2. Назвіть основні способи ущільнення бетонної суміші.
3. На чому засноване вібрування бетонної суміші?
4. Яка оптимальна тривалість вібрування бетонної суміші?
5. Як розрізняють вібратори за способами дії на ущільнювану бетонну суміш?
6. Від чого залежить радіус дії вібратору?
7. Для ущільнення бетонної суміші в яких конструкціях застосовують поверхневі вібратори?
8. Як поділяються поверхневі вібратори?
9. Для ущільнення бетонної суміші в яких конструкціях застосовують зовнішні вібратори?
10. Коли доцільно ущільнювати бетонну суміш трамбуванням?
11. Коли доцільно ущільнювати бетонну суміш штикуванням?
12. Коли доцільно ущільнювати бетонну суміш коткуванням?
13. Коли доцільно ущільнювати бетонну суміш вакуумуванням?
14. За допомогою якого устаткування виконують вакуумування?
15. Коли має бути завершеним процес вакуумування?
16. Де доцільно розташовувати робочі шви при бетонуванні вертикальних елементів?
17. Де доцільно розташовувати робочі шви при бетонуванні горизонтальних елементів?
18. Коли відновлюють бетонування в місцях утворення робочих швів?
19. Назвіть спеціальні методи бетонування.
20. Коли застосовують напірний метод бетонування?
21. За допомогою якого устаткування виконують напірне бетонування?
22. У чому полягає метод роздільного бетонування конструкцій?

23. Назвіть основні методи підводного бетонування.

24. Коли застосовують метод вертикально переміщуваної труби?

25. За допомогою якого устаткування виконують бетонування методом вертикально переміщуваної труби?

26. Коли застосовують метод висхідного розчину?

27. За допомогою якого устаткування виконують бетонування методом висхідного розчину?

28. Які конструкції зводять методом утрамбування бетонної суміші?

29. Які конструкції улаштовують методом торкретування?

30. За допомогою якого устаткування виконують торкретування?

31. У чому полягає догляд за бетоном?

32. У чому полягає активізація твердіння бетону?

33. У чому полягає контроль міцності бетону?

34. Якими методами визначають міцність бетону?

35. Коли починають знімання опалубки?

36. Як знімають несівну опалубку?

37. Як виправляють дефекти бетонування?

38. Назвіть особливості впливу зимових умов на процес твердіння бетону.

39. Дайте визначення терміну «критична міцність бетону».

40. Як здійснюється приготування бетонної суміші у зимових умовах?

41. Як здійснюється транспортування бетонної суміші у зимових умовах?

42. Як здійснюється укладання бетонної суміші у зимових умовах?

43. Назвіть методи вистоювання бетону.

44. Які чинники впливають на виконання бетонних робіт в умовах сухого жаркого клімату?

45. Як здійснюється приготування бетонної суміші в умовах сухого жаркого клімату?

46. На які періоди розділяється догляд за бетоном в умовах сухого жаркого клімату?

ЛІТЕРАТУРА

1. Технологія будівельного виробництва: Підручник/ В.К. Черненко, М.Г. Ярмоленко, Г.М. Батура та ін.; За ред. В.К. Черненка, М.Г. Ярмоленко, - К.: Вища школа, 2002. - 430 с.
2. Технология и организация монтажа строительных конструкций: Справочник/ В.К. Черненко, В.Ф. Баранников, А.Я. Волынский и др.; Под ред. В.К. Черненко, В.Ф. Баранникова. - К.: Будивэльник, 1988. - 276 с.
3. Технология возведения зданий и сооружений: Учеб. / В.И. Теличенко, А.А. Лапидус, О.М. Терентьев, В.В. Соколовский. - М.:Высш. шк., 2002. - 320 с.
4. Технология возведения зданий и сооружений: Учеб. / О.М. Терентьев. - Ростов н/Д.: Феникс, 2006. - 573 с.
5. Технология, механизация и автоматизация строительства: Учеб. /С.С. Атаев, С.Я. Луцкий, В.А. Бондарик и др.; Под ред. С.С. Атаева, С.Я. Луцкого. - М.: Высш. шк., 1990. - 592 с.
6. Технологія монтажу будівельних конструкцій навч. посіб. /К. Черненко, О.Ф. Осипов, Г. М. Тонкачеєв та ін.; За ред. В. К. Черненка. - К.: Горобець Г. С., 2010. - 372 с.
7. Современные технологии в строительстве. / А. И. Менейлюк, В. С.Дорофеев, Л. Э. Лукашенко, Н. В. Олейник, В. И. Москаленко,Ф. Петровский, В. Г. Соха. - К. : Освіта України. Серия: Современное строительство, Кн. 3, 2010. - 550 с.
8. Швиденко В. И. Монтаж строительных конструкций : Учеб. пособие- М.: Высш. шк., 1987.-423 с.: ил.

ТЕМА №21

ПОКРІВЕЛЬНІ РОБОТИ

21.1.1. Класифікація сучасних покрівельних покриттів.

21.1.2. Сучасні технології улаштування м'яких покрівель.

21.1.3. Покрівлі з рулонних матеріалів.

Література

1. ДБН В.2.6.-14-97 «Конструкції будинків і споруд. Покриття будинків і споруд». Держкоммістобудування України. Київ 1998.

2. ДСТУ Б В.2.7-101-2000 «Будівельні матеріали. Матеріали рулонні покрівельні та гідроізоляційні. Загальні технічні умови». Держкоммістобудування України. Київ 2000.

3. Технологическая карта на устройство и ремонт кровель из битумно-полимерных наплавляемых рулонных материалов «Акваизол». Завод кровельных материалов «Акваизол». Харьков-2003.

4. Рекомендации по применению в кровлях и гидроизоляции наплавляемых рулонных материалов «Филизол». ОАО «Завод Филикровля». Москва 2005.

5. Методические указания к выполнению курсовой работы «Применение новых технологий в строительстве» Ч 2. Пример выполнения технологической карты на устройство кровли из битумно-полимерного наплавляемого рулонного материала АКВАИЗОЛ. Одесса 2004.

6. «Современные технологии устройства кровель». Учебное пособие. Менейлюк А.И., Лукашенко Л.Э., Козлюк Э.И., Москаленко В.И., Петровский А.Ф. ООО «ЭДЭНА», Харьков, 2006.

Короткі теоретичні відомості

У технології будівництва під покрівлею розуміють верхнє водоізоляційне покриття, яке захищає будівлі і споруди від проникнення атмосферних опадів. Покрівля має бути морозо- і термостійкою, міцною настільки, аби

витримувати навантаження від снігу та вітру, а під час розміщення на ній додаткових елементів (наприклад, зимового саду, газону та ін.) – витримувати ще й технологічне навантаження.

Роботи з улаштування покрівель називаються покрівельними. Технологія покрівельних робіт визначається, перш за все, видом використовуваних покрівельних матеріалів.

Покрівлі роблять з рулонних матеріалів (рулонні), мастик (мастичні) і з штучних матеріалів (азбестоцементні, черепичні, металеві тощо).

Індустріальними прийнято називати такі покрівлі, які зроблені без вживання покрівельних матеріалів. В цьому випадку, водозахисну роль виконує монолітний спеціальний бетон з високими гідроізоляційними показниками або плити з такого бетону.

Багатофункціональними або покрівлями що експлуатуються називають покрівлі, які окрім виконання водозахисних функцій, служать основою для спортивних, оглядових або вертолітних майданчиків, садів, ресторанів тощо.

На українському ринку покрівельних матеріалів зараз склалася ситуація, коли старі матеріали (часто морально застарілі), продовжують вироблятися і застосовуватися, але в той же час з'являються і використовуються нові сучасні матеріали. Їх можна класифікувати за різними ознаками.

Укладачі даного плану лекцій навмисно відійшли від загальноприйнятої

класифікації, яка найчастіше використовується в спеціальній літературі. Тому пропонується така класифікація покрівельних матеріалів (рис.1.1) з врахуванням специфіки технології їх використання і вже накопиченого досвіду практичного використання.

Покрівельні роботи серед інших будівельних робіт є одними з найбільш

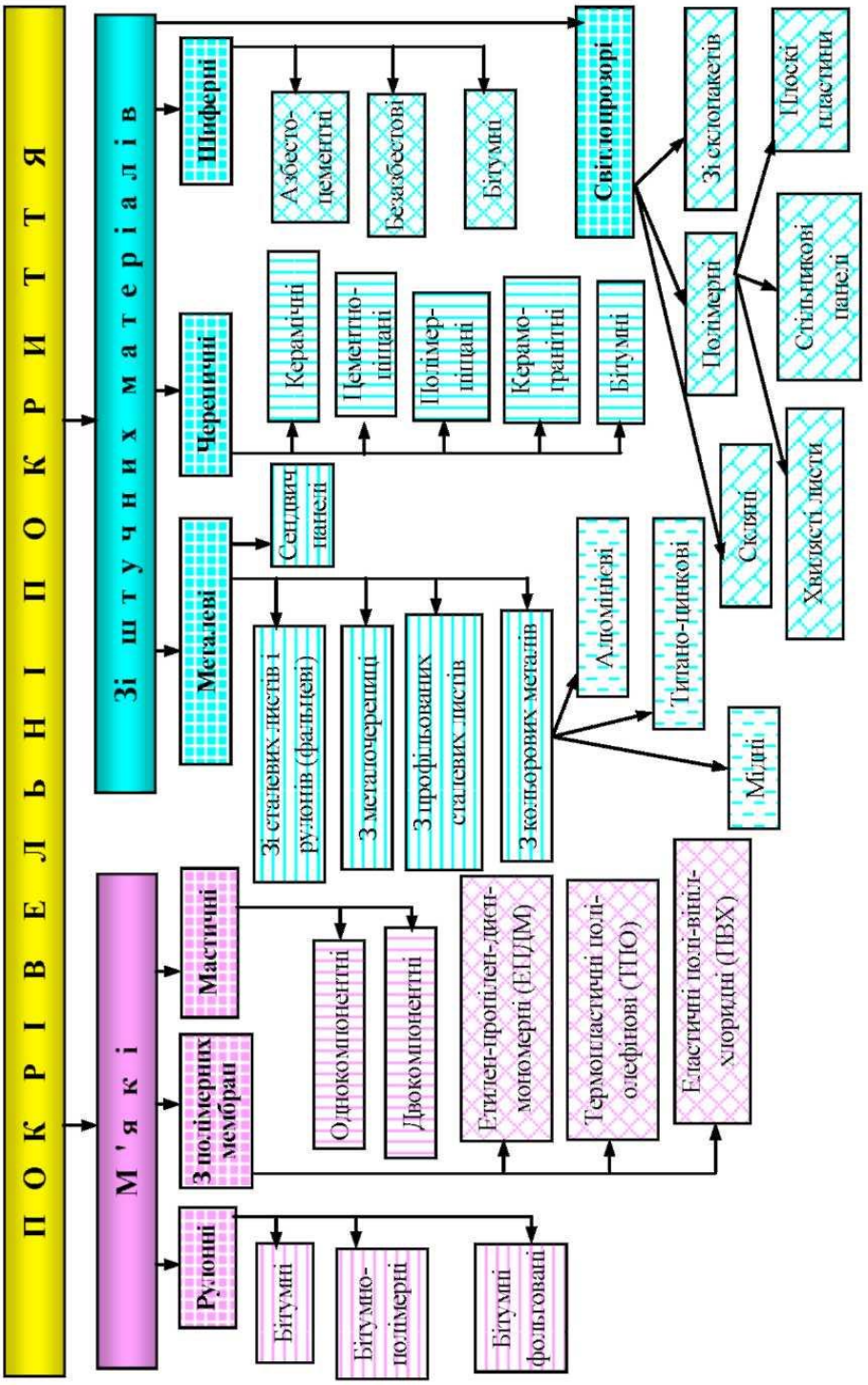


Рис.1.1 – Класифікація матеріалів покрівельних покриттів

трудомістких і найменш механізованих. Тому дуже важливе значення набуває питання вибору конструктивно-технологічного рішення покрівель. Він залежить від типу та класу споруди, типу і конструкції даху, його ухилу, а також місця улаштування покрівлі.

У всі часи зведенню дахів на будинках приділялася особлива увага, постійно удосконалювалися їх конструкції, технології улаштування, застосовувалися нові матеріали.

Протягом декількох десятиліть в масовому будівництві широко застосовувалися покрівлі на основі бітумних матеріалів. Їх називали «м'якими покрівлями». Вони з успіхом застосовуються і сьогодні як при ремонті та реконструкції старих будівель, так і при будівництві нових. Проте, сьогодні у цій галузі будівництва відбулася справжня революція.

З'явилася величезна кількість модифікованих, покращених спеціальними добавками бітумних матеріалів на негниючій основі, абсолютно нові типи м'яких покриттів: полімерні мембрани, двокомпонентні мастики і ін. На сьогоднішньому ринку присутня величезна кількість таких матеріалів.

З появою бітумно-полімерних матеріалів почалася нова ера у цій галузі, і зараз обсяги їх випуску зростають з кожним роком.

Такі зміни вимагають кардинальної переміни у технології улаштування покрівель з бітумних матеріалів, а також розробки принципово нових технологій (в разі використання полімерних та інших сучасних ефективних матеріалів).

Рулонні матеріали є полотнищами, скрученими у рулони. Полотнища випускаються шириною близько 1000 мм і завдовжки від 7 до 20 м, довжина полотнища визначається товщиною матеріалу, яка зазвичай складає 1,0-6,0 мм.

Рулонні матеріали можуть забезпечувати водонепроникність навіть при нульових ухилах, а верхня межа рекомендованих ухилів складає 45-50°С. Покрівельний килим з сучасних рулонних матеріалів, є як правило, двошаровим, тому розрізняють матеріали для нижнього і для верхнього шарів (рис.1.2). Вага 1 $м^2$ покрівельного килиму залежно від виду матеріалу і кількості шарів складає, приблизно, від 5 до 12 кг.

Рулонні покрівельні матеріали розрізняють за наступними основними ознаками:

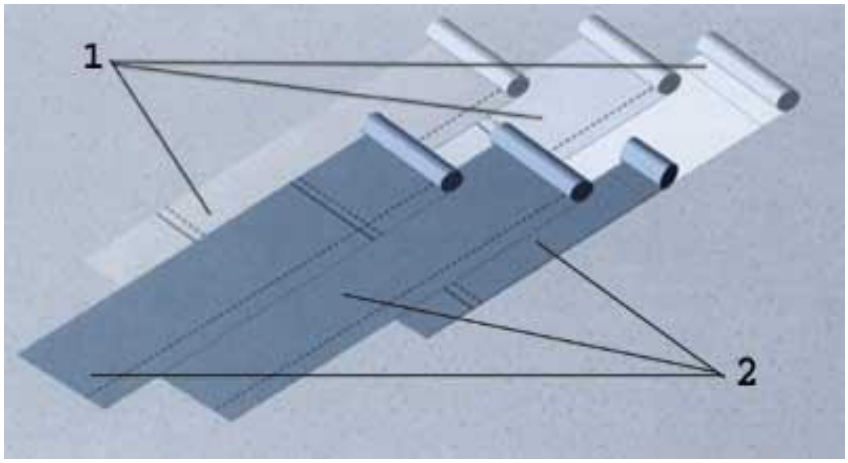


Рис. 1.2. Схема укладання бітумного рулонного матеріалу:
1 - нижній шар; 2 - верхній шар.

- За структурою полотна:
  - основні (одно- і багатоосновні);
  - безосновні.
- За видом основи:
  - на картонній основі;
  - на азбестовій основі;
  - на скловолокнистій основі;
  - на основі з полімерних волокон;
  - на комбінованій основі.
- За видом компонентів покривного складу або в'яжучого матеріалу:
  - бітумні (що наплавляються та не наплавляються);
  - бітумно-полімерні (що наплавляються, що не наплавляються);
  - полімерні (еластомерні, вулканізовані й невулканізовані, термопластичні).
- За видом захисного шару:
  - матеріали з посипанням (грубозернистим лускатим, дрібнозернистим, пилоподібним);
  - матеріали з фольгою;
  - матеріали з плівкою.

У наш час на ринку присутні рулонні матеріали декількох поколінь, для виробництва яких застосовуються різні компоненти, як для основи, так і для покривних шарів.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. *На які основні типи діляться технології улаштування покрівель?*
2. *Які Ви знаєте сучасні технології виконання м'яких покрівель?*
3. *Для яких типів дахів застосовуються технології з використанням рулонних матеріалів?*
4. *З яких матеріалів влаштовують гідроізолюючі частини покрівель?*
5. *Які основні способи укладання рулонних покрівельних матеріалів?*

21.2.1. Сучасні технології улаштування м'яких покрівель.

21.2.2. Покрівлі з полімерних мембран.

21.2.3. Мастичні покрівлі.

Література

1. ДБН В.2.6.-14-97 «Конструкції будинків і споруд. Покриття будинків і споруд». Держкоммістобудування України. Київ 1998.

2. ДСТУ Б В.2.7-101-2000 «Будівельні матеріали. Матеріали рулонні покрівельні та гідроізоляційні. Загальні технічні умови». Держкоммістобудування України. Київ 2000.

3. «Современные технологии устройства кровель». Учебное пособие. Менейлюк А.И., Лукашенко Л.Э., Козлюк Э.И., Москаленко В.И., Петровский А.Ф. ООО «ЭДЭНА», Харьков, 2006.

Короткі теоретичні відомості

Доля полімерних мембран на ринку покрівельних матеріалів неухильно зростає. У першу чергу, – за рахунок широкого використання мембран на будівлях, що знов зводяться, коли якість є визначальним показником. Крім того, – за рахунок зменшення долі застарілих наплавлювальних матеріалів і технологій (руберойд тощо) при реконструкції існуючих покрівель.

Полімерні мембрани - особливий клас матеріалів, з яким пов'язаний принципово новий підхід до улаштування покрівель. До переваг полімерних мембран відноситься:

1. Довговічність. Прогнозований термін служби покрівлі з полімерної мембрани - більше 50 років.

2. Висока продуктивність при улаштуванні таких покрівель. Пропоновані виробниками рулони різної ширини (від 1 до 1,5 м), дозволяють гідроізолювати покрівлі будь-якої складності з мінімальною кількістю швів.

3. Можливість виконувати роботи круглий рік, не міняючи технології, при незмінно високій якості.

4. Висока міцність, еластичність, атмосферостійкість. Стійкість до окислення і дії ультрафіолетових променів, морозостійкість мембрани і комплектуючих.

Різноманітність полімерних мембран і детально розроблені технології монтажу дозволяють знайти оптимальне рішення практично для будь-якої покрівлі. Використання полімерних мембран особливо ефективне і економічно виправдане на плоских покрівлях новобудов і крупних виробничих і громадських будівель.

Існує декілька способів укладання полімерних мембран.

Укладання мембрани на гарячий бітум виконується шляхом повного приклеювання її з використанням гарячого бітуму В 100/25. Витрата бітуму складає близько 1,8 кг/м^2. Температура укладання склеювальної маси повинна складати не менше 180°С в місцях укладання, аби забезпечити бездоганне з'єднання. Область подовжніх швів і поперечних стиків слід тримати чистими від бітуму. Укладання відбувається з напуском зрізів не менше 8см. Шви і стики зварюються за допомогою гарячого повітря автоматичним зварювальним апаратом.

Укладання методом наплавлення. При такому методі нижній шар бітуму розплавляється і полотно мембрани легким притисненням укладається в рідку бітумну масу. Повздовжні шви і поперечні стики з шириною напуску

не менше 8 см одночасно розігріваються і притискаються разом з основним полотном. Матеріал розплавляється за допомогою багатофорсункового газового пальника. Використання однофорсункового газового пальника допускається лише для примикань або при невеликих ремонтних роботах.

Перед укладанням багатошарової мембрани на бетонну поверхню необхідно нанести спеціальную грунтовку і заповнювач. Грунтовка може складатись, наприклад, з 2-х компонентної епоксидної смоли. Епоксидна смола має бути стійка до дії температури, не містити розчинників і наповнювачів. Заповнювач теж складається з такої ж епоксидної смоли і захищає бетонну поверхню. Великі нерівності на бетонній поверхні вирівнюються сумішшю, що складається з епоксидної смоли і кварцового піску. Не дозволяється використовувати бітумний праймер.

Окрім двох технологій, приведених вище, на сьогодні розроблено ще декілька способів улаштування покрівлі з полімерних мембран, так званих покрівельних систем для плоских і скатних дахів будівель, що будуються і реконструюються:

- баластна система
- механічно закріплювана система
- система «рейка в шві»
- приклеювана система.

Різні системи передбачають різні способи кріплення мембран, з яких проектувальник повинен вибрати оптимальний варіант для кожного конкретного випадку.

Вибір технічно правильної системи - не просте завдання. Залежно від типа основи (монолітної, бетонної, металевої або дерев'яної) розроблені спеціальні таблиці, в яких можна знайти інформацію про конструктивні особливості будівель (основа, несуча здатність, ухил), а також опис технічних вимог до підстилаючих шарів мембрани (теплоізоляція, поверхні основи).

Мастика є рідко-в'язкою однорідною масою, яка після нанесення на

поверхню і затвердіння перетворюється на монолітне покриття.

За складом мастики ділять на бітумні, бітумно-полімерні й полімерні. До складу мастик може входити розчинник, наповнювачі і різні добавки.

Бітумні, бітумно-полімерні і полімерні мастики відрізняються від аналогічних рулонних матеріалів тим, що формуються в покриття (плівку, мембрану) на поверхні покрівлі і, в принципі, мають такі ж властивості. Їх можна застосовувати як для нових покрівель, так і ремонту всіх видів старих.

Сучасні мастики мають широкий спектр кольорів. Для цього в них додають барвники, що можна робити як в заводських, так і в будівельних умовах перед застосуванням мастики.

Сучасні мастики не вимагають попереднього розігрівання (так звані «холодні мастики») і, розрізняючись за складом, поділяються на однокомпонентні й двокомпонентні.

Для поліпшення міцносних характеристик мастичних покрівель, їх можна армувати склополотном або склосіткою. Склосітка - це ткана сітка з дуже міцних склониток. Склосітки розрізняються за товщиною ниток і розміром вічок. Склополотно - це полотнище з довільно розташованого скловолокна. Обидва матеріали характеризуються великою механічною міцністю, тому їх і прийнято використовувати як армуючі прокладки. Армування підвищує міцність, але знижує еластичність мастичного покриття, тому необхідно з'ясувати, що для даної покрівлі краще. Часто армування виконують в окремих вузлах примикання і сполучення деталей покрівлі.

До переваг мастичних покриттів можна віднести відсутність місць стиків і швів в гідроізоляційному покрівельному килимі.

Технологічність нанесення мастик механізованим (повітряним розпилювачем) або ручним способом дозволяє просто і надійно виконувати покрівельні роботи на поверхні практично будь-яких форм і ухилів. Особливо помітна ця перевага при улаштуванні покрівлі з численними примиканнями, вузлами і деталями. У цих місцях (біля шахт, труб, стійок, несучих конструкцій) товсті рулонні матеріали потрібно викроювати по складних формах, що помітно збільшує трудомісткість

робіт і знижує якість. Крім того, застосування кольорових мастик дозволяє істотно поліпшити архітектурну виразність будь-якого даху, особливо складної форми.

Мастики незамінні при ремонті практично усіх видів покрівель: мастичних, рулонних, металевих, азбестоцементних, бетонних і тому подібне При цьому ремонт проводиться, як правило, без видалення старої покрівлі. Виняток становлять покрівлі з руберойду, що мають велику кількість шарів після численних ремонтів. В цьому випадку розчищення від старого килима стає необхідним. Перевага мастик полягає ще і в тому, що ізоляційний шар утворюється з одного матеріалу за один робочий цикл за допомогою простого технологічного оснащення.

Деякі марки сучасних мастик можна наносити на вологу або навіть мокру поверхні. При цьому зберігається висока адгезія до всіх видів матеріалів, що дозволяє продовжити сезон виконання будівельних робіт. Наносяться вони і на іржаву металеву поверхню без попередньої механічної зачистки.

Особливо доцільні мастики на поєднаних дахах. Покрівельне покриття таких дахів більшою мірою перебуває під дією водяної пари, що піднімається вгору і що заставляє «працювати» покрівельне покриття на відрив. Більшість покрівельних мастик, так звані «дихаючі» мастики. У цьому випадку вони забезпечують підвищену надійність покрівлі не лише за рахунок сильної адгезії до цементно-піщаного розчину стяжки або бетону покрівельної панелі. Паропроникність мастичної плівки виключає здуття. Це дуже важлива відмінність від рулонних покрівель.

Недолік мастичного покриття полягає в тому, що важко добитися гарантованої товщини ізолюючої плівки, особливо при великих ухилах і нерівних поверхнях. Тому необхідно або ретельно готувати поверхню, або збільшувати витрату матеріалу. І те і інше приводить до зростання вартості покриття.

На сьогоднішній день розроблені мастики, які дозволяють контролювати якість і товщину покриття, а також мінімізувати витрату матеріалу завдяки використанню оригінального методу - нанесенню мастики в два шари.

Спочатку наноситься перший шар одного кольору, а потім другий - контрастного кольору. Причому, товщина покриття другого шару, що наноситься, має бути така, аби перший шар не просвічував.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. *Що таке мастична покрівля?*
2. *Які переваги мастичних покрівель?*
3. *Які матеріали використовуються для армування мастичної покрівлі?*
4. *Які особливості технології улаштування покрівлі з полімерних мембран?*

21.3.1. Сучасні технології улаштування покрівель з штучних матеріалів
21.3.2. Металеві покрівлі.

Література

1. ДБН В.2.6.-14-97 «Конструкції будинків і споруд. Покриття будинків і споруд». Держкоммістобудування України. Київ 1998.

2. ДСТУ Б В.2.7-101-2000 «Будівельні матеріали. Матеріали рулонні покрівельні та гідроізоляційні. Загальні технічні умови». Держкоммістобудування України. Київ 2000.

3. «Современные технологии устройства кровель». Учебное пособие. Менейлюк А.И., Лукашенко Л.Э., Козлюк Э.И., Москаленко В.И., Петровский А.Ф. ООО «ЭДЭНА», Харьков, 2006.

Короткі теоретичні відомості

Металеві покрівлі на сьогоднішній день досить широко застосовуються як покриття як для малоповерхових будинків-котеджів, так і для багатоповерхових житлових і громадських будівель. Застосовуються такі покрівлі і для виробничих споруд, у тому числі із складною формою дахів. Велика частина історичної забудови в крупних містах з покрівлями з листів оцинкованої сталі, вимагає ремонту. Все це обумовлює стійкий попит на металеві покрівельні покриття різних типів.

У спеціальній літературі часто зустрічається класифікація, в якій металеві покрівлі відносять до листових (або штучних) матеріалів. На сьогодні це не зовсім коректно, оскільки з'явилися нові сучасні рулонні технології улаштування металевих покрівель.

Можна виділити наступні основні типи металевих покрівель:

- плоскі покриття з листової або рулонної сталі; виконані за технологією фальца (інколи з невеликими ребрами жорсткості) (рис. 2.1);



Рис. 2.1. Об'єкти з фальцевою рулонною покрівлею

- покриття з профільованих сталевих листів (рис. 2.2);

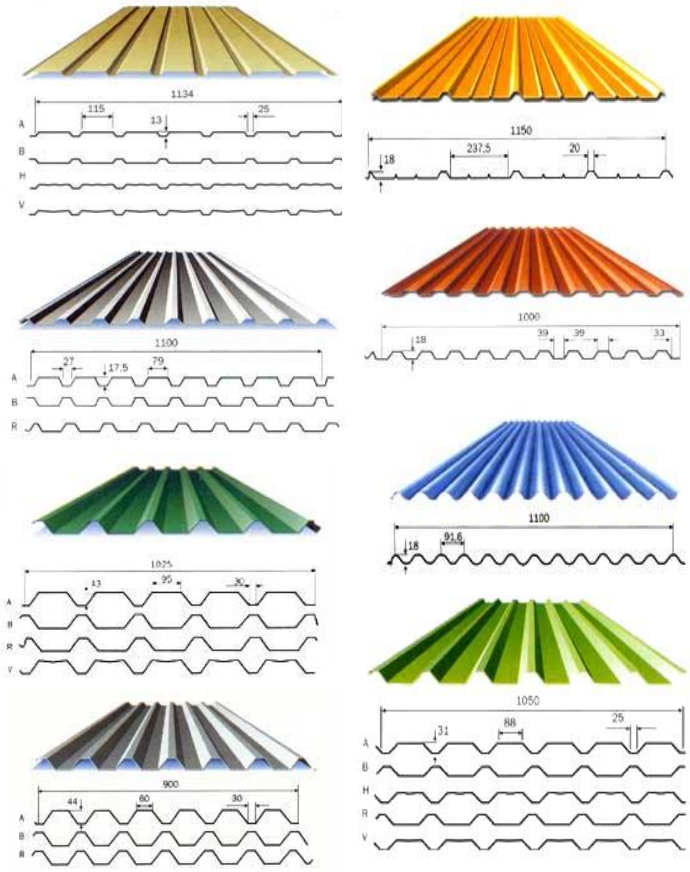


Рис. 2.2. Різні типи профільованих листів

- покриття, що імітують черепицю (металочерепиця) (рис. 2.3);

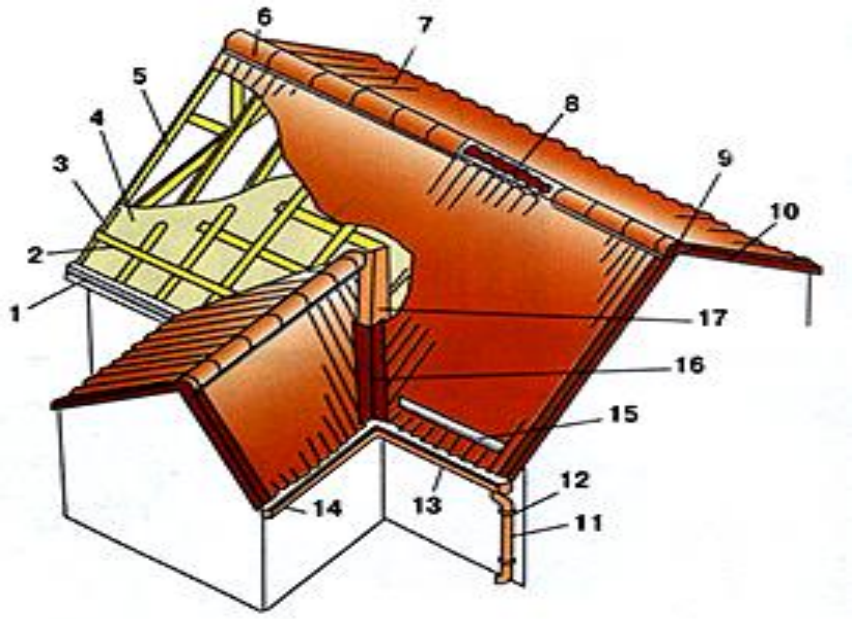


Рис. 2.3. Схема покрівлі з металочерепиці.

1 - карнизна планка; 2 - дошка обрешетування; 3 - спадний брус контробрешетування; 4 – гідроізоляційна плівка (якщо передбачене утеплення); 5 - кроква; 6 -гребінь; 7 - листи металочерепиці; 8 - ущільнювач гребеня; 9 - заглушка гребеня; 10 - вітрова дошка; 11 - водостічна труба; 12 - держак труби; 13 - водостічний жолоб;14 - держак жолоба; 15 - сніговий бар'єр;16 - розжолобок зовнішній; 17 - розжолобок внутрішній

- покрівлі з кольорових металів з різними технологіями улаштування (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Приклади покрівлі з алюмінієвої металочерепиці та титано-цинкової черепиці.

Технології влаштування таких покрівель залежать, звичайно, від матеріалів, розмірів та конфігурації елементів та засобів кріпленя.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. *На які конструктивно–технологічні елементи кріпиться обрешітка?*
2. *Для яких покрівель необхідна обрешітка?*
3. *Які матеріали використовуються в технології улаштування штучних покрівель?*

4. Що таке клямерне кріплення, і для яких покрівель воно застосовується?

5. У чому особливості покрівель з кольорових металів?

6. Як закріплюється профільовані сталеві листи і металочерепиця?

21.4.1. Покрівлі з черепиці

21.4.2. Покрівлі з хвилястих листів

21.4.3. Технології улаштування світлопрозорої покрівлі

Література

1. ДБН В.2.6.-14-97 «Конструкції будинків і споруд. Покриття будинків і споруд». Держкоммістобудування України. Київ 1998.

2. ДСТУ Б В.2.7-101-2000 «Будівельні матеріали. Матеріали рулонні покрівельні та гідроізоляційні. Загальні технічні умови». Держкоммістобудування України. Київ 2000.

3. «Современные технологии устройства кровель». Учебное пособие. Менейлюк А.И., Лукашенко Л.Э., Козлюк Э.И., Москаленко В.И., Петровский А.Ф. ООО «ЭДЭНА», Харьков, 2006.

Короткі теоретичні відомості

Улаштування покрівель з черепиці передбачає укладання, збірку, монтаж елементів повністю заводського виготовлення по заздалегідь встановленому обрешетуванню.

На сучасному будівельному ринку пропонується безліч нових матеріалів, використання яких полегшує монтаж покрівлі, а також забезпечує велику

надійність при виконанні окремих вузлів.

Так, наприклад, для кріплення черепиці до обрешітки замість оцинкованих дротяних скручувань застосовуються корозійностійкі шурупи і противітрові клямери (затискачі). Для кріплення різаної черепиці на розжолобках і хребтах застосовуються спеціальні клямери з нержавіючої сталі.

Для гідроізоляції покрівлі використовуються супердифузійні і дифузійні мембрани. Ці гідроізоляційні матеріали мають дуже важливу для улаштування покрівлі властивість: пари води через них проходять, а сама вода ні. Причому паропроникність настільки висока, що ці матеріали можуть установлюватися впритул до утеплювача.

Для виконання паробар'єра рекомендується використовувати плівки з "дзеркальним" шаром металевого напилення, який сприяє утриманню тепла у приміщеннях під покрівлею.

До нових матеріалів для улаштування покрівельних покриттів сьогодні можна віднести полімерно-піщану, керамогранітну і м'яку бітумну черепицю.

Якщо подивитися старі довідники з будівельних матеріалів, то «шифером» (німецьке Schiefer) називали покрівельні плитки із сланцю. Але вже довгий час сланець, як покрівельний матеріал, практично, не застосовується, а термін «шифер» став синонімом азбестоцементних покрівельних матеріалів, в першу чергу, хвилястих листів (азбестоцементний шифер).

Внаслідок цього, і інші покрівельні матеріали, що мають форму хвилястих листів, часто почали називати шифером: безазбестовий шифер, єврошифер (хвилясті листи з бітумно-полімерних матеріалів). Іноді, хоча і дуже рідко, можна зустріти навіть термін металошифер (хвилясті листи з металу). Відповідно до сказаного під терміном «шифер» розуміються хвилясті покрівельні неметалічні листи.

Хвилясті листи рекомендується застосовувати для покрівель з схилом понад 12°. Матеріал використовують для будівель будь-якого призначення, у тому числі і для малоповерхових будинків.

Азбестоцементний шифер – недорогий, легкий в монтажі і один з найвідоміших в нашому регіоні покрівельних матеріалів. Середня вага 1 м^2 такої крівлі складає 26 кг. Слід зазначити, що в багатьох розвинених країнах, він заборонений до застосування з екологічних міркувань. Азбест, що входить до складу шиферу, має токсичні властивості.

У зв'язку із забороною застосування азбесту в багатьох країнах, його почали замінювати іншими матеріалами: рослинними (целюлоза, джут та інші), мінеральними (лугостійке скловолокно, базальтове волокно, мінералізоване рослинне волокно тощо) і синтетичними (полівінілові та поліакрилонітрилові).



Рис. 4.1. Безазбестові покрівельні листи (ETERNIT).

Безазбестовий або цементно-волокнистий шифер (рис.4.1) - це сучасний варіант традиційного матеріалу. Поверхня листів покривається шаром спеціальної фарби. При цьому вона набуває особливого вигляду й блиску.

Все більшу роль в практиці сучасного будівництва починають грати різноманітні покрівельні світлопрозорі конструкції. Багато з них тільки починають застосовуватися в Україні. В багатьох країнах такі конструкції вже широко використовуються для громадських будівель, малоповерхових будинків і флігелів. Основним завданням світлопропускаючих покрівельних конструкцій є забезпечення природного освітлення внутрішніх приміщень будівлі.

Існує три системи природного освітлення приміщень: бічне, верхнє і комбіноване (і бічне і верхнє). Ця класифікація покладена в основу нормування природного освітлення.

Системи верхнього освітлення (а також їх елементи в комбінованих системах) можуть бути різними - від повністю світлопрозорих покриттів (світлопрозорих покрівель) до точкових ліхтарів.

Світлопропускаючі покрівлі можуть бути виконані у вигляді окремих похилих спадів, арок, пірамід, куполів, багатокутників і тому подібне (рис. 4.2).

Вибір архітекторами систем освітлення визначається, перш за все, призначенням приміщення. Використовуючи сучасні конструкції, що дають справді безмежні можливості при створенні будь-яких типів світлопрозорих покрівель, необхідно все-таки пам'ятати, що основним їх функціональним призначенням є природне освітлення будівель.

Сучасні високі технології в області виробництва скла і нових світлопропускаючих матеріалів, несучих алюмінієвих, сталевих і ПВХ (полівінілхлоридних) профілів, елементів кріплення а також герметиків дозволили розробити велику кількість конструктивно-технологічних вирішень світлопропускаючих дахів, атриумів, куполів, галерей, зенітних ліхтарів тощо.

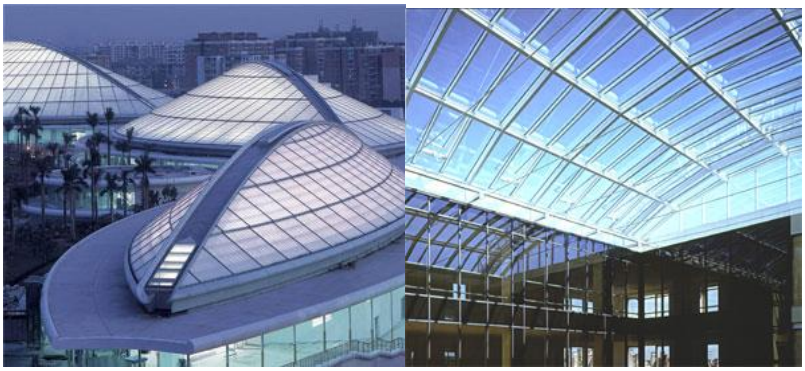


Рис. 4.2. Приклади світлопропускаючих покрівель

Як світлопрозорі матеріали для дахів застосовуються скло або склопакети, а також й різні полімерні матеріали. У кожному конкретному випадку необхідно робити вибір, грунтуючись на доцільності застосування того або іншого

матеріалу, а для цього необхідно знати його властивості і технічні характеристики.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. У чому особливості сучасної технології виконання черепичних покрівель?

2. Як закріплюється на покрівлі м'яка бітумна черепиця?

3. У чому особливості покрівель з кольорових металів?

4. З чого роблять сучасні світлопрозорі покрівлі?

5. Які конструктивно-технологічні рішення існують для улаштування світлопрозорої покрівлі?

ТЕМА №22

ВЛАШТУВАННЯ СУЧАСНИХ ФАСАДНИХ СИСТЕМ

22.1.1. Сучасні конструктивно-технологічні рішення фасадних систем.

22.1.2. Багатошарові системи «мокрого» типу.

22.1.3. Класифікація мокрих способів опорядження фасадів.

22.1.4. Відомості про деякі технології і матеріали, що застосовуються при «мокрому» способі облаштування фасадів.

Література

1. ДСТУ БВ.2.6-34:2008. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги. Мінрегіонбуд України, 2009.

2. ДБН В.2.6-33-2008. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації. Мінрегіонбуд України, 2009.

3. ДБН В. 1.1-7-2002 “Пожежна безпека об’єктів будівництва”

4. «Современные фасадные системы». Учебное пособие. Дорофеев В.С., Менейлюк А.И., Лукашенко Л.Э., Москаленко В.І., Петровский А.Ф., Соха В.Г. Видавництво ТОВ “Освіта України“. Киев. 2007.

Короткі теоретичні відомості

В теперішній час спостерігається зростаючий інтерес до питань застосування сучасних фасадних систем в будівництві.

Наявна різноманітність конструктивних і технологічних рішень, величезний вибір матеріалів для облицювання дозволяє сформулювати безліч варіантів такої системи для кожної будівлі. Для вибору раціонального варіанту в певних умовах необхідно знати особливості кожної фасадної системи

Істотне підвищення нормативних вимог до теплозахисту будівель викликає необхідність їх додаткової теплоізоляції. Це стосується більшої частини будівель і тих, що реконструюються, і нового будівництва.

Існують різні варіанти підвищення теплозахисних властивостей зовнішніх стін. Найбільш ефективне – це утеплення їх із зовнішнього боку. Таке утеплення проводиться двома основними методами. Перший, так званий «мокрий», - із застосуванням штукатурних розчинів. Другий – «сухий» - з використанням конструктивних навісних елементів, що передбачають наявність повітряного прошарку між облицюванням (зовнішнім екраном) і утеплювачем. Такі конструктивно-технологічні рішення отримали назву «вентильовані фасади». Кожен з цих методів вимагає використання конкретного набору матеріалів (елементів), що в сукупності утворюють єдину багатошарову систему.

Незалежно від конструктивної схеми сучасні фасадні системи повинні відповідати ряду вимог. Основні з них такі:

1. При розробці фасадних систем необхідно передбачати можливість їх застосування в будь-яких регіонах України, зокрема, в районах, що вирізняються підвищеною сейсмічною активністю.

2. Для скорочення термінів будівництва й ремонту, впроваджувані системи неодмінно повинні мати такі властивості, як технологічність і ремонтопридатність. Повсюдним погіршенням екологічної обстановки

продиктована ще одна вимога, що пред'являється сьогодні до використовуваних фасадних матеріалів і конструктивних елементів, - їх екологічна чистота. При виборі варіанту облаштування, особливо, коли мова йде про об'єкти масової забудови, важливу роль як і раніше грає співвідношення ціна-якість.

3. На початок робіт з опорядження фасадів повинні бути закінчені всі монтажні, слюсарні і зварювальні роботи й виконані всі підготовчі роботи (очищення поверхонь від бруду, пилу та іржі, сушка покриття антикорозійними сумішами; улаштування пароізоляції). Прямі і гострі кути для окутуючої ізоляції притупляють або закругляють, кріплять пристрої для монтажу технологічного обладнання, укладають гільзи для пропуску сантехнічних і електротехнічних систем.

Особливого значення набуває механізація робіт з облаштування фасадів, з використанням для подачі матеріалів на робоче місце лебідок, кранів малої вантажопідйомності, пневмотранспорту. Роботи на висоті виконують з риштувань й навісних, підвісних, підлогових, самохідних підмощень і майданчиків.

Роботи виконуються спеціалізованими бригадами згідно проекту виробництва робіт (ППР), за графіком, зв'язаним з календарним планом будівельно-монтажних робіт на майданчику.

Схему організації робіт вибирають на основі техніко-економічного аналізу залежно від об'ємів робіт, використаної конструкції фасадної системи і умов будівництва.

При виконанні «мокрих» фасадних систем облаштування складається з наступних етапів. За допомогою синтетичних тонких сіток проклеюються кутові елементи утеплюючих плит. Наноситься невеликий шар (декілька мм) будівельного розчину, в який втоплюється арматурна полімерна сітка. Після цього наноситься шпателем захисний, декоративний шар.

Товщина утеплюючих плит визначається розрахунком залежно від матеріалу і конструкції несучих або огороджувальних стін.

Розглянуті вище способи виконання робіт з улаштування теплоізоляції із застосуванням готових матеріалів є практично однаковими для різних утеплювачів, проте технологічні схеми можуть змінюватися.

Однією з умов успішного функціонування будь-якої теплоізоляційної системи впродовж всього терміну служби фасаду є якість механічного кріплення плит утеплювача, забезпечена багато в чому за рахунок кріпильних елементів. Говорити про те, що вибір системи кріплення і її монтаж здійснені правильно, можна тільки у тому випадку, коли виконані всі вимоги, що пред'являються до кожного з елементів. Причому залежно від типу теплоізоляційної системи ці вимоги можуть суттєво відрізнятися. Це зв'язано, перш за все, з тим, що умови роботи, місце установки, величина навантажень, що сприймаються елементами кріплення, не однакові в системах утеплення «мокрим» методом й в «сухих» системах з повітряним проміжком (вентильовані фасади).

Під системами «мокрого» типу слід розуміти опоряджувальні системи з використанням штукатурних розчинів або облицювань з окремих елементів, що закріпляються на основі за допомогою тужавіючих розчинів.

Поява сухих способів облаштування, вентильованих фасадів і фасадних матеріалів (з металу, пластика, скла, композитних матеріалів тощо) не змогла витіснити таких перевірених способів опорядження, як «мокрі» фасадні системи. Це – штукатурка, облицювання штучними виробами. Традиційні способи необхідні, в першу чергу, для реконструкції історичних об'єктів. Там, де їх не можна замінити ніякими модними облицювальними матеріалами. Не менш широко вони застосовуються і для нового будівництва, як один з найекономічніших способів облаштування фасаду. Звичайно ж, застосування мокрих способів в новому будівництві обумовлене не тільки економічними вимогами, але і великими можливостями «гри» з кольором і фактурою, які надають архітекторам подібні покриття.

Окрім традиційних способів, які часто оновлюються сучасними

матеріалами, з'явилися і нові способи мокрого опорядження. Перш за все, це готові фарбові суміші, які можна застосовувати без штукатурки завдяки їх особливостям: високому ступеню адгезії, міцності, довговічності, в'язкості й можливості створення фактур. Це - теплоізоляційні плити з екструдованого полістиролу із вже нанесеним опоряджувальним шаром тощо.

Аналіз існуючих на сьогодні мокрих способів облаштування фасадів дозволив запропонувати таку їх класифікацію (рис. 5.1.).

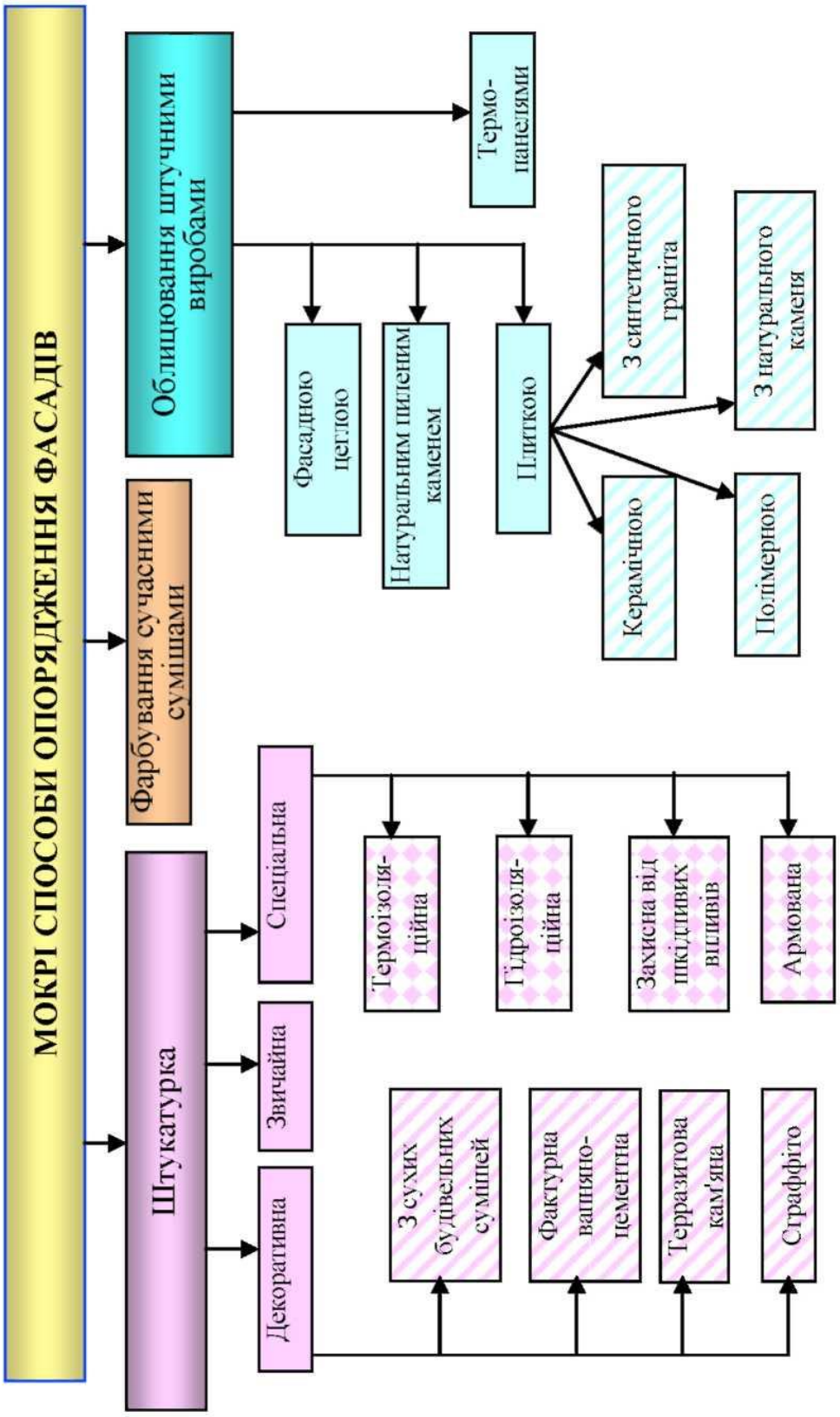


Рис. 5.1. Класифікація застосовуваних «мокрих» способів облаштування фасадів.

Технологія використання сухих будівельних сумішей. Разом з традиційними розчинами, виготовленими з окремих компонентів на будівельному майданчику або заводі, в сучасних фасадних технологіях

використовуються сухі суміші. Сухі будівельні суміші (СБС) є альтернативою традиційним розчинам, які використовуються при опоряджувальних роботах

В цьому випадку всі необхідні компоненти окрім води дозуються і перемішуються в сухому вигляді на заводах з виготовлення СБС. На будівельному майданчику в таку суміш додають тільки воду і перемішують її з компонентами СБС за допомогою дриля із спеціальною насадкою. Після цього отриманий розчин використовують так само, як і традиційний. В умовах заводу набагато простіше строго дозувати компоненти, дотримувати режими перемішування, контролювати якість складових СБС.

Декоративними фасадними штукатурками є товстошарові покриття, що мають визначену структуру. Структура покриття визначається розміром та формою зернистого наповнювача, використовуваним інструментом, а також технологічними прийомами нанесення.

Застосування структурних штукатурок відрізняється рядом незаперечних переваг, як з погляду декоративних властивостей, так і в технологічному плані.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. *Які два основні типи сучасних технологій опорядження фасадів Ви знаєте?*
2. *Завдяки чому фасадна система може мати назву «вентильованої»?*
3. *Які шари містить у собі «мокра» фасадна система?*
4. *Які переваги технологій з використання сухих будівельних сумішей при опорядженні фасадів?*
5. *Які переваги технологій з використанням декоративних штукатурок?*

Яким способом захищаються кути і укоси будівлі при обштукатурюванні?

22.2.1. Особливості технології облицювання фасадів штучними виробами.

22.2.2. Особливості конструктивно-технологічних рішень фасадних систем мокрого типу з утепленням.

22.2.3. Приклади сучасних фасадних систем мокрого типу.

Література

1. ДСТУ БВ.2.6-34:2008. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги. Мінрегіонбуд України, 2009.

2. ДБН В.2.6-33-2008. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації. Мінрегіонбуд України, 2009.

3. ДБН В. 1.1-7-2002 “Пожежна безпека об’єктів будівництва”

4. «Современные фасадные системы». Учебное пособие. Дорофеев В.С., Менейлюк А.И., Лукашенко Л.Э., Москаленко В.І., Петровский А.Ф., Соха В.Г. Видавництво ТОВ “Освіта України“. Киев. 2007.

Короткі теоретичні відомості

Облицювання фасаду штучними виробами (див. класифікацію, рис. 2.4) виконують на цементно-піщаному розчині (облицювальна цегла; легкий пористий пиляний камінь тощо), спеціальних сухих сумішах або готових склеювальних сумішах. Особливе значення при облицюванні фасадів штучними виробами має правильний вибір склеювальної суміші.

Перш за все, він повинен бути морозостійким. Крім того, він повинен відповідати матеріалу облицювання. Це особливо важливо для виробів з низьким показником пористості (полімерні плитки) або великою вагою (гранітні, мармурові плитки). В цьому випадку необхідно використовувати

тільки спеціальні суміші, відповідні типу матеріалу облицювання. Такі суміші, як правило, у декілька разів дорожчі, ніж звичайний клей для плитки.

Іноді, при облицюванні фасадів важкими плитками з натурального каменя використовують додаткове анкерування таких плиток у склеювальний шар. В цьому випадку влаштовують прорізи в торцях плитки, заводять в них анкери з кольорових металів, не схильних до корозії. Інший кінець дротяного анкера залишають в склею вальній суміші.

При опорядженні фасадів шви між плитками просочують гідрофобною сполукою. Якщо опоряджувальний матеріал пористий, то такими сполуками необхідно просочити всю оброблювану поверхню. Технологічні процеси обробки поверхонь, за необхідності, повторюють до утворення стійкого водовідштовхувального шару.

Сьогодні дуже гостро стоїть завдання зниження енерговитрат при експлуатації існуючих та будівництві нових будівель. Один з основних шляхів рішення цієї задачі - істотне підвищення термічного опору огороджувальних конструкцій. Покращуючи теплозахист будівлі, можна скоротити витрату енергії більш, ніж на 35% і досягти теплового комфорту в приміщеннях при нижчих температурах теплоносія, що подається.

Наказом Держбуду України №117 від 27.06.1996 р. були зроблені поправки в нормативних документах з теплозахисту будівель. А потім у 2006 році додатково були посилені вимоги до теплоізоляції у ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будівель та споруд. Теплоізоляція будівель» [19]. У них майже удвічі збільшені норми опору теплопередачі, встановлені принципи проектування огороджувальних конструкцій або більшої товщини, або з використанням теплоізоляції.

Результати техніко-економічних розрахунків показали, що варіант використання теплоізоляції є ефективнішим.

Перехід на виробництво енергоефективних огороджувальних конструкцій, зажадав внесення істотних корективів до практики їх проектування та виготовлення.

В даний час найчастіше застосовуються системи «мокрого» типу, в яких утеплювач жорстко закріплюється на поверхні стіни за допомогою високоадгезійної склеювальної суміші і (або) механічного кріплення (рис. 6.1).

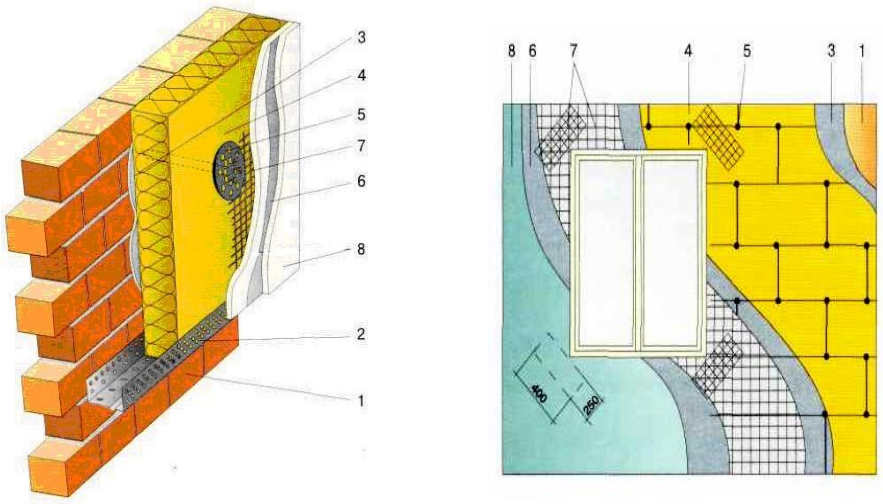


Рис. 6.1. Конструктивно-технологічне вирішення системи теплоізоляції з тонкошаровою штукатуркою
1 - стіна, 2 – алюмінієвий профіль, 3 – полімерцементний клей, 4 – плита утеплювача, 5 – дюбель, 6 – полімерцементний клей, 7 – армуюча склосітка, 8 – захисно-декоративна штукатурка

Основними шарами системи є: утеплювач, армувальний шар та захисно-оздоблювальне покриття.

Таке конструктивно-технологічне рішення, по-перше, виключає передачу усадкових деформацій на опоряджувальний штукатурний шар. По-друге, дія температурних і вітрових навантажень на поверхню штукатурки не передається на несучі елементи конструкції. Тому в штукатурному шарі не виникає напруги, що приводить до руйнування і появи помітних тріщин на фасаді будови.

Як утеплювач, як правило, використовують мінераловатні або скловатні плити. Як арматура використовується сталева гладка оцинкована сітка. Кріплення, виконане з нержавіючої сталі, прикріплюється до стіни за

допомогою дюбелів з поліаміду.

Штукатурне покриття складається з трьох шарів. Перший шар - набриск - наноситься на штукатурну сітку і створює основу для другого шару. Другий шар вирівнює нерівності основи. І, нарешті, третій шар - фінішний, який визначає зовнішній вигляд поверхні або створює при необхідності основу для подальшого фарбування.

Для фінішного шару застосовуються різні штукатурні покриття. Вони є частиною конструктивно-технологічної системи теплоізоляції, і тому їхні характеристики повинні бути сумісними з властивостями інших елементів системи. Товщина захисно-декоративних шарів штукатурки складає 20-30 мм.

Виконаний огляд різних варіантів мокрого опорядження фасадів, зокрема з утепленням, показує наступне.

Технологічна послідовність робіт при будь-якому з них практично однакова. Відрізняються лише матеріали, використовувані кожною фірмою. При цьому, необхідно відзначити обов'язкову умову сумісності всіх елементів системи. Лише в цьому випадку можлива нормальна експлуатація. Саме тому фірми пропонують різні, але сумісні між собою матеріали для кожного шару.

Нижче наведена технологічна послідовність операцій з улаштування, практично, будь-яких фасадних систем з виконанням мокрим способом.

1. Підготовка поверхні (очищення, знепилювання фасаду, за необхідності - частковий ремонт, вирівнювання).
2. Нанесення на основу шару зміцнюючої грунтовки (за необхідності).
3. Монтаж цокольних планок і милиць віконних зливів.
4. Нанесення на теплоізоляційні плити клейового вмісту. Приклеювання теплоізоляційних плит.
5. Додаткове кріплення плит утеплювача за допомогою дюбелів (анкерів).
6. Захист кутів й укосів за допомогою перфорованих алюмінієвих кутників.
7. Армування поверхонь склосіткою, втопленою в шар клейового вмісту.

8. Нанесення другого шару клейового вмісту, або шару водовідштовхувальної штукатурки.
9. Декоративно-захисне оздоблення фасаду (з використанням захисно-оздоблювальних тонкодисперсних або фактурних штукатурок, плиток тощо).

Питання для самостійного вивчення лекції

1. *Коли і для чого встановлюється цокольний профіль?*
2. *Які види утеплювача використовуються у фасадних системах?*

22.3.1. Конструктивно-технологічні рішення вентильованих фасадних систем.

22.3.2. Вентильовані фасади в загальній класифікації «сухих» способів облаштування фасадів.

22.3.3. Конструктивно-технологічні рішення вентильованих фасадних систем.

22.3.4. Особливості конструктивно-технологічних вирішень світлопрозорих фасадних систем.

Література

1. ДСТУ БВ.2.6-34:2008. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги. Мінрегіонбуд України, 2009.

2. ДБН В.2.6-33-2008. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації. Мінрегіонбуд України, 2009.

3. ДБН В. 1.1-7-2002 “Пожежна безпека об’єктів будівництва”

4. «Современные фасадные системы». Учебное пособие. Дорофеев В.С., Менейлюк А.И., Лукашенко Л.Э., Москаленко В.І., Петровский А.Ф., Соха В.Г. Видавництво ТОВ “Освіта України“. Киев. 2007.

Короткі теоретичні відомості

Під «сухими» системами мають на увазі зовнішній захисно-декоративний екран, що утворюється плитковими або листовими виробами. Обов'язковою умовою при цьому є закріплення таких виробів без розчину або клею, «досуха», за допомогою спеціальних пристосувань (клямок, клямерів, затискачів, кліпс, заклепок тощо).

Як правило, для таких систем характерна наявність повітряного проміжку між екраном і утеплювачем. Фасадні системи з повітряним проміжком отримали назву вентильованих фасадів.

Зараз існує великий вибір сучасних сухих способів опорядження фасадів. Серед «сухих» фасадних систем технології улаштування вентильованих фасадів мають ширшу гамму матеріалів. На сьогоднішній день вони упроваджуються частіше в порівнянні з технологіями сухого закріплення опоряджувальних елементів безпосередньо на стіну (рис. 7.1).

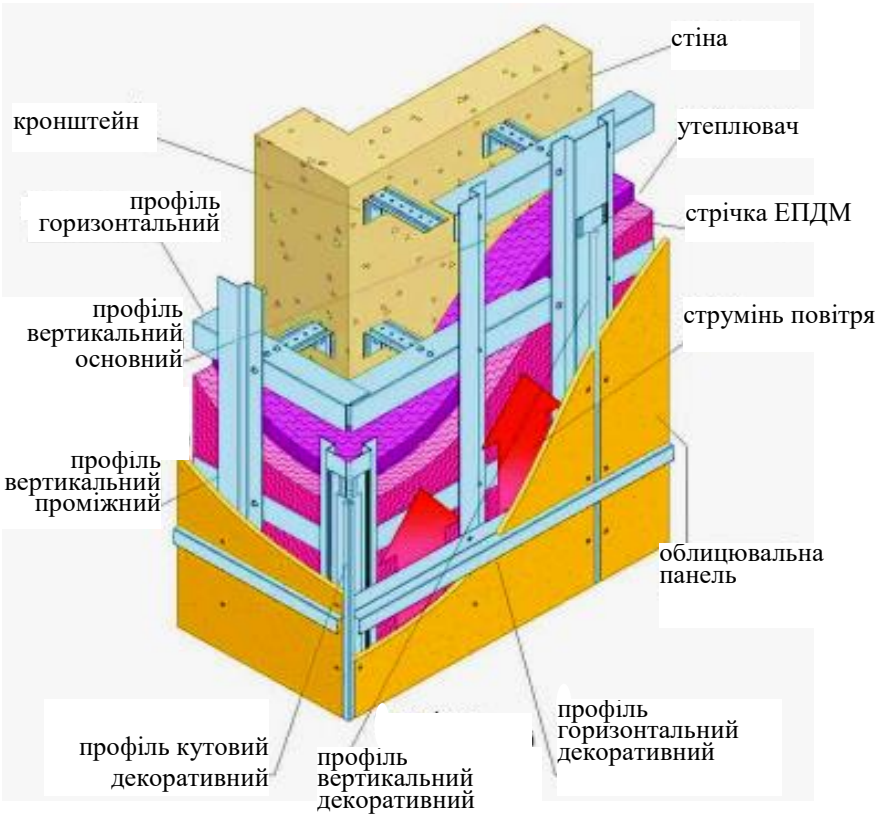


Рис. 7.1. Конструктивно-технологічна схема вентильованого фасаду

До стіни будівлі прикріплюються кронштейни анкер-гайками або дюбель-болтами, а напрямні до кронштейнів -витяжними заклепками та болтами. Для компенсації нерівностей стіни будинку та забезпечення ідеальної вертикальності напрямних використовуються силові (для кріплення в бетон) та проміжні (для кріплення в ніздрюватий бетон) регульовані кронштейни різних типорозмірів. Кронштейни дають змогу регулювати горизонтальне та вертикальне положення несучої конструкції, включаючи компенсацію нерівностей поверхні основної стіни.

Напрямні служать для кріплення на них фасадних касет. Вертикальний ряд напрямних монтується, починаючи з нижньої секції. Все подальші ряди збираються та встановлюються по першому еталонному ряду. Еталонна рейка такої ж довжини, що й модуль, використовується для забезпечення необхідної відстані між рядами напрямних.

З'єднання напрямних по вертикалі проводиться на силовому кронштейні. При цьому нижня напрямна кріпиться на кронштейн жорстко, на два болти, а верхня - на заклепку в овальний отвір на кронштейні, що дозволяє напрямній подовжуватися при збільшенні температури навколишнього повітря і коротшати при її зменшенні.

Після того, як установка кронштейнів закінчена, перед монтажем напрямних на стіну встановлюються теплоізоляційні панелі. Щоб уникнути промерзань, панелі слід вирізувати за формою кутів, поглиблень, кронштейнів. Кріплення теплоізоляції на фасаді проводиться згідно рекомендацій фірм - постачальників та проектної організації.

Після монтажу на фасаді утеплювача й каркасу від низу до верху проводиться монтаж облицювання, наприклад, навісних металевих касет тощо.

Світлопрозорі фасадні системи виконуються з системного профілю та скла.

Класифікувати їх можна по наступних критеріях.

- ***За застосованими матеріалами***. Для улаштування подібних фасадів використовуються різні види скла або склопакетів, які утримуються профілями, спеціально розробленими для фасадних систем. Для фасадних профілів застосовуються наступні матеріали: алюміній, сталь і ПХВ.
- ***За теплоізолюючою здатністю*** фасадні системи можна розділити на теплі, холодні та тепло-холодні. Холодні системи для фасадів опалюваних будівель не застосовуються.
- ***За способом кріплення склопакетів***. Скляні фасади можуть бути з видимими елементами кріплення скла, як горизонтальними, так і вертикальними (таку конструкцію часто називають стійково-ригельною) та із структурним склінням (з прихованими елементами кріплення). Існує також проміжний варіант, коли на фасаді присутні тільки горизонтальні або вертикальні розчленовування з алюмінієвих профілів.
- ***За способом кріплення до основних конструктивних елементів*** будівлі фасадні профільні системи діляться на навісні та самонесучі.
- Дещо осібно стоїть ще один тип фасадної конструкції - ***вентильовані скляні фасади.***

У всі профільні фасади можуть бути вбудовані вікна і двері, а багато систем дозволяють навіть встановлювати сонячні модулі з фотоелементами для акумуляції сонячної енергії.

При монтажі світлопрозорих фасадів використовуються системні профілі. Вони є брусками (профільовані труби), що мають усередині порожнину, або, як їх ще називають, камери.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. На що кріпляться облицьовувальні панелі вентильованих фасадних систем?

2. З чого починається монтаж каркасної конструкції при влаштуванні вентильованих фасадів?

3. У якій формі можуть бути виконані елементи металевих фасадних облицювань?

4. З яких елементів складається каркасна конструкція?

5. Як класифікуються світлопрозорі фасадні системи?

6. Які основні способи кріплення світлопрозорих фасадних облицьовувань?

22.4.1. Монтаж скляних фасадів з використанням стійково-ригельних конструкцій.

22.4.2. Монтаж фасадних систем із структурним склінням.

22.4.3. Тепло-холодні облицювальні фасадні системи.

22.4.4. Вентильовані скляні фасади.

22.4.5. Конструктивно-технологічні рішення фасадних систем з використанням термопанелей.

Література

1. ДСТУ БВ.2.6-34:2008. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги. Мінрегіонбуд України, 2009.

2. ДБН В.2.6-33-2008. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації. Мінрегіонбуд України, 2009.

3. ДБН В. 1.1-7-2002 “Пожежна безпека об’єктів будівництва”

4. «Современные фасадные системы». Учебное пособие. Дорофеев В.С., Менейлюк А.И., Лукашенко Л.Э., Москаленко В.І., Петровский А.Ф., Соха В.Г. Видавництво ТОВ “Освіта України“. Киев. 2007.

Короткі теоретичні відомості

Стійково-ригельні конструкції найчастіше застосовуються для зведення профільних фасадів. Будова профілю показана на рис. 8.1. Свою назву вони отримали завдяки тому, що основні конструктивні елементи в цій системі - це вертикальні несучі стійки, до яких механічних шляхом кріпляться

горизонтальні ригелі. Несуча структура такої конструкції розташовується з внутрішнього теплого боку навісної стіни.

З'єднання стійок та ригелів в різних конструкціях може здійснюватися по-різному. У вертикально розташованій навісній стіні з'єднання може здійснюватися «внапуск», коли профілі частково перекривають один одного.

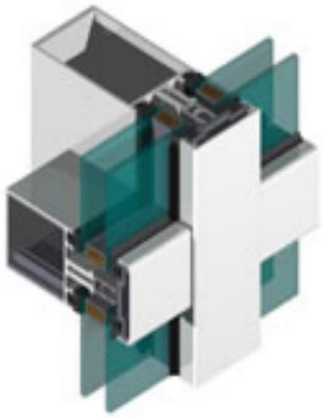


Рис. 8.1. Стійково-ригельна конструкція фасадного профілю

Ригель прикріпляється до стійки з використанням екструдованого алюмінієвого з'єднувача, закріпленого в ригелі за допомогою притискних гвинтів. З'єднувач кріпиться до вертикального несучого профілю гвинтами. Такий метод з'єднання забезпечує високий рівень регулювання ригеля навіть на будівельному майданчику. Місце сполучення ригеля й несучого профілю герметизується прокладкою з морозостійкої гуми.

З'єднання несучих профілів і ригеля похило розташованої навісної стіни може здійснюватися при невеликому нахилі ригеля до несучого профілю. Такий спосіб дозволяє здійснювати дренаж з ригеля в несучий профіль, виключаючи порушення вертикальної дренажної камери в несучому профілі. У каналі гумової прокладки вертикального профілю розташовують ущільнювач, який герметизує стик вертикального профілю і ригеля без необхідності застосування силікону. Вставлені ригелі кріпляться до несучого профілю гвинтами з нержавіючої сталі. Різниця в рівнях прокладкових каналів, яка виникає при забезпеченні нахилу ригеля компенсується застосуванням різних за своїми розмірами ущільнюючих гумок в несучому профілі та в перекладині.

З'єднання між вертикальним і горизонтальним профілями може здійснюватися також шляхом часткового заглиблення ригеля у вирізи у вертикальному профілі.

Обов'язковою вимогою до всіх профільних систем є виведення конденсату. Існує декілька способів виведення конденсату. Один з них, це коли біля кожного склопакета в нижній частині робляться два або більше дренажних отворів, через які конденсат виводиться з-під склопакета назовні. Конденсат стікає по горизонтальних елементах до вузла кріплення із стійкою, потрапляє в неї, йде вниз і в самій нижній частині виводиться назовні.

Фасадні системи із структурним склінням, як правило, є теплими. У цих системах площина фасаду є єдиною поверхнею скла без видимих зовнішніх накладних планок.

Конструкція фасаду із структурним склінням потребує, щоб скелет будівлі був належним чином підготовлений під монтаж фасаду, оскільки проміжки між склами робляться мінімальними. Зазори призначені лише для того, щоб компенсувати температурні коливання сусідніх склопакетів або інших фасадних елементів, а простору для сприйняття прогину плит перекриття, на які кріпиться вся система, не залишається. І тому каркас самої будівлі повинен бути абсолютно жорстким, а плити перекриття повинні мати мінімальний прогин, практично, рівний нулю.

У ряді систем передбачається приклеювання склопакета до алюмінієвої опорної рамки, яка потім закріплюється на вертикальні алюмінієві стійки і горизонтальні ригелі.

Для структурного скління часто застосовують особливий склопакет - зовнішнє скло робиться довшим, ніж внутрішнє. Це дозволяє приклеювати до опорної рамки одночасно два скла - зовнішнє й внутрішнє, що, поза сумнівом, робить всю конструкцію надійнішою.

Для підвищення безпеки і надійності системи багато виробників, окрім простого приклеювання склопакетів, пропонують ще і їх механічну фіксацію шляхом продовження опорної рамки і загинання її за край скла

назовні. Алюмінієва рамка стає видною на фасаді, та зате істотним чином підвищується безпека всієї системи.

Тепло-холодний фасад використовується тоді, коли необхідно реконструювати існуючу будівлю, що має у вертикальних стінах віконні отвори. При цьому скляна стіна навішується поверх існуючої захисної конструкції, і кріплення фасаду відбувається не до перекриттів, а до парапетних частин будівлі.

В цьому випадку застосування теплої конструкції всього навісного фасаду є надмірним. В області віконних отворів навісний фасад повинен бути теплим (тут він виконує всі функції стандартного вікна), а в області глухих простінків - холодним (декоративна функція). Саме через це чітке розділення областей фасад і назвали «тепло-холодним».

Конструкція вентильованого фасаду є «сорочкою», оболонкою, яка ніби надягається на фасад будівлі. На деякій відстані від стіни будівлі (до 0,6 м) навішується конструкція з системних профілів і скла, що є, практично, другим фасадом. Зовнішній фасад сприймає вітрові навантаження, захищає будівлю від опадів, частково поглинає сонячну енергію. Для нього використовують «холодний» профіль та одинарне глухе скління.

Таку оболонку можна навісити як на стіну будівлі (з цегли, бетону), що реконструюється, так і на світлопропускаючу конструкцію нової споруди («теплий» профіль + склопакети). При влаштуванні скляного вентильованого фасаду при реконструкції в районі розташування вікон ставиться прозоре скло, а в районі глухої стіни, залежно від задуму архітектора, може бути застосоване або дзеркальне скління, або глухі панелі.

Термопанелі є комбінованою цілісною системою, що включає два компоненти. Перший – утеплювач, матеріал якого надійно захищений від дії зовнішнього середовища і від механічних дій, другий – облицювальна плитка. Термопанелі виготовляються в заводських умовах при складному

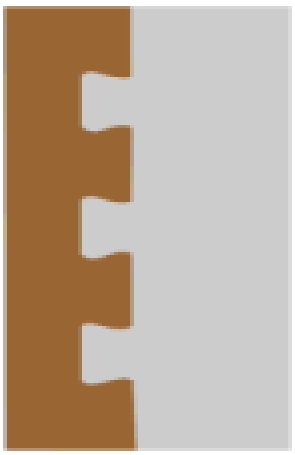


Рис. 8.2. З’єднання облицюваня з утеплювачем

технологічному процесі формування в матриці. Для цих цілей виробляється спеціальна плитка завтовшки 15 мм з конічним поглибленням на тильній стороні у вигляді, так званого, «ластівчиного хвоста» (рис. 8.2). Утеплювач, який спінюється при формуванні, утворює з плиткою міцне нероз'ємне замкове з'єднання.

Як утеплювач можуть використовуватися пінополістирол М25, жорстка мінеральна вата щільністю 175 кг/м3, пенополіуретан.

У термопанелях використовуються різні типи облицювальної фасадної кераміки: керамограніт, керамічна плитка, клінкерна плитка і ін.

На сьогоднішній день пропонується цілий ряд технологій по застосуванню фасадних термопанелей. З них можна виділити три основні:

- монтаж термопанелей з використанням склеювальних складів;
- монтаж на заздалегідь влаштований каркас;
- монтаж безпосередньо на фасад.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. *Принципи монтажу скляних фасадів з використанням стійково-ригельних конструкцій.*
2. *Особливості монтажу фасадних систем із структурним склінням.*
3. *У яких випадках доречно використовувати тепло-холодний фасад*?
4. *Які основні способи кріплення фасадних термопанелей?*

ТЕМА №23

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВНУТРІШНІХ ОПОРЯДЖУВАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ

1 Класифікація сучасних опоряджувальних покриттів.

2. Технології улаштування сучасних штукатурок.

3. Особливості улаштування основ під опоряджувальні покриття, склади і класифікація сучасних штукатурок.

4. Особливості улаштування сучасних декоративних штукатурок.

5. Технологія покриття «рідкими» шпалерами та флоковими покриттями.

6. Особливості улаштування сучасних «венеціанських штукатурок».

Література

1. Технологія будівельного виробництва: Підручник. За ред. В.К. Черненка, М.Г. Єрмоленка. – К.: Вища шк.., 2002.

2. «Сучасні технології в будівництві» Підручник. Менейлюк О.І., Дорофєєв В.С., Лукашенко Л.Е., Олійник Н.В., Москаленко В.І., Петровський А.Ф., Соха В.Г. Одеса, МЧП «Евен», 2009.

3. Учебное пособие "Внутрення яотделка зданий", Менейлюк А.И., Дорофеев В.С., Олейник Н.В., Лукашенко Л.Э., Москаленко В.И., Петровский А.Ф., Суханова С.В. – Харьков, 2013.

Короткі теоретичні відомості

Інтер'єрні матеріали не піддаються таким жорстким впливам, як матеріали зовнішнього опоряджування - дощам і вітрам, холоду і пекучому сонцю. Але все таки при виборі матеріалів для інтер'єрів необхідно враховувати умови їх експлуатації. Вони накладають певні вимоги до опоряджувальних матеріалів: вологостійкість, зносостійкість, вогнестійкість, акустичні характеристики, вимоги з легкості прибирання тощо. Класифікація

сучасних опоряджувальних покриттів представлена на рис. 9.1.

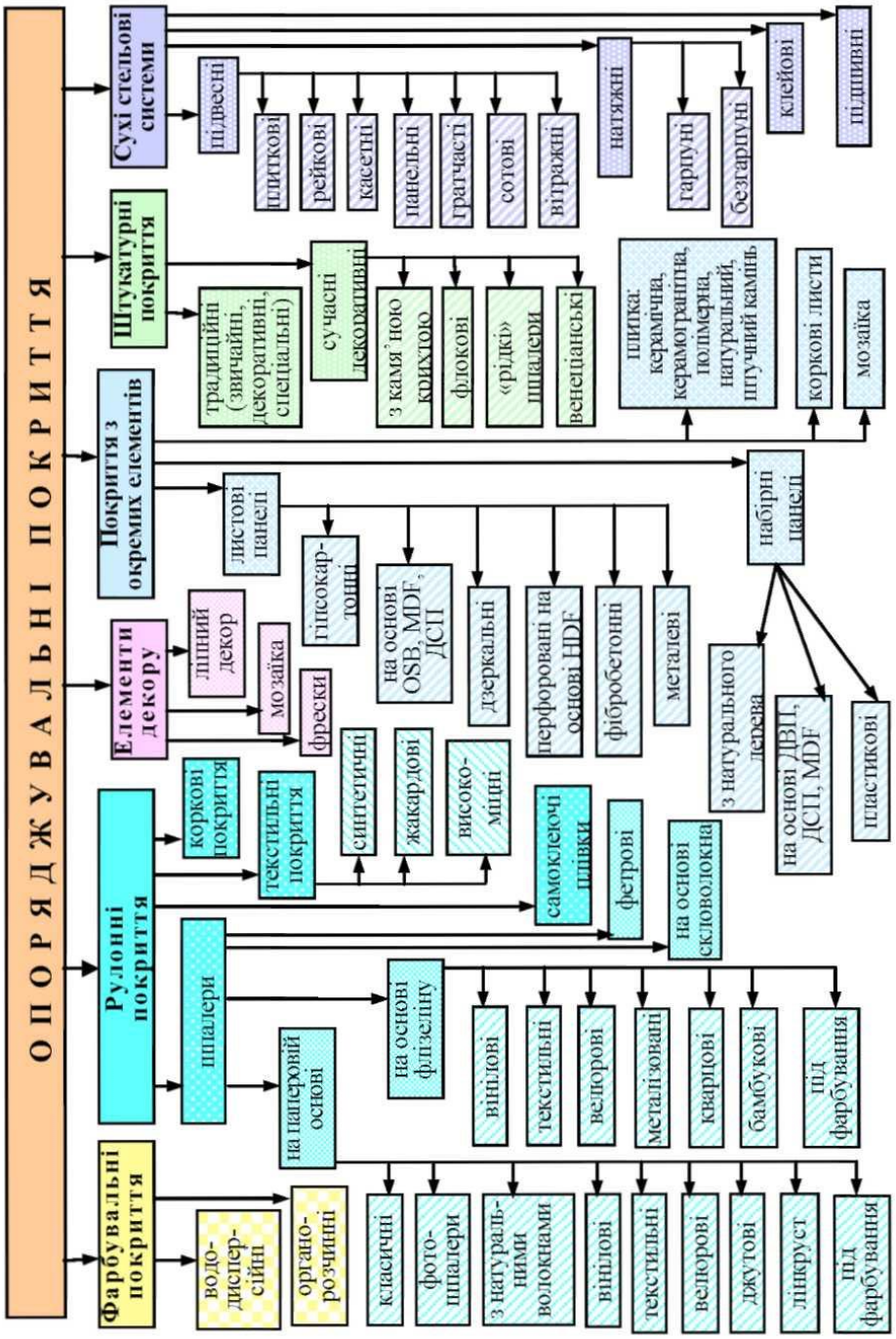


Рис. 9.1– Класифікація опоряджувальних покриттів

Ще небагато років тому обов'язковою умовою для улаштування внутрішніх опоряджувальних покриттів було улаштування штукатурної основи. Сьогодні деякі конструктивно-технологічні рішення не вимагають цього. Так, наприклад, залізобетонні конструкції на сучасних заводах, таких як

Калушський (на Україні) і багато інших у західних країнах, не вимагають штукатурки або навіть, шпаклювання. Якість поверхні таких конструкцій дозволяє їх просто фарбувати або взагалі не улаштовувати ніякого додаткового опоряджувального шару. При певному дизайні приміщень, наприклад, хай-тек, вони можуть навіть не фарбуватися.

Деякі види опоряджувальних покриттів, які кріпляться на каркас, не вимагають вирівнювання або іншої підготовки основи. Крім того, під будь-які типи опоряджувальних покриттів сьогодні, як основи, можуть бути використані методи «сухого опорядження» гіпсокартонними, гіпсоволокнистими, армованими цементно-піщаними і ін. листовими елементами.

Проте, улаштування основ під внутрішні опоряджувальні покриття з штукатурних розчинів переживає зараз «друге народження». Це пояснюється перш за все гігієнічністю, обумовленою монолітністю і складом таких основ.

Сьогодні у штукатурних складах часто використовуються спеціальні добавки, що додають їм особливі властивості: гідрофобні (водовідштовхувальні), зміцнюючі та армувальні, пластифіюючі; тепло- й звукоізоляційні і багато інших.

Класифікація сучасних штукатурок може бути подана таким чином. Перш за все, це – ***традиційні штукатурки*** з використанням сучасних складів. Такі штукатурки служать основою для багатьох опоряджувальних покриттів. Їх технологія практично не змінилася і детально подана у великій кількості відповідних літературних джерел. До них можна віднести *прості, поліпшені і високоякісні штукатурки.* Вони відрізняються вимогами до якості поверхні.

Спеціальні штукатурки називаються так тому, що володіють певними властивостями. Вони захищають від радіоактивного випромінювання,

володіють підвищеними тепло-, звуко- або гідроізоляційними властивостями, підвищеною міцністю. Їх технологія, як правило, теж не відрізняється від традиційної. Спеціальні властивості визначаються складом компонентів, що входять у штукатурний розчин.

Наступний тип штукатурок – це ***декоративні штукатурки.*** Вони улаштовуються на підготовленій будь-яким способом основі (в шарі сухої або «мокрої» високоякісної штукатурки). Їх технологія також достатньо детально описана в спеціальній літературі. Це – теразитові, «сграфіто» , штучний мармур тощо.

Сучасні декоративні покриття можна розділити на наступні укрупнені групи:

- декоративні покриття, одержувані із застосуванням різної техніки декорування і звичайних фарб;
- покриття, що імітують мармур (зокрема "венеціанські штукатурки");
- флокові покриття;
- «рідкі шпалери»;
- покриття з використанням натуральної кам'яної крихти.

Однією з особливостей техніки декорування є те, що, варіюючи різні колірні вирішення декоративних покриттів, можна згладити або, навпаки, вигідно підкреслити незначні дефекти поверхні. Більш того, при появі дефектів на покритті у процесі експлуатації проблема вирішується з мінімальними фінансовими і тимчасовими витратами фрагментарним косметичним ремонтом. Проте, у жодному випадку не слід при нанесенні декоративних покриттів нехтувати ретельною підготовкою основи. Навпаки, для гарантованої і якісної «роботи» покриття необхідно ще на стадії вибору фарби визначити, які якості (міцність, атмосферостійкість тощо) воно повинне мати.

Для отримання бажаного декоративного ефекту можна застосовувати наступні інструменти і пристосування: пластикові і металеві шпателі самого різного розміру і калібру, синтетичну або натуральну морську губку, тампони різного розміру, тампонований валик, щітку, рукавички, краплинний аерограф, інструменти для отримання ефекту "дерево" тощо.

Ефекти, які можна отримати, застосовуючи ту або іншу техніку, справді безмежні. Це і можливість створення текстур, що імітують натуральний камінь, старий пергамент, шкіру або вологий шовк, ткану рогожу або "зім'яту тканину", відтворення рисунків, що нагадують зовні і на дотик структуру дерева, створення ефекту інтенсивного металевого блиску, ніжного серпанку або північного сяйва, хмарного неба або сюрреалістичних картин тощо. Відтворений рисунок може бути більш менш рельєфним, текстурним, гладким - від матового до полірованого.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. Класифікація сучасних штукатурок.

2. Чим відрізняються між собою фактурні та структурні декоративні штукатурки?

3. На які укрупнені групи можна розділити сучасні декоративні покриття?

4. У чому полягають особливості технологій флокових, венеціанських та інших декоративних штукатурок?

ТЕМА №24

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ УЛАШТУВАННЯ СТЕЛЬ. ФАРБУВАЛЬНІ СИСТЕМИ.

1. Улаштування підвісних систем.
2. Технологія улаштування натяжних стель.
3. Сучасні клейові та підшивні стелі.
4. Використання сучасних фарбувальних матеріалів.
5. Елементи сучасного декору.
6. Мозаїчні композиції, фрески.

Література

1. Технологія будівельного виробництва: Підручник. За ред. В.К. Черненка, М.Г. Єрмоленка. – К.: Вища шк.., 2002.

2. Сучасні технології в будівництві» Підручник. Менейлюк О.І., Дорофєєв В.С., Лукашенко Л.Е., Олійник Н.В., Москаленко В.І., Петровський А.Ф., Соха В.Г. Одеса, МЧП «Евен», 2009.

3. Учебное пособие "Внутренняя отделка зданий", Менейлюк А.И., Дорофеев В.С., Олейник Н.В., Лукашенко Л.Э., Москаленко В.И., Петровский А.Ф., Суханова С.В. – Харьков, 2013.

Короткі теоретичні відомості

Разом із традиційною обробкою стель, таких, як штукатурка і фарбування, широкого поширення набули сучасні *стельові системи*: підвісні, натяжні, підшивні і клейові.

Підвісні несучі системи діляться на три види:

- видима підвісна система;
- напівприхована підвісна система;
- прихована підвісна система.

У наший країні великого поширення набули видима і напівприхована

підвісні системи, що обумовлене простотою монтажу і дещо нижчою ціною.

Підвісні стелі бувають: криволінійні і площинні.

Підвісна стеля складається з несучого каркасу і безлічі облицювальних елементів, однакових за формою і розмірам. При монтажі або ремонті ці уніфіковані елементи (їх ще називають *модулями або растрами)* можуть взаємозамінюватися, що істотно полегшує роботу і дає велику свободу для дизайнерської творчості. Стелі різних фірм відрізняються один від одного, в першу чергу, матеріалом облицювання і конструкцією каркасу, а іноді ще способом їх з'єднання і розмірами модулів.

Каркас підвісної стелі кріплять до нижньої площини базової стелі на спеціальних підвісах. Від їх довжини залежить об'єм прихованого від очей міжстельового простору, який допомагає вирішити багато важливих технічних завдань (заховати проводку, організувати додаткову теплозвукоізоляцію тощо).

Натяжні стелі є суцільним полотном з міцного вінілу, яке розтягують на профілях, прикріплених до стелі і стін, за допомогою спеціального устаткування. Встановлювати його можна як в житлових, так і в офісних приміщеннях і навіть у басейнах і розважальних комплексах, оскільки матеріал, з якого роблять натяжні стелі, є надзвичайно міцним і вологостійким.

Ніяких «протипоказань» до улаштування натяжної стелі немає. Основна стеля не обов'язково повинна бути опорядженою, оскільки натяжна стеля встановлюється в 2-3-х сантиметрах від основної поверхні і приховує різні шорсткості, підтьоки, тріщини і інші недоліки. Після установки натяжної стелі не залишаються гори будівельного сміття і робочих матеріалів.

"Стельові" роботи займуть всього декілька годин, а перестановка меблів буде потрібна мінімальна. Ще один з додаткових плюсів - суперміцний

матеріал, який витримує до 100 літрів води на одному квадратному метрі.

Процес монтажу натяжної стелі починається з визначення розміру і форми його полотна. Для цього на рівні передбачуваної установки натяжної стелі по всьому периметру приміщення проводяться вимірювання і визначається конфігурація майбутнього полотнища.

За способом кріплення натяжні стелі діляться на два великі класи — *гарпунні* (так зване французьке кріплення) і *безгарпунні* (цей вид кріплення називають також голландським). Вони, у свою чергу, можуть кріпитися двома способами — *клиновим або кулачковим.*

Клейовими стелями є квадратні або прямокутні панелі, найчастіше, з полістиролу. Лицьова поверхня може бути покрита плівкою, забарвленою під дерево, тканину або камінь. На поверхні квадратних плиток може бути рельєф, що імітує ліпнину або різьблення по дереву.

Підшивними стелями називаються конструкції, у яких несучі елементи (несучі бруски, профілі) кріпляться безпосередньо до базової стелі, а не підвішуються, як у підвісних системах. Унаслідок такої конструкції відстань між базовою і підшивною стелями визначається тільки товщиною елементів каркасу.

Підшивні стелі дозволяють легко і швидко «сухим» способом декорувати стельову площину, невеликі нерівності базової стелі, розміщувати вбудовані світильники.

Знайомство з сучасними лакофарбними матеріалами дає розуміння, чому дизайнери віддають перевагу саме їм. Вони дозволяють зробити кожен інтер'єр унікальним, передати практично будь-яку дизайнерську ідею, перетворити поверхню стіни або стелі на справжній витвір мистецтва. Декоративні покриття можуть передати фактуру каменя, шкіри або металу, надати новому покриттю вигляд благородної старовини, а також створити ефекти, аналогів яким немає в природі Створені матеріали, за допомогою яких

дизайнер разом з фахівцем-оздоблювачем можуть самостійно розробити нову, не вживану раніше технологію нанесення, і отримати унікальний, єдиний у своєму роді ефект.

Можливе комбінування різної техніки і матеріалів на одній поверхні, в одному інтер'єрі, завдяки чому також можна добитися вражаючих по красі естетичних ефектів.

Як правило, поверхня з лакофарбним шаром є складною *багатошаровою системою*. Покриття складається з декількох шарів, нанесених на основу: шпаклівки, грунтовки, фарби (у один або декілька шарів), а можливо, ще з шару лаку або воску. При цьому надзвичайно важливим є питання сумісності продуктів один з одним. Тому провідні виробники пропонують професійні системи забарвлень. Вони є повним набором усіх необхідних матеріалів для підготовки і опоряджування поверхонь. Системні матеріали характеризуються повною фізико-хімічною сумісністю один з одним.

При виборі покриття слід строго керуватися технічним описом продуктів, в якому повинні бути вказані допустимі умови експлуатації, вимоги до основи, а також міститися відповіді на питання: як, чим і в якій послідовності наносяться матеріали.

Під елементами декору внутрішнього опоряджування прийнято розуміти рельєфні деталі інтер'єру: карнизи, пілястри, колони, молдинги, розетки, п'єдестали і кронштейни для скульптур і інших аксесуарів. Елементами декору можуть бути і фрагменти інтер'єру, виконані у одній площині, але що відрізняються високими художньо- естетичними властивостями. Це – фрески, панно, мозаїчні композиції тощо.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. *На які основні групи можна поділити сучасні стельові системи?*
2. *З яких елементів складається підвісна стеля?*
3. *З чого складаються облицювальні модулі підвісних стель?*
4. *На які групи за формою модулів діляться підвісні стелі?*
5. *Які переваги та недоліки підвісних стель?*
6. *Яка технологічна особливість сучасних підшивних стель?*
7. *У чому полягає позитивна якість натяжних стель?*
8. *Що з себе представляють клейові стелі?*
9. *Які нові матеріали використовують для ліпного декору приміщення?*

ТЕМА №25

ПОКРИТТЯ З ОБЛИЦЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

1. Технології облицювання панелями.
2. Особливості сучасного облицювання плиткою.
3. Технології опоряджування корком.
4. Улаштування мозаїчних покриттів.
5. Покриття рулонними матеріалами.

Література

1. Технологія будівельного виробництва: Підручник. За ред. В.К. Черненка, М.Г. Єрмоленка. – К.: Вища шк.., 2002.

2. Сучасні технології в будівництві» Підручник. Менейлюк О.І., Дорофєєв В.С., Лукашенко Л.Е., Олійник Н.В., Москаленко В.І., Петровський А.Ф., Соха В.Г. Одеса, МЧП «Евен», 2009.

3. Учебноепособие "Внутренняяотделка зданий", Менейлюк А.И., Дорофеев В.С., Олейник Н.В., Лукашенко Л.Э., Москаленко В.И., Петровский А.Ф., Суханова С.В. – Харьков, 2013.

Короткі теоретичні відомості

У теперішній час облицювальні панелі стали популярним опоряджувальним матеріалом, як для громадських приміщень (магазинів, кафе, і так далі), так і для житлових приміщень. Широке їх застосування обумовлене простотою установки, відсутністю необхідності готувати поверхню стін і стель (вирівнювати, шпаклювати, і так далі), гігієнічністю, стійкістю до прибирання, а також широкими дизайнерськими можливостями.

За матеріалом основи опоряджувальні панелі підрозділяються на наступні групи: дерев'яні (масивні і клеєні з натурального дерева); на основі

OSB, ДСП, ДВП, MDF, HDF; на основі гіпсокартону; пластикові панелі (на основі ПВХ і полістиролу); металеві; коркові; на основі скловолокна (акустичні).

Традиція опоряджування плиткою приміщень, що піддаються дії вологи, надихає виробників цього матеріалу на його вдосконалення. Інтер'єри від цього тільки виграють.

По внутрішній структурі розрізняють плитки тонкої і грубої кераміки. Відколок плиток тонкої структури досить гладкий і однорідний. Відколок плитки з грубої кераміки має грубозернисту будову. Браком такий відколок назвати не можна, оскільки перед вами просто матеріал іншого вигляду.

Особливості молекулярної будови корка (більше 85 відсотків його об'єму займають пори, наповнені повітрям) визначає її цінні якості – легкість, еластичність, пружність, довговічність, а також високі тепло- і звукоізоляційні властивості. Саме вони роблять цей матеріал незамінним для внутрішньої опоряджування будинків і офісів.

Не тільки універсальність корка у дизайні (а вона чудово поєднується з будь-якими опоряджувальними матеріалами) є основним його достоїнством. Коркові стіни у будь-якому приміщенні вашого будинку будуть як раз до речі. У опоряджувальному корком неопалювальному приміщенні, наприклад, на заскленому балконі, температура взимку буде на декілька градусів вище, а влітку - приблизно на стільки ж нижче вуличної. Завдяки відмінним звукоізолюючим і шумопоглинаючим властивостям коркові стіни не тільки забезпечать спокій і тишу у спальні, але і допоможуть отримати задоволення від прослуховування музики. Обклеєна корком стіна, чудово ізолює від холоду, жари або вогкості.

Існує три види настінних покриттів з корка: шпалери, листи і рулони.

У даний час мозаїка переживає друге народження. Все частіше можна побачити мозаїку У найрізноманітніших за призначенням приміщеннях: у басейнах, виставкових залах, вестибюлях готелів, кафе, магазинах, на

верандах, у передпокоях і коридорах житлових будинків тощо.

Раніше улаштування покриття в техніці мозаїки було тривалим і трудомістким процесом, сьогодні ж сучасні промислові методи дозволяють створювати мозаїчні малюнки у заводських умовах і поставляти замовникові вже готові модулі. Цими модулями є фрагменти зібраного малюнка, наклеєного на листи щільного паперу або сітку з полімерних волокон. У разі використання паперу на основу укладається модуль мозаїки папером зверху. Після того, як клейова суміш захолоне, папір змивається водою, а шви затираються.

Крім готових модулів можна також придбати і набір розрізнених плиток різного кольору і самостійно скласти з них малюнок, як в старі часи.

Елементи мозаїки (маленькі квадратні плитки) можуть бути виконані з каменя, кераміки, скла або смальти.

Для укладання мозаїки придатні клеї і косметична хімія, розроблена для облицювання приміщень відповідною плиткою.

Не дивлячись на появу безлічі нових сучасних облицювальних покриттів, шпалери як і раніше залишаються одним з найбільш використовуваних інтер’єрних матеріалів. Це пов'язано з тим, що провідні виробники постійно удосконалюють виробництво шпалер, використовують нові технології, матеріали, домішки, і тому подібне, що дозволяють не тільки підвищити споживчі властивості шпалер, але і розширити номенклатуру їх дизайнів.

Шпалери - рулонний обробний матеріал на паперовій основі з друкарським або витисненим малюнком різних тонів на одно- або багатокольоровому фоні. Декоративне покриття шпалер може імітувати текстуру дерева, фактуру тканин, поверхню металу, каменя і інші матеріали.

Сучасні технології друку дозволяють створювати будь-які рисунки на шпалерах і навіть імітувати інші опоряджувальні матеріали настільки бездоганно, що відрізнити їх можна буде тільки через дотик. За бажання, можна замовити свій варіант рисунка на шпалерах.

Нові технології і сучасні матеріали для виробництва шпалер роблять їх термін служби максимально тривалим. Вони стали стійкіші до тертя, переносять сонячне світло без шкоди для зовнішнього вигляду, чудово клеяться і стійкі до вологи.

Сучасні технології надають також можливість максимально скоротити час і спростити процес з оновлення шпалер. Досягається це застосуванням сухоз'ємних і шпалер, що розшаровуються, спеціальної макулатури і стірол-акрилатних спецгрунтовок. Такі рішення дозволяють уникнути при майбутніх замінах шпалер етапу перепідготовки основи. Поверхня після видалення старих шпалер залишається непошкодженою і готовою до обклеювання або фарбування.

Текстильні покриття для стін представлені двома великими групами матеріалів - це шпалери і безшовні покриття. Необхідно пояснити дану класифікацію. Під ***текстильними шпалерами*** розуміють рулонні матеріали, які клеяться на стіну вертикально, подібно до класичних шпалер. До безшовних покриттів віднесені рулонні матеріали, що мають ширину, рівну висоті приміщення. Кріпляться вони на стіну особливим способом – горизонтально. Одним шматком матеріалу «одягається» все приміщення, утворюючи при цьому єдиний шов.

Існують два основні способи кріплення. *Безшовні текстильні покриття* можна наклеювати на добре обштукатурені і вирівняні поверхні, як паперові шпалери, або натягувати паралельно стіні, як полотно на підрамник. Останній варіант дозволяє приховати всі нерівності стіни і заощадити на дорогих штукатурних роботах.

Питання для самостійного вивчення лекції

1.Що таке «симплекс» та «дуплекс» – шпалери?

2.Які матеріали використовують для декорування шпалер натуральними волокнами та що є для них основою?

3.З яких шарів складаються вінілові шпалери?

4.Що використовують у якості основи та покриття текстильних шпалер?

5.З яких шарів складаються металізовані шпалери?

6.Скільки раз можна перефарбовувати сучасні шпалери під фарбування та якими фарбами?

7.У чому технологічні особливості скловолокнистих шпалер?

8.Скільки стиків утворюється при улаштуванні покриття стін з «безшовних текстильних покриттів»? У чому особливість обох технологій їх кріплення на стіні?

ТЕМА №26

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ УЛАШТУВАННЯ ПІДЛОГ

26.1.1. Сучасні технології улаштування основ для настилання чистої підлоги

26.1.2. Технологія улаштування монолітних основ з самовирівнювальних сумішей.

26.1.3. Улаштування регульованих основ.

26.1.4. Улаштування збірних основ з гіпсоволокнистих листів.

26.1.5. Класифікація підлогових покриттів.

26.1.6. Технологія улаштування монолітних покриттів.

Література

1. Современные технологии устройства и ремонта полов.

И.А. Дегтярев, О.М. Донченко, М.В. Кафтаева Издательство Ассоциации строительных вузов, Москва 2004.

2. «Сучасні технології в будівництві». Підручник. Менейлюк О.І., Дорофєєв В.С., Лукашенко Л.Е., Олійник Н.В., Москаленко В.І., Петровський А.Ф., Соха В.Г. Одеса, МЧП «Евен», 2009.

3. «Современные технологии устройства и ремонта полов»: Учебное пособие. Менейлюк А.И., Дорофеев В.С., Попов О.А., Дмитриева Н.В. и др. Одесса: «Айс Принт», 2014. – 400с. (Серия «Современное строительство»). 400 С.

Короткі теоретичні відомості

Залежно від призначення будівлі до підлог пред'являють різні вимоги. У житлових і цивільних будівлях вони повинні володіти хорошою ізоляцією, високими теплотехнічними і гігієнічними властивостями, протистояти експлуатаційним навантаженням. У будівлях промислового типу до підлог пред'являють, в основному, вимоги по міцності, вогнестійкості, стійкості по відношенню до дії хімічних речовин. Підлоги повинні бути горизонтальними або мати проектний ухил.

До початку робіт з улаштування підлоги на об'єкті повинні бути закінчені всі загальнобудівельні, санітарно-технічні і електромонтажні роботи. Окремі елементи підлоги (окрім покриття) можуть виконуватися на різних етапах будівництва об'єкту по графіку виконання робіт, що передбачає поєднання будівельних процесів, при якому виключається пошкодження раніше виконаної частини або елементу підлоги.

Операційний контроль якості робіт з улаштування підлоги повинен здійснюватися відповідно до нормативних допусків при виконанні окремих операцій.

Підлоги повинні зазвичай складатися з двох основних шарів. Верхній шар – «покриття», його називають іноді «чистовою або чистою» підлогою і

нижній шар – основа. Воно може складатися з одного або декількох конструктивних елементів (рис. 12.1, рис. 12.2).

Покриття – це верхній елемент підлоги, що безпосередньо піддається експлуатаційним діям. За типом і виглядом покриття називають всю конструкцію підлоги. Кожен варіант покриття підлоги повинен мати відповідну основу.

У основі можуть бути декілька шарів, а саме наступні:

Прошарок – проміжний шар, що зв'язує покриття з елементами, які пролягають нижче, підлоги або перекриття, служить для покриття пружним ложем; як прошарок застосовують синтетичні клеї, бітумні мастики, цементно-піщані розчини і інші матеріали.

Вирівнюючий шар – суцільний шар з полімерцементного або іншого розчину завтовшки 8-15 мм, призначений для вирівнювання цементно-піщаних і керамзитобетонних стяжок, бетонних підготовок або збірних плит.

Підстиляючий шар - елемент підлоги, що розподіляє навантаження на грунт основи (при влаштуванні підлоги по грунту). Його виконують з гравію, шлаку, щебеню, бетону, асфальтобетону, каменю або іншого матеріалу.

Теплоізоляційний шар - конструктивний елемент, що виконується при влаштуванні підлоги в житлових і суспільних приміщеннях, а також в приміщеннях спеціального призначення (морозильні камери і ін.). Він зменшує теплопровідність підлоги і виконується з теплоізоляційних матеріалів (шлак, керамзит, жорсткі мінераловатні плити і т. п.).

Звукоізоляційний шар запобігає передачі шуму. Зазвичай тепло- і звукоізоляційні функції виконують одні і ті ж матеріали.

Гідроізоляційний шар перегороджує доступ рідин до елементів підлоги. Він влаштовується для захисту конструкцій, що пролягають нижче, від стічних вод або захисту підлоги від капілярного підйому грунтових вод.

Пароізоляційний шар при влаштуванні підлоги виконується у перекриттях приміщень з вологими умовами експлуатації. Він оберігає теплоізоляційний шар від вологи, що поступає зсередини приміщення.

Зазвичай для пароізоляції конструкції підлоги застосовуються ті ж матеріали, що і для гідроізоляції.

Залежно від умов експлуатації, призначення, вимог, що пред'являються, в підлозі можуть бути додаткові конструктивні елементи або тільки деякі з основних, вказаних на рисунках 12.1, 12.2.

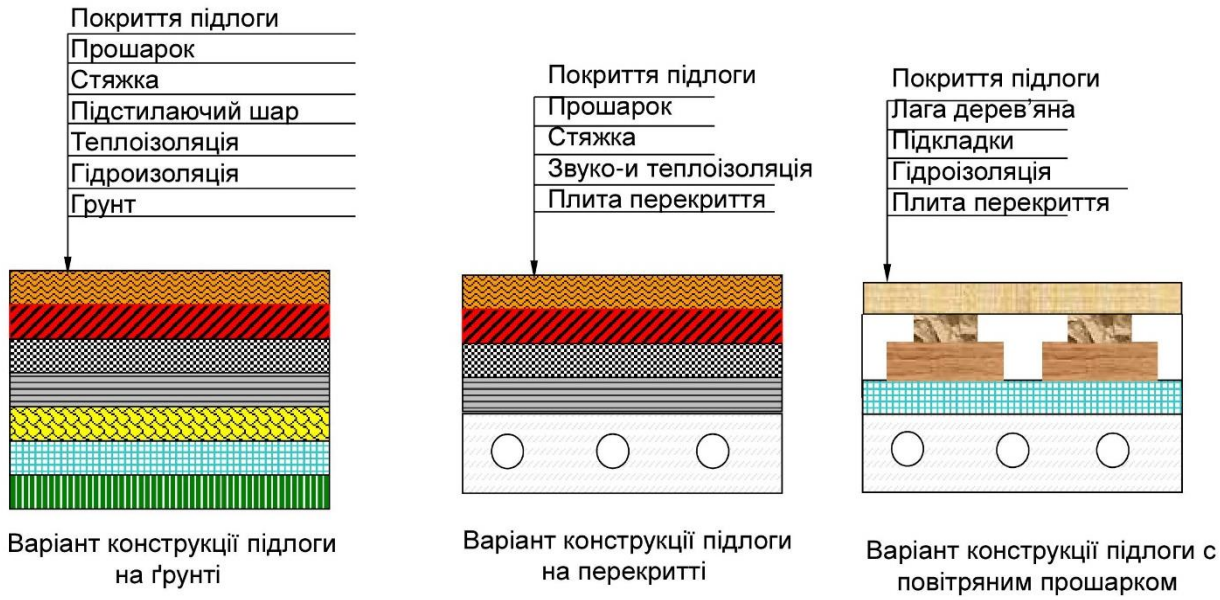


Рис. 12.1 – Конструкції підлог

В даний час в практиці будівництва велика увага приділяється конструкціям підлоги, їх міцності, застосуванню матеріалів, що забезпечують надійність підлоги та тривалу його експлуатацію, мінімальну вартість й трудомісткість улаштування. Підлоги в житлових, громадських та промислових будівлях повинні бути не тільки міцними, але й створювати комфортні умови для людей, що знаходяться в приміщенні.

Значно збільшився спектр технологій з улаштування підлоги в житлових та громадських будівлях. Це обумовлено не тільки появою на ринку все нових та нових матеріалів, але й новим устаткуванням та пристосуваннями для улаштування підлоги з традиційних матеріалів.

Аналіз пропонованих на будівельному ринку технологій для улаштування покриттів підлоги, показує, що їх можна класифікувати за видом використовуваних матеріалів, конструктивними, технологічними або експлуатаційними особливостями (рис. 12.3).

Монолітні покриття підлоги влаштовують у вестибюлях громадських та адміністративних будівель, в торгових залах магазинів і підприємств громадського харчування, в допоміжних приміщеннях промислових підприємств, де передбачено переміщення автомобілів і електрокарів.

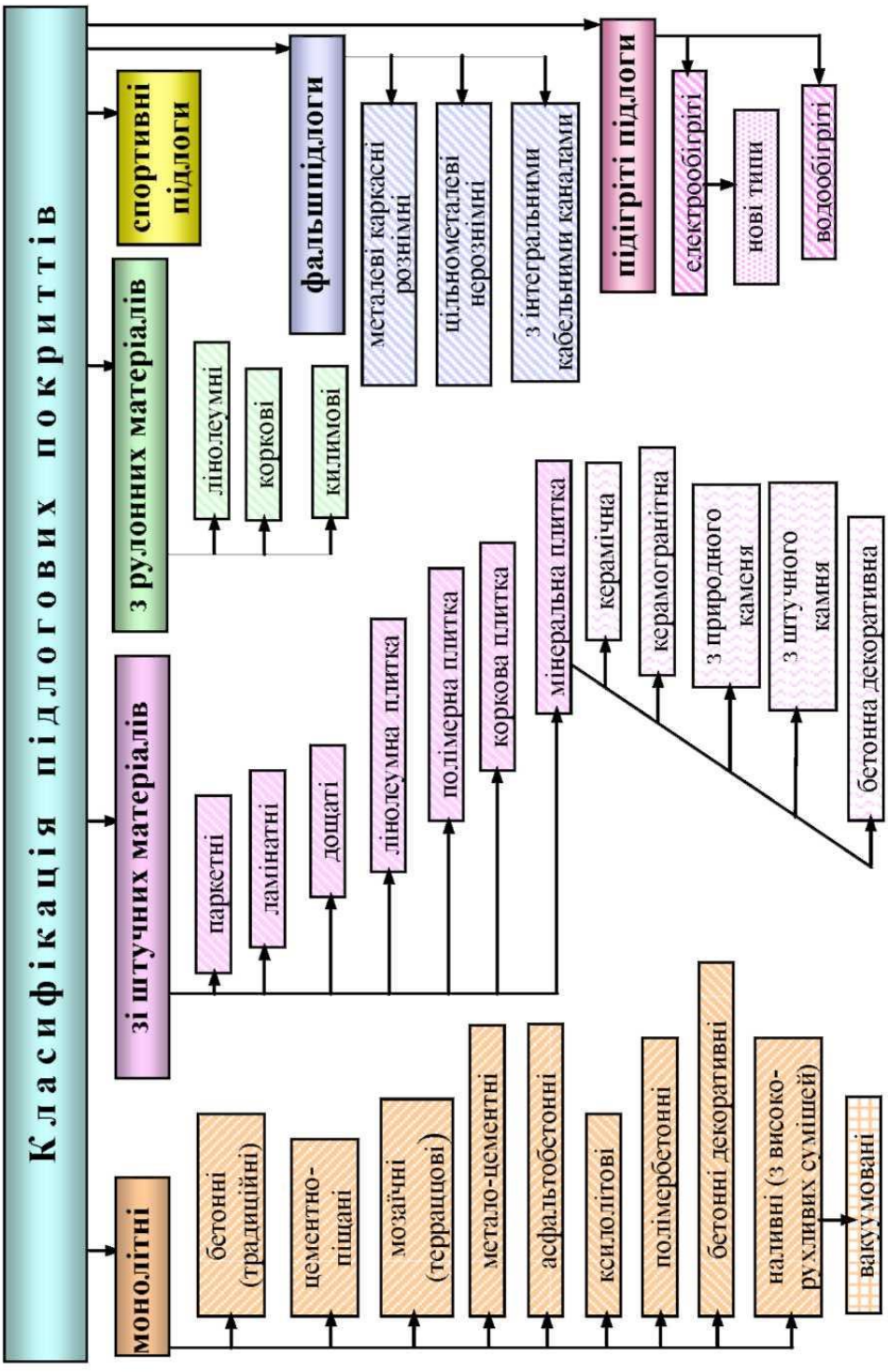


Рис. 12.2 – Класифікація підлогових покриттів

Питання для самостійного вивчення лекції

1. *Які Ви знаєте сучасні технології підготовки основ під підлоги?*
2. *Які конструктивно–технологічні елементи використовуються при влаштуванні регульованих основ підлоги?*
3. *Які способи кріплення збірних основ з гіпсоволокнистих листів Ви знаєте?*
4. *Для чого служать рейки реперів при влаштуванні основ з еластичних полімерних сумішей?*
5. *Що таке основи, що самовирівнюються?*
6. *Як влаштовуються «плаваючі» підлоги?*
7. *Які основні етапи сучасної технології улаштування високоміцної бетонної підлоги?*

8 Що використовується для надання фактурної поверхні при виготовленні декоративної підлоги за технологією «прессбетон»?

26.2.1.Технології улаштування покриттів зі штучних матеріалів.

26.2.2. Технології укладання паркетної підлоги та ламінованих підлогових покриттів.

26.2.3. Технологія настилки коркової підлоги.

26.2.4. Технологія улаштування підлогових покриттів з рулонних матеріалів.

26.2.5. Укладання килимових покриттів.

26.2.5. Улаштування лінолеумних покриттів

Література

1. «Сучасні технології в будівництві». Підручник. Менейлюк О.І., Дорофєєв В.С., Лукашенко Л.Е., Олійник Н.В., Москаленко В.І., Петровський А.Ф., Соха В.Г. Одеса, МЧП «Евен», 2009.

2. Укладка паркета на сборные основания полов из гипсоволокнистых листов. Технологии строительства №4(20), ЗАО «АРД-центр», Москва, 2002.

3. Укладка ламинированного паркета. Идеи вашего дома – практический журнал, www.ivd.ru.

4. «Современные технологии устройства и ремонта полов»: Учебное пособие. Менейлюк А.И., Дорофеев В.С., Попов О.А., Дмитриева Н.В. и др. Одесса: «Айс Принт», 2014. – 400с. (Серия «Современное строительство»). 400 С.

Короткі теоретичні відомості

Покриття зі штучних матеріалів дуже різноманітні. Вони використовуються в житлових приміщеннях, вестибюлях громадських будівель, в приміщеннях з інтенсивним рухом людей, або спеціальними режимами експлуатації (підвищена вологість, агресивні середовища) чи з високими вимогами до декоративних й екологічних властивостей покриття підлоги.

До недавнього часу всі відомі варіанти систем підлогових покриттів на основі паркетних дошок мали одну характерну особливість: з'єднання конструктивних елементів виконувалося за допомогою клею. Тому поява на ринку систем з замками типу «Quick-Step», що виключають використання клеїв, стала найпомітнішою подією в галузі.

На сьогоднішній день більшість систем ламінованих підлогових покриттів передбачають укладання панелей на основу без додаткового кріплення кромок за допомогою клею. Сполучені відповідно до інструкції панелі утворюють єдину поверхню, яка впродовж всього терміну експлуатації зберігає міцність і можливість розбирання і збірки. При цьому істотно скорочується трудомісткість монтажних робіт. Крім того, відсутність кріплення до основи і наявність пружної підкладки забезпечує конструкції підлоги всі переваги «плаваючої підлоги». Головні з них – здатність витримувати

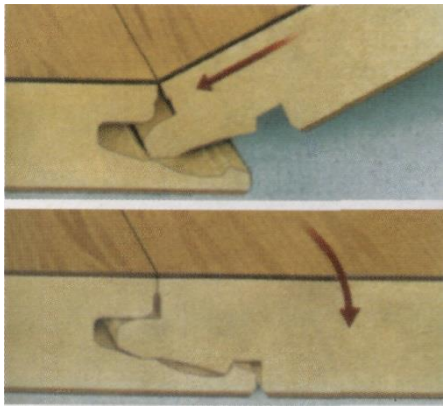


Рис. 13.1. Замок Quick-Step для ламінату

можливі зміни температурно-вологісного режиму приміщень, а також огинати або поглинати невеликі нерівності основи (до 2 мм на 2-х метровій рейці).

Інтерес до такої конструкції обумовлений тим, що вона позбавлена недоліків клейової збірки. Замок прорізаний в середині фібри ламінату прямого пресування високої міцності. Дошки ламінованого покриття з'єднують защипуючи їх кромки одна в іншу. Конструкція замку (рис. 13.1) дозволяє швидко і міцно з'єднати дошки.

Головне достоїнство подібних замкових з'єднань – якість укладання дощок не залежить від площі приміщення. Адже якщо немає клею, немає і проблем, пов'язаних з його застосуванням. Підлога за всією площею стає такою, що щільно приганяє, без щілин. Міцність з'єднання за всією площею однакова і визначена конструкцією замку. Важливо, що міцність замкового з'єднання (за даними європейських інститутів стандартизації) з часом зменшується лише на 2,5 - 3% в рік (порівняно з 25 - 30% щорічної втрати міцності клейової збірки).

Швидкість збірки ламіната із замками в 2 - 3 рази вище, ніж при клейових з'єднаннях. До того ж користуватися підлогою можна відразу ж після укладання. Виробники дотримується золотого правила: максимум робіт на заводі - мінімум зусиль при монтажі.

В даний час в обробці інтер'єрів широко застосовують кору пробкового дуба. Її цінують за легкість, еластичність, пружність, довговічність, високі тепло- і звукоізоляційні властивості.

Корок використовують не тільки для настінних, але і для підлогових покриттів. Різноманітність коркового шпону і використання барвників дозволила створити покриття більш ніж 20 видів. Лицьову сторону корка можна обробляти тільки шліфуванням, вощінням або просоченням лаком. Іноді влаштовують захисний шар з полівінілу. Він додає пробковим підлогам високу зносостійкість, антистатичні властивості і підвищує твердість.

Килимові покриття мають ряд достоїнств: вони відносно недорогі, красиві та при цьому надзвичайно практичні. Дизайнери рекомендують міняти їх раз

на 3-5 років. Проте термін експлуатації якісного килимового покриття може значно перевищувати названий час. При невеликій прохідності приміщення (наприклад, в спальні) ворс, особливо низький і щільний, здатний дуже довго зберігати свій первинний вигляд. Проте фахівці вважають, що жителі нашої країни почали все частіше удаватися до заміни старого покриття не з практичних міркувань, а просто для того, щоб радикально змінити оформлення свого інтер'єру [70].

Необхідний для того або іншого приміщення розмір покриття можна розрахувати тільки стосовно конкретної моделі, вибраної замовником. Якщо мова йде про однотонний варіант, ускладнень не виникає. За наявності ж малюнка обов'язково береться до уваги раппорт (відстань між елементами зображення, що повторюються). Із збільшенням раппорту збільшується витрата матеріалу покриття. Як правило, з двох шматків, призначених для укладання, один повинен бути більшим на величину раппорта.

До улаштування покриттів підлоги з лінолеуму приступають після побілення, фарбування та підготовки стін для останнього фарбування.

Двосторонні монтажні склеювальні стрічки (типу скотча) для вітчизняного ринку – це відносно новий будівельний матеріал. Він виготовляється з пінополіетиленової стрічки, на яку з двох сторін наноситься клей на каучуковій або акриловій основі.

Переваги монтажних стрічок полягають в тому, що вони забезпечують невидиме з'єднання полотнищ лінолеуму.

Для надійного з'єднання полотнищ лінолеуму і герметизації швів застосовуються сучасні способи зварювання полотнищ – «гарячий» або «холодний».

Питання для самостійного вивчення лекції

1. У чому особливості сучасної технології укладання паркетної підлоги?
2. Що означає «Quick Step» в технології улаштування підлоги із штучних матеріалів?

3. Які сучасні рулонні підлогові покриття використовуються сьогодні?
4. Які сучасні технології використовуються для з'єднання полотнищ лінолеумних покриттів?

26.3.1. Особливості улаштування підлоги, що підігрівається.

26.3.2. Технологія улаштування електричних систем обігріву.

26.3.3. Технологія улаштування підлоги, що обігрівається водою.

26.3.4. Фальшпідлоги.

26.3.5. Спортивні підлоги.

Література

1. «Сучасні технології в будівництві». Підручник. Менейлюк О.І., Дорофєєв В.С., Лукашенко Л.Е., Олійник Н.В., Москаленко В.І., Петровський А.Ф., Соха В.Г. Одеса, МЧП «Евен», 2009.

2. «Современные технологии устройства и ремонта полов»: Учебное пособие. Менейлюк А.И., Дорофеев В.С., Попов О.А., Дмитриева Н.В. Лукашенко Л.Э. и др. Одесса: «Айс Принт», 2014. – 400с. (Серия «Современное строительство»). 400 С.

Короткі теоретичні відомості

Зараз відомі два види підлоги, що підігрівається, залежно від способу підігріву: електричні та водопідігрівні. Зростаюча потреба в таких підлогах в наший країні має свої причини:

- світова тенденція до підвищення комфортності житла;
- зростання в Україні котеджного будівництва;
- почата у нас та націлена на енергозбереження житлово-комунальна реформа.

Для міської квартири переваги водяного опалювання полягають в тому, що не потрібне додаткове джерело тепла: труби в підлозі замінюють

традиційні прилади під вікнами (зараз вже є елітні будинки з такою системою, підключені до центрального опалювання). Такі системи прості і економічні в експлуатації. До їх недоліків можна віднести дорожнечу при влаштуванні підлоги, зменшення корисного об'єму приміщення за рахунок підняття рівня підлоги і залежність від центрального опалювання.

Переваги електричних нагрівальних систем для міської квартири - автономність. Їх доцільно використовувати в міжсезонні або для додаткового обігріву кухні, ванни і дитячих кімнат. Для водяного (або антифризного) опалювання заміських будинків підходить будь-який нагрівач, що працює на дровах, газі, вугіллі, бензині, солярці, сонячних батареях. Це зручно, проте магістральний газ є далеко не у всіх, а проводити його індивідуально вельми невигідно. Топити піч трудомістко, тоді як включення електричного обігріву займає не більше часу, ніж включення лампи. Не потрібні котли, вентилі, АГВ, інші дорогі та займаючі місце в приміщення предмети. Єдина видима частина системи електрообігріву - терморегулятор, що займає не більше місця, чим звичайний вимикач. «Тепла» підлога є частиною будинку і не потребує додаткової площі, а підлога з електрообігрівом не вимагає, на відміну від водяного, істотного збільшення товщини підлоги. Для його підключення достатньо побутової електричної мережі. «Тепла» підлога з електропідігрівом комфортна, економічна при влаштуванні, практична і екологічна. Недолік - дорожнеча при експлуатації через високу вартість електроенергії.

З розвитком комп'ютерних технологій, вдосконаленням систем інженерного устаткування будівлі питання, куди заховати величезну кількість всіляких комунікацій, забезпечивши при цьому вільний доступ до них з метою обслуговування, постає все гостріше й гостріше. Вирішити цю задачу дозволяє ідея використання міжпідлогового простору, що утворюється завдяки використанню, так званих, фальшпідлог [79, 80].

Сьогодні використання фальшпідлог набуває все більшого розповсюдження не тільки в промислових будівлях, але і в офісах, банках, торгових установах, музеях, аеропортах та інших громадських будівлях.

Модульні фальшпідлоги - це система, що має вільний простір між чорновою підлогою і підлоговим покриттям. Цей простір спеціально призначений для розміщення інженерних комунікацій - телефонних та електричних дротів, водопровідних труб, повітроводів.

Розвиток вітчизняного ринку спортивних покриттів останніми роками відбувається достатньо бурхливо. Цьому сприяє захоплення здоровим способом життя і політика фірм, що просуває на наш ринок спортивні покриття. Швидше за все, ці чинники діють у комплексі.

З цієї причини кількість підприємств,що професійно укладають спортивні покриття, стає більшою, та вибір самих матеріалів, відповідно, стає ширшим. Практично, всі виробники, що виробляють підлогові матеріали, як рулонні, так і наливні, мають в своєму асортименті також і спортивну гамму. І до всього цього різноманіття додалися ще виробники спеціалізованих покриттів, що пропонують матеріали тільки для спортивних покриттів. Щоб правильно вибрати потрібний матеріал, необхідно чітко уявити завдання майбутньої спортивної споруди і передбачувані умови його експлуатації.

Якщо покриття обирають для багатофункціональних залів спортивних комплексів, де здійснюється багато заходів, не тільки спортивних, то тут потрібні універсальні покриття, що дозволяють досягти максимального завантаження спортивної споруди і при цьому бажано мінімізувати витрати на підтримку покриття в належній формі.

Для спортивно-оздоровчих установ потрібні матеріали, які не сприяють дуже швидкій перевтомі, знижують ризик травматизму, мають презентабельний зовнішній вигляд.

Ефективне покриття для спортивних залів (головним чином для ігрових видів спорту) має мати високу енерговіддачу і в той же час бути безпечним,

амортизувати удари при падінні. Такого поєднання можна досягти тільки при поєднанні високих якостей спортивного покриття і якісно влаштованої основи під нього.

Окрему групу покриттів складають матеріали, що використовуються для устаткування спортивних залів.

В більшості випадків для залів використовуються універсальні покриття, що дозволяють як займатися різними видами спорту, так і максимально завантажити спортивні приміщення.

Як таке покриття краще всього використовувати рулонні еластичні синтетичні або натуральні матеріали, наприклад ПХВ-покриття.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. Які типи «теплої» підлоги Ви знаєте?

2. Які основні переваги і недоліки електрообігрівної підлоги?

3. Які основні переваги і недоліки водообігрівної підлоги?

4. Якою повинна бути температура підлоги в приміщеннях з тривалим перебуванням людей?

5. З якою метою використовуються сучасні технології з улаштування фальшпідлог?

ТЕМА №27

ВЛАШТУВАННЯ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ

1. Класифікація захисних покриттів.
2. Технології влаштування протикорозійних покриттів.
3. Технології влаштування гідроізоляційних покриттів.
4. Технології влаштування теплоізоляційних покриттів.

Література

1.Теличенко, В. И. Технология строительных процессов: учеб. для ВУЗов специальности. Промышленное и гражданское строительство.

направления «Строительство». Ч. I, II / В. И. Теличенко , А. А. Лапидус, О. М. Терентьев. – М.: Высш. шк., 2005.

2. С.С. Атаев, Н.Н. Данилов, Б.В. Прыкин и др. Технология строительного производства: учеб. Для ВУЗов – М.: «Стройиздат», 1984.

3. Кирнев, А. Д. Технология возведения зданий и специальных сооружений / А. Д. Кирнев, А. И. Субботин, С. И. Евтушенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 576 с.

4. Стаценко, А. С. Технология строительного производства: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению .Строительство.. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 415 с.

5. Сокова С.Д. Основы технологии и организации строительного производства. Учебник. – М.: ИНФРА, 2011. – 208с.

Короткі теоретичні відомості

Цегла, бетон та інші будівельні матеріали поглинають і утримують воду в порах. Завдяки капілярному підсосу, вода в конструкціях може підніматися на значну висоту.

Насичені вологою матеріали втрачають міцність і інші важливі експлуатаційні якості, а наявність у волозі солей призводить до руйнування цих матеріалів і конструкцій.

Роботи по захисту конструкцій від проникнення в них вологи називають гідроізоляційними, а шар водостійких матеріалів на огороджувальні поверхні - гідроізоляцією. За місцем розташування у просторі гідроізоляція може бути підземної, підводною і наземної, якою ізолюються будівлі - зовнішньої або внутрішньої.

За призначенням гідроізоляцію поділяють на герметизиючу, теплогідроізоляційну, антикорозійну.

Гідроізоляцію виконують для захисту підземних частин будівель і споруд від проникнення грунтових вод і запобігання капілярного підсосу

вологи, створення непроникності сховищ різних рідин від впливу агресивних вод.

За конструктивним рішенням гідроізоляція може бути одно- та багатошарової, армованої і неармованої, із захисним шаром і без нього, вентильованою, коли підпокривних простір сполучається з наружним повітрям.

Вид прийнятої гідроізоляції залежить від необхідної якості, міцності, існуючого підпору грунтових вод.

При виборі гідроізоляції враховують необхідну в приміщенні сухість, тріщиностійкість конструкцій. Вибираються ті матеріали, які найбільш повно задовольняють вимогам, що пред'являються до гідроізоляції, шляхів порівняння їх характеристик з умовами експлуатації.

Теплоізоляція різних огороджувальних конструкцій призначена для забезпечення заданих теплових режимів будівель, споруд, установок, трубопроводів. Теплові режими можуть мати різне призначення:

• для зменшення теплових втрат огороджувальними будівельними конструкціями будівель;

• для забезпечення нормального технологічного процесу всередині холодильників, спеціальних складів і т.д.

Розрізняють два способи виконання теплоізоляції: в заводських умовах (теплоізоляційний шар в стінових панелях, плитах покриття, панелях типу «сендвіч») або безпосередньо на будівельному майданчику.

Для першого виду ізоляції характерними є жорсткість, міцність і відносно висока (до 1200 кг/м3) щільність. Для ізоляції, що виконана в умовах будівельного майданчика, основними її якостями повинні бути гнучкість, пластичність і відносно низька щільність -до 600 кг / м3

Для первинного захисту будівельних конструкцій від корозії використовують корозійно-стійкі для даного середовища покриття. При необхідності передбачають вторинний захист поверхні конструкції.

Для попередження корозії будівель і споруд застосовують різні способи захисту, в тому числі металлизацию, забарвлення лакокрасочнимі складами, гуммірування і гідрофобізацію.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. Види захисних покриттів.

2. Види протикорозійних покриттів.

3. Що таке футерування?

4. Що таке гуммірування?

5. Що таке флюатурування?

6. Що таке торкретування?

7. Види гідроізоляції. Підготовчі та основні процеси гідроізоляції.

8. Види теплоізоляційних матеріалів.

9. Технологія влаштування засипної теплоізоляції.

10. Влаштування литої теплоізоляції.

11. Влаштування збірно-блокової теплоізоляції.

12. Влаштування рулонної теплоізоляції.

ТЕМА №28
ТЕХНОЛОГІЇ ЗАПОВНЕННЯ ПРОРІЗІВ

1. Технології влаштування скління.
2. Технологічна схема монтажу склопакетів.
3. Технології монтажу світлопроникнених перегородок.
4. Кладка стін зі склоблоків.
5. Технології влаштування безрамного скління балконів.
6. Технології влаштування світлопрозорих покрівель.
7. Технології влаштування подвійних фасадів.

Література

1.Теличенко, В. И. Технология строительных процессов: учеб. для

ВУЗов специальности. Промышленное и гражданское строительство. направления «Строительство». Ч. I, II / В. И. Теличенко , А. А. Лапидус, О. М. Терентьев. – М.: Высш. шк., 2005.

2. С.С. Атаев, Н.Н. Данилов, Б.В. Прыкин и др. Технология строительного производства: учеб. Для ВУЗов – М.: «Стройиздат», 1984.

3. Кирнев, А. Д. Технология возведения зданий и специальных сооружений / А. Д. Кирнев, А. И. Субботин, С. И. Евтушенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 576 с.

4. Стаценко, А. С. Технология строительного производства: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению .Строительство.. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 415 с.

5. Сокова С.Д. Основы технологии и организации строительного производства. Учебник. – М.: ИНФРА, 2011. – 208с.

Короткі теоретичні відомості

Належне природне освітлення повинно бути організовано в приміщеннях з постійним перебуванням людей, в тому числі в житлових, громадзьких і виробничих будівлях. Природне освітлення буває бічним, верхнім і комбінованим. Бічне освітлення виконують через світлові прорізи в зовнішніх стінах, верхнє і комбіноване- через ліхтарі, світлові прорізи в конструкціях покриття, в тому числі скляні дахи. Освітленість приміщень регламентується нормами, порушення яких може привести до перегріву приміщень в літній період і переохолодження їх в зимовий період, нестачі щоденного сонячного освітлення - інсоляції.

Скляні роботи незалежно від пори року, виконують до початку внутрішніх опоряджувальних робіт. Це необхідно для захисту приміщень від зволоження атмосферними опадами і створення нормальних умов роботи обробників.

Матеріали для скляних робіт. Скління світлових прорізів може виконуватися одинарним, подвійним і потрійним; воно може бути з віконного

скла, склопакетів, склоблоків і т.п. Розміри отворів і кількість шарів скління залежать від габаритів приміщень, кліматичних умов, виду і конструктівного рішення стінового огородження.

Віконні блоки виготовляють дерев'яними, деревометаличні, пластмасовими, металевими, металопластиковими і комбінованимі. У сучасних будівлях, що зводяться на індустріальній основі, віконні прорізи заповнюють склопакетами.

Скління віконних рам, фрамуг, кватирок житлових будинків здійснюють листовим склом товщиною 2 ... 6 мм, для скління дверей використовують прозоре і візерункове скло товщиною до 7 мм.

Вітрини в громадських будівлях, вітражі, світлопрозорі перегородки заповняють склом спеціального виготовлення - великорозмірним полірованим або неполірованим склом товщиною 6,5 ... 12 мм.

Для скління ліхтарів і інших аналогічних конструкцій, а також в теплицях і оранжереях, які можуть протистояти значним вітровим і сніговим навантаженням, використовують листове армоване скло товщиною 5 ... 5,5 мм або тришарову комбінацію- два шари скла і плівка з триплексу між ними.

Питання для самостійного вивчення лекції

1. Застосовувані матеріалів для скління. Типи вікон.

2. Технологічна схема монтажу склопакетів.

3. Як кріпиться скло в дерев'яних рамах?

4. Як кріпиться скло в металевих рамах?

5. Види світлопронених перегородок.

6. Загальні принципи монтажу полікарбонату

7. Монтаж панелей з стеклопрофіліту.

8. Кладка стін із склоблоків.

9. Влаштування і особливості безрамного скління балконів.

10. Що таке світлопрозорі покрівлі?

11. Види і влаштування подвійних фасадів.

ТЕМА №29

ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЯ ФУНДАМЕНТІВ, ПЕРЕКРИТТІВ, ПОКРИТТІВ ТА ДАХІВ БУДИНКІВ

Технологія ізоляційних робіт для підземних частин будівель.

Проблема розширення та раціонального використання корисних площ будівлі може бути успішно вирішена за допомогою утеплення підземних частин будівель. В підвалі або цокольному поверсі приватного будинку можна помістити гараж, спортзал або сауну, а в громадському або багатоквартирному будинку – стоянку, склад або інші підсобні приміщення.

Приміщення підвалу або цокольного поверху повинні мати достатній рівень теплоізоляції, що визначається промерзанням грунтів. Промерзання ґрунту, викликане від'ємною температурою і наявністю ґрунтових вод, стає причиною такого явища як морозне здимання (збільшення об'єму промерзлого ґрунту в межах глибини промерзання, викликає нерівномірний вплив на фундамент споруди). Це може призвести до деформації і руйнування будівельних конструкцій. Виключити негативний вплив морозного здимання можливо кількома шляхами. Одним з них є заглиблення фундаментів до позначки нижче глибини промерзання або виїмка ґрунту здатного до здимання до глибини промерзання і заміна його ґрунтом, який не здимається. Більш ефективним способом є утеплення фундаменту, яке дозволяє істотно знизити або зовсім ліквідувати вплив на фундамент сил морозного здимання і уникнути небезпечних деформацій основ та конструкцій. Для повної нейтралізації сил морозного здимання необхідно утеплити фундамент по всьому периметру будівлі. Причому, необхідно утеплювати не тільки стіни фундаменту, але і його основу, рис.1.1.

Якісна теплоізоляція стін і підлоги підвалу дозволяє перетворити підземну споруду у своєрідний акумулятор тепла, що забезпечує постійну комфортну температуру і взимку, і



Рис.1.1. Утеплення основи фундаменту влітку. Утеплення зовнішніх одноповерхового будинку плитним стін підвалу дозволяє значно утеплювачем зменшити втрати тепла. Це оберігає стіни від утворення конденсату, розвитку цвілі і грибків. Теплоізоляція цокольних приміщень дозволяє підтримувати позитивну температуру без додаткового обігріву [12].

Теплоізоляційні матеріали для ізоляції підземної частини будівель повинні відповідати трьом головним вимогам: висока міцність на стиск, стійкість до механічної деформації і вологостійкість. Такими властивостями володіють плити, виконані з екструдованого пінополістиролу (ЕПП) і пінополіуретану (ППУ). Завдяки своїм характеристикам, таким як низькі коефіцієнти теплопровідності і водопоглинання, не сприйнятливість до органічних кислот, а також міцність, ці матеріали підходять для утеплення підземних частин більшості споруд. При цьому їх фізико-механічні характеристики дозволяють їм перебувати у вологому середовищі тривалий час, не втрачаючи своїх теплоізолюючих властивостей, протистояти капілярного підсосу, не руйнуватися при впливі різних мікроорганізмів, перепадів температур і механічних пошкоджень при русі ґрунту, а також дозволяють подовжити термін служби гідроізоляційного шару.

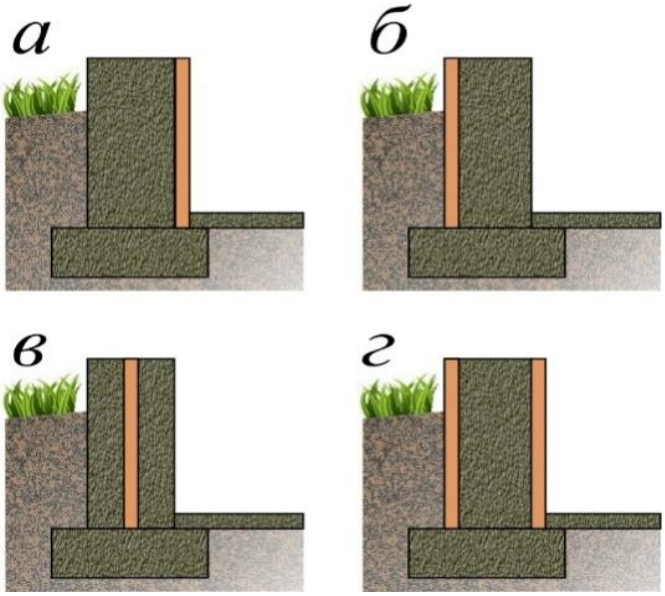


Рис.1.2. Влаштування теплоізоляції стін фундаменту: а - зсередини; б - зовні; в - в складі конструкції; г - зовні і зсередини

Існує кілька способів ізоляції стін фундаменту будівель – зовні, зсередини, посередині стіни і комбінація зовнішнього і внутрішнього способів (рис.2.3).

З точки зору будівельної фізики, найбільш ефективним розміщенням теплоізоляції є зовнішнє. Шар теплоізоляції, розміщений з зовнішньої сторони стіни і зовні щодо гідроізоляції, зберігає стіни підвалу при постійній температурі. Стіни діють як тепловий резервуар, що вирівнюють можливі коливання температури. При цьому теплоізоляція дозволяє перебувати

конструкції стіни підвалу в рівноважній вологості і постійній температурі, що виключає умови для виникнення конденсату на внутрішній поверхні.

Серед найбільш вживаних в будівельній практиці технологій теплоізоляції фундаментів та вимощень – є утеплення плитними матеріалами, напилюванням та засипкою теплоізоляційними сипучими матеріалами.

Теплоізоляцію фундаменту плитним утеплювачем, згідно зі схемою, представленою на рисунку 1.3 без утеплення відмощення, виконують в такій технологічній послідовності (в якості плитного утеплювача, в основному, застосовується екструдований пінополістирол або пресований пінополістирол з щільністю не менш ніж 35 кг/м^3).

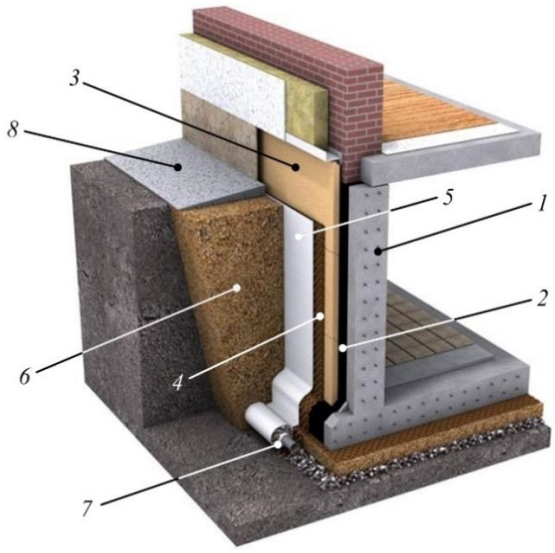


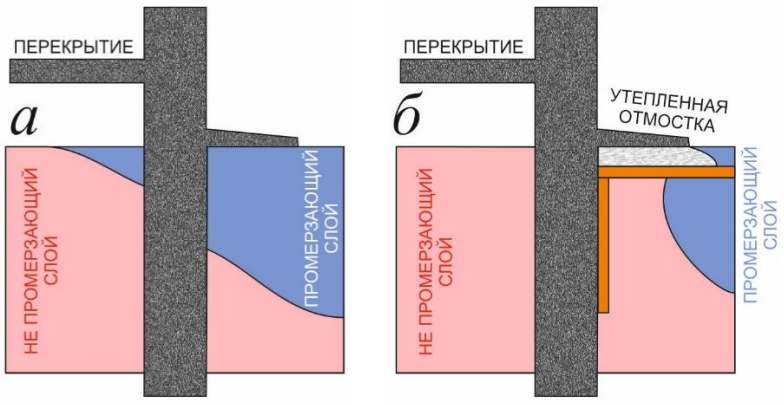
Рис.1.3. Конструктивно-технологічне рішення системи підземної теплоізоляції без утеплення відмощення: 1- конструкція фундаменту; 2 - шар гідроізоляції; 3 - плитний утеплювач; 4 - дренажна мембрана; 5 - геотекстиль; 6 - зворотна засипка піщано-гравійною сумішшю; 7 – дренажна труба; 8 - вимощення

На першому етапі по вирівняній зовнішній поверхні стін підвалу влаштовується обмазувальна або обклеювальна гідроізоляція. На другому етапі по гідроізоляції кріпляться плити з екструдованого пінополістиролу. Приклеювання плит виконують знизу-вгору. Вироби з плитних матеріалів повинні мати однакову товщину і приклеюватися щільно один до одного. Кріплення плит до стіни виконують наступним чином: якщо поверхня рівна, то гідроізоляцію підплавляють в трьох-п'яти точках і щільно притискають теплоізоляційну плиту. Якщо для кріплення плит використовуються мастики, то вона наноситься на поверхню плити теплоізоляції маяками в кількості 8-10 маячків на плиту розмірами 1250×600 мм.

В зоні цоколя встановлюють анкери з розрахунку 4 анкери на плиту.

Плити розташовуються в шаховому порядку. Кожну плиту з Г-подібної кромкою укладають впритул до сусідніх плит, щоб шип-паз верхньої плити закривав шип-паз нижньої плити. Це забезпечує відсутність наскрізних зазорів через шар теплоізоляції і дозволяє знизити тепловтрати. Улаштування зворотної засипки котловану призводить до щільного притискання плити теплоізоляції до стін підвалу завдяки підпору грунту. При необхідності влаштовують дренажну систему, яка складається з дренуючої мембрани (шипоподібна мембрана), що накрита шаром геотекстилю. Вода стікає уздовж дренуючої мембрани і відводиться дренажними трубами, які укладені нижче позначки підлоги підвалу (рис.1.3, поз.4,5,7).

Після засипання пазух котловану, виконують горизонтальну теплоізоляцію по периметру будинку, поверх якої влаштовують бетонне вимощення. Крім утеплення фундаменту необхідно приділити увагу й утепленню вимощення, що проводиться одночасно з утепленням цоколя (рис.1.4).



а) б)

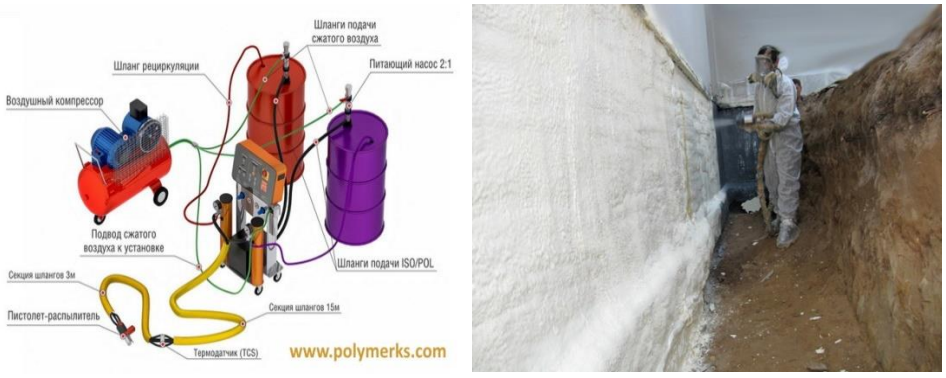
Рис.1.4. Принцип роботи утеплення вимощення: розподіл температурних полів: а) без утеплення; б) з утепленням

Основна суть комплексної теплоізоляції цоколю та відмощування в тому, що при стабільно позитивній температурі ґрунту на глибині понад 2м в цокольному поверсі буде підтримуватися постійна температура до +10 ºС без додаткового обігріву, що знизить термічні навантаження на фундамент, що досить наглядно показано на рисунку 2.6.

Ще одним позитивним моментом спільного утеплення цоколю та відмостки є запобігання вертикального переміщення вимощення відносно цоколя в результаті дії сил морозного здимання. У свою чергу при якісній гідроізоляції стику між вимощенням та цоколем можна забезпечити відведення зайвої вологи від будинку, що зменшить ризик виникнення тріщин фундаменту під дією сил морозного здимання і зведе до мінімуму ймовірність пошкодження шару гідроізоляції внаслідок відсутності зрушень промерзлого грунту.

В останні роки все частіше використовується *технологія напилювального пінополіуретану* (ППУ). Як згадувалося раніше пінополіуретан можливо використовувати як для теплоізоляції вимощення, так і для теплоізоляції поверхні фундаменту.

При теплоізоляції вимощення за такою технологією відсутня необхідність попереднього вирівнювання поверхні підстилаючого шару (пісок+щебінь), оскільки поліуретанова піна швидко і легко заповнить всі нерівності його поверхні. Перепади температур майже не впливають на експлуатаційні якості пінополіуретану. Роботи з його нанесення відрізняються низькою трудомісткістю. Пінополіуретан розпилюють за допомогою спеціального обладнання, рис.1.5.а. Піна подається по шлангу до пістолета-розпилювача під високим тиском. Тому розпилювати його, наприклад, на дрібний пісок не рекомендується: потік пінополіуретану може порушити цей шар піску. У такому разі здебільшого пінополіуретан розпилюють поверх утрамбованого щебню, який і оберігає пісок від здування. Затвердіння шару ППУ відбувається протягом однієї-двох хвилин. Можливе напилення покриття, практично, будь-якої необхідної товщини, але, в більшості випадків, достатньо пятисантиметрового шару піни.



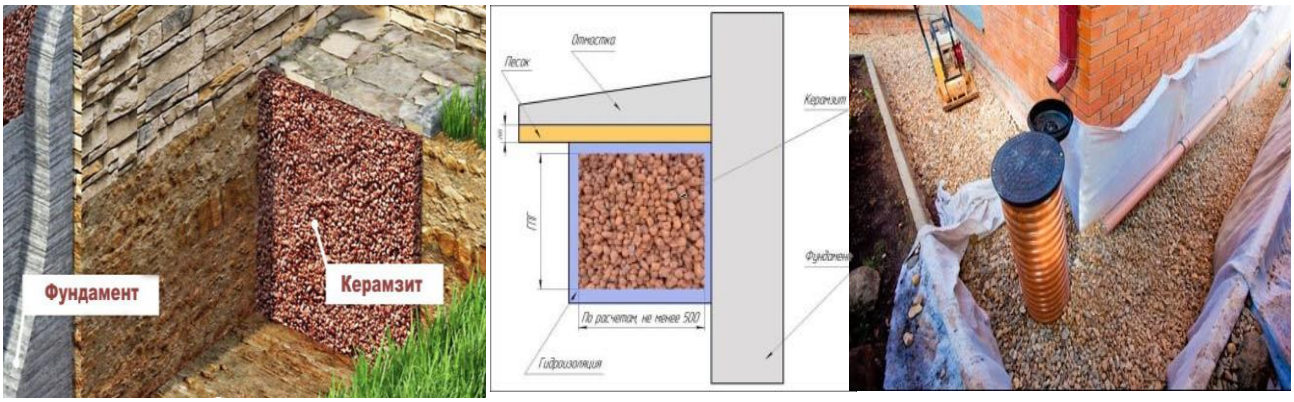
а) б)

Рис.1.5. Теплоізоляція фундаменту із застосуванням технології напилювального пінополіуретану: а) схема та обладнання да напилення; б) процес напилення

Необхідно відзначити, що технологія із застосуванням напилювального пінополіуретану використовується не тільки для утеплення вимощення. Її, поряд з плитним утеплювачем, можна використовувати і для утеплення фундаменту, рис.1.5.б, рідше – цоколю та покриттів. Вона менш трудомістка в порівнянні з улаштуванням плитного утеплювача, внаслідок відсутності спеціального кріплення і необхідності попередньої підготовки поверхні. Слід відзначити, що завдяки своїм маловодонепроникним властивостям,

пінополіуретан окрім теплоізоляції може виконувати і роль додаткової гідроізоляції.

Одним з можливих способів утеплення фундаменту є *засипна технологія*, яка передбачає засипку у пазухи котловану керамзитового або аглопоритового гравію або піску, рис.1.6.



а) б) в)

Рис.1.6. Засипна теплоізоляція: а) модель у вигляді рисунку; б) конструктивно-технологічна схема та в) загальний вигляд засипної теплоізоляції фундаменту

Ефект досягається за рахунок теплоізоляційних властивостей самих матеріалів, а також їх властивостей фільтрації для відведення вологи (дренажу) від фундаменту, що перешкоджає його руйнування внаслідок морозного здимання ґрунту. У цьому випадку по периметру будівлі необхідно вкладати дренажні труби, які спільно з засипною теплоізоляцією, дозволяють швидко і ефективно відводити вологу від стінок фундаменту і його основи. Засипку утеплювача потрібно проводити на всю висоту фундаменту, а поверх неї влаштовувати бетонне вимощення. Перед засипкою утеплювача необхідно влаштувати в основі піщану подушку товщиною 150-200 мм. Ширина засипки повинна бути на 30-50 мм менша ніш ширина бетонного вимощення, але не менш ніж 500 мм.

Теплоізоляція основ та перекриттів

Для того, щоб раціонально і ефективно вибрати той чи інший матеріал або технологію теплоізоляції перекриття слід розглянути види перекриття. Так, наприклад, в малоповерхових безпідвальних будівлях перекриття можуть встановлюватися як на ґрунт, так і на бетонну підготовку. Це, в першу чергу, залежить від призначення будівлі, а в другу чергу від наявного рівня ґрунтових вод.

Якщо перекриття, тобто нульова відмітка підлоги, запроектоване вище рівня денної поверхні ґрунту на 400 мм і вище, то достатньою буде теплоізоляція із шару сухого ущільненого ґрунту та шару (200-300 мм) засипного пористого матеріалу. Слід відзначити, що цей спосіб теплоізоляції більш надійний при таких умовах, коли фундамент ззовні теплоізольований, та коли підлогу передбачається влаштовувати по дерев'яним лагам, що передбачає ще і появу повітряного прошарку (40-50 мм).

У тому разі коли в будівлі влаштовують бетонну основу (фундамент) або бетонне перекриття по ґрунту, то його виконують на багатошаровій основі з використанням ефективних теплоізоляційних матеріалів. Такі основи (монолітні фундаментні плити), в більшій мірі, влаштовують для малоповерхових житлових будинків котеджного типу або для куполоподібних геодезичних будівель.

До нас з Скандинавських країн прийшла, так звана, «утеплена шведська плита» з попередньо влаштованими технологічними отворами під комунікації.

Технологія влаштування такого фундаменту полягає у наступному:

- викопується котлован, як правило, не глибше 500 мм;
- на дно котловану насипається кварцовий пісок, шаром близько 150 мм. Зверху на шар піску укладається геотекстиль;
- по периметру майбутнього фундаменту встановлюються бортові елементи з пінополістиролу. У процесі спорудження вони виконують функцію незнімної опалубки, а в подальшому – функцію теплоізоляції бічних поверхонь фундаментної плити;
- прокладаються труби опалення, каналізації, гарячої та холодної води, монтується дренажна система;
- поверх засипається шар гравію товщиною 150 мм;
- зверху на гравій укладаються плити з екструдованого або пресованого (щільністю не менш ніж 35 кг/см^3) полістиролу (товщиною, близько 100мм) або плитного піноскла, рис.1.7, потім гідроізоляція і зверху ще один шар з плит пінополістиролу (також 100 мм);



Рис.1.7. Утеплення основи фундаменту плитним піносклом

- монтуються пластикові труби, які будуть виконувати функцію водяної теплої підлоги. В процесі виготовлення труби накачуються повітрям, щоб вони не були зім'яті при заливанні бетонної суміші;

- на підставках монтується арматурний каркас основи;

- вся конструкція заливається бетонною сумішшю і після затвердіння бетону шліфується.

Утеплення цокольного (підвального) перекриття. В залежності від типу конструкції перекриттів використовують теплоізоляцію:

- для перекриттів і конструкцій підлоги, які лежать на ґрунті, досить часто використовують теплоізоляційні матеріали, а саме: *плитні* – екструдований пінополістирол (є доречним застосування і матеріалу у вигляді торф'яних плит) (рис.1.8, а); *засипні* матеріали, такі як керамзитовий гравій, шлаки та золи, оскільки при своїх хороших теплоізоляційних властивостях, вони ще і досить добре захищають від гризунів та інших шкідників; *монолітні* – легкі бетони на пористих заповнювачах. Необхідно відзначити, що теплоізоляційний шар у вигляді засипки з шлаку або золи виконують здебільшого в будівництві бюджетних одноповерхових будинків або будівель іншого призначення. Це пов'язано з малою собівартістю зазначених матеріалів. Однак рекомендувати використовувати їх для житлового будівництва, особливо шлак та золу, *не варто* внаслідок їх підвищеного радіаційного фону;

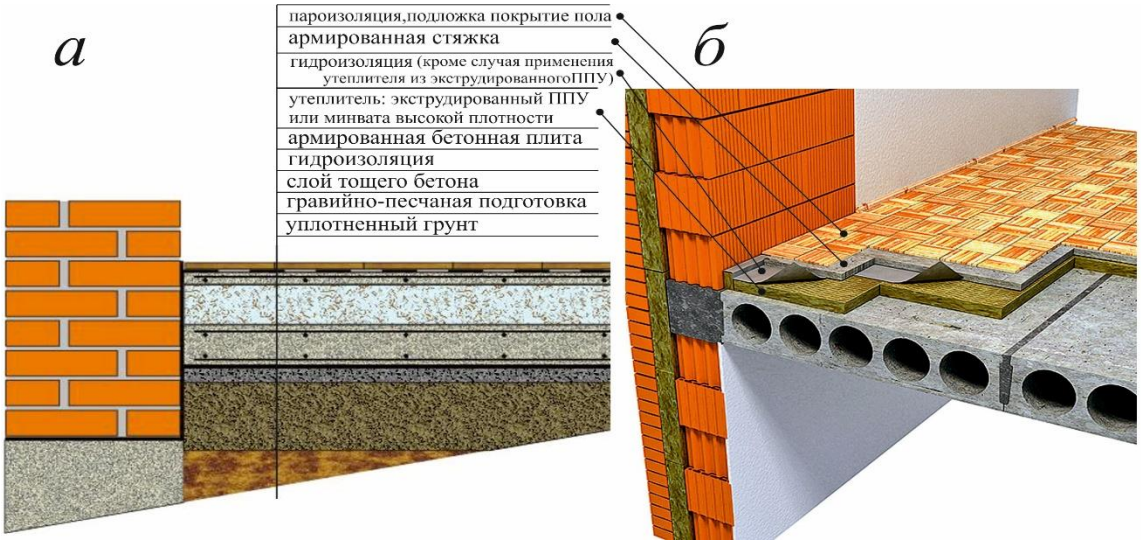


Рис.1.8. Конструктивно-технологічні схеми утеплення перекриттів: а) перекриттів і конструкцій підлоги, що лежать на ґрунті; б) цокольного поверху по залізобетонному перекриттю (при застосуванні намокаючих утеплювачів типу мінеральної вати, необхідно укладати їх на плиту

перекриття через додатковий шар пароізоляції)

- для цокольних перекриттів, виконаних із залізобетонних пустотних плит або монолітних перекриттів вище рівня ґрунту (рис.1.8,б) ефективніше улаштування теплоізоляції з екструдованого пінополістиролу (щільність не менш ніж 35 кг/м^3) або мінераловатної плити високої щільності (більше 150 кг/м^3). Таку якісну теплоізоляцію слід особливо влаштовувати мешканцям квартир, що знаходяться на першому поверсі малоповерхових та висотних будинків, а також користувачам приміщень над проїзними арками будинку.

При теплоізоляції цокольного перекриття необхідно запобігти потраплянню вологи з підвального приміщення чи землі в теплоізоляційний матеріал. Для запобігання попадання вологи влаштовують гідроізоляційний шар. Він може бути виконаний з руберойду на не гниючій основі або поліетиленової плівки. На гідроізоляційний шар укладається теплоізоляційний матеріал і зверху знову гідроізоляційний шар. Для цієї мети можна використовувати фольгований скловолокнистий матеріал. У випадку застосування в якості фінішного шару підлоги на основі з монолітного залізобетонного перекриття таких матеріалів як лінолеум, ламінований картон, ламінат та інші листові матеріали, що мають низький коефіцієнт паропроникності, для ізолювання найбільш раціональним буде використання екструдованого пінополістиролу. Цей матеріал практично не пропускає вологу, досить міцний і довговічний.

При утепленні перекриттів над холодними підвалами і підпіллям слід враховувати, що в них, як і у всіх огороджувальних конструкціях, що розділяють зони теплого і холодного повітря, відбувається конденсація водяних парів повітря. Це призводить до зволоження конструкцій. Можливе гниття, корозія та інші їх пошкодження.

В деяких випадках, особливо при тепловій санації будинку, в якості матеріалу з експлуатаційними характеристиками, які необхідні для таких умов, можливе застосування *напилювальної* теплоізоляції на основі пінополіуретану. Особливістю цього матеріалу при технології його нанесення напиленням є суцільний контур утеплення. Завдяки високій адгезії до багатьох

матеріалів він може наноситися з боку підвального приміщення і не вимагає додаткових значних матеріальних і трудових витрат (демонтажу перекриттів, довгої попередньої підготовки поверхні конструкції). Теплоізоляція з пінополіуретану, володіючи до того ж і високими гідроізоляційними властивостями, виключає необхідність влаштування пароізоляції.

Утеплення та звукоізоляція міжповерхових перекриттів. Перекриття, що розділяють житлові поверхи будинку, в залежності від конструкції будинку, несуть кілька основних функцій. По-перше, необхідність звукоізоляції перекриттів очевидна. По-друге – утеплення міжповерхових перекриттів продиктовано новими вимогами до житлового простору.

Монолітний залізобетон з якого виконано каркас будівлі є «холодним» матеріалом. Навіть, якщо перекриття розділяє поверхи як рівнозначні температурні зони – два теплих житлових приміщення, не менш важливим є вибір тепло- і звукоізоляційного матеріалу. Різновид застосовуваних видів і конструкцій поєднаної тепло- і звукоізоляції значно ширший. Для цього можна використовувати конструктивно-технологічну схему, яка аналогічна тій, що представлена на рисунку 1.8, б.

Розглядаючи перекриття в каркасно-монолітному, збірно-монолітному, панельному та цегляному будівництві можливо відзначити, що рішень по їх тепло- та звукоізоляції є досить багато. Проте не всі відповідають вимогам користувачів приміщень та будівельним компаніям, особливо їх техніко-економічні показники. Це пояснюється тим, що технології влаштування шару тепло- та звукоізоляції перекриттів не є економічно та технічно універсальними. Тобто, ми не маємо можливості, влаштовуючи ізоляційний шар, одночасно отримати високі його показники як в звуко-, так і в теплоізоляції. Проте, у тому випадку, коли така можливість все ж таки є, то техніко-економічні показники технології значно збільшуються.

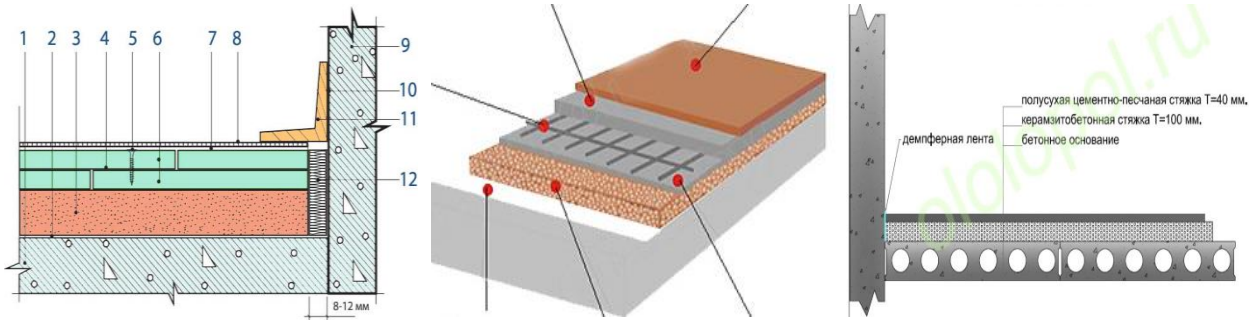
Одним із технологічних рішень є влаштування шару тепло- та звукоізоляції ***перекриттів з використанням мінераловатного утеплювача***, рис.1.8.б. При цьому в конструкції таких перекриттів слід передбачити обов’язково використання паро- та гідроізоляційного шарів, які будуть оберігати мінераловатний утеплювач від зволоження. Другим необхідним фактором є застосування мінераловатних плит підвищеної щільності (150-200

кг/м^3), товщиною 50-100 мм, оскільки шар утеплювача буде сприймати навантаження, які будуть передаватися йому від покриття підлоги. При цьому крім високих характеристик тепло- та звукоізоляції мінераловатні плити повинні ще і володіти достатніми механічними характеристиками, а саме міцністю на стиск, та пружністю. Не слід забувати і про екологічні показники матеріалів. Для вирішення цих питань ефективнішим буде застосування мінераловатного утеплювача на основі базальтового волокна.

Плити вкладаються на суху, вирівняну, підготовлену поверхню в шаховому порядку без використання клейових розчинів. Між стіною та утеплювачем необхідно залишити проміжок 10-20 мм. У разі, якщо проектом передбачено влаштування цементопіщаної стяжки (товщина 30-50 мм) по мінераловатному утеплювачу, то його необхідно захистити шаром рулонної гідроізоляції. У свою чергу, якщо поверх плит буде влаштовано сухий настил у вигляді ОСП, то гідроізоляція не потрібна.

Аналогічним є влаштування ***ізоляційного шару на основі екструдованого пінополістиролу*** щільністю ≥35-45 кг/м^3. При цьому ми маємо змогу зменшити загальну товщину тепло- та звукоізоляційного шару до 30-50 мм, у порівнянні з шаром із мінеральної вати або керамзитобетону. Таке технологічне рішення дозволить зберегти висоту приміщення за рахунок меншої товщини стяжки та відмовитися від пароізоляції. Технологія вкладання плит аналогічна мінераловатним з тією лише різницею, що плити вкладаються не тільки впритиск, але ще і паз в паз. Можливе застосування і пресованого пінополістиролу (щільністю не менше ніж 25 кг/м^3), однак при цьому товщина його повинна бути більша.

В практиці тепло- та звукоізоляції перекриттів житлових будинків в промислових об’ємах більш частіше ***застосовують керамзитобетон***, рис.1.9.





а) б) в)

Рис.1.9. Влаштування теплоізоляційного шару з сипучих матеріалів: а) «сухий»; б) «напівмокрий»; в) «мокрий» способи: (1 - залізобетонне перекриття; 2 - пароізоляція (поліетиленова плівка); 3 - вирівнююча засипка з пористих матеріалів (керамзит, перлітовий пісок); 4 - клейова мастика; 5 - самонарізний гвинт для ГВЛ; 6 - елементи збірної основи підлоги з ГВЛ; 7, 8 - покриття підлоги - паркет, ламінат, лінолеум, плитка; 9 - стіна або перегородка (бетон використаний для прикладу); 10 - клей або кріплення для плінтуса; 11 - плінтус або декоративний куточок; 12 - пружна кромочна стрічка)

Для незначних об’ємів робіт, наприклад, в межах однієї квартири, економніше влаштовувати ***засипку з керамзитового гравію***. Так теплоізоляційний шар на основі керамзиту може виконуватися трьома різними способами: І спосіб («сухий») (рис.1.9.а) – влаштування сухої засипки на плиту перекриття з подальшим влаштуванням «сухих» полів на основі ОСП або ГВЛ подвійним шаром з розбіжкою; ІІ спосіб («напівсухий») (рис.1.9.б) – влаштування сухої засипки керамзитовим гравієм, а потім заливка його рухомою цементно-піщаною сумішшю. Її рухомість повинна бути оптимальною, тобто такою, щоб забезпечити максимальне зчеплення керамзитового гравію між собою та не допустити його спливання. ІІІ спосіб («мокрий») (рис.1.9.в) – укладання, за допомогою бетононасосу, керамзитобетонної суміші складу 1:3:4 (портландцемент, керамзитовий пісок, керамзитовий гравій). Цей спосіб є не тільки найбільш ефективний при значних об’ємах робіт, а ще й набільш технологічний, оскільки зменшує кількість робочих операцій.

Технологія утеплення такого перекриття передбачає застосування в бетонній суміші крупного заповнювача, а саме керамзитового гравію фракціями 5-10 мм та 10-20 мм, а в якості мілкого заповнювача для розчину застосовувати керамзитовий пісок.

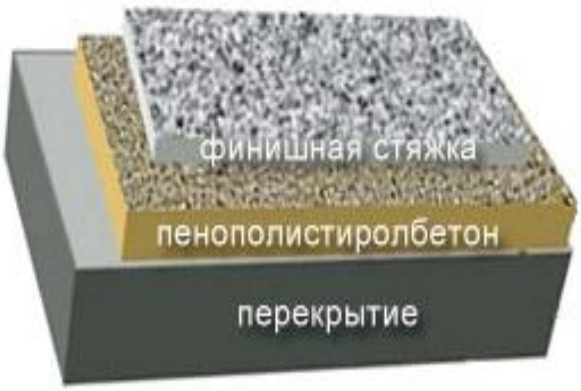


Рис.1.10. Пінополістиролбетон в якості шару теплоізоляції.

Для більш ефективної упаковки зерен керамзиту товщина стяжки для перекриттів виконується розміром не менш ніж 50 мм. Перед влаштуванням шару теплоізоляції зазначеними способами, по перекриттю необхідно виконати підготовку, а потім укласти гідроізоляційний шар з рулонних матеріалів з напуском 150-200 мм. У разі відсутності гідроізоляційного шару, основу необхідно проґрунтувати для унеможливлення відсмоктування води з розчину. По периметру приміщення необхідно обов'язково наклеїти демпферну стрічку висотою 100-150 мм.

Головна перевага І способу влаштування шару теплоізоляції і конструкції в цілому це те, що відсутність вологих процесів виключає технологічні перерви і, як наслідок, зменшення термінів виконання робіт.

В останній час більш активно, в якості ***шару теплоізоляції перекриття водночас з його можливістю застосування як і вирівнюючої стяжки, почали використовувати пінополістиролбетон на основі полістирольних сфер та піноутворюючої добавки СДО або полістиролбетон (без добавки піноутворювача)***, рис.1.10. Підбір складу полістиролбетону слід виконувати з урахуванням всіх нормативних та технологічних рекомендацій та регламентів. Оскільки мала кількість полістиролу в складі бетону, як заповнювача, призведе до втрати його основного призначення – теплоізоляційного шару, а велика – до руйнування поверхні бетону. Тому марка полістиролбетону за щільністю повинна бути не менш ніж Д350.

Завдяки своїм високим теплоізоляційним властивостям полістиролбетон влаштовують товщиною не менш ніж 30 мм та не більш 50-70 мм. Технологія його влаштування аналогічна звичайним вирівнюючим стяжкам. Тобто

необхідно підготувати поверхню перекриття, виконати ґрунтовку, потім влаштувати маяки на відстані 500-600 мм. Наступним етапом буде укладка пінополістиролбетонної або полістиролбетонної суміші розчинонасосом з подальшим її вирівнюванням правилом. Через добу після бетонування маяки необхідно видалити, а утворені порожнини заповнити бетонним розчином, аналогічним за складом. Перед подальшим нанесенням фінішної стяжки повинно пройти не менш ніж 3-5 діб.

В малоповерховому (котеджному) будівництві досить часто використовують ***балочне міжповерхове та горищне перекриття з конструктивно-технологічною схемою утеплення міжповерхових перекриттів при влаштуванні підлоги по лагам***. На рисунку 1.11 наведена конструктивно-технологічна схема утеплення міжповерхових перекриттів по дерев'яним балкам. В якості матеріалу теплоізоляції ефективно використовувати утеплювачі на основі органічних та неорганічних матеріалів волокнистої структури з хорошими звукоізоляційними властивостями. Насамперед це рулонні або плитні утеплювачі на основі льону, коноплі та кам'яної (базальтової) вати з невеликою щільністю (30-70 кг/м^3) при товщині їх шару не менш ніж 200-300 мм або щільних мінераловатних утеплювачів (100-120 кг/м^3) з товщиною шару 200 мм. Матеріал з різною товщиною вкладають в декілька шарів між балками перекриття. При цьому необхідно слідкувати, щоб ширина рулону матеріалу

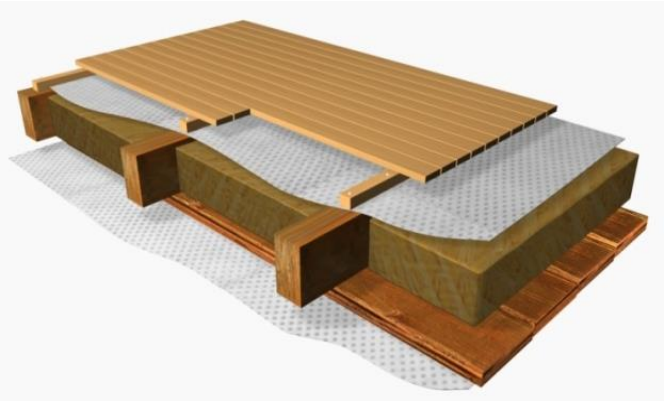


Рис.1.11. Конструктивно-технологічна схема утеплення міжповерхових перекриттів по дерев'яних балках: 1 – пароізоляція, 2 – дощатий підшив, 3 – теплоізоляційний шар, 4 –

гідроізоляційний шар, 5 – підлога, 6 – дерев'яні лаги, 7 - дерев'яні балки була на 5-10 мм більша за ширину проміжку між балками. Не допускається вкладання матеріалу шириною меншою за ширину проміжку між балками. Якщо ширина рулону менша за відстань між балками, то необхідно використовувати доповнюючі вкладиші з цього ж матеріалу, вкладаючи шари теплоізоляції у шаховому порядку. Таке конструктивно-технологічне рішення можливо використовувати і для горищного перекриття. Проте слід пам'ятати, що при використанні мінеральної вати з щільністю 30-70 кг/м^3 з плином часу можливе її осідання, тому товщину її шару необхідно збільшити. Це насамперед стосується холодного горища.

Для захисту матеріалу тепло- та звукоізоляції від потрапляння вологи у газоподібному та рідкому стані здебільшого необхідно використовувати паро- та гідроізоляційні плівки.

У тому випадку, якщо необхідно створення суцільного тепло- і звукоізоляційного шару, більшою мірою для звукоізоляції, то потрібно застосовувати ті матеріали, які створюють безшовний суцільний контур, наприклад, напилювальні та засипні (ековата, мінеральні волокна), тощо.

Одним із шляхів покращення тепло-, та звукоізоляційних характеристик залізобетонних монолітних перекриттів є створення порожнин в його тілі. В світлі цього однією з перспективних технологій влаштування міжповерхових перекриттів, практика використання якої за кордоном розпочинається з кінця XX століття, а в нашій країні – з початку XXI століття, є конструктивно-технологічне рішення ***легкого перекриття з покращеними тепло- та звукоізоляційними характеристиками на основі створення в тілі бетону порожнин***. Для цього використовують закладні деталі з різних матеріалів: пластмасових (рис.1.12.а) (у вигляді сфер, трапецеподібних, тощо), пустотілих блоків (1.12.б) (керамічних, композитних) та пінополістирольних панелей (1.12.в).



а) б) в)

Рис.1.12. Конструктивно-технологічне рішення *легкого перекриття* з пластмасовими сферами (а), керамічними блоками (б), пінополістирольними вкладками (в)

Технологічно для влаштування легкого тепло-, звукоізоляційного монолітного перекриття може використовуватися:

- незнімна опалубка з влаштованими на ній в заводських умовах закладними деталями різної форми з порожнинами;
- збірний арматурний каркас перекриття з влаштованими в ньому в умовах як будівельного майданчика, так і в заводських умовах закладних деталей на основі пустотілих пластмас;
- пустотні або легкі елементи перекриття вкладаються між ребрами міцності безпосередньо на будівельному майданчику.

Для заповнення об’єму конструкції внаслідок густого армування використовується самоущільнююча бетонна суміш. При такому виду перекриття значно скорочується витрата бетонної суміші, тобто спостерігається зменшення на 20-40% загальної ваги конструкції перекриття, що має такі ж характеристики міцності, як і традиційний залізобетонний моноліт. Така технологія дозволяє влаштовувати перекриття з більшою, в середньому на 40%, відстанню між опорними колонами. Деякі системи дозволяють скоротити витрату арматури до 20%. Трудомісткість улаштування 1 м^2 перекриття, наприклад, системи з пінополістирольними вкладками, становить 1 люд.-год.

Необхідно відзначити, що такі рішення перекриттів здебільшого ефективні тільки у тому випадку, коли за вимогами жорсткості або несучої здатності необхідна значна товщина перекриттів. Для більшості сучасних житлових і громадських будівель це рішення не ефективно, оскільки товщина

їх перекриттів 150-250 мм. Тому в нашій країні воно на даний період не знайшло широкого використання.

Утеплення горищного перекриття. На горищне перекриття припадає, за різними оцінками, від 60 до 80 % у загальному балансі втрат тепла в будівлях [15, 16]. Це найбільш відчутно, в зимовий період.

Утеплення можна виконувати різними способами і різними матеріалами. Наприклад, класичними технологіями утеплення горищних перекриттів бюджетного малоповерхового будівництва може виступати монолітне перекриття по дерев'яних балках з поперечною решіткою з дерев'яних брусків (технологія з «мокрими» процесами), виконане з глиносолом'яної суміші або легкого бетону на основі пористих заповнювачів (керамзитовий гравій, перліт, аглопорит, вермикуліт і т.і.). Можливе застосування в якості несучих конструкцій перекриття стальних двутаврових балок (наприклад, з залізничних рейок) з арматурним каркасом. При цьому монолітне тепло-, звукоізоляційне перекриття влаштовується тільки з легкого бетону.

У разі влаштування тепло- і звукоізоляції горищного перекриття з використанням «сухих» процесів необхідно прийняти інші технологічні рішення. В силу того, що тепле повітря всередині приміщення більш вологе, ніж холодне і піднімається вгору, то в конструкції «сухого» горищного перекриття з боку приміщення необхідно передбачити пароізоляцію. І при «мокрому» і при «сухому» технологіях горищного перекриття вона повинна бути виконана так, щоб волога, що піднімається з приміщення, не затримувалася в конструкції перекриття, особливо в теплоізоляційному матеріалі. Для цього повинна бути передбачена вентиляція горищного приміщення.



Рис.1.13. Утеплення балочного горищного перекриття за допомогою засипки перлітом

При виконанні перерахованих вище умов в «сухих» горищних перекриттях може бути використана рулонна, плитна або засипна тепло- і звукоізоляція. Це можуть бути волокнисті матеріали або засипна теплоізоляція з керамзитового гравію, спучених гранул перліту або вермикуліту, рис.1.13, сучасні матеріали:

напилюваний пінополіуретан, рис. 1.14.а, а також ековата або засипна мінеральна вата, рис.1.14.б.



Рис.1.14. Утеплення балочного горищного перекриття за допомогою: а) напилювального пінополіуретану; б) гранульованої мінеральної вати

У деяких випадках, якщо утеплення перекриття виконуватиметься в будівлях не житлового призначення, то можливе застосування недорогих відходів промисловості – золи або шлаку. Слід особливо відзначити, що ці матеріали здебільшого радіаційно небезпечні.



Рис.1.15. Утеплення перекриттів ековатою: а) розпушування «ековати» вручну; б) сухе механізоване напилення

При використанні в якості тепло- і звукоізоляції целюлозного утеплювача з ековати існує три технологічні способи її влаштування – це ручна укладка, механізоване сухе укладання і напилення матеріалу з водою або водою і клеєм (наприклад, ПВА) на поверхню (використовується для похилих або вертикальних поверхонь, де необхідна адгезія з матеріалом основи), рис.1.15.

При ручному укладанні ековату розпушують підручними інструментами в будь-якій ємності (рис.1.15.а) і розкладають на утеплювальну поверхню або засипають у влаштовані

порожнини перекриття. При укладанні матеріалу в конструкцію необхідно дотримання щільності ековати, наприклад, для перекриттів – не менше 35-40 кг/м^3, для стін – не менше 65-70 кг/м^3. Ручна укладка в стінові конструкції вимагає великої уваги і тимчасових витрат, тому економічно ефективно використовувати такий метод лише при невеликих обсягах робіт.

При механізованому укладанні застосовуються видувні установки, які розпушують утеплювач в бункері і подають його в потоці повітря до місця задування або укладання (рис.1.15.б) на відстань до 200 м по горизонталі та до 40 м по вертикалі.

Тільки при напиленні целюлозний утеплювач проникає в самі важкодоступні порожнини і зазори, утворюючи суцільний і безшовний тепло- і звукоізоляційний шар, не вимагаючи при цьому розбирання існуючих конструкцій, навіть у випадках утеплення експлуатованих конструкцій.

При такому способі укладання конструкції можуть бути відкритими або ж матеріал може подаватися через спеціально підготовлені отвори в порожнину конструкції дерев'яного балочного перекриття (рис.1.16). Причому влаштування таких отворів можливе як зі сторони горища чи наступного поверху, так і зі сторони стелі нижнього приміщення. Їх вирізають по мірі укладання матеріалу, а потім цими ж вставками їх закривають. Достатньо буде влаштування 1-2 отворів на один міжбалочний простір. Необхідно відзначити, що при великих довжинах перекриття доцільним буде вирізання технологічних отворів для візуального контролю щільності засипки.



Рис.1.16. Утеплення перекриттів ековатою через спеціально підготовлені отвори

Теплоізоляція покриття будинків та будівель

Перш за все технологія влаштування покриття будинків залежить від його виду. Для багатоповерхових, і в деяких випадках малоповерхових будинків використовують плоскі покрівлі з ухилом менш ніж α=15°. Здебільшого ці покрівлі можуть бути як експлуатовані (інверсійні), так і не

експлуатовані, теплі та холодні та відрізнятися матеріалом основи (металеві та залізобетонні). За основною конструктивною схемою вони подібні і складаються з нахилоутворюючого, теплоізоляційного та гідроізоляційних шарів. Проте кожен вид покриття потребує своєї унікальної конструктивно-технологічної схеми.

Тип покрівельного матеріалу та конструкцію слід вибирати, виходячи із забезпечення рівнодовговічності їх з іншими огороджувальними конструкціями об'єкта (такий принциповий підхід вірний, проте майже не здійснений) і в залежності від заданого ухилу покрівлі, а також із врахуванням економічності прийнятих матеріалів покрівлі та безпеки їх застосування. При проектуванні покрівель, повинні бути виконані вимоги ДБН В.2.6-14:2017, НАПБ А.01.001, ДБН А.3.2-2, ДБН В.1.1-7, ДБН В.2.2-9, ДБН В.2.2-15.

Теплоізоляція плоского покриття даху, що не експлуатується. Покрівлі поділяють на плоскі – покриття з ухилом схилів не більше $\alpha=15^{o}$ (i<27%) і скатні – покриття з ухилом схилів понад $\alpha=15^{o}$ (i>27%). Для плоских покрівель частіш за все використовують рулонні матеріали, такі як руберойд або полімерні мембрани. Найбільші ухили скатів рулонних покрівель не повинні перевищувати 25% ($\alpha=11^{o}$). В основі таких покриттів можуть бути з/б плити перекриття, металеві покриття з профільованих листів, дерев'яний настил, а захисно-гідроізоляційний рулонний матеріал наноситься на конструктивний шар, а саме на стяжку з асфальтобетону або цементно-піщаного розчину.

При влаштуванні ухилів необхідно пам'ятати наступне. У разі, якщо зверху насипаний гравій або інші грубозернисті речовини, а покрівля буде облаштовуватися з рулонних матеріалів або з мастик на основі бітуму, то вона повинна бути нахилена в межах від 1° до 6° (i=1,5-13%). Якщо верхній шар – фольга, ухил плоскої покрівлі варіюється в межах від 1° до 16° (i=1,5-27%). При застосуванні полімерних рулонних матеріалів ухил не повинен перевищувати $\alpha=1°$ (i=1,5%) без захисного шару і $\alpha=2°$ (i=3,2%) з захисним шаром.

Для плоского даху розрізняють одно- і двошарову системи теплоізоляції, рис.1.17. Класична одношарова теплоізоляція представляє собою шар, який виконано з керамзитового гравію. З нього формуються необхідні ухили. Після ущільнення вирівнюють шаром розчину, а потім влаштовують

гідроізоляційний матеріал. Конструктивний шар матеріалу в каркасних цегляних та бетонних будівлях, який влаштовується на збірнозалізобетонну або монолітну плиту покриття виконує дві функції.



а) б) в)

Рис.1.17. Конструктивно-технологічні схеми влаштування дахів:

одношарові схеми теплоізоляції при використанні керамзитового гравію (а), мінераловатного утеплювача на покритті з металевих профільованих листів (б) та багатошарова система теплоізоляції даху (в)

Перша функція – створення нахилу (рос. «разуклонка»), а друга – саме теплоізоляційний шар. Товщина його по площині коливається в залежності від теплотехнічних розрахунків та від рівня нахилу. Проте в найменшому місці він не може бути меншим за 100 мм. Причому цей розмір залежить від типу теплоізоляційного матеріалу, який використовується. Найбільш розповсюджений, засипний – керамзитовий гравій, та менше – плитний (пінополістирольний або мінераловатний). У разі використання плитного утеплювача від вкладається у декілька шарів з *обов'язковим* їх зміщенням один відносно одного. Основною щільністю утеплювачів для покрівлі є для мінераловатних – 150-220 кг/м^3, а пінополістирольного (пресованого або екструдованого) – 45-55 кг/м^3.

При влаштуванні в системах теплоізоляції даху мінераловатного утеплювача необхідно передбачати його вентиляцію, за рахунок створення борозн в шарі утеплювача, або залишити проміжки між плитами утеплювача, які будуть спрямовані в вентиляційні канали.

Зараз в будівництві частіше використовується двошарова система. Конструктивно-технологічна схема складається з нижнього шару, товщиною 100-200 мм, якому відводиться основна функція теплоізоляції, та верхнього – товщина якого дорівнює 30-50 мм. Він відповідає за перерозподіл механічних

навантажень. Незважаючи на меншу товщину, другий шар більш міцний і володіє більш високою щільністю. Такий розподіл шарів покриття плоскої покрівлі дає можливість зменшити її вагу і, тим самим, навантаження на перекриття.

Для покриттів у вигляді профільованих металевих листів частіш за все використовуються жорсткі мінераловатні утеплювачі щільністю не менш ніж 150 кг/м^3. Вони слугують тільки шаром теплоізоляції, оскільки нахил для профільованих листів завжди передбачено проектом. При такій схемі на профільовані металеві листи вкладається шар пароізоляції, на який шар теплоізоляції, що закріплюється на поверхні з допомогою тарілчастих дюбелів з притискною рондоллю. Кількість таких дюбелів коливається від 5 до 8 штук на метр квадратний. Далі на поверхню утеплювача влаштовується рулонний гідроізоляційний шар.

Утеплювач повинен відповідати таким вимогам: низька теплопровідність і водопоглинання; відповідати нормам з пожежної безпеки; висока паропроникність; стійкість до локальних навантажень; міцність на стиск і на відрив шарів (для мінераловатних утеплювачів).

Нижче наведено приклад однієї з більш поширених технологій улаштування плоских рулонних покрівель:

1. Підготовчі процеси:

- підготовка основи;

- підготовка рулонних матеріалів, мастик.

2. Улаштування гідро- і пароізоляційного шару.

3. Укладання, заливка або засипання утеплювача.

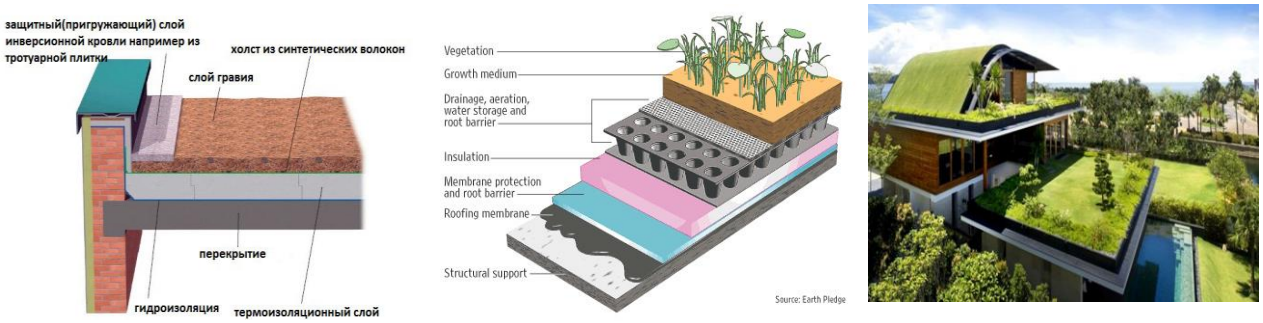
4. Улаштування стяжки: цементно-піщаної; асфальто-бетонної.

5. Промивання й просушка стяжки (за необхідності).

6. Ґрунтування цементно-піщаної стяжки.

7. Закріплення (наклеювання або наплавлення) рулонних матеріалів.

Теплоізоляція покриття експлуатованої (інверсійної) покрівлі. Інверсійне суміщене покриття будівлі проектують з зміненим порядком складових шарів, що включає несучу конструкцію, вирівнюючий шар, *гідроізоляцію під шаром утеплювача*, рис.1.18. Слід відзначити, що від значної долі сонячного проміння в літній період захищають інверсійні покрівлі. Вони існують двох видів – з фінішним шаром у вигляді дрібноштучних елементів (рис.1.18.а), та з фінішним шаром у вигляді зелених насаджень (рис.1.18.б, в). У разі, якщо фінішний шар тротуарна плитка, то вона і сприймає та перерозподіляє теплові навантаження. У свою чергу фінішний шар у вигляді зелених насаджень теж сприймає на себе інфрачервоне випромінювання та ще й надає дахові красивий естетичний вигляд.



а) б) в)

Рис.1.18. Конструктивно-технологічні схеми влаштування інверсійних покрівель дахів: а) система теплоізоляції даху з з фінішним шаром у вигляді дрібноштучних елементів; б) та в) схеми теплоізоляції дахів зеленими насадженнями

Особливості влаштування. Необхідна умова – використання утеплювача з водопоглинанням не більше 1,2 % за масою. Тобто це негігроскопічні матеріали, здатні зберігати високі теплоізоляційні характеристики у вологому середовищі. Цим вимогам задовольняють деякі пінопласти (наприклад, екструдований пінополістирол,. поліізоціанурат) з щільністю не менш ніж 45 кг/м^3. Заборонено передбачати теплоізоляцію в два і більше шарів. При необхідності відвести вологу з поверхні утеплювача слід передбачити шар гідроізоляції по утеплювачу. При влаштуванні зелених інверсійних покрівель, в якості насаджень краще використовувати рослини з мичкуватою кореневою системою.

В свою чергу існують конструктивно-технологічні рішення покрівлі, в яких в якості теплоізолюючого шару поряд зі звичайним шаром

використовується водяний проміжок. Завдяки йому тепло яке проходить через зовнішні конструктивні елементи розсіюється по поверхні.

Водонаповненні покриття слід розрізняти для мети охолодження (теплоізоляції) поверхні або влаштування дахових басейнів для купання людей. У випадку влаштування для теплоізоляції – шар води повинен бути не більше 100 мм. Водонаповнене суміщене покриття будівлі проектують з несучої конструкції, пароізоляції, теплоізоляції, замкненого об'єму із залізобетону, що гідроізольований з середини та заповнений водою. При заливанні покрівлі для охолодження шаром води висотою 20-100 мм залізобетонний короб можна не виконувати. На зимовий період воду необхідно з покриття спускати.

Більш детальну інформацію з влаштування покрівельних конструкцій та дахів в цілому можна отримати з навчального посібника «Сучасні технології влаштування дахів» та ДБН В.2.6-14:2017.

2.4. Теплоізоляція мансард

Технологія ізоляції мансардного даху полягає, в більшості випадків, в утепленні самої покрівельної конструкції. Горищне перекриття виконує у цьому випадку функцію міжповерхового перекриття і утеплюється за схемами, розглянутих в п. 2.2. До мансардних дахів пред'являють високі теплотехнічні вимоги у відповідності з нормативними документами. Особливості конструкції мансарди такі, що стіни внутрішнього приміщення є елементами конструкції даху, тому приміщення мансарди взимку охолоджуються швидше, а в літню спеку дуже сильно прогріваються.

Теплоізоляція мансарди необхідна для збереження тепла в холодний період і захисту від надлишку тепла в жаркий період. Слід зазначити, що конструкція покрівлі мансарди повинна володіти крім тепло- також і звукоізоляційними властивостями. Адже під нею приміщення, яке експлуатується.

Конструктивно-технологічна схема класичного мансардного даху представлена на рисунку 1.19. Вона складається з наступних основних шарів:

- паробар’єр з пропускною здатністю не менше 30 мг/м^2/добу;
- теплоізоляція (плитна, рулонна, засипна);
- гідробар’єр (рулонний матеріал з класом горючості НГ або Г1);
- вентиляційний (повітряний) прошарок товщиною не менше 50 мм при куті нахилу ската більше α=20°, при зменшенні кута нахилу товщина повітряного прошарку – не менше 80 мм;
- обрешітка;
- покрівля.

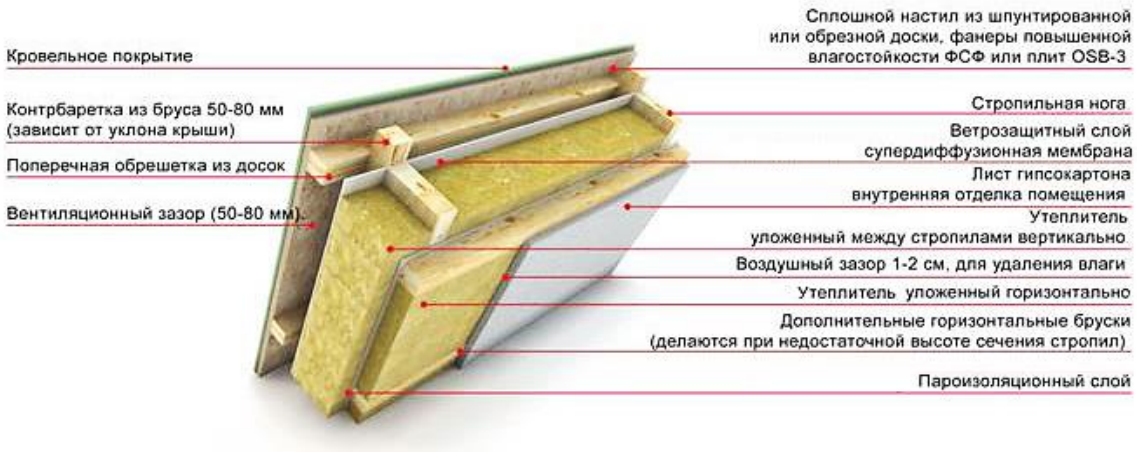


Рис.1.19. Конструктивно-технологічна схема утеплення мансардного даху з покрівельним матеріалом – бітумна черепиця

Слід зазначити, що у проектній документації та при влаштуванні мансарди необхідно дотримуватися наступних принципових обмежень:

- заборонено укладати плівки гідро-паробар'єру вертикальними рядами (тільки горизонтальне розташування полотнищ);
- заборонено міняти плівки паробар’єру і гідробар'єру місцями;
- заборонено застосування поліетиленової плівки;
- заборонено укладати утеплювач з зазорами і пропусками, що порушують замкнутий тепловий контур даху.

Необхідно передбачити скріплення країв покладених плівок гідробар'єру і паробар’єру спеціальною клейкою стрічкою (застосування скотча *заборонено*). При використанні супердифузійних мембран можна відмовитися від повітряного прошарку і розташовувати мембрану відразу по утеплювачу. Напустка полотнищ паро-гідробар'єру повинна бути не менше 100 мм.

Кожен з шарів конструкції мансарди виконує свою функцію. У разі використання волокнистих матеріалів теплоізоляції, наприклад, мінеральної вати, наявність кожного з них обов'язкова.

Існує три основних способи утеплення мансардного даху:

- між кроквами;
- під кроквами;
- по кроквах.

Найпоширенішим способом облаштування теплоізоляції в мансардних дахах є розміщення утеплювача між кроквами, у тому випадку якщо вони дерев'яні. В свою чергу, якщо крокви виконані з металевого профілю, то теплоізоляцію слід виконувати *між* та *під* кроквами. Необхідно мати на увазі, що в кроквяних системах з використанням металевого профілю, необхідно зменшити кількість «містків холоду».

При виборі матеріалу утеплення мансард необхідно керуватися нормативними документами, розрахунками опору теплопередачі, видом матеріалів кроквяної системи (металевий або дерев'яний каркас), а також орієнтуватися на п'ять основних вимог:

1. Необхідний коефіцієнт теплопровідності. Для утеплення даху, в більшості випадків, приймається рулонний або плитний матеріал з коефіцієнтом 0,05 Вт/м·К і нижче.
2. Висока вологостійкість.
3. Хороша звукоізоляція системи в цілому.
4. Стійкість до горіння.
5. Екологічна безпека матеріалу.

Одним із найбільш застосовуваних теплоізоляційних матеріалів при утепленні мансардних дахів є мінеральна вата (базальтова вата, рідше шлакова). Можливе утеплення мансардного даху екструдованим пінополістиролом або фольгованим пінопропіленом. Ці матеріали більш стійкі до вологи, але інші властивості значно гірші, ніж у мінеральної вати. Наприклад, звукоізоляційні у пінополістиролу. Також для утеплення можуть бути використані екологічно чисті матеріали, такі як вата з льону чи конопель, ековата, піноскло, солома, трапи з морських водоростей, деревна стружка, вермикуліт або перліт. Слід особливо відзначити, що при теплоізоляції даху обов'язковою умовою є влаштування шарів паро- та гідроізоляції.

Одним із сучасних покрівельних матеріалів, незаслужено забутому в XX столітті, є – очерет, рис.1.20. Покрівлі з очерету крім естетичної виразності

характеризуються ще і низькою теплопровідністю. Цікаво відзначити, що при використанні очерету відпадає необхідність застосування додаткового теплоізоляційного матеріалу. Це викликано тим, що технологічна товщина шару очерету при влаштуванні покрівлі становить 250-400 мм. При такій товщині покрівельного килима опір теплопередачі відповідає теплотехнічним вимогам, що пред'являються до мансардних дахів, практично, поза залежністю від кліматичного району будівництва. Склалися навіть школи по покрівлі очеретових дахів – голландська, польська, німецька, англійська тощо. І у кожної свої особливості технології улаштування покрівлі.

Наприклад, німецька технологія улаштування мансардних дахів з підготовленого очерету складається з наступних основних операцій:

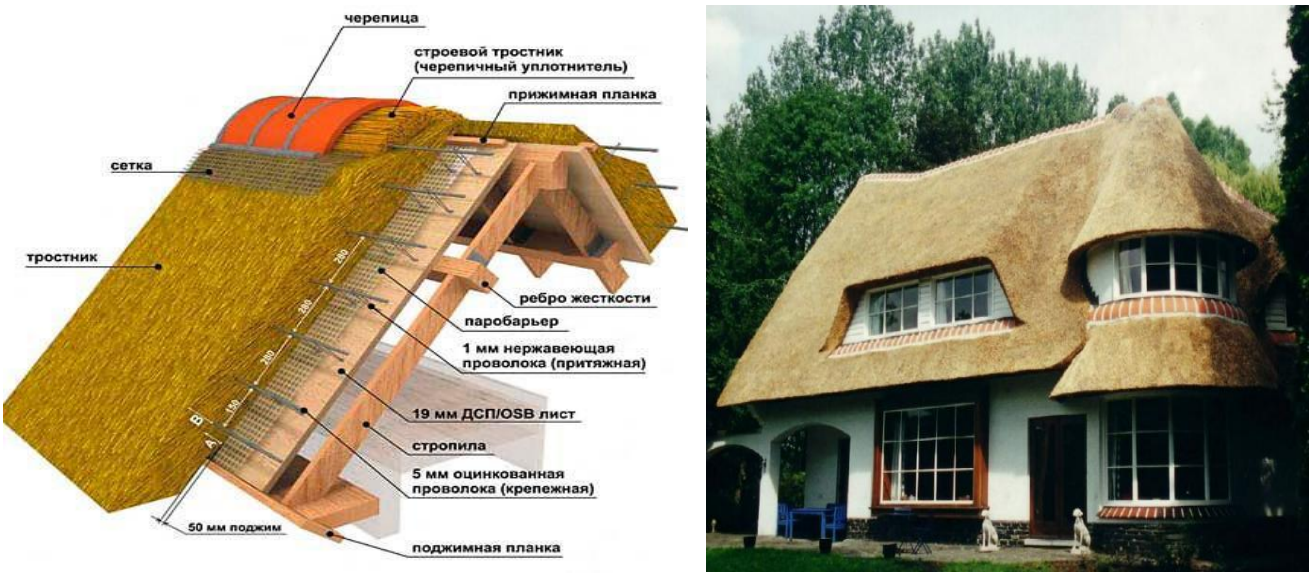


Рис.1.20. Конструктивно-технологічна схема даху влаштованого з очерету та загальний вигляд будинку

- улаштування ребер жорсткості – поздовжніх (крокви) і поперечних (1 кв. метр покриття товщиною 300 мм має вагу близько 40 кг в сухому вигляді і до 50 кг – в вологому);
- суцільного настилу з ОСП;
- влаштування пароізоляції;
- кріплення притискного (в’язальний оцинкований дріт Ø5мм) і притяжного дроту (в’язальний неіржавіючий дріт Ø1-2мм);
- укладання очерету і його остаточне підрізування;
- укладання кінькової сітки та улаштування кінька [18].

Кут ухилу даху у разі покрівлі з очерету повинен складати не менше 40°. Улаштування покрівлі з очерету повинно бути передбачено шляхом накладання рядів сніпів від козирка, їх ущільнення притискними планками і зв'язування м'яким дротом. Матеріалом притискних накладок може бути пряма і гнучка лоза діаметром 2-3 см, сталевий дріт або трубки діаметром ½ дюйма. Після улаштування покриття слід ущільнити зубчастим дерев'яним молотком. Тривалість ефективного функціонування покрівлі з очерету досягає 30-50 років, при цьому її довговічність може бути підвищена за рахунок просочування хімічними гідрофобними матеріалами

У свою чергу в останній час все більшого застосування для влаштування мансардного даху в якості покрівельного матеріалу використовують поряд із очеретом також солому та дерев'яний гонт. Останній являє собою дощечку розмірами зазвичай 400×100(150)×8(10) мм. Для виробництва гонту за краще використовувати деревину ялини або сосни.

Для *солом'яної покрівлі* необхідно передбачати ухил даху не менше 45°. Покрівля повинна укладатися від карнизу уверх, рядами, шляхом розміщення сніпів поряд один з одним, тісного притиснення і зв'язування. Для притиснення повинні бути використані притискні лаги довжиною 1,7-2,0 м, які прив'язують оцинкованим м'яким дротом до дерев'яних кругляків обрешетування. На сторону, протилежну до пануючого напряму вітру, необхідно поміщати гребеневий ряд снопів з прив'язкою до притискних лагів, потім на сторону пануючого напряму вітру слід поміщати покриваючий шар, також ущільнювати його прив'язкою до притискних лагів. Снопи з двох сторін неподалік від гребня слід прошивати декількома рядами єднальних дротяних скручувань. Довговічність цього роду покриттів може бути збільшена просоченням або нанесеними за допомогою окроплення захисних засобів. Максимальний термін служби до 15 років.

Для влаштування покрівлі можливо застосовувати *два типи гонту*: жолобчастий гонт (з виконаним пазом) та з трапецеподібним поперечним перерізом. Елементи обох типів слід виготовляти з паралельними і косими краями. Елементи з паралельними краями повинні використовуватися для покриття плоских дахів, з косими – для арочних поверхонь дахів. Ухил схилу даху під гонт повинен складати не менше 40°. Гонт повинен кріпитися на готове обрешетування шляхом прибивання, як правило, в один шар, але іноді і

в два. Елементи гонту з пазами необхідно прибивати одним цвяхом, а елементи без пазів – двома. При виборі напряму покриття дранкою слід взяти до уваги напрям переважаючих вітрів в даній місцевості. Накладення з напусткою рядів дранки один над іншим, залежно від ухилу ската, повинно складати 6-10 см. Дах з покриттям гонту на гребні або необхідно сполучати дошками, збитими у формі букви «V», або перевішувати через нього один з бічних рядів [ ].

Для деяких громадських (готелі і житлові дво- та багатоповерхові будинки) та промислових будівель в останній час все частіше застосовують *металеві крокв'яні конструкції скатного даху або конструкції з легкого сталевого профілю*, рис.1.21. Слід пам'ятати, що попри свою пожежостійкість та здатність витримувати значні навантаження, вони є «містками» холоду. Тому, особливо для громадських будівель, необхідно передбачити надійну ізоляцію кроквяної системи. Так, наприклад, кріплення металевої обрешітки до металевої крокви необхідно виконувати через паронітові прокладки. У свою чергу поряд з утепленням металевих систем мінераловатними утеплювачами, кращим буде застосування таких технологічних рішень, які надають змогу створити суцільний теплоізоляційний контур, і тим самим зменшити кількість «містків» холоду. Наприклад, такими рішеннями є ті, що використовують технологію напилювальної теплоізоляції з пінополіуретану (рис.1.22.а) або зволоженої ековати, рис.1.22.б.

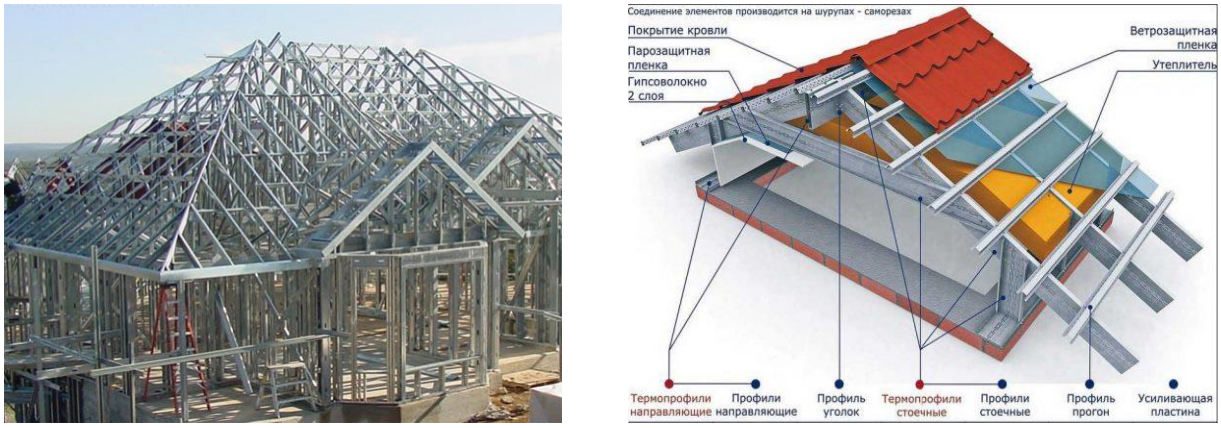


Рис.1.21. Загальний вигляд металевих конструкцій стін будинку та даху

Напилення зволоженої ековати на поверхню здійснюється за допомогою видувних установок і комплекту для вологого нанесення. Вологе укладання відрізняється від сухого механізованого тільки тим, що ековата наноситься на конструкцію з водою або з водою і клеєм в якості сполучного компонента.

При цьому необхідне використання спеціальної форсунки і агрегату для подачі води або клею під тиском. Волого-клейове нанесення матеріалу дає змогу контролювати його якість, залишає рівну поверхню для наступних робіт. При правильному нанесенні утеплювач швидко висихає. Його можна закривати іншими матеріалами вже через 12 годин.



Рис.1.22. Теплоізоляція мансарди за допомогою напилення:

а) пінополіуретану; б) зволоженої ековати

Екована поставляється на об'єкт у стиснутому (у 3-5 разів від номінальної щільності) вигляді. Тому для використання її необхідно привести у вихідний стан. Ця процедура, а також процес пневмоподачі матеріалу в зону монтажу, здійснюється з допомогою видувних установок. В даний час на ринку пропонується великий вибір видувної техніки – від найпростіших установок до високопродуктивних професійних комплексів (рис.1.7.е).

Обладнання для волого-клейового напилення вимагає наявності професійної видувної техніки з можливістю тонкої настройки і компонується у відповідності з характером робіт і необхідною продуктивністю.

Всі *роботи з утеплення даху мансарди* зводяться до підготовки простору для теплоізоляції, укладання і фіксації матеріалів на місці. Для цього необхідно зробити наступне:

- на етапі зведення крокв необхідно розрахувати крок, з яким вони будуть встановлені. Сам крок слід вибрати такий, який буде зберігати надійність конструкції даху і при цьому дозволить максимально щільно розмістити між кроквами мати або плити теплоізоляції;
- якщо використовується теплоізоляційний матеріал, який не сприйнятливий до вологи, тоді пароізоляція не потрібна. В іншому випадку, наприклад, для мінеральної вати, поверх крокв настилають шар пароізоляції;

- набивають контробрешетування і лати, на яку настеляється шар гідроізоляції. Проміжок, який вийде між контррейкою і утеплювачем, буде виконувати функції вентиляції. На додаток, можна обладнати в покрівлі вентиляційні продухи;
- всередині, між крокв, укладається і фіксується теплоізоляція. При цьому потрібно врахувати, що кроквяна система являє собою дерев'яну або металеву конструкцію. Їх коефіцієнти теплопровідності вищі, ніж у теплоізоляційного матеріалу. Тому крокви можуть слугувати містком холоду, особливо, у разі влаштування крокв з металу. Щоб зменшити кількість містків холоду, поверх вже покладеної теплоізоляції і крокв облаштовують ще один суцільний шар теплоізоляції або використовують теплоізоляцію, що напилюють;
- поверх рулонної або плитної теплоізоляції укладають шар паропроникної плівки – супердифузійної мембрани. Це матеріал, який завдяки особливій структурі, пропускає пар з внутрішньої частини приміщення і є гідробар'єром для можливих крапель конденсату зовні. Теплоізоляцію і мембрану фіксують латами.

Питання для самоконтролю:

1. Наведіть основні способи утеплення стін фундаментів.

2. Для чого необхідно утеплювати вимощення будівлі?

3. Які особливості технології пристрою плитного та напилюваного матеріалів при утепленні фундаментів?

4. Наведіть особливості утеплення міжповерхових перекриттів?

5. Якими основними параметрами необхідно керуватися при виборі технології утеплення даху?

6. Які основні способи утеплення мансардного даху?

7. У чому полягає технологія утеплення методом сухої засипки?

8. Наведіть основні переваги технології утеплення методом напилення.

9. У чому полягає технологія пристрою дахи з очерету?

10. Які існують технології утеплення мансард?

11. Що необхідно дотримуватися при влаштуванні мансардного даху з утепленням плитними матеріалами?

12. У чому перевага утеплення даху напилювальним матеріалом в порівнянні з плитним?

13. Як впливає каркас даху на вибір технології утеплення?

ТЕМА №30. ФАСАДНІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ СИСТЕМИ

Сьогодні, як ніколи раніше, актуальною є задача зниження енерговитрат при експлуатації існуючих будинків, та тих, що зводяться. Одним з основних рішень цієї задачі є істотне підвищення термічного опору огороджувальних конструкцій, яке дозволяє скоротити витрату енергії більш ніж на 35% і досягти теплового комфорту в приміщеннях при більш низьких температурах теплоносія, що подається, а також істотно знизити витрати на кондиціонування повітря в літній період.

Система зовнішнього утеплення повинна перекривати всі містки холоду, що утворюються в місцях з'єднань стін і перекриттів, а також по периметру віконних і дверних прорізів. При застосуванні надійних, випробуваних систем і оптимальної товщини ізолюючого шару можливе отримання бездоганних, з точки зору будівельної фізики, конструкцій: несуча конструкція стіни при стаціонарному опаленні залишається в області плюсових температур. В більшості випадків, теплоізоляція фасадів сучасними фасадними системи, передбачає зовнішнє (відносно конструкції) розташування шару утеплювача. Саме таке конструктивно-технологічне рішення дозволяє дотримуватися зазначених вище умов. Зовнішнє розташування шару ізоляції зменшує температурні навантаження в конструкціях, лінійну термічну, та інші види деформації, що запобігає появі тріщин. При зовнішньому розташуванні шару теплоізоляції, із застосуванням сучасних фасадних систем, вдається зберігати вид традиційного фасаду чи отримувати зовсім нові декоративні та архітектурні рішення. За сприйняттям стіною навантажень в конструктивній схемі будинку системи теплоізоляції фасадів можуть бути наступних видів: *навісні*, *несучі*, *самонесучі*.

Необхідно підкреслити, що під *фасадною системою* мається на увазі узгоджений за параметрами комплект якісних матеріалів одного постачальника або декількох, які мають чинний сертифікат якості.

2.1. Системи скріпленої теплоізоляції («мокрі» теплоізоляційні фасадні системи)

Перехід до застосування енергоефективних огороджуючих конструкцій вимагає внесення істотних коректив у практику їх проектування та

улаштування. Про це свідчить поява нових та оновлення існуючих нормативних документів.

Загальна класифікація «мокрих» способів обробки фасадів. Існуючі сучасні способи обробки фасадів, включають «мокрі» процеси (процеси, пов'язані із застосуванням будівельних розчинів і клейових мастик) представлені на схемі, рис.2.1. Цей момент і надав назву «мокрі» фасадні системи. В міжнародній практиці прийнята наступна абревіатура таких систем – WDVS, ETICS, EIFS.

Однією з найпоширеніших технологій утеплення – є *конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою* (назва згідно з ДСТУ Б В.2.6-34:2008 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги»). Ще вона має назву згідно перекладу з нормативних документів Німеччини та запропонована компаніє ТОВ II «Хенкель Баутехнік України» – *система скріпленої теплоізоляції* (ССТІ). Це зовнішня теплоізоляція в поєднанні з «мокрими» технологіями опорядження фасадів. Скорочена назва таких систем – *«мокрі» фасади з утепленням.* Основні рішення з влаштування таких систем слід виконувати згідно з нормативним документом ДСТУ Б В.2.6-36:2008 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками».

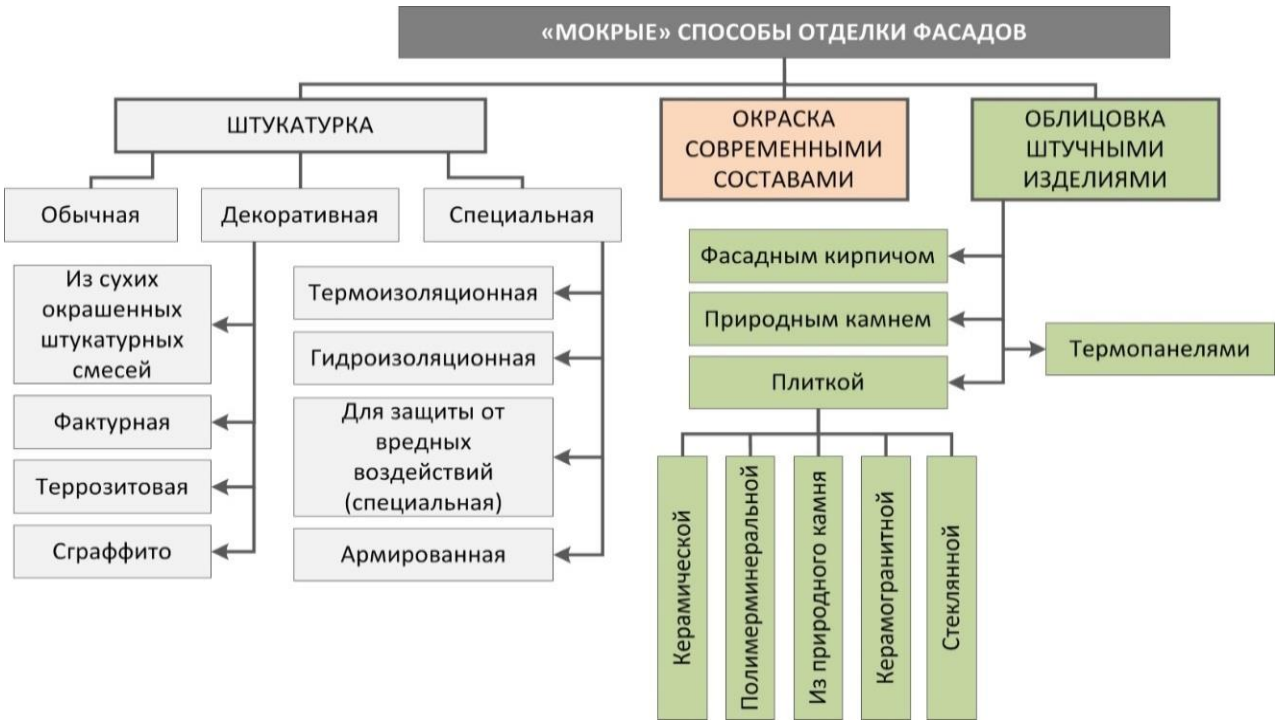


Рис. 2.1. Класифікація сучасних «мокрих» способів обробки фасадів

В сучасних технологічних системах утеплення фасадів «мокрого» типу прийнято розділяти дві системи – *легкі* (*конструкція зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням легкою штукатуркою*) та *важкі* (*конструкція зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням товстошаровою штукатуркою*) системи теплоізоляції. До *легких* (підклас А1) – відносяться системи з тонким шаром штукатурок до 10 мм (захисний шар (2-3 мм) та декоративний шар (2-3 мм)). До *важких* (підкласи А2 та А3) – відносяться системи з масивними штукатурками завтовшки 10 мм і більше та з опорядженням дрібноштучними виробами відповідно.

Основними шарами ***легкої системи теплоізоляції скріпленого типу з тонкошаровою штукатуркою*** є: клейовий шар, утеплювач, армуючий шар на основі скловолоконної або пластикової сітки і опоряджуючі та/або облицювальні покриття, різновид яких представлено у схемі на рисунку 2.1. Слід зауважити, що в легкій системі утеплювач жорстко закріплюється на поверхні стіни за допомогою високоадгезійного полімерцементного або поліуретанового клеїв (у разі використання пінополістирольного утеплювача) і механічного кріплення, а товщина шару штукатурки – до 10 мм. В таких системах найбільш ефективнішим буде застосування в якості утеплювача плит мінераловатних на основі базальтового волокна, волокна з розплавлених шлаків або інших матеріалів, рис.2.2.

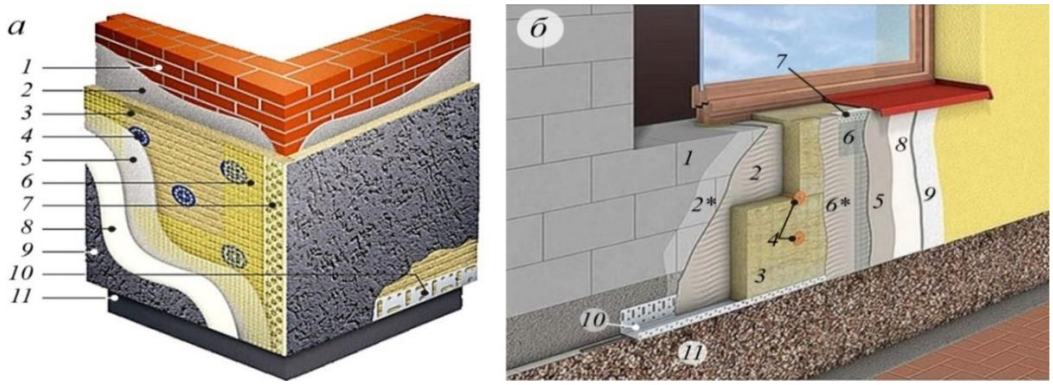
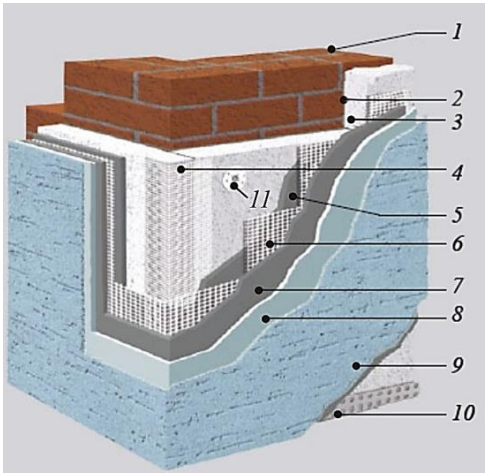


Рис.2.2. Конструктивно-технологічне рішення системи теплоізоляції з мінераловатним утеплювачем з тонкошаровою штукатуркою: а) склад системи утеплення; б) фрагмент примикання до віконного заповнення; 1- захисна конструкція (бетон, цегла, блоки з легкого бетону); 2* - ґрунтовка; 2 - клейовий штукатурний розчин; 3 - утеплювач (мінеральна вата); 4 - дюбель з дотискною рондоллю для теплоізоляції; 5 - штукатурка по утеплювачу; 6* - клейовий склад для наклейки армуючої сітки; 6 - армуюча сітка; 7 - профіль штукатурний кутовий; 8 - ґрунт під декоративну штукатурку; 9 - зовнішня декоративна штукатурка; 10 - профіль цокольний, 11- цоколь будівлі

Проте такі системи відрізняються декілька більшою вартістю влаштування (на 40-80%) у порівнянні з системами на основі пінополістиролу. Це пояснюється дорожчими утеплювачем та матеріалами захисного і озоблювальних шарів. При цьому вартість виконання робіт на кв.м. майже однакова (різниця 3-7%). Тому, частіше за все, спостерігається влаштування систем теплоізоляції на основі пінополістирольного утеплювача, рис.2.3.



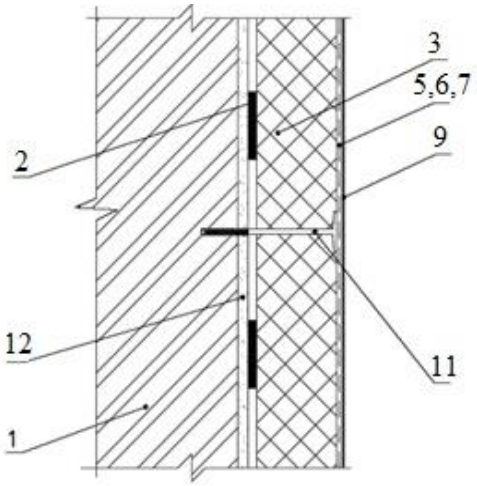


Рис.2.3. Конструктивно-технологічне рішення системи теплоізоляції з легкою тонкошаровою штукатуркою по утеплювачу з пінополістиролу: 1 - огороджувальна несуча конструкція (бетон, цегла, блоки з легкого бетону); 2 - клейовий розчин; 3 - утеплювач (плита з пінополістиролу); 4 - кутовий сітчастий профіль; 5,7 - клейовий склад для наклейки армуючої сітки; 6 - сітка, що армує штукатурку; 8 - ґрунт під декоративну штукатурку; 9 - зовнішня декоративна штукатурка; 10 - профіль цокольний; 11 - дюбель з притискною рондоллю; 12 - вирівнювальний штукатурний шар

Конструктивно-технологічна схема влаштування таких систем, практично, аналогічна схемам з мінераловатним утеплювачем з тією лише різницею, що при приклеюванні пінополістирольного утеплювача можливі різні способи нанесення клейової суміші і є можливість застосування

спеціального поліуретанового клею для закріплення шару утеплювача.

Такі системи здебільшого використовують для утеплення малобюджетних проектів будівель. Однак слід враховувати, що системи теплоізоляції на основі пінополістирольного утеплювача *не слід* та *забороняється* використовувати для лікарень, дитячих садків, громадських будівель та житлових будинків великої поверховості (більше 9-ти поверхів), а також для будівель з підвищеною вологістю при їх експлуатації. Це пов'язано з тим, що пінополістирольні плити мають низьку пожежостійкість та паропроникність. В Україні не було заборони використання ППС при утеплені житлових будинків, але в деяких країнах вона є. Слід зазначити, що на початку 2017 року з'явилися зміни (дата набрання чинності – 01.02.2017) до нормативного документу ДСТУ Б В.2.6-36:2008, в яких передбачено, що «Пункт 5.4 Згідно з 5.3.2 ДБН В.2.6-33 конструкції із фасадною теплоізоляцією класу А з шаром теплової ізоляції груп горючості Г1, Г2 та опоряджувальним шаром із матеріалів, які відносяться до груп горючості Г1, Г2 можуть застосовуватися тільки для будинків з умовною висотою Н≤15 м, за винятком будинків дитячих дошкільних закладів, навчальних, лікувальних закладів згідно з ДБН В.2.2-3, ДБН В.2.2-4, ДБН В.2.2-10 та будинків І ступеня вогнестійкості, а також для будинків ІІ та ІІІ ступенів вогнестійкості при застосуванні опоряджувального шару з матеріалів, які відносяться до групи горючості Г2».

Конструктивне рішення *конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням товстошаровою штукатуркою* передбачає виконання захисного опорядження з розчинового, армованого металевою сіткою, штукатурного (завтовшки від 10 до 30 мм) та декоративного (від 3 до 5 мм) шарів. Воно отримало назву ***важкі системи теплоізоляції скріпленого типу***. При цьому використовуються спеціальні дюбелі з фіксаторами металевої сітки. Слід також врахувати наявність конструктивно-технологічних рішень, які відносяться до цього класу, систем скріпленої теплоізоляції з облицюванням полімермінеральними плитками. В таких системах використовується конструктивно-технологічне рішення, яке передбачає кріплення склосітки додатковим шаром дюбелів.

Вже більш ніж 15 років існує принципово нова технологія з рухомими елементами кріплення утеплювача в системах «мокрого» типу (рис.2.4), яка особливо широко застосовується у скандинавських країнах. В нашій країні, на даний час, вона не знайшла широкого використання. Такі системи

відрізняються від систем з жорстким закріпленням утеплювача, перш за все, способом кріплення теплоізоляційних плит до несучої основи, а по-друге – товщина штукатурки 10 мм та більше. Плити необхідної товщини кріпляться до утеплюванної стіни виключно механічним шляхом (без використання клею) за допомогою спеціальних шарнірних кріпильних елементів (рис.2.4. поз.5), що дозволяє всій системі в необхідних межах вільно переміщатися повздовж стіни, яку утеплюють. Таке конструктивно-технологічне рішення, по-перше, виключає передачу осадових деформацій на опоряджувальний штукатурний шар. По-друге, дія температурних і вітрових навантажень на поверхню штукатурки не передається на несучі елементи будівлі. Тому в штукатурному шарі не виникає напружень від деформацій несучих конструкцій, що може призвести до руйнування і появи помітних тріщин на фасаді будівлі.

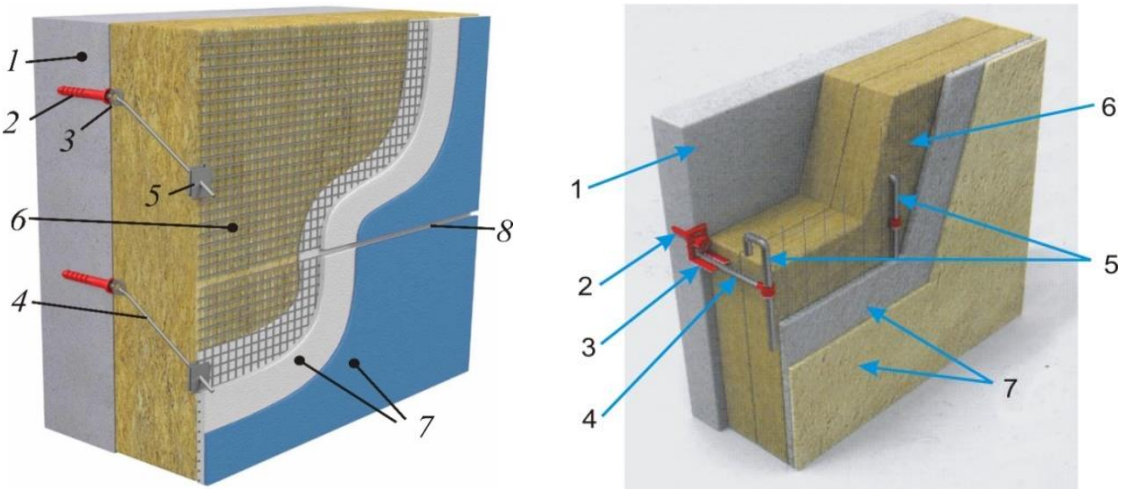


Рис.2.4. Конструктивно-технологічні рішення системи з рухомими елементами кріплення утеплювача: 1 - стіна (основа); 2 – анкерний дюбель; 3 - кронштейн; 4 - маятник; 5 – притискна шайба або шпилька для армованого шару; 6 - сталева оцинкована сітка; 7 - два-три шари штукатурки; 8 - горизонтальний деформаційний шов

В якості утеплювача в таких системах, як правило, використовують плити мінераловатні на основі базальтового, скловолокна, волокна з розплавлених шлаків або інших матеріалів. В якості арматури застосовується сталева гладка оцинкована або полімерна сітка. Кріпильні елементи виконані з нержавіючої сталі, які кріпляться до стіни за допомогою дюбелів з поліаміду.

Штукатурне покриття такої системи може складатися з трьох шарів. Перший шар – набризк наноситься на штукатурну сітку і створює основу для другого шару. Другий шар вирівнює нерівності попередньої основи. Третій

шар – фінішний, який визначає зовнішній (фактурний) вид поверхні або створює гладку поверхню для подальшого фарбування.

Для фінішного шару застосовуються різні штукатурні опоряджувальні покриття. Вони є частиною конструктивно-технологічної системи теплоізоляції, і тому повинні бути сумісні з іншими елементами системи. Системи з рухомими елементами кріплення утеплювача відрізняє відсутність жорстких вимог до якості поверхні стіни (допустимі геометричні відхилення, шорсткість, локальні пошкодження, тощо). Це є важливим чинником при реконструкції будівель. Однак при виконанні робіт по установці такої системи потрібна особлива ретельність, а також наявність спеціальних навичок і досвіду робітників.

Важкі системи теплоізоляції через свою технологічну складність частіше за все використовують при утепленні малоповерхових (одно-, двохповерхових) будинків, або на перших поверхах багатоповерхових та інших типів будинків, окрім теплоізоляційного ще і в якості антивандального захисту.

Для компенсації деформації штукатурних шарів від коливань температури і вологості в системі необхідно передбачати улаштування деформаційних швів. Їх слід розташовувати в кутах будинків, навколо вікон і дверей, а також у місцях знаходження основних деформаційних швів зовнішніх стін будівель.

Основні етапи робіт та технологічні операції при влаштуванні «мокрих» фасадів.

Проектування та влаштування систем скріпленої теплоізоляції необхідно виконувати на основі чинних нормативних документів.

Слід пам’ятати, що в останні роки радикально змінилися правила забезпечення гарантійних зобов’язань перед замовником будівництва, зокрема в такому виді робіт, як утеплення фасадів. Якщо в недавньому минулому це були зобов'язання тільки організації-виконавця робіт, то зараз згідно з ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації» поряд з підрядною організацією гарантійні зобов’язання несе організація-розробник і виробник системи.

Операції підготовчого періоду. Роботи з влаштування систем теплоізоляції виконують, починаючи з складання проектної документації, на основі якої приймають засоби підмощування. Основними засобами

підмощування є риштування та люльки (фасадні підіймачі). Проте в практиці будівництва знаходять місце і промисловий альпінізм, в деяких випадках – автомобільні підіймачі. Для теплоізоляції одноповерхових будинків використовують пересувні будівельні підмощування. При влаштуванні теплоізоляції фасадів на будинках до 9-ти поверхів роботи можуть виконуватися з майже всіх основних засобів підмощувань (риштування, будівельні люльки, промисловий альпінізм). У свою чергу на багатоповерхових будівлях, більше дев'яти поверхів, роботи можливо виконувати тільки з люльок або за допомогою промислового альпінізму. В деяких випадках у разі техніко-економічного обґрунтування можливо використовувати комбінацію засобів підмощування. Тобто, до 9-го поверху роботи виконуються з риштувань, а вище – з фасадних підіймачів (будівельних люльок).

Наступною технологічною операцією підготовчого періоду є влаштування механізмів підйому матеріалів (лебідок). Їх кількість підбирається в результаті розрахунків та в залежності від засобів підмощувань.

Фасад будівлі ділять на захватки, захватки на ділянки в залежності від використовуваних засобів підмощування, а також виходячи з фактичної можливості забезпечення фронту робіт бригаді. Для забезпечення потоковості виробництва робіт фасад будівлі розбивають на рівні за трудомісткістю захватки, розмір яких визначають із змінного виробітку всіх робітників бригади, які беруть участь у влаштуванні теплоізоляції та інших роботах на фасаді.

Розміри ділянок встановлюють наступним чином:

- при роботі з риштувань висота приймається рівною висоті одного технологічного ярусу, ширина встановлюється не більше 10 м;

- при роботі з люльок висота визначається можливою висотою роботи з люльки в одному фіксованому положенні; ширина визначається довжиною люльки.

- при застосуванні промислового альпінізму висота визначається можливою висотою роботи одного альпініста-ізолювальника в одному фіксованому положенні; ширина встановлюється не більше 3 м.

Роботи з влаштування теплоізоляційного шару з використанням риштувань виконує ланка із п'яти робочих монтажників-ізолювальників:

- один – готує клейову суміш і подає її на поверх;

- другий – приймає розчинну суміш і подає її до місця виконання робіт;
- третій – ґрунтує поверхню огороджувальної конструкції;
- четвертий і п’ятий наносять на тильну сторону плит утеплювача розчинну суміш і плити приклеюють до поверхні зовнішніх огороджувальних конструкцій.

При роботі з будівельних колисок – 3 людини. Один внизу, двоє на колисці.

У разі виконання робіт монтажниками-альпіністами приймається варіант з двох чоловік: один – внизу, другий – на захватці.

Після операцій підготовчого періоду виконують наступні технологічні операції влаштування систем теплоізоляції.

Конструктивно-технологічні особливості влаштування систем скріпленої теплоізоляції.

1. Підготовка основи. В якості основ для цієї системи утеплення можуть бути легкобетонні, з ніздрюватого бетону, цегляні або бетонні стіни, шари старої штукатурки. Шари, що обсипаються, потрібно зняти, нерівності заповнити розчином з вирівнюючої суміші. Залишки фарбувальних шарів змити водою під високим тиском або зіскоблити. Стіни (основи) з великою водопоглинаючою здатністю необхідно заґрунтувати ґрунтовкою для пористих і всмоктуючих поверхонь, яка зменшує віддачу води клейовим розчином і одночасно зміцнює поверхню. *Ґрунтування* поверхні проводять механізованим способом, пістолетом розпилювачем або вручну – щіткою-макловицею.

2. Кріплення цокольного профілю до основи. Утеплення потрібно починати з установки цокольного профілю на поверхню стіни. Профіль допомагає витримати горизонтальність при укладанні плит утеплювача на цоколі будівлі, а також є завершальним елементом нижньої частини системи.

Систему починають кріпити до зовнішніх стінових конструкцій знизу будівлі. Для отримання прямої і рівної кромки системи, а також з метою її зміцнення і додаткового захисту від механічних впливів передбачено застосування цокольних профілів з перфорованими поличками (рис.2.5). Профіль, краще всього, кріпити на цоколі будівлі, але не нижче 300 мм від основи. Така відстань, як правило, виключає вплив капілярної вологи на міцність системи, а також захищає зовнішню штукатурку від забруднень, що виникають в результаті відбивання крапель дощу від вимощення.

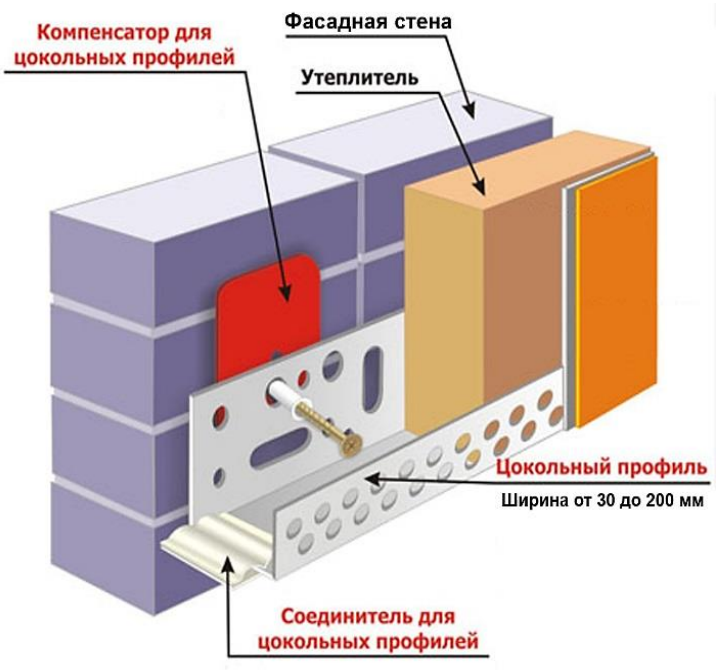


Рис.2.5. Схема монтажу цокольного профілю

Перед кріпленням полички кутових профілів обрізають пилкою-ножівкою під кутом 90°, а потім кріплять до цоколя будівлі сталевими розпірними дюбелями або сталевими шурупами з нейлоновими дюбелями діаметром 6 мм на відстані 350 мм один від іншого, з використанням шайб. Профілі застосовують з шириною полиці, що відповідає товщині плит утеплювача.

3. Приклеювання теплоізоляційного матеріалу. Плити з пінополістиролу або мінеральної вати укладаються на поверхню стіни, а також у кутах будівель в шаховому порядку. Товщина шару утеплювача підбирається для кожної стіни будівлі на підставі розрахунку термічного опору згідно з нормативним документом ДБН Б В 2.6.-31:2016 «Теплова ізоляція будівель». Плити кріпляться до основи за допомогою розчину, виготовленого з клейової суміші або спеціального поліуретанового клею. *Для приготування* та подачі до місця нанесення розчинової суміші використовують штукатурні станції з автоматичним дозуванням подачі води в суміш або звичайні електричні змішувачі. Клейовий розчин наноситься на внутрішню поверхню плити.

Клейову розчинову суміш наносять на плити утеплювача одним з наступних способів.

Маячковий (рис.2.6, а) – поверхня стіни має нерівності до 15,0 мм, розчинна суміш наноситься на поверхню плити у вигляді смуг на відстані 20 мм від краю по всьому периметру плити шириною 60 мм і висотою 20 мм, а потім посередині плити у вигляді маячків з розрахунку 5-8 штук діаметром близько 100 мм заввишки 20 мм на плиту розміром 600×1000 мм. Крайові смуги по периметру повинні мати розриви.

Смуговий (рис.2.6, б) – поверхня стіни має нерівності до 10,0 мм, розчинна суміш наноситься на поверхню плити у вигляді смуг на відстані 20 мм від краю по всьому периметру плити, а потім посередині, смуги по периметру повинні мати розриви, щоб при наклеюванні плит не утворювалися повітряні пробки.

Суцільний (рис.2.6, в) – поверхня стіни має нерівності до 5 мм, розчинна суміш наноситься по всій поверхні плити зубчастим шпателем з розміром зуба 10×10 мм з відступом від краю плити 10-20 мм.

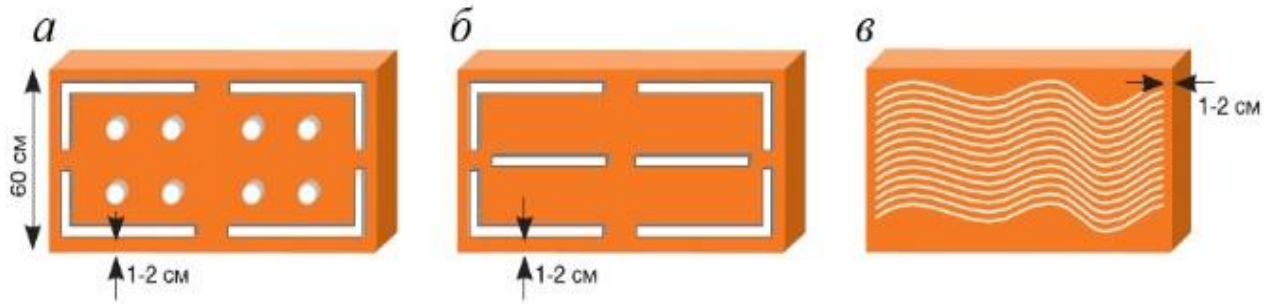


Рис.2.6. Способи нанесення клейової розчинної суміші на поверхні плит утеплювача: а - маячковий; б - полосовий; в - суцільний

Проте доречно було б враховувати наступні рекомендації:

1. *Ряд досліджень* доказує, що оптимальним способом нанесення полімерцементного клею на мінераловатну або пінополістирольну плиту є – *лише суцільний*, рис.2.6.в. Причому, в залежності від нерівності поверхні стіни, можна використовувати для нанесення клею зубчасті шпателі з різним розміром зубів. Так необхідно дотримуватися наступних технологічних параметрів приклеювання:

- при приклеюванні плит утеплювача до основи поверхні стіни, що зведена згідно до вимог нормативних документів з якості (має нерівності до 2 мм на 2-х метровій рейці) необхідно наносити клейову суміш суцільним способом шпателем з розміром зубів 4×4 мм. Технологічна перерва після приклеювання має становити: при температурі +30 °С – не менш 12 годин; при

температурі +20 °С – не менш 16 годин; при температурі +5 °С – не менш 56 годин.

- при приклеюванні плит утеплювача до основи поверхні стіни з нерівностями до 4мм необхідно наносити клейову суміш суцільним способом шпателем з розміром зубів 8×8мм.

- при приклеюванні плит утеплювача до основи поверхні стіни з нерівностями до 6 мм необхідно наносити клейову суміш суцільним способом шпателем з розміром зубів 12×12 мм.

- напрямок руху шпателя при нанесенні клею повинен бути під кутом 90 градусів до горизонту.

Застосування таких технологічних рішень нанесення дозволяє економити до 80 % клейової суміші в порівнянні з традиційними способами нанесення. Слід також відзначити, що при цьому збільшується надійність зчеплення на поверхні розподілу клейового з'єднання «стіна +клей+утеплювач». Це призводить до зменшення ймовірності відриву утеплювача від стіни внаслідок повітряного відсмоктування (особливо в системах вентильованих фасадів).

У разі більшого відхилення від припустимих параметрів нерівностей стін фасаду їх необхідно вирівняти за допомогою штукатурного розчину, а потім виконувати влаштування шару теплоізоляції.

Слід відзначити, що досить багато організацій-забудовників в якості вирівнючого шару (рис.2.3 п.12) влаштовують замість штукатурного розчину плити утеплювача, якими здебільшого є плити пінополістиролу з низькою щільністю (до 15 кг/м^3). Проте, варто зауважити, при такому способі зменшується вартість та трудомісткість виконання робіт вирівнювання фасаду будинків. Зверху такого «вирівнюючого» шару влаштовують теплоізоляційний шар у вигляді мінераловатних плит, що не суперечить вимогам чинних нормативних документів, особливо, що стосується пожежонебезпеки. Теплоізоляційні властивості таких фасадних систем значно покращуються на початковому етапі експлуатації. Однак паропроникні функції такої конструкції фасаду зменшуються, що негативно може вплинути на мікроклімат приміщень. Необхідно зауважити, що таку практику влаштування фасадів використовують як для «мокрих» систем з утепленням, так і для вентильованих фасадів.

2. *Відразу* ж після нанесення клейової розчинної суміші на поверхню теплоізоляційної плити її слід наклеїти на поґрунтовану поверхню основи.

Плиту з нанесеним клеєм потрібно прикласти до стіни в обраному місці і придавити (підбити) до основи. Для забезпечення щільного прилягання плити до основи, її необхідно спочатку прикласти до поверхні стіни на відстані 2-3 см від проектного положення. Потім встановлювати її за допомогою дерев'яного напівтертка в проектне положення. Для цього постукують по плиті напівтерком до тих пір, поки її площина вирівняється з рівнем сусідніх плит. Бічні краї плит повинні щільно прилягати одна до одної. Кількість клейової розчинної суміші та зусилля при притисненні плити повинні бути такими, щоб розчинна суміш розподілилася між основою і плитою, як мінімум, на 60% поверхні, при нанесенні клею традиційними способами. Плити необхідно приклеювати впритул одна до одної в одній площині, не допускаючи суміщення вертикальних швів. Ширина швів не повинна перевищувати 2 мм. У тому випадку, коли шов вийшов ширше, його слід заповнити смужкою, вирізаної з плити утеплювача або поліуретановою піною (у разі утеплення пінополістирольними плитами). Клеєм їх заповнювати не можна. Залишки розчинної суміші необхідно видалити до її затвердіння. Час, що пройшов з моменту нанесення клейової суміші на поверхню плити та приклеюванням плити до основи, не повинен перевищувати 20 хв.

3. *Плити утеплювача* влаштовують на конструкції фасаду будинку знизу-вгору, встановлюючи перший ряд плит на перфоровані цокольні профілі. Плити укладають з дотриманням двох основних правил перев'язування швів: перше – зміщення вертикальних швів (рис.2.7.а); друге – зубчаста перев’язка на кутах будівлі (рис.3.7.б). Обрамлення віконних та інших прорізів і кутові сполучення виконують плитами з підігнаними за місцем зрізами під відповідними кутами.

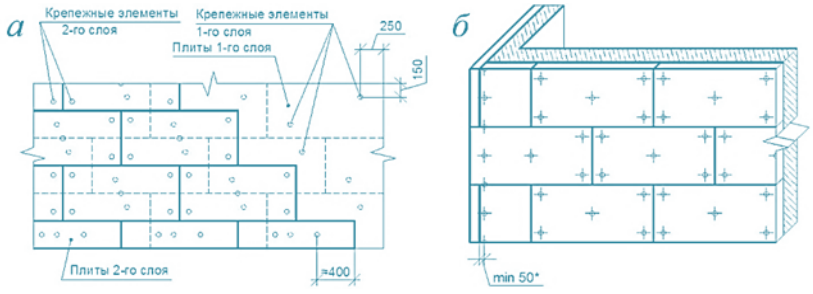


Рис.2.7. Схеми розташування плит утеплювача: а) при двошаровому утепленні; б) у зовнішнього кута

Відразу після приклеювання плиту не можна рухати, щоб не зменшити адгезійну міцність з основою. У іншому випадку клейова суміш буде виконувати роль баласту, що *не допустимо* для таких систем.

У тому разі, якщо плита добре не приклеїлася, її потрібно відірвати, видалити з неї та зі стіни клейову суміш, покрити тильну сторону плити

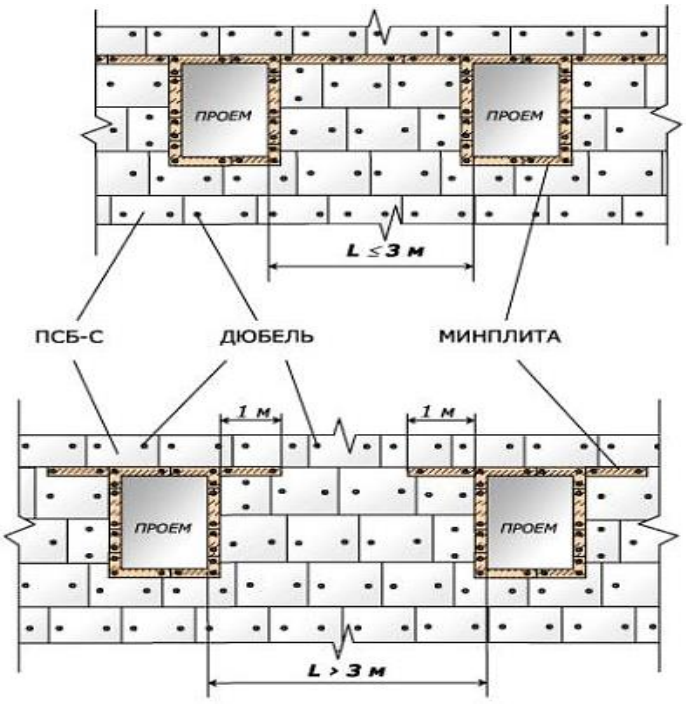
свіжою порцією клейової суміші і приклеїти її знову. При приклеюванні плит утеплювача до поверхні зовнішніх огороджувальних конструкцій *не допускається* попадання клейової розчинової суміші в шов між ними.

4. *Після* зміцнення плит утеплювача в місцях, зазначених у проекті, влаштовують деформаційні шви шириною 10-12 мм. Простір швів заповнюють пінополіетиленовими джгутами круглого перерізу, а потім герметизуючим матеріалом. Джгути підбирають такого діаметру, щоб після установки в шов вони були обтиснуті на 30% і набували б по перерізу овальну форму. Можливий варіант, коли деформаційний шов закривається спеціальними деформаційними пластинами. Місця розташування деформаційних швів визначаються проектом.

Заповнення деформаційних швів герметизуючим матеріалом виконують після закінчення не менше семи діб після нанесення другого шару захисно-клейового складу при температурі навколишнього середовища від +5°С до +30°С. При цьому поверхня захисно-клейового розчину повинна мати вологість не більше 82%. Роботи з герметизації *не допускається* виконувати під час дощу.

На торці плит утеплювача, якими вони звернені у бік деформаційного шва, до встановлення на місце наноситься два шари гідрозахисної штукатурної суміші, між якими закріплюється армуюча склосітка.

Між балконною плитою і плитами утеплювача встановлюються пористі пінополіетиленові прокладки.



5. *При використанні* в системі утеплення в якості основного матеріалу пінополістирольних плит, для підвищення пожежної безпеки скріпленої теплоізоляції необхідно передбачати протипожежні пояси (розтини) з мінеральної вати, що влаштовуються по всьому периметру будівлі через кожні 3 поверхи і в місцях примикання плит утеплювача до покрівлі. Також слід обрамляти мінераловатними плитами віконні і дверні проєми. Ширина таких розтинів і обрамлень не менше 200 мм, а товщина приймається рівною товщині пінополістирольних плит, рис.2.8. Утеплення першого поверху будівлі необхідно виконувати із застосуванням мінераловатних плит.

Рис.2.8. Розміщення протипожежних розтинів на фрагменті фасаду будівлі.

6. *Теплоізоляційні* плити у місцях віконних і дверних прорізів вкладаються впритул до віконних і дверних рам (рис.2.2, б). Куточки теплоізоляційних плит, що укладаються на укосах віконних і дверних прорізів, попередньо зрізають під кутом 45° на 10-15 мм. Між віконною або дверною рамами і плитним утеплювачем укладається шар герметизуючого матеріалу. Плити утеплювача, закріплюються на стіні по фасаду, і плити утеплювача, які закріплюються на стіні по укосу, з'єднуються по торцю встик.

У деяких випадках між плитою, закріпленою на фасаді будівлі, і віконною рамою або обрамленням віконного блоку встановлюють смугу, вирізану з мінераловатної плити, товщиною не менше 20 мм. Перед закріпленням смуги, на стіні по укосу віконного або дверного прорізу з тієї частини плити, яка буде знаходитися в контакті з рамою, вирізують клин шириною 10-15 мм. Смугу приклеюють до стіни способом, описаним вище. При застосуванні мінераловатних плит слід звернути увагу на наявність включень в ній. Оскільки вони в подальшому можуть призвести до проявів на фасаді будинків темних п’ятен, позбутися яких вкрай важко.

4. Вирівнювання шару утеплювача. Після твердіння полімерцементного клею, нерівності ізоляційного шару потрібно відкоригувати (вирівняти) ручним засобом, за





допомогою спеціальної терки, або за допомогою ручної шліфувальної машини, рис.2.9. *Слід пам'ятати*, що при цьому обов'язково необхідно використовувати респіратори або маски, рукавиці та окуляри. Всі частини тіла максимально повинні бути прикриті, особливо при роботі з мінеральною ватою. В той же час на будівельні колиски (фасадні-підіймачі) або

а) б)

Рис.2.9. Інструмент для коригування (вирівнювання) поверхні утеплювача з пінополістиролу після його установки: а) терка; б) шліфувальна машинка

риштування слід навішати захисні покриття, які унеможливлять або значно зменшать вивітрювання мілких частинок утеплювача у довкілля. Це вкрай важливо, особливо при утепленні висотних будинків в місцях щільної міської забудови.

5. Механічне кріплення утеплювача. *Для забезпечення* більшої надійності та міцності скріпленої теплоізоляції плити утеплювача, окрім приклеювання, закріплюють механічно, тобто з використанням дюбелів з дотискувальною тарілчастою рондоллю, рис.2.10.

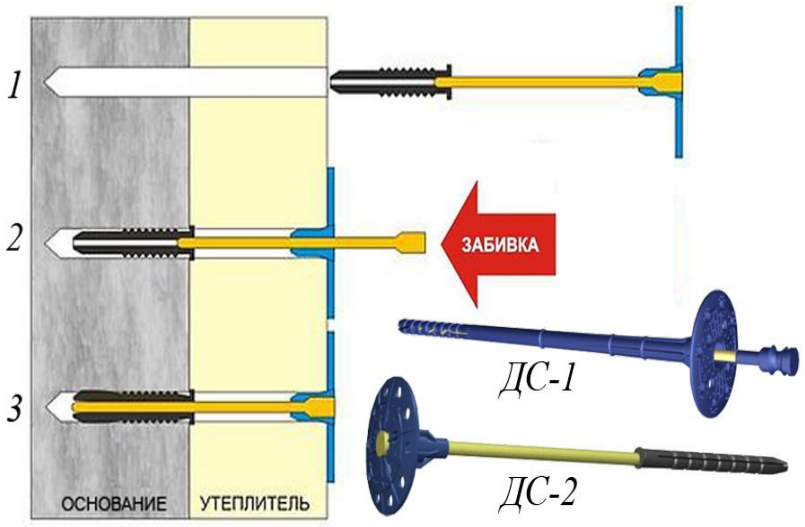


Рис.2.10. Схема влаштування і види дюбелів з дотискною тарілчастою рондоллю та склопластиковим серцевинням: 1 – отвір в основі через утеплювач і дюбель в зборі перед

Нормативний документ та інструкції

влаштуванням; 2 - дюбель в процесі забивання; 3 - встановлений дюбель

рекомендують закріплювати плити утеплювача тарілчастими дюбелями не раніше, ніж через 3 доби після приклеювання їх до поверхні зовнішніх стінових конструкцій. Однак результати досліджень вчених [24, 25], показали, що для полімерцементних клеїв цей період може бути скорочений до 10-16 годин в залежності від температури навколишнього середовища, при якій проводяться роботи. У свою чергу клеї з більшою вартістю, наприклад, на основі акрилу, дозволяють скоротити технологічну перерву між клейовим кріпленням утеплювача і механічним до 30-40 хвилин.

Отвори під дюбелі свердлять електродрилем або перфоратором. Мінімальна глибина отворів повинна бути:

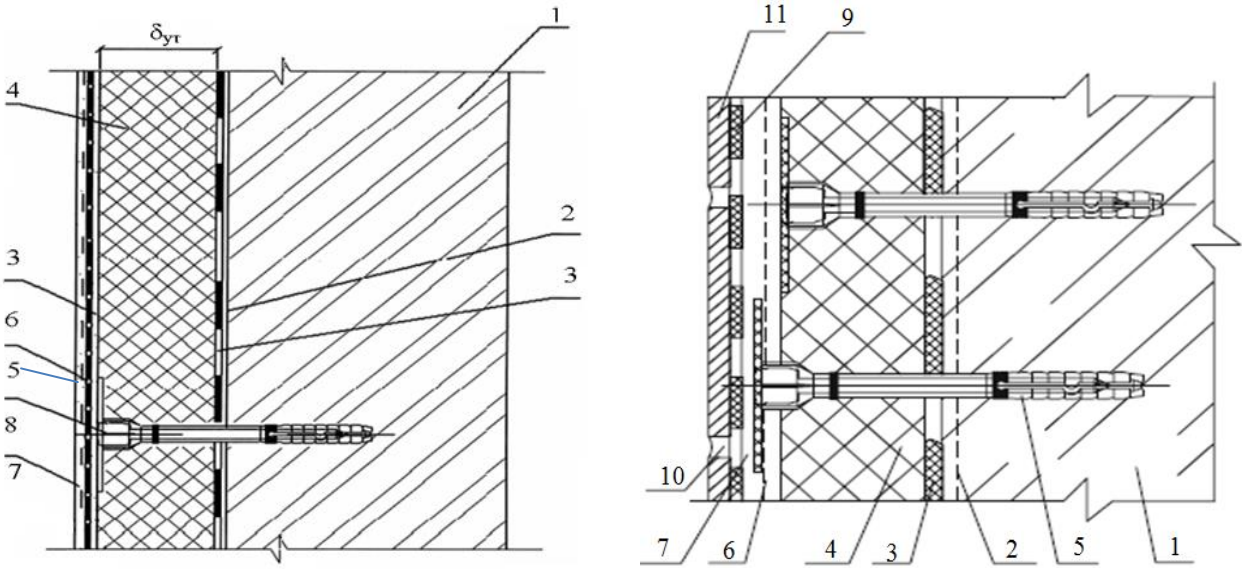
- в стінах з бетону і повнотілої цегли – 50 мм;
- у стінах з ніздрюватого або легкого бетону і пустотілих блоків – 110 мм;
- пустотілої цегли – 90 мм.

Отвори очищають від пилу пилососом, вставляють в отвір дюбель, притискаючи тарілчасті рондоль дюбеля до поверхні утеплювача (рис.3.10, п.2). Після цього в залежності від типу сердечника, вбивають його молотком або вкручують до упору. При цьому дюбель не повинен виступати над поверхнею плити більш ніж на 1 мм.

В залежності від висоти будівлі, виду основи, кліматичних умов для зміцнення системи здебільшого використовують дюбелі в кількості від 4 до 8 штук на один квадратний метр. В крайових зонах приймається більша кількість дюбелів. Пінополістирольні плити закріплюються дюбелями з розрахунку 4 шт/м^2 до 5 поверху. При точковому утепленні слід використовувати дюбелі у кількості 5-6 шт/м^2. Мінераловатні плити закріплюються дюбелями з розрахунку 8 шт/м^2 до 5 поверху і 10 шт/м^2 до 14 поверху.

Слід відзначити, що для систем теплоізоляції з тонкошаровим оздобленням (рис.2.11.а) механічне кріплення утеплювача з допомогою дюбелів тарілчастого типу з притискною рондоллю, виконують після твердіння клейового розчину. У свою чергу для систем з товстошаровим оздобленням або з облицюванням полімерною плиткою (рис.2.11.б) влаштовується два ряди дюбелів. Так перший ряд дюбелів встановлюють після закріплення плит утеплювача на поверхні основи за допомогою клейової розчинної суміші тільки після її затвердіння. Другий ряд дюбелів

встановлюють після нанесення першого шару гідрозахисного штукатурного складу, занурення в нього склосітки і затвердівання цього складу. Шар гідрозахисної штукатурки служить клейовим складом для занурення сітки. Полотнища склосітки наклеюються з напуском мінімум в 100 мм, а в кутах – 150 мм.



а) б)

Рис. 2.11. Конструктивно-технологічні схеми монтажу систем теплоізоляції з оздобленням а) тонкошаровими штукатурками і б) штучними матеріалами: 1 - несуча стіна, 2 - ґрунтовка, 3 - клейовий розчин для кріплення плит теплоізоляції, 4 - плита теплоізоляційна, 5 – дюбель з притискною рондоллю, 6 - захисний шар, армований лугостійкою склосіткою, 7 - ґрунтовка, 8 - захисно-декоративний шар (полімерцементна, акрилова, силіконова штукатурки), 9 - клеюча суміш, 10 - еластична затирка, 11 - полімермінеральна плитка, $\delta_{ут}$ – товщина утеплювача

6. Зміцнення внутрішніх та зовнішніх кутів будівлі, віконних та дверних отворів допомогою захисних перфорованих профілів зі сталі, ПВХ або алюмінію, закріплених на клейовій мастиці. *Після приклеювання* плит утеплювача до зовнішньої стінової конструкції і до моменту укладання основного армованого шару зовнішні кути віконних і дверних проємів зміцнюють армуючими елементами з склосітки, які зазвичай мають розміри 250×350 мм, рис.2.12. Армуючі елементи укладають діагонально по відношенню до віконного або дверного блоку (під кутом 45°) таким чином, щоб середина більш довгим боком прилягала до зовнішнього кута отвору, рис.2.12. Це необхідно виконати, щоб уникнути утворення тріщин, що поширюються від зовнішнього кута проєму по поверхні фасаду.

Зовнішні ребра, утворені плитами утеплювача на кутах фасадів або укосах, відразу ж після нанесення гідрозахисного штукатурного розчину, зміцнюються кутовими стрічками склосітки з перфорованими поличками, рис.2.13.а,б. Склосітка, що приклеюється по фасаду, підрізається по кутах отвору і заводиться на поверхню укосів віконних і дверних отворів, рис.2.12. Так само виконують на всіх кутових елементах і на стиках фасадів. Захисно-декоративна розчинна суміш наноситься на всі стіни по фасадах і на відкоси у дверних і віконних прорізів до рами.

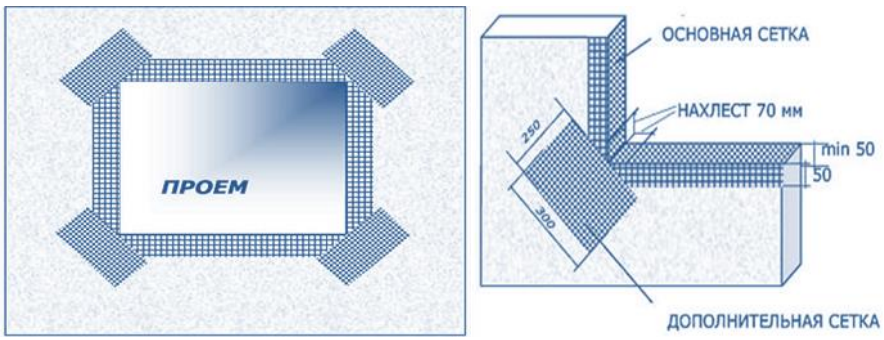


Рис.2.12. Схема посилення шару утеплювача на кутах віконних отворів за допомогою додаткових сіток

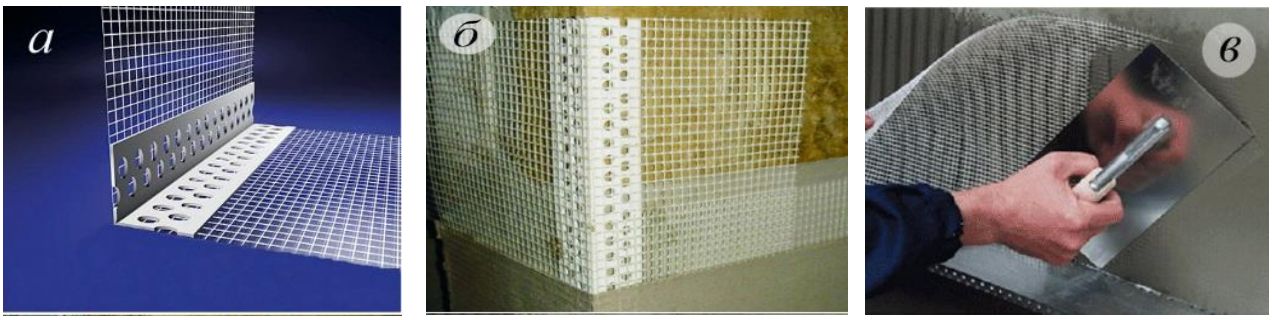


Рис. 2.13. Влаштування кутів за допомогою спеціальних кутів та армованої сітки: а) зовнішній вигляд кутового підсилювального фасадного профілю з ПВХ; б) профіль, встановлений в складі системи утеплення фасаду; в) нанесення та вдавлення шпателем армуючої сітки в клейовий розчин

У нижній частині віконних прорізів встановлюється відлив із пластику, металу, плитки або натурального каменю. Між рамою і відливом укладається шар герметизуючого матеріалу.

7. Далі потрібно виконати ущільнення стиків плит утеплювача зі столярними і металевими елементами (рами вікон, дверей тощо) за допомогою еластичної акрилової маси.

8. Виконання армованого шару. *До влаштування* армованого гідрозахисного штукатурного шару приступають після *затвердіння* клейового складу, що фіксує положення плит утеплювача і механічного кріплення першим рядом дюбелів. Армований шар складається з шару клейового

розчину, який наноситься товщиною не менше 3 мм на поверхню плит утеплювача, після чого в нього вдавлюється армована сітка з скляного або базальтового волокна, рис.2.13.в.

Підготовлений клейовий розчин наноситься на стіну за допомогою зубчастого шпателю 10/12 мм з формуванням на поверхні борозен. Нанесений клей зберігає пластичність протягом 10...30 хвилин, залежно від температури і вологості повітря. Потрібно уникати виконання робіт в жарку і вітряну погоду. Відразу по нанесеному і вирівняному штукатурному гідрозахисному шару укладають склосітку, занурюючи її в шар штукатурного розчину на 1 мм з допомогою гладкого шпателя, не допускаючи утворення складок. Сітку укладають смугами зверху до низу по поверхні фасаду, накладаючи наступну смугу на попередню не менше ніж на 100 мм. В кутах фасаду (внутрішніх і зовнішніх) передбачають напуск полотнищ сітки на кожну суміжну стіну також не менш ніж на 100-150мм.

Армований шар не повинен перериватися, чергові смуги сітки накладаються з напуском, мінімум в 100 мм, а в кутах – 150 мм. Товщина армованого шару повинна становити не менше 2-3мм (*для конструкцій зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням легкою штукатуркою*) та 10-30 мм (*для конструкцій зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням товстошаровою штукатуркою*). Шар штукатурного складу на утеплювач наносять за допомогою штукатурної станції або вручну і розрівнюють його по площі захватки з допомогою шпателю.

По вертикальних кутах першого поверху будівлі одночасно з приклеюванням сітки зміцнюють перфоровані сталеві оцинковані або алюмінієві кутові профілі з розмірами поличок (25×25) мм і товщиною поличок не більше 0,5 мм (рис.2.13, а,б). Профілі вдавлюють в свіжонанесену розчинну суміш і зашпакльовують тієї ж розчинною сумішшю. Потім полотнища склосітки, приклеєною до кожної із стін, що утворюють кут, накладають на сусідню стіну з напуском не менше 100мм. При використанні спеціальних профілів з закріпленими на них смугами склосітки (рис.2.7, а), вони можуть встановлюватися поверх примикань до кутів полотен суміжних склосіток.

У нижній частині будівлі сітку заводять на торець теплоізоляційних плит, на цокольний профіль і потім – на поверхню цоколя. У верхній частині

будівлі сітку заводять на торець теплоізоляційних плит, розташованих біля парапету або на початку карнизу.

У разі монтажу важкої системи скріпленої теплоізоляції або системи з використанням облицювання у вигляді полімерних плиток, після технологічної перерви тривалістю не менше 24 годин, утеплювач з армованим гідрозахисним штукатурним шаром додатково кріплять до зовнішніх стінових конструкцій другим рядом дюбелів, технологію влаштування яких наведено вище.

Другий шар гідрозахисного штукатурного складу укладають таким же способом, що і перший. При нанесенні другого шару захисно-клейової розчинної суміші слід стежити, щоб головки дюбелів були приховані.

9. Нанесення ґрунтувального шару штукатурки. Ґрунтувальний шар виконується з штукатурної маси, призначеної в якості підкладки під полімерцементні, силіконові та акрилові штукатурки. Наноситься в один шар і ретельно розподіляється по поверхні щіткою або малярським валиком. Час твердіння – від 4 до 12 годин залежно від атмосферних умов. Шар може слугувати в якості тимчасового захисного шару перед фінішним оштукатурюванням при необхідності в перерві робіт до 6 місяців.

10. Виконання високоякісної обробки. Види мокрої обробки представлені на схемі рис.2.1. Детальний опис сучасних способів обробки фасадів наведено в книзі «Технологічні процеси оздоблювальних робіт».

До опорядження поверхні фасаду будівлі приступають після повного закінчення робіт з улаштування теплоізоляції, виконаної з дотриманням зазначених вище вимог. За 24 години до нанесення оздоблювальних розчинних сумішей поверхню ґрунтують за допомогою пістолета-розпилювача. Ґрунт підбирають залежно від стану основи.

У тому випадку, коли деформаційні шви не передбачені проектом виробництва робіт, на поверхню фасаду будівлі після закінчення не менше трьох діб з моменту нанесення другого шару захисно-клейової суміші наносять захисно-декоративний склад.

Розчинні суміші готують на спеціально обладнаній ділянці будівельного майданчика.

Оздоблювальну розчинову суміш наносять на поверхню фасаду за допомогою штукатурної станції, розрівнюючи нанесену суміш металевим шпателем або теркою з нержавіючої сталі. Інструменти при нанесенні і розрівнюванні декоративної розчинової суміші необхідно тримати під гострим

кутом (50°...60°) до оброблюваної поверхні.

Після нанесення декоративної розчинової суміші відразу починають формування поверхні. Роботи на одній поверхні варто виконувати безупинно, дотримуючись правила нанесення «мокре на мокре». У разі перерви в роботі слід приклеїти липку стрічку на основу уздовж лінії, де планується завершення роботи, та нанести на неї штукатурку. Перед відновленням роботи слід видалити стрічку разом із залишками свіжої штукатурки.

У момент схоплювання забороняється змочувати водою декоративно-оздоблювальний шар, виготовлений із сухих сумішей.

Декоративно-оздоблювальне покриття може бути забарвлене в масі або пофарбоване у відповідний колір спеціальними фасадними фарбами.

Для збереження рівномірності забарвлення слід при роботі використовувати матеріали з однієї партії, яка вказана на упаковці і дотримуватися співвідношення сухої суміші і води для приготування розчинної суміші.

В залежності від виду захисно-декоративного опоряджувального шару (на основі полімерцементної, силіконової, акрилової штукатурок та полімермінеральної оздоблювальної плитки) та теплоізоляційного матеріалу, використовуються технологічні системи на основі мінераловатного і пінополістирольного утеплювачів, а саме краще поєднувати:

а) мінераловатний утеплювач + полімерцементна штукатурка;

б) мінераловатний утеплювач + силіконова штукатурка;

в) пінополістирольний утеплювач + акрилова штукатурка;

г) пінополістирольний утеплювач + полімермінеральна оздоблювальна плитка.

При цьому мінераловатний та пінополістирольний утеплювачі необхідно приймати за товщиною та щільністю, які визначено згідно з ДБН Б В 2.6.-31:2016 «Теплова ізоляція будівель».

Роботи з влаштування захисно-клейового і декоративно-оздоблювального шарів на риштуваннях виконує ланка з шести чоловік, у тому числі: штукатур IV розряду – 1 людина, штукатур III розряду – 3 людини, штукатур II розряду – 2 людини. При роботі з колисок – 3 людини: IV розряду – 1 людина, III розряду – 1 людина, II розряду – 1 людина.

Застосування «мокрих» систем для утеплення панельних будинків дозволяє скоротити тепловтрати через існуючі захисні конструкції в 2,5-3 рази. Як показали дослідження [21, 22], термін експлуатаційної ефективності

таких систем без погіршення технічних характеристик і необхідності ремонту становить 25-30 років *за умови чіткого дотримання технології улаштування і нормативів*. «Мокрі» системи «скріпленої» теплоізоляції будівель передбачають використання готових сухих сумішей оздоблювальних складів. Тільки при цій умові можна гарантувати якість систем з тонкошаровою штукатуркою.

Найважливішою особливістю улаштування таких систем є застосування комплектних сертифікованих матеріалів і пристосувань, а також суворого дотримання послідовності виконання технологічних операцій.

Фасадні системи на основі термопанелей або термоплит

Однією із відносно нових зовнішніх систем утеплення в будівництві є використання фасадних термоплит та термопанелей. Вони є різновидом систем скріпленої теплоізоляції. Фасадні термопанелі або термоплити були розроблені і впроваджені в будівництво більше п'ятнадцяти років тому в Німеччині. Фасадні термопанелі або термоплити дозволяють вирішувати завдання теплоенергозбереження і естетичного оформлення при будівництві житлових будинків, в тому числі і малоповерхових, і при реконструкції об'єктів житлового, соціально-побутового та промислового призначення.

Технологія підготовки та монтажу термоплит на поверхню фасаду будинку майже аналогічна технології монтажу «мокрого» фасаду з тією різницею, що виключаються роботи з улаштування захисно-гідроізоляційного та декоративно-оздоблювального шарів. Проте добавляється технологічна операція з ізоляції стиків.

За способом кріплення елементів до поверхні основи розрізняють три основних види: перший – клейовий; другий – механічний та третій – комбінований.

При *клейовому* способі кріплення на поверхню термоплити з боку утеплювача наноситься клейовий розчин і плита приклеюється до поверхні. При такому способі важлива рівність поверхні. У тому випадку, якщо поверхня не рівна, то слід провести роботи з її вирівнювання. В свою чергу клейовий спосіб кріплення ділиться залежно від складу клеючого розчину, на два типи. Клей на полімерцементній основі і спеціальні монтажні полімерні клеї.

У *механічному* способі кріплення існує два різновиди.

Перший – на тарілчасті дюбеля з притискною рондоллю (рис. 2.12). При

кріпленні на дюбеля потрібно враховувати товщину утеплювача, і виходячи з цього вибирати довжину дюбеля. Кріплення повинно виконуватися тільки в міцну основу на визначену глибину. Після влаштування термоплити в ній висвердлюється отвір потрібного діаметру, відповідно до діаметра обраного дюбеля, заходячи при цьому в основу. Потім в просвердлений отвір вставляється рондоль і злегка заглиблюється в термоплиту. У рондоль забивається дюбель і розширює її всередині покращуючи кріплення.

Другий – на попередньо змонтований каркас за допомогою клямерів. На фасаді будівлі монтується каркас відповідно до розмірів термопанелей. Каркас може бути виконаний як з дерев'яних брусків і балок, так і з металевих профілів. До каркасу, відповідно до розрахунку розташування термопанелей, кріпляться клямери. Монтаж термопанелей проводиться безпосередньо на клямери.

Комбінований спосіб включає в себе наклеювання плит на поверхню за допомогою клейових складів і додаткове кріплення дюбелями.

По типу з'єднання між елементами існують наступні типи кріплень як:

В напуск («гребінь-паз») із закладенням швів (рис.2.14). В даному з’єднанні захисно-декоративний шар однієї плити накладається на теплоізоляційний шар іншої плити під час кріплення до основи (рис.2.14.а), потім шви в місцях накладення затираються спеціальними кольоровими ізоляційними затирками. Недоліком такого способу є те, що прилягання облицювального шару однієї панелі до теплоізоляції іншої не герметичне. Частково їх ізоляція може досягатися тільки затирочними складами.

Впритиск із закладенням швів (рис. 2.14.б). В даному з'єднанні плити накладаються щільно одна до одної під час кріплення до основи, потім шви в місцях стику панелей затираються спеціальною кольоровою затиркою. При цьому способі влаштування плит одним із недоліків є утворення стиків, які досить важко надійно та швидко ізолювати. Проте авторами роботи разом з магістрами було удосконалене конструктивно-технологічне рішення з’єднання плит між собою . Воно полягає у нанесенні в виробничих умовах на місця прилягання теплоізоляційного матеріалу одне до одного при стикуванні додаткової самоклеючої стрічки. При монтажі з її поверхні видаляється захистна плівка і плити теплоізоляції при притисканні щільно прилягають одна до одної, тим самим створюючи надійне ізольоване з’єднання.

Пазловий («гребінь-паз») із закладенням швів (рис.2.14.в). При даній технології плити вставляються в заздалегідь вирізані пази. Потім місця

з'єднання затираються спеціальної кольоровою затиркою. Це дозволяє уникнути затирку швів самої панелі, тому що вони затираються під час виробництва. З усіх вищезазначених типів з’єднань термоплит, таке з’єднання їх між собою створює найбільші «містки холоду», уникнути яких майже неможливо.

Для більш естетичної виразності і зменшення кількості отворів в термопанелях при їх кріпленні, доцільніше при їх влаштуванні використовувати тільки клейове з’єднання, яке влаштоване суцільним способом нанесення клейового розчину.



а) б) в)

Рис.2.14. Монтаж плит в напуск («гребінь-паз») (а), впритиск із закладенням швів (б) та пазловий («паз-паз») (в)

З *Г-подібним замковим з'єднанням* (рис. 2.15). Під час монтажу панелі кріпляться одна з одною за допомогою спеціального Г-подібного замку (по типу кріплень ламінатної пілоги). Це дозволяє скоротити терміни роботи завдяки вилучення операції закладення швів. Однак ці панелі менш довговічні і мають обмеження по формі. Цей тип кріплення використовується здебільшого в термопанелях. В якості основного теплоізоляційного матеріалу таких термопанелей застосовують пінополістирол та жорсткий пінополіуретан. Захисно-декоративний шар виконується в основному з полімерних матеріалів на кшталт вінілового сайдингу. Перед монтажем термопанелей на зовнішню стіну будинку влаштовується дерев’яний каркас, розміри комірок якого повинні співпадати з розміром термопанелей. При довжині термопанелей 2000 мм повинно бути улаштовано не менше чотирьох вертикальних рейок з кроком 500 мм. Однією з позитивних характеристик матеріалу при монтажу це те, що місця кріплення дюбелів можуть перекриватися суміжними термопанелями, які накладаються одна на одну. Це зменшує кількість «містків холоду» і надає більшої жорсткості облицюванню внаслідок складної форми з’єднання, а також надає більшої естетичної

виразності фасаду будинку.

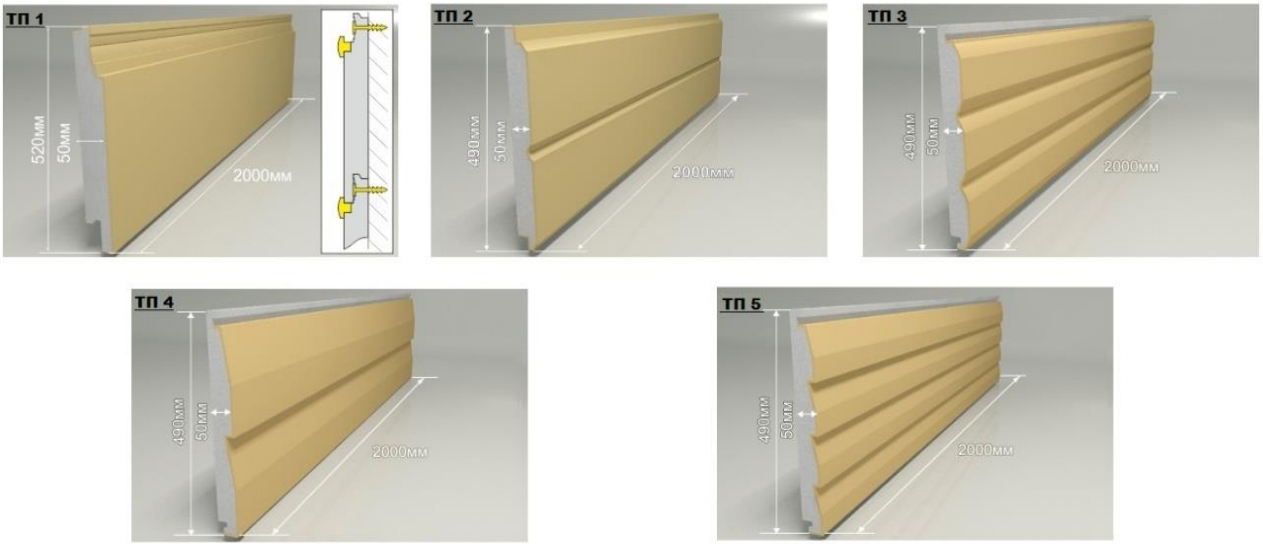


Рис.2.15. Монтаж термопанелей з Г-подібним замковим з'єднанням

«Теплі» штукатурки та енергозберігаючі фарби, які використовуються в якості додаткового утеплення фасадів

«Тепла» штукатурка являє собою суміш цементних в'яжучих з заповнювачами різного походження з пористою або волокнистою структурами. Як вказувалося раніше, ними можуть бути гранули пінополістиролу, спучені вермикуліт та перліт, тирса, папір, суміш соломи і глини тощо. Також в якості заповнювачів для штукатурних розчинів можуть служити керамзитовий пісок та подрібнені пемза, туфи і т.і. В свою чергу в якості цементних в'яжучих використовується в таких штукатурках портландцемент М400 або інші в'яжучі на його основі та гіпс, рідше – естрих-гіпс (водостійкий гіпс) для зовнішніх робіт. Деякі виробники пропонують застосовувати замість гіпсу – алебастр. Проте, слід пам'ятати, що *не існує* будівельного матеріалу алебастр. Алебастр це *сировина* для виробництва гіпсу, яка характеризується найменшою кількістю різних домішок в гіпсовому камені, тобто чистотою вихідних компонентів.

«Тепла» штукатурка з додаванням легких гранул пінополістиролу. Найпоширеніший варіант, який пропонується споживачам, – тепла штукатурка з додаванням легких гранул пінополістиролу. Суміш підійде для обробки як фасадних, так і внутрішніх стін.

Особливості застосування. Підготовчий етап для внутрішніх і зовнішніх робіт нічим не відрізняється від тих же процесів, що і для звичайної цементної штукатурки. Розчинну суміш виготовляють шляхом перемішування віддозованих компонентів розчину та води. Зазвичай суха (товарна) суміш є

відфасованою і готовою до використання при сполученні з водою. Слід звертати увагу, що у кожного виробника є свої технологічні регламенти з застосування таких розчинів. Оскільки склад і кількість вихідних компонентів є комерційною таємницею. Для перемішування слід застосовувати розчинозмішувач або електродриль з міксерною насадкою. Щоб суміш рівномірно тужавіла на поверхні, необхідно перед початком її нанесення поґрунтувати основу. В результаті досліджень було встановлено, що в більшості випадків достатньо буде досить добре зволожити основу. Таким чином ми призупинимо відсмоктування води в початковий період тужавлення одразу після нанесення розчину на поверхню. Розчинну суміш за допомогою кельми або шпателю наносять на поверхню стіни, ущільнюють і вирівнюють. При цьому потрібно враховувати, що при одношаровому нанесенні її товщина не повинна перевищувати 20 мм, і тільки через 4 години можна буде вкладати наступну порцію суміші. «Живучість» розчину складає близько двох годин, що є технологічним моментом для роботи з ним.

Штукатурка з додаванням вспученого перліту, крім теплозберігаючих функцій, володіє ще високими звукоізоляційними властивостями і негорючістю, що дає їй можливість рекомендувати для внутрішніх оздоблювальних робіт. Проте, найчастіше вона використовується саме для зовнішніх робіт, рис.2.16. Бажано оберігати її від прямих атмосферних опадів. Наноситься на поверхню методом накидування. Дозволяється і застосування механізованого нанесення.

Штукатурні розчини з перлітом рекомендується наносити на підготовлену основу – очищену від забруднення, пилу та залишків старого опорядження. Для забезпечення оптимального зчеплення з поверхнею її необхідно обробити спеціальною ґрунтівкою.

На наступному етапі суха суміш перемішується з вказаною необхідною кількістю води до утворення гомогенної суміші без грудок та піни, з достатньою рухливістю. Для перемішування слід застосовувати розчинозмішувач або електродриль з міксерною насадкою. Для нанесення «теплої» штукатурки на основі перліту вручну використовується кельма або стальний шпатель. Для вирівнювання поверхні використовують правило, металеві лінійки та терки. У разі одношарового покриття поверхню необхідно вирівняти одразу після нанесення розчину. Слід відзначити, що розчин можливо подавати і механізовано – методом набризку. Для цього використовують спеціальне обладнання, яке забезпечує оптимальне

змішування компонентів, які використовуються для розчину. Кількість води замішування здебільшого складає 500-550 мл на один кілограм сухої суміші. Роботи дозволяється виконувати при температурах від +5 до +30 °С та відносній вологості повітря 75 %. Для фінішної обробки застосовують глянцювання поверхні, яке виконують шляхом змочуванням покриття водою з подальшим затиранням губчатою теркою та заглажуванням широким шпателем.



а) б) в)

Рис.2.16. Штукатурка з додаванням вспученого перліту: а) нанесення на поверхню товстим шаром по маяках, б) вирівнювання поверхні, в) закінчене теплоізоляційне опорядження

Ще один теплоізоляційний матеріал – *штукатурка з заповнювачем зі спученого вермикуліту*. Готова система забезпечує потужні антисептичні якості. Її також можна застосовувати і зовні, і всередині приміщень. Технологія її нанесення аналогічна технології нанесення штукатурних розчинів на основі вспученого перліту.

Штукатурка на основі тирси. Складається з в'яжучого портландцементу або гіпсу (може додаватися вапняне молоко) з додаванням тирси, іноді глини і паперових фрагментів. Штукатурку на основі гіпсу та тирси застосовують досить давно, і через те, що її першими почали використовувати в Вірменії, то вона отримала назву «вірменська». Теплоізоляційні якості у такій суміші хороші, але стійкість до атмосферних впливів у неї не дуже висока. У зв'язку з цим її використовують для внутрішніх робіт. У нас її модернізували для зовнішніх робіт, тому замість гіпсу використовують портландцемент М400. Тирсу бажано використовувати тільки з сосни або модрини та з під циркулярних пил. Перед використанням в розчині тирсу необхідно просіяти на ситах з розміром комірок 5×5 мм.

Відношення тирси до цементу 3:1. Кількість води підбирається експериментально. Кількість піску 5 частин відносно цементу. Наноситься на поверхню стіни шаром не більшим ніж 50 мм. Для вирівнювання слід використовувати дерев'яні маячні планки, а не металеві. Така штукатурка характеризується хорошими тепло- та звукоізоляційними властивостями, довговічна, вологостійка. Натомість склад відмінно укладається практично на будь-яку поверхню – цегла, бетон, деревина та ін. Великих об'ємів використання даний матеріал не знайшов у зв'язку з унікальністю його виробництва тільки в умовах будівельного майданчика та відсутністю майстрів з її влаштування. Для створення фактурної поверхні використовують спеціальні прийоми нанесення. Більш детальну інформацію з методів опорядження внутрішніх та зовнішніх поверхонь можна знайти в спеціалізованій літературі.

До позитивних якостей зазначених теплоізоляційних штукатурок відносяться:

• можливість використання в якості додаткового теплоізоляційного шару і підвищення відповідних характеристик конструкції за рахунок створення суцільного теплоізоляційного контуру, що виключає створення, так званих, «містків» холоду;

• високі антисептичні властивості і, як наслідок, стійкість до впливу комах, гризунів і утворенню грибків, цвілі;

• легкість і швидкість нанесення, відмінна адгезія з більшістю матеріалів основи;

• пористість структури готового покриття, за рахунок чого огороджувальні конструкції будівлі зберігають свої повітря- та паропроникні властивості. Це, в свою чергу, створює сприятливий мікроклімат в кімнатах. В результаті в приміщенні не будуть утворюватися грибки і цвіль. Крім того, проходження повітря крізь мікропори сприяє самовисушенню покриття. Це означає, що його теплозахисні якості з часом залишаться незмінними;

• акумулювання і рівномірний розподіл по поверхні теплової енергії сонця. При цьому тепла штукатурка відрізняється досить високою стійкістю до дії ультрафіолетових променів і практично не старіє з часом (поверхня не покривається тріщинами і не руйнується).

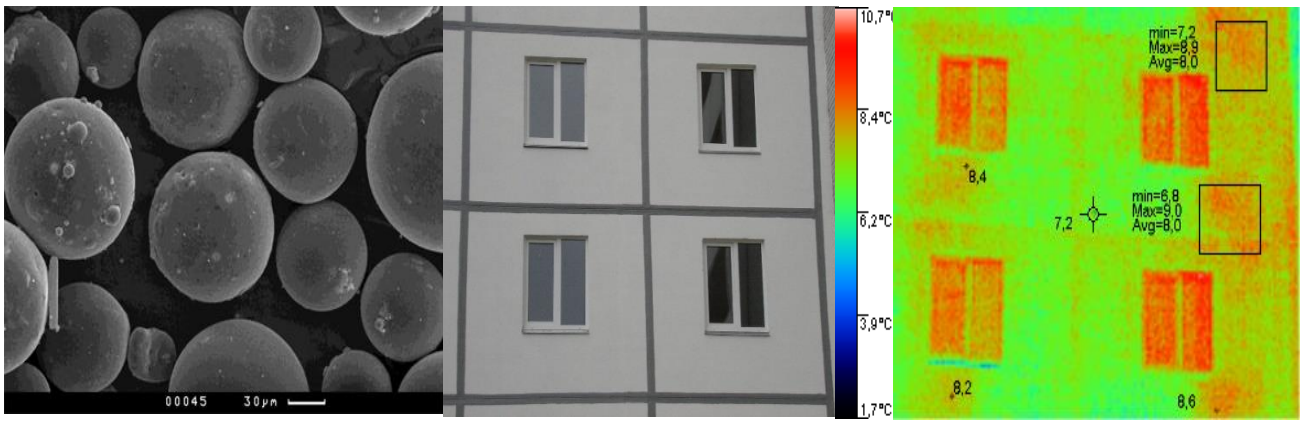
При використанні теплоізоляційних штукатурок необхідно керуватися інструкціями, які частіш за все наведені на упаковці. Кожен вид штукатурок має свою технологію та область застосування. Наприклад, це штукатурки для

зовнішнього або внутрішнього використання. Область застосування, перш за все, залежить від виду в'яжучого на основі якого виготовлена та чи інша суха штукатурна суміш.

«Теплі» енергозберігаючі фарби* або *мастики. Як згадувалося в першому розділі деякі виробники рекомендують використовувати для теплоізоляції будинків та споруд *теплі енергозберігаючі фарби* або *мастики*. Вони представляють собою суспензії, які складаються з полімерного в'яжучого наповненого пористими порошкоподібними матеріалами або мікросферами, розміром до 100 мкм, рис.2.17.а.

Згідно з запевнюваннями виробників енергозберігаючих фарб вони можуть слугувати самостійним теплоізоляційним ефективним шаром та можуть повністю замінити теплоізоляційний шар з пінополістиролу тощо. Після висихання покриття перетворюється в щільну і пружну мембрану, яка відбиває більшу частину видимого світла і інфрачервоного випромінювання. Таким чином знижуються тепловтрати через будівельні конструкції, причому в обидві сторони (взимку стіни краще утримують тепло в приміщенні, а влітку – не випускають прохолоду).

Проте, як показали результати обстежень будинків з таким покриттям, що виконані авторами на замовлення СБУ (служби безпеки України) по Одеській області, а також дослідження поверхонь стін житлових будинків (рис.2.17), що покриті «теплими» фарбами в натурних умовах з допомогою тепловізору Fluke Ti45FT-20 та в лабораторних умовах на зразках-моделях, такий матеріал *не може* слугувати самостійним теплоізоляційним шаром, а тільки в конструкціях теплоізоляції разом з ефективними теплоізоляційними матеріалами, таким як пінополістирол, мінеральна вата тощо. Як видно з рисунку 2.17.б,в при температурі навколишнього середовища +1 ^{o}C температура поверхні панельного будинку становить від 6,8 до 9 ^{o}C. Це свідчить про те, що енергозберігаюча фарба, якою покрита зовнішня огороджувальна конструкція, не перешкоджає втраті тепла з внутрішньої частини будинку. Тому для покриття будинку, саме в якості самостійного енергозберігаючого шару, їх *не рекомендують* та *не слід* застосовувати. Іноді їх можна застосовувати для обробки (фарбування) інженерних комунікацій.



а) б) в)

Рис.2.17. Макроструктура «теплої» фарби (а), загальний вигляд (б) і термограма будинку (в), фасад якого опоряджено енергозберігаючою фарбою

«Сухі» фасадні системи. Навісні вентильовані фасади

«Сухими» фасадними системами називають такі, в яких зовнішній захисно-декоративний екран утворюється плитними або листовими матеріалами. Класифікаційним або назвоутворюючим фактором при цьому є закріплення конструкцій фасаду без розчину або клею, «насухо», за допомогою спеціальних пристосувань (засувок, клямерів, затискачів, кліпс, заклепок тощо). Застосування «сухих» фасадних систем не є визначальним тому, що вони відіграють не теплоізоляційну, а швидше саме захисно-декоративну роль. Вони можуть бути з вентильованим прошарком або без нього.

Існує великий вибір матеріалів та технологій «сухих» способів опорядження фасадів. Аналіз інформації, зібраної авторами, дозволив класифікувати різноманіття «сухих» фасадних систем (рис.2.18).

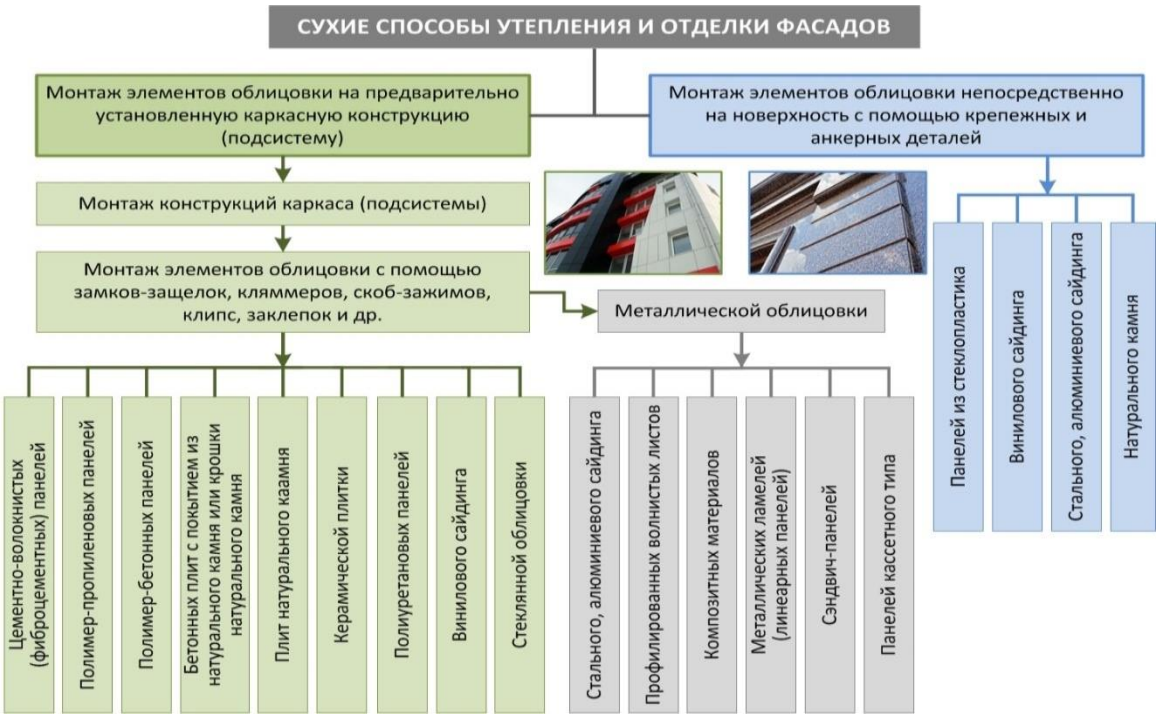


Рис. 2.18. Класифікація сухих способів утеплення та опорядження фасадів

Серед «сухих» фасадних систем саме технології влаштування навісних вентильованих фасадів, порівняно з технологіями сухого закріплення облицювальних елементів безпосередньо на стіну, найбільш затребувані, і використовують найбільш широку гаму матеріалів.

В якості зовнішньої теплоізоляції огороджувальних конструкцій житлових і громадських будинків застосовують *конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентильованим повітряним прошарком*

(назва згідно з ДСТУ Б В.2.6-34:2008). Однак, в будівельній практиці частіше застосовують назву *навісні вентильовані фасади (НВФ)*. Такі системи здатні забезпечити необхідний, згідно з сучасними нормами, рівень теплозахисту будинків. Як правило, для таких систем характерна наявність повітряного проміжку між екраном і утеплювачем. Основні рішення з влаштування таких систем слід виконувати згідно з нормативним документом ДСТУ Б В.2.6-35:2008 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентильованим повітряним прошарком».

Навісні вентильовані фасади почали застосовуватися в Західній Європі кілька десятків років тому. Підсумком багаторічної практики використання навісних вентильованих фасадних систем стала поява одного із основних варіантів схеми. Така конструктивно-технологічна схема показана на рис.2.19.

У навісному вентильованому фасаді окремі шари конструкції розташовуються в наступному порядку: захисна конструкція, теплоізоляція, повітряний проміжок, захисний екран. Така схема є оптимальною з точки зору теплофізики (рис.2.20). В такій конструкції позитивні наступні чинники: відбувається захист зовнішніх стінових конструкцій будинку від нагріву інфрачервоним випромінюванням сонця; захист шару теплоізоляції і конструкції каркасу від зволоження дощем; конструкція зовнішніх стін будинку знаходиться в зоні позитивних температур; вільне видалення експлуатаційної та технологічної вологи з конструкції; майже відсутні конструктивні «містки» холоду.

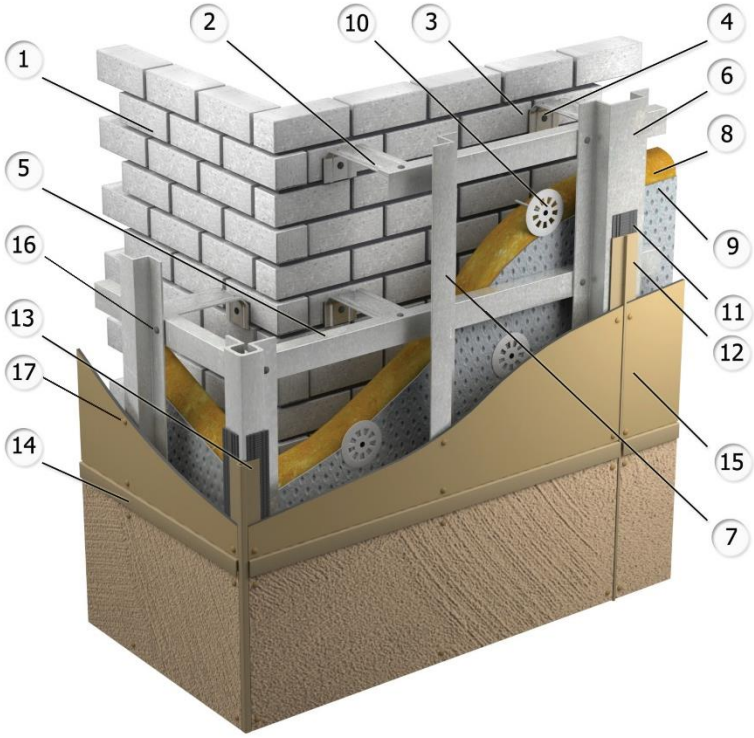


Рис.2.19. Горизонтально-ертикальна конструктивно-ехнологічна схема навісного ентильованого фасаду: 1 - есуча стіна; 2 - кронштейн; 3 - рокладка термоізолююча; 4 - нкерний дюбель; 5 - профіль оризонтальний основний; 6 - рофіль вертикальний сновний; 7 - профіль ертикальний проміжний; 8 - теплювач; 9 - гідро-ітрозахисна паропроникна ембрана; 10 - тарільчасте дюбель; 11 - стрічка ЕПДМ; 12 - профіль вертикальний декоративний; 13 - профіль кутовий декоративний; 14 - профіль горизонтальний декоративний; 15 - облицювальна плита; *16,17* - заклепка витяжна.

Улаштування додаткової теплоізоляції зовні краще захищає стіну від змінного замерзання і відтаювання. Вирівнюються температурні коливання масиву стіни, що

перешкоджає появі деформацій, особливо небажаних при великопанельному домобудівництві. Точка роси зміщується в зовнішній теплоізоляційний шар, внутрішня частина стіни не зволожується, і не потрібно додаткової пароізоляції. Іншою перевагою зовнішньої теплоізоляції є збільшення теплоакумулюючої здатності масиву стіни. Монтаж теплоізоляції зовні дозволяє також знизити витрати на ремонт пошкоджених стін. Спільне застосування навісного фасаду і теплоізоляційного шару істотно підвищує звукоізоляційні характеристики огороджувальної конструкції, оскільки фасадні панелі і теплоізоляція мають звукопоглинальні властивості в широкому діапазоні частот (наприклад, звукоізоляція стіни з легкого бетону підвищується в 2 рази при влаштуванні навісного фасаду із застосуванням облицювальних панелей). Наявність повітряного проміжку у вентильованому фасаді принципово відрізняє його від інших типів фасадів, тому що завдяки перепаду тиску по висоті цей проміжок працює за принципом дії «витяжної труби». В результаті чого з огороджувальної конструкції в навколишнє середовище виводиться внутрішня волога. Вентильований повітряний проміжок знижує також і тепловтрати: він практично є температурним буфером. Температура повітря в ньому взимку, приблизно, на три градуси вище, ніж зовні. Зовнішній екран з оздоблювальних матеріалів захищає розташований за ним шар теплоізоляції, а також огороджувальну конструкцію від атмосферних впливів. Влітку він виконує функцію сонцезахисного екрану, що відбиває значну частину падаючого на нього

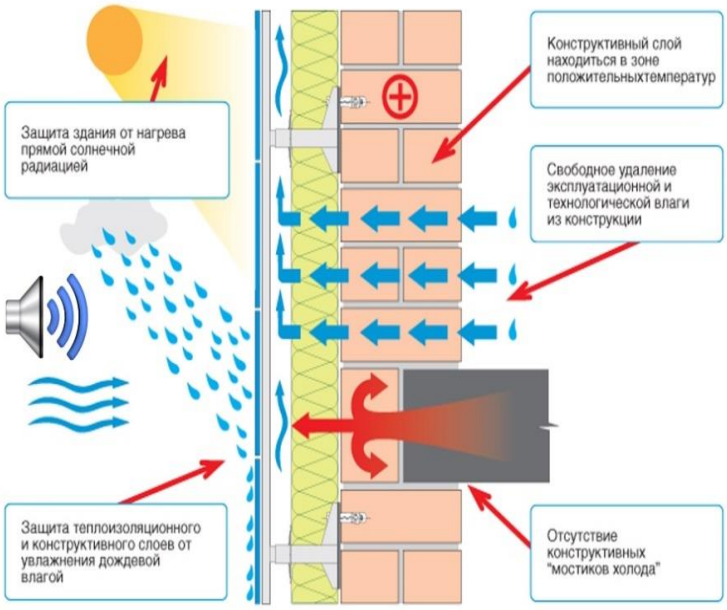
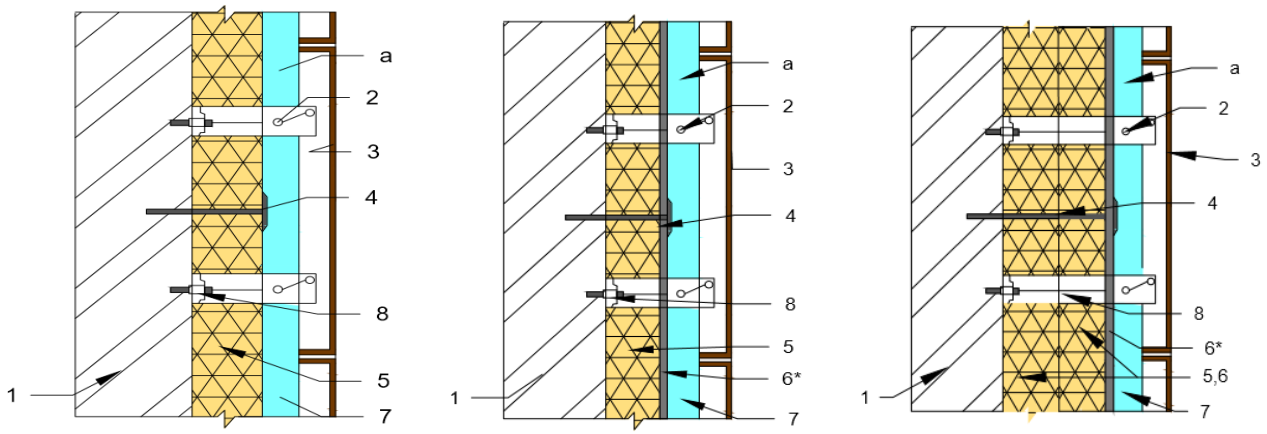


Рис. 2.20. Основні переваги навісних вентильованих фасадів

теплового потоку. Завдяки спеціально розробленими схемами монтажу вентильованих фасадів до стіни фасадна конструкція має можливість поглинати термічні деформації, що виникають при добових і сезонних перепадах температур. Це дозволяє уникати внутрішніх напружень у матеріалі

облицювання та несучої конструкції, що виключає появу тріщин і руйнування облицювання.

В практиці будівництва використовують різні конструктивно-технологічні схеми влаштування навісних вентильованих фасадів. Вони відрізняються між собою, в основному: по способу кріплення облицювальних елементів (захисно-декоративного шару) до несучого каркасу; за матеріалами, з яких ці елементи виготовлені; за способами влаштування утеплювача (одно- та двошарові системи), тощо. На рисунку 2.21 наведені конструктивно-технологічні схеми навісного вентильованого фасаду з різними конструктивно-технологічними рішеннями влаштування тепло- та вітровологозахисного шарів.



а) б) в)

Рис.2.21. Конструктивно-технологічні схеми навісного вентильованого фасаду: а –одношарова система без вітровологозахисної мембрани (щільність утеплювача >120 кг/м^3); б – одношарова система з вітровологозахисною мембраною (щільність утеплювача 80-110 кг/м^3); в – двошарова система (мінераловатний утеплювач різної щільності (внутрішній шар меншої щільності 45 кг/м^3, зовнішній шар утеплювача щільністю 80-110 кг/м^3 та з шаром вітровологозахисної мембрани). 1 - несуча стіна, 2 - кронштейн, 3 – захисно-декоративний шар, 4 - дюбель, 5, 6 - мінераловатний утеплювач, 6* - вітровологозахисна мембрана, 7 - повітряний прошарок, 8 - анкерний болт, а - товщина повітряного прошарку

Слід відзначити, що найбільшого поширення для утеплення висотних будинків знайшли основні *дві* конструктивно-технологічні схеми теплоізоляційних систем з різними варіантами кріплення облицювального матеріалу:

- *перша схема* конструкції вентильованого фасаду передбачає суцільну систему з облицювальним шаром у вигляді, здебільшого, композитних панелей з класом горючості Г1, Г2 *без отворів між ними* (рис.2.22.а), і швидкістю руху повітря в підоблицювальному просторі до 2м/с;

- *друга схема* передбачає здебільшого застосування керамогранітних плит. В таких системах конструкція передбачає *отвори (рустi) між облицювальними панелями* (рис.2.22.б). Швидкість руху повітря в підоблицювальному просторі фасаду будинку, в залежності від його висоти, може досягати до 12 м/с і вище.



а) б)

Рис.2.22. Конструктивно-технологічна схема навісних вентильованих фасадів на основі композитних панелей без наскрізних отворів між плитами облицювання (алюмінієві композитні панелі) (а) та з рустами (з наскрізними проміжками між плитами облицювання) (керамогранітні плити) (б)

Особливості конструктивно-технологічних рішень навісних вентильованих фасадних систем. Головними вимогами до конструкцій фасадної теплоізоляції є захист зовнішніх стін від зволоження та забезпечення показників теплоефективності на протязі всього нормативного терміну їх експлуатації. Одним із основних складових конструкції, який визначає термін ефективної експлуатації теплоізоляції системи в цілому є мінераловатний утеплювач. Структура мінеральної вати обумовлює суттєву схильність до аеродинамічної деструкції внаслідок емісії волокон та руйнування зв'язуючого, а саме феноформальдегідних смол, під впливом вологи.

Емісія (втрата маси волокна) мінераловатних плит щільністю 74 кг/м^3 за 25 умовних років досягає 18,78% початкової маси і 3,32% для плит щільністю 156 кг/м^3. По відношенню до навісних вентильованих фасадів така втрата маси мінераловатних плит, встановлених без вітровологозахисні мембрани, веде не тільки до зниження міцності, теплоізолюючих властивостей, але і до серйозного порушення екології навколишнього середовища і житлового приміщення. Наприклад, при утепленні дев'ятиповерхового будинку 90 серії, з площею утеплення 1498 м^2, потрібно 135 м^3 сучасних мінераловатних плит щільністю 74 кг/м^3. За 25 умовних років експлуатації будівлі потоки

вентиляційного повітря можуть винести через захисно-декоративний шар вентильованого фасаду 1875 кг волокнистого пилу.

Апріорна інформація свідчить про те, що емісія волокон в значній мірі визначається властивостями утеплювача (в більшій мірі його щільністю), його якістю, а також повітряним режимом в вентильованому прошарку, що визначається багатьма факторами. В тому числі, конструкцією НВФ (з рустами та без), рис.2.22, товщиною повітряного прошарку, розташуванням об'єкту будівництва в певній кліматичній зоні та його орієнтацією в просторі відносно інших об'єктів тощо. Емісія волокон може призвести до значного зниження приведеного опору теплопередачі стіни з НВФ.

Щоб запобігти можливій емісії (видуванню) волокон мінеральної вати під дією завихрень висхідного повітряного потоку, необхідно вжити заходів щодо забезпечення вітрозахисту.

Відомі такі *методи вирішення проблеми емісії волокон з мінераловатного утеплювача*.

Перший метод (найбільш поширений) – *закріплення вітрозахисної мембрани* на поверхні утеплювача в умовах будівельного майданчика під час монтажу системи. Однак застосування цих мембран призводить до підвищеної пожежонебезпеки, тому що значна їх кількість, в тій чи іншій мірі, горючі. Аналіз пожеж, що виникли на ряді висотних будівель Києва, Харкова, Одеси, Москви, Красноярська, Грозного, Астани, Стамбула, Лондона, Дубаї та інших міст (рис.2.23), показав, що основним їх «винуватцем» слугували саме вітровологозахисні мембрани.



а) б) в) г)

Рис.2.23. Пожежі на будинках, що утеплені навісними вентильованими фасадами:

а) м. Одеса; б) м. Київ; в) м. Москва; г) м.Дубаї

Досить часто з метою економії будівельники замість склополотна використовують звичайні полімерні плівкові вітрові бар'єри з класом

горючості Г2-Г4. Вони, в свою чергу, при виникненні пожежі вигорають дуже швидко. Процес їх горіння відбувається при таких температурах, які достатні для спалахування захистно-декоративного екрану, наприклад, у вигляді алюмінієвих композитних панелей з класом горючості Г2-Г3. Негорюче склополотно, яке просочене фторполімерами, значно дорожче. Але воно характеризується малою паропроникністю. У тому разі, якщо всередині утеплювача утворюється конденсат, йому нікуди буде подітися. При цьому втрачається сенс вентильованого фасаду. Враховуючи вищенаведене, у разі необхідності слід використовувати тільки паропроникна *вітрозахисну мембрану з класом горючості НГ* (не горюча).

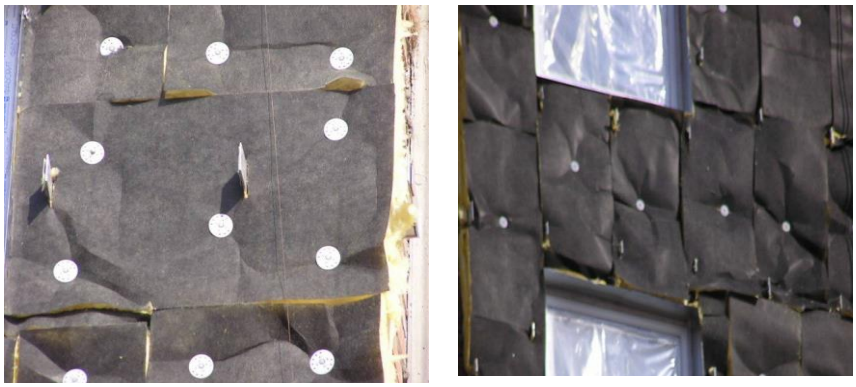
Необхідно відзначити той факт, що при аналізі розповсюдження полум'я на будинках, утеплених навісними вентильованими фасадами (рис.2.23) було встановлено, що воно відбувалося як знизу догори так і навпаки – зверху до низу на поверхні *всього* фасаду. Це свідчить про відсутність *протипожежних та протівітрових відсічок-поясів*, влаштування яких на висотних будівлях необхідно виконувати кожні 9 поверхів. Відсічки представляють собою спеціальні конструктивно-технологічні рішення, які виконані згідно проекту виконання робіт. При цьому необхідно унеможливити як напуск суміжних полотен вітрозахисної мембрани в місцях цих відсічок, так і можливість розповсюдження полум'я через протипожежну відсічку. Проміжок в полотнах мембрани по вертикалі в місцях відсічок повинен становити не менше 500 мм. Це дасть змогу, у разі порушення культури будівництва тобто недотриманні нормативних вимог, наприклад, влаштування саме вітрозахисної мембрани з класом горючості Г2-Г3, локалізувати розповсюдження пожежі по фасаду будівлі. У свою чергу застосування таких технологічних рішень дозволить значно зменшити швидкість вітрового потоку в повітряному проміжку, що зменшить емісію волокон мінераловатного утеплювача.

Другий метод – використання для шару теплоізоляції мінераловатного утеплювача з влаштованим на його зовнішній поверхні в заводських умовах вітрозахисного шару з негорючого матеріалу, наприклад, склополотна. Однією з назв є – *мінераловатний утеплювач з кашированною поверхнею*. Однак при його використанні слід пам'ятати наступне:

- при малій щільності утеплювача може спостерігатися недостатня адгезія покривного матеріалу до волокон утеплювача. Це може призвести до відшарування полотна і блокування повітряного проміжку;

- слід враховувати нерівності поверхні стіни і культуру улаштування систем із застосуванням таких мінераловатних матеріалів. Так, якщо застосовувати мінераловатний утеплювач з кашированною поверхнею більшої щільності, то можливі нерівності поверхні фасаду призведуть до порушення рівності поверхні плит. А це, у свою чергу може призвести до руйнування мінераловатного утеплювача висхідними потоками повітря;

- в результаті застосування тарілчастих дюбелів з притискною рондоллю *з довжиною, меншою за необхідну або їх меншої кількості на плиту*, може відбуватися локальне зминання теплоізоляції в місцях їх установки та нерівність стиків суміжних плит, рис.2.24. Таким чином, в місцях стикування між собою плит утеплювача виникає велика можливість утворення вихрових потоків в повітряному прошарку і, як наслідок, руйнування утеплювача.



а) б)

Рис.2.24. Влаштування теплоізоляційного шару з кашированною поверхнею: а) застосування дюбелів з довжиною, яка менша за необхідну; б) недостатня кількість тарілчастих дюбелів

Основними недоліками цього варіанту є висока вартість такого матеріалу та незахищеність стиків між плитами. Такі матеріали *можливо рекомендувати* при влаштуванні теплоізоляції в навісних вентильованих фасадах, які влаштовані з захисно-декоративним шаром з багатошарових композитних панелей та відсутністю проміжків між ними.

Третій метод – це застосування досить жорстких волокнистих плит, які самі по собі вже є вітрозахистом. Такі плити можуть влаштовуватися як за схемою, що зображена на рис.2.21.а, так і за схемою, що зображена на рис.2.21.в. Тобто при цьому не має необхідності влаштовувати вітрозахисні мембрани. Дослідження авторів показали, що зі збільшенням щільності мінераловатного утеплювача зменшується маса волокон, що вивітрюється. Це корелюється з даними вчених Шотландського інституту професійних захворювань, які стверджують, що при середній щільності матеріалу в 100 кг/м^3 і більше таке явище, як турбулентність, практично, не викликає емісії волокон мінераловатного утеплювача. У той же час, будівельні нормативи

Європейського Союзу передбачають застосування мінераловатних плит зі щільністю не менше ніж 150 кг/м^3.

Відомо, що зі збільшенням щільності мінераловатних плит зростає їх вартість. Та, як показують результати дослідження авторів, улаштування навісних вентильованих фасадів без вітрозахисної мембрани дозволяє зменшити їх трудомісткість на 22,0 люд.-год/100 м^2 фасаду в порівнянні з традиційною технологією з вітрозахисною мембраною. При використанні мінераловатного утеплювача щільністю 150 кг/м^3 трудомісткість експлуатаційних витрат за умовних 25 років експлуатації скорочується на 486 люд.-год/100 м^2. Загальна вартість влаштування та ремонту за нормативний період експлуатації, при щільності 150 кг/м^3 економніше, в середньому, в 2 рази в порівнянні зі стандартними системами. Тому, вибираючи утеплювач для вентильованих фасадних систем, необхідно враховувати його фізико-механічні властивості і в тому числі в першу чергу, його щільність.

Певну небезпеку для систем вентильованих фасадів, які здебільшого влаштовані за схемою, що зображена на рисунку 2.22.б, тобто з рустами між облицювальними плитами, *несуть як атмосферні опади*, що потрапили в повітряний проміжок між екраном і внутрішнім шаром стіни (утеплювачем), так і пар, що проникає зсередини приміщень внаслідок дифузії. Відомо, що зволоження може негативно позначитися як на теплотехнічних властивостях утеплювача, так і на роботі системи в цілому, і привести надалі до необхідності заміни її конструктивних елементів.

Особливості монтажу навісних вентильованих фасадів.

У більшості випадків монтаж навісних вентильованих фасадів здійснюється тільки механічним способом. Іноді, як згадувалося раніше, кріплення утеплювача може виконуватися з допомогою полімерцементних клеїв, а кріплення захисно-декоративного матеріалу – клейовою стрічкою на кшталт двостороннього скотчу.

Перед монтажем навісних вентильованих фасадів слід особливу увагу приділити всім матеріалам, з яких він буде складатися. Так, каркас для навісного фасаду може виконуватися з оцинкованої сталі (з порошковим покриттям і без нього), нержавіючої сталі та алюмінію. Вибір матеріалу залежить від вимог до терміну експлуатації та надійності системи, а також від виду облицювального матеріалу, що застосовується. Наприклад, алюмінієві композитні панелі дозволяється монтувати тільки на алюмінієві направляючі, що викликано різницею термічних розширень алюмінію і оцинкованої сталі, а

також із-за утворення ефекту гальванічної пари в разі монтажу алюмінієвої панелі на оцинковані напрямні, що призведе до утворення корозії. У свою чергу вибір несучого каркасу для вентильованого фасаду з використанням керамограніту та інших композитних матеріалів на кшталт фіброцементних, HPL-панелей ((High Press Laminate) *укр*. ламінат високого тиску), клінкерна плитка тощо, залежить виключно від вимог до конкретного об'єкту: віддаленість від моря, вітрові навантаження, вимоги до надійності і довговічності.

Технологічна послідовність монтажу системи вентильованого фасаду наведена на прикладі навісного вентильованого фасаду з об’ємними касетами із сталі або композитних матеріалів. Улаштування вентильованого фасаду з використанням інших сучасних видів облицювання (див. класифікацію, рис.2.18).

Монтаж навісного вентильованого фасаду починається з ***кріплення кронштейнів*** на попередньо розмічену стіну будівлі анкер-гайками або дюбель-гвинтами (рис.2.25.а). У місцях кріплення кронштейнів свердлять за допомогою електродрилі або перфоратора отвори під дюбелі (анкери), очищають отвори від відходів свердління (пилу), вставляють анкери і кріплять до стіни кронштейни. Очищення отворів від відходів свердління (пилу) проводиться стисненим повітрям. Влаштування анкерів проводиться відповідно до вказівок підприємства-виготовлювача анкерів. Діаметр отворів повинен відповідати типу анкера (дюбеля), що застосовується. Глибина отворів повинна перевищувати не менше ніж на 15 мм довжину закладення анкера в стіну. Якщо стіна з цегляної кладки, то *не слід* встановлювати анкери в шви кладки. Відстань від центру анкера до ложкового шва повинна бути не менше 35 мм, а від тичкового – 60 мм. Дюбель (анкер) вставляється в підготовлений отвір і підбивається монтажним молотком. Площина обрешітки під облицювання повинна бути рівною, нерівності стіни до 30 мм можуть бути усунені регулюванням при кріпленні кронштейнів. Максимальний виліт кронштейна не повинен перевищувати 350 мм.



а) б) в)

Рис.2.25. Монтаж кронштейнів на поверхню фасаду: а) звичайний кронштейн;
б) загальний вигляд складового телескопічного кронштейну; в) кріплення кронштейна на стіну через прокладку

Слід пам’ятати, що сама металева конструкція навісного фасаду є «містком» холоду. Для усунення містка "холоду" і зниження тим самим теплових втрат існує декілька конструктивно-технологічних рішень.

Першим є те, що сама конструкція кронштейну являє собою металеву деталь, площа повздовжнього перерізу якої розділена атермічною композитною вставкою.

Другим обов’язковим – є рішення, коли між стіною і кронштейном встановлюють ізолонову (паронітову) прокладку, яка зменшує теплопередачу і усуває процес корозії кронштейну (особливо коли кронштейн виготовлено з оцинкованої сталі).

Третім рішенням є таке, коли з’єднання направляючих профілів з силовим кронштейном здійснюється через спеціальні термовставки з низьким коефіцієнтом теплопровідності, рис.2.25.в.

Після того, як установка кронштейнів закінчена, перед монтажем напрямних профілів на стіну ***закріплюються плити утеплювача*** (рис.2.26). Перед початком монтажу плит теплоізоляції змінна захватка, на якій будуть проводити роботи, повинна бути захищена від потрапляння атмосферної вологи. Щоб уникнути промерзань, плити слід вирізати за формою кутів, поглиблень, кронштейнів. Кріплення теплоізоляції на фасаді проводиться згідно з рекомендаціями технологічних карт, які розробляються постачальниками фасадних систем та рекомендаціями, що наведені вище.

Монтаж плит теплоізоляції проводиться на суху стіну за висхідною технологією, тобто знизу-вгору. Перед монтажем плиту попередньо прорізають, в стіні просвердлюють отвори. Діаметр і глибина просвердлених

отворів повинні відповідати типорозміру пластикового дюбеля з притискною рондоллю зі сталевим або поліамідним розпірним елементом, рис.2.12. Плиту теплоізоляції встановлюють щільно один до одного, щоб не було порожнеч в швах. Неминучі порожнечі закладають тим же матеріалом. Для свердління отворів в стінах з саману або ніздрюватих блоків *не слід* використовувати перфоратори.



а) б)

Рис.2.26. Влаштування утеплювача з допомогою:
а) пластикового дюбеля з притискною рондоллю (примикання утеплювача до кронштейна наведено умовно) та
б) притискною накладкою

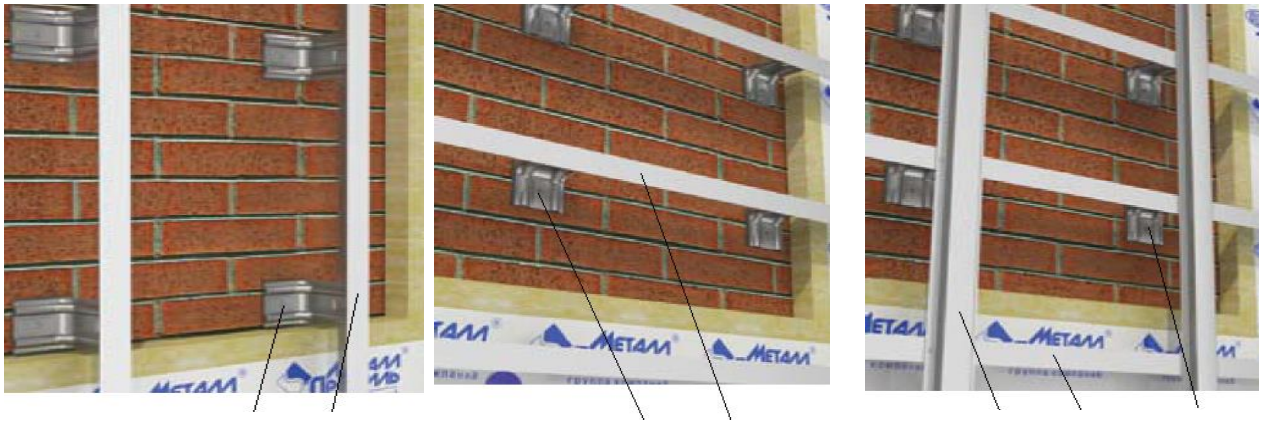
Для кріплення плит теплоізоляції застосовують пластмасові дюбелі тарілчастого типу згідно з проектом, рис.2.26.а. Довжина дюбелів залежить від товщини теплоізоляції, а витрата дюбелів не менше 7 штук на 1 м^2. Однак, як показують дослідження, цю кількість дюбелів можна значно *зменшити* (2-3 шт/м^2), якщо плити теплоізоляції додатково приклеювати полімерцементним розчином згідно технології, що описана в пункті 3.1, а саме суцільним способом нанесення. У разі необхідності поверхню фасаду слід попередньо вирівняти звичайними цементно-піщаними розчинами, що також є економічно обґрунтованим. Таке конструктивно-технологічне рішення дасть змогу не тільки зменшити кількість дюбелів на квадратний метр, та ще і зменшити кількість «містків холоду», які вони утворюють.

Щоб уникнути "сповзання" плит теплоізоляції і утворення між ними "містків холоду" в деяких системах передбачена додаткова фіксація плит утеплювача притискною накладкою (притиском) (рис.2.26.б). Фіксація утеплювача притиском при наколюванні його на кронштейн полегшує монтаж теплоізоляції і додатково страхує її від сповзання (особливо це важливо при застосуванні двошарового утеплення). При цьому максимальна товщина використовуваного утеплювача може бути до 250 мм, що забезпечує можливість експлуатації системи в будь-яких кліматичних умовах.

У разі необхідності, тобто при використанні в системі навісного вентильованого фасаду мінераловатного утеплювача з щільностями 80-110 кг/м^3 наступною технологічною операцією є влаштування на поверхні утеплювача ***вітрозахисної мембрани*** з класом горючості НГ (не горюча). Суміжні полоси мембрани кріпляться з напуском одна на одну не менш ніж 100 мм і одночасно закріплюються пластиковими дюбелями з притискною рондоллю.

Закріпивши утеплювач та вітрозахисну мембрану, виконують монтаж несучих профілів на кронштейни. Після їх виставлення в площині починається монтаж облицювання за допомогою спеціальних кріпильних деталей.

Монтаж напрямних профілів виконується по вертикальній або горизонтальній схемам та їх комбінації, тобто горизонтально-вертикальна (перехресна) схема (рис.2.27).



а) б) в)

Рис.3.27. Влаштування напрямних профілів за технологічними схемами: а) вертикальною; б) горизонтальною; в) перехрестною

Схеми відрізняються одна від одної типом, числом і розташуванням застосовуваних кронштейнів і напрямних, а також числом анкерів (дюбелів) для кріплення, числом і розташуванням заклепок в з'єднаннях. У вертикальній системі напрямні розташовують вертикально, а в перехресній системі – горизонтально і вертикально.

Вертикальні напрямні кріплять до кронштейнів двома саморіжучими гвинтами 4,8×28 з прокладкою або заклепками 4,8×10. Довжину профілю визначають з урахуванням висоти поверху, але не більше 4,5 м, довжина типового профілю становить 3,0 м.

Вертикальні елементи каркаса фасадної системи складаються з L або T-подібних напрямних, які через кронштейни кріпляться до стіни будівлі. Горизонтальними елементами системи є самі облицювальні панелі. Для

великорозмірних фасадних плит застосовують горизонтально-вертикальну фасадну систему (рис.3.27.в), яка являє собою перехресний каркас з Г-подібних, Z-подібних і П-подібних профілів, декоративних елементів і кронштейнів. Всі елементи конструкції виконують із оцинкованої сталі, як правило з додатковим нанесенням полімерного покриття.

Слід особливу увагу приділити компенсаційному зазору між торцями профілів, який повинен бути в інтервалі 6-15 мм, рис.2.28. Кронштейни встановлюють по обидва боки від компенсаційного зазору на відстані не більше 450 мм.

Напрямні служать для кріплення на них фасадних захистно-облицювальних плит та
панелей з різних матеріалів. Вертикальний ряд напрямних монтується, починаючи з нижньої секції. Всі наступні ряди збираються і встановлюються по першому еталонному ряду.

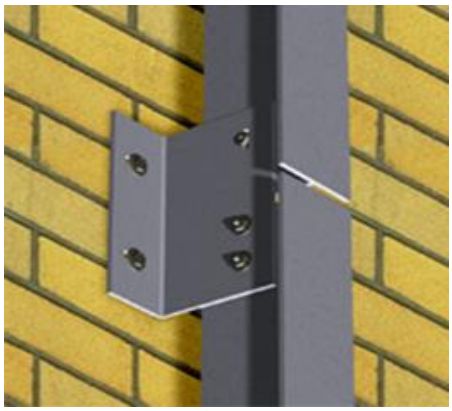


Рис.2.28. Монтаж з компенсаційним проміжком вертикальних напрямних профілів





Рис. 2.29. Монтаж облицювання у вигляді композитних алюмінієвих касет

Еталонна рейка тієї ж довжини, що і модуль, що використовується для забезпечення необхідної відстані між рядами направляючих. З'єднання напрямних по вертикалі проводиться на силовому кронштейні. При цьому нижня напрямна кріпиться на кронштейн жорстко, на два болта, а верхня – на заклепку в овальний отвір на кронштейні, рис.2.28. Це дозволяє направляючій подовжуватися при збільшенні температури навколишнього повітря і скорочуватися при її зменшенні внаслідок термпературних лінійних деформацій.

Після монтажу утеплювача і каркасу проводиться *монтаж навісних*

металевих касет знизу-вгору. Монтаж касет (рис. 2.29) виконується у відповідності з технологічною картою, при цьому розміри касет і зовнішній вигляд фасаду (горизонтальна розсічка) визначаються згідно з архітектурною частиною проекту фасаду.

Нижня частина касети ставиться в замок з верхньою частиною нижньої касети, а верхня частина кріпиться витяжними заклепками або самонарізними гвинтами до напрямного профілю. Таким чином створюється система згідно з рисунком 2.19.а, тобто без наскрізних проміжків між панелями.

Існують *видимі* та *приховані* технології кріплення захистно-облицювальних матеріалів. До *видимих* відносяться: ***заклепки, шурупи, клямер***, а до *прихованих* – ***анкер-гвинт, клей-стрічка, клямер, салазка, запил, спеціальний аграфний профіль***. У більшості випадків кріплення захистно-облицювальних матеріалів до напрямних профілів виконується за допомогою заклепок, анкер-гвинтів, клямерів, що закріплюються на заклепки до несучих профілів. Той або інший тип кріпильних елементів підбирають в залежності від товщини та маси облицювального матеріалу, який вони утримують.

Технології влаштування теплоізоляційних полегшених енергоефективних конструкцій стін

У сучасному будівництві виокремлюють два види технології полегшених конструкцій стін з підвищеними тепло- та звукоізоляційними властивостями: полегшені кладки та полегшені стінові панелі. Існують декілька видів полегшеної кладки: колодязна, багатошарова, двошарова та одношарова. Основна їх відмінність полягає у жорстких зв'язках у вигляді матеріалу кладки в колодязній кладці і гнучких склопластикових або металевих зв'язків з нержавіючої сталі в багатошаровій кладці, а також у кількості шарів кладки зовнішніх стін. У свою чергу полегшені стінові панелі передбачають їх виготовлення у виробничих умовах і здебільшого виготовляють у вигляді багатошарових (два та більше шарів) конструкцій. Однак існують і одношарові полегшені стінові панелі, наприклад, з поризованої керамічної цегли.

Колодязна кладка. Одним з поширених видів кладки цегляних стін є колодязна кладка. Останнім часом вона набула значної популярності, в першу чергу завдяки своїй економічності, в другу – тепло- і звукоізоляційним якостями. Технологія її улаштування передбачає утворення у масиві цегляної

стіни вертикальних колодязів, розділених діафрагмами товщиною в півцеглини і більше, які заповнені теплоізоляційним матеріалом (пінополістирольний або мінераловатний утеплювач, пористий або легкий бетони, суха засипка, наприклад, вспученими перлітом або вермикулітом, керамзитом тощо), рис.2.30. За технологією зведення розрізняють колодязні кладки з вентильованим зазором (на основі плитних утеплювачів) (рис.2.30.а) і без нього (на основі засипних або монолітних утеплювачів), рис.2.30.б,в. За виглядом вертикальних діафрагм жорсткості існують звичайні (рис.2.30.в) і ступінчасті (рис.2.30.б) кладки.

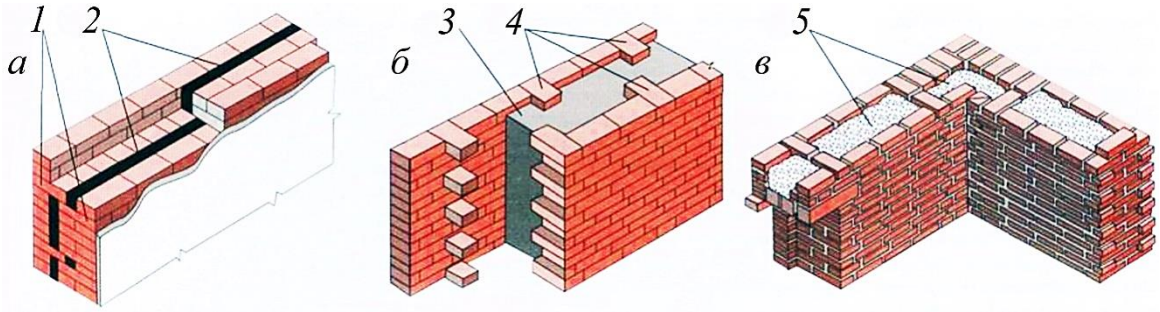


Рис.2.30. Схеми полегшених колодязних кладок: а - з плитним утеплювачем; б - з пористих бетонів; в - з пористих бетонів або засипним утеплювачем; 1 - перев'язка тичками;
2 - плитний утеплювач; 3 - пінобетон; 4 - анкери з тичкової цегли; 5 - засипний матеріал

Колодязна кладка з плитним утеплювачем. У разі застосування технології влаштування цегляної кладки з плитним утеплювачем, для підвищення стійкості цегляної кладки як єдиної конструкції, шари з'єднуються вертикальними діафрагмами. Існуючі схеми їх улаштування в залежності від товщини несучої стіни наведені на рисунку 2.31.

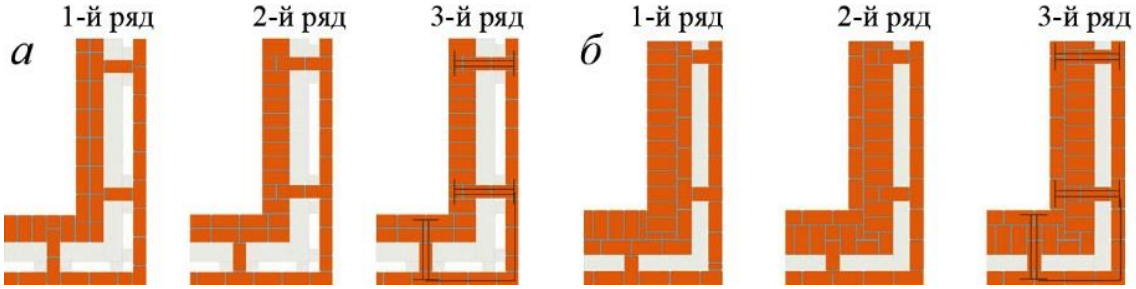


Рис.2.31. Схема розташування вертикальної діафрагми, при товщині несучої стіни:

а - 250 мм; *б* – и 380 мм

В зимовий період значно збільшується відносна вологість матеріалів стін, що зведені із застосуванням будь-яких з перерахованих вище технологій. Це призводить до помітного зниження термічного опору стіни. Тому, обов'язковою умовою для колодязних кладок є улаштування вентиляційного зазору між шаром теплоізоляції і кладкою з лицьової цегли. Мінімальна ширина – 10мм. Завдяки вентиляційному зазору в зимовий період відбувається активне висихання матеріалів стіни. В нижньому і верхньому рядах кладки для забезпечення конвекції повітря у вентиляційному зазорі необхідно залишити без розчину вертикальні шви.

Теплоізоляційні плити кріплять до несучої стіни на монтажному клеї та додатково дюбелями з дотискувальною тарілчастою рондолью. Попередньо, для підвищення адгезії, поверхню стіни обробляють ґрунтовкою. Клей на теплоізоляційну плиту наносять за допомогою зубчастого шпателя по всій площі плити з відступом від країв 2-3 см і додатково точково "маяками" не менше 5-ти точок на плиту. Надлишки клею, що виступає слід видаляти. Додаткове кріплення плит теплоізоляції дюбелями з дотискувальною тарілчастою рондоллю виконується після повного твердіння клейового складу. Час його твердднення при температурі зовнішнього повітря 20 градусів і відносній вологості повітря 65% становить не менше доби. Проте влаштування додаткового механічного кріплення значно збільшує термін виконання робіт та трудомісткість. Тому при влаштуванні утеплювача можливо при малоповерховому будівництві не використовувати його механічне кріплення через те, що вони не сприймають додаткових навантажень внаслідок вітрового відсосу або здвигових деформацій.

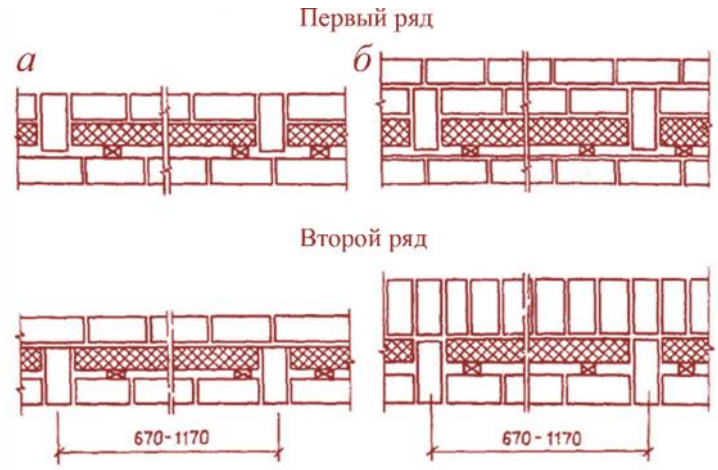


Рис.2.32. Схема колодязної кладки з плитним утеплювачем: а - для стіни в 1,5 цегли; б - для стіни в 2 цегли

При влаштуванні колодязної кладки з плитним утеплювачем необхідно керуватись схемами, шо наведені на рисунку 2.32 в залежності від товщини

стіни. Ці схеми кладки, залежно від товщини несучої частини (250 і 380 мм), відрізняються одна від одної ступенем стійкості.

Вертикальні діафрагми, перев'язку необхідно влаштовувати на відстані не більше ніж 1170мм, армування вертикальних діафрагм необхідно виконувати через кожні 6 рядів кладки, при товщині стіни 250 мм або через 5 рядів кладки, при товщині стіни 380 мм. Горизонтальні діафрагми влаштовуються на рівні обпирання плит перекриття і під віконними проємами, напуском тичкової цегли з внутрішнього і зовнішнього шарів кладки. Під останніми у швах кладки стін і підстильного шару цементного розчину укладаються арматурні зв'язки у вигляді зварних сіток з дроту класу Вр-1, діаметром не більш 4 мм, які одночасно слугують і опорою для цегли в процесі улаштування діафрагм.

Наступним видом полегшеної кладки є колодязна кладка з засипним утеплювачем та колодязьна кладка з литою теплоізоляцією. За технологію самою кладки цегли вони подібні. Різниця полягає в теплоізоляційних матеріалах заповнення порожнини. Якщо такі колодязні кладки порівнювати з суцільною цегляною кладкою, то завдяки такому технологічному прийому витрата цегли знижується приблизно на 20% при одночасному здобутті підвищених тепло- та звукоізоляційних властивостей.

Колодязна кладка з засипним утеплювачем. У малоповерховому будівництві в даний час широко поширена колодязна кладка з засипним утеплювачем, рис.2.33. В якості засипного утеплювача застосовують керамзитові або аглопоритові гравій (крупністю 5-10 та 10-20 мм) та пісок, вспучені перліт або вермикуліт та інші пористі матеріали.

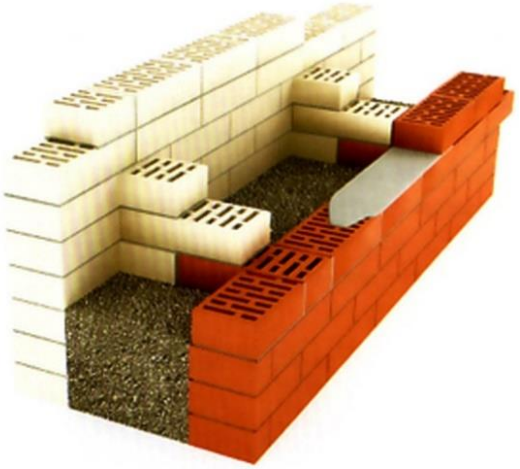


Рис.2.33. Загальний вигляд колодязної кладки з засипним утеплювачем

Шар теплоізоляції знаходиться всередині стінової конструкції, що забезпечує при цьому необхідний температурно-вологісний режим внутрішніх приміщень і їх звукоізоляцію. Важливо, щоб облицювальний шар забезпечував надійний захист від вологи. На відміну від інших систем, ця система паропроникна завдяки властивостям засипного утеплювача. Необхідно також відзначити, що ця технологія

характеризується меншою трудомісткістю у порівнянні з колодязною кладкою з плитною або литою теплоізоляціями.

Колодязна кладка являє собою дві поздовжні стінки товщиною в півцеглини кожна, які укладаються паралельно одна одній на відстані від 140 до 340 мм. Через 650-1170 мм вони з'єднуються поперечними стінками завтовшки також в півцеглини. Будівництво починають з кута будівлі, для чого укладають зовнішню і внутрішню тичкових версти. Поздовжні стінки колодязів кладуть ложковими рядами. У 2-му ряду навпаки – зовнішні і внутрішні шари – ложками, а поздовжні стінки колодязів – тичками, рис.2.34. Через один ряд виконують перев'язку поздовжніх і поперечних стінок колодязів. Виклавши 4...6 рядів, заповнюють колодязі засипним утеплювачем. Їх засипають шарами товщиною не більше 150 мм, утрамбовують і через кожні 285-500 мм проливають цементно-піщаним розчином на основі керамзитового піску (або іншим пористого заповнювача) та портландцементу.

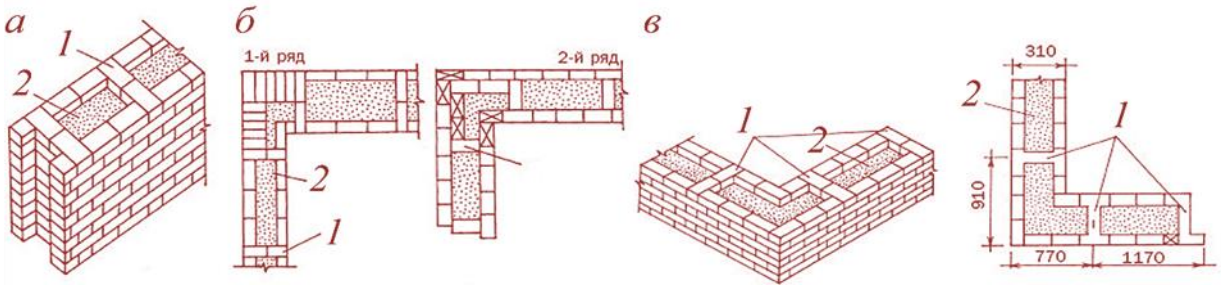


Рис.2.34. Схема колодязної кладки з засипним утеплювачем: а - фрагмент кладки;
б - порядкова розкладка цегли при кладці; в - кутова полегшена колодязна кладка;
1 - перемички з кладки цегли тичками; 2 - утеплювач

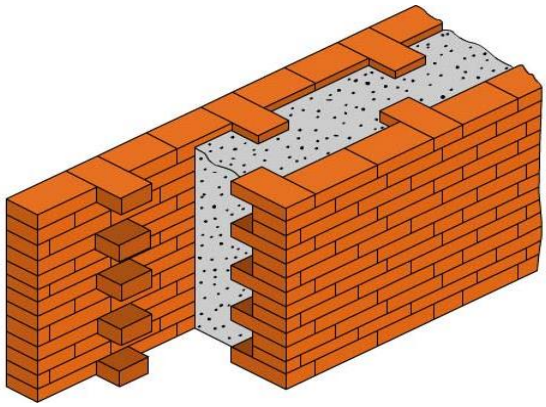


Рис.2.35. Схема колодязної кладки,

заповненої пінобетоном *Колодязна кладка з литою теплоізоляцією.* Окрім засипної в колодязній кладці може бути використана заливна теплоізоляція: пінобетон (і варіанти на його основі, наприклад, пінополістиролбетон), карбамідно-формальдегідний пінопласт (піноізол), легкий бетон, наприклад, вермикулітобетон, завдяки технологічній можливості їх приготування в умовах будмайданчика, рис.2.35. Принцип кладки той самий, що і у попередніх способах. Викладаються дві паралельні зовнішні і внутрішні версти, між якими укладається пористий або легкий бетони. При цьому тичковий бік цегли спрямовують всередину кладки, який являє собою анкери, та зв'язує бетон і цеглу в монолітну конструкцію. Зведення внутрішніх та зовнішніх верст починають з укладання в першому ряду 2-ох трьохчетверток. Подальша

кладка являє собою чергування тичкової цегли з 2-ма ложковими боками цегли. Через 3-5 рядів утворену порожнину заливають легким або пористим бетонами (марки 10 і вище). Версти перев'язуються тичковим рядом цегли, які наполовину знаходяться в бетоні і повторюються через кожні 3...5 ложкових рядів. Тичкові ряди можуть викладатися в одній площині або в шаховому порядку (у розбіг), що визначається товщиною стін. У першому випадку спочатку укладають тичковий ряд, потім два ложкових зовнішніх, а потім – два ложкових внутрішніх. У другому випадку ряди укладаються наступним чином:

1. Зовнішня тичкова верста;
2. Внутрішня ложкова верста;
3. Два зовнішніх ложкових ряди;
4. Два внутрішніх ложкових ряди.

Так утворюються пояси, які заповнюють бетонною сумішшю. Потім викладають три ряди кладки: спочатку зовнішню ложкову версту, а потім – внутрішню. В ній, в першу чергу, викладається тичковий ряд, потім два ложкових, після чого послідовність повторюється, рис.2.36.

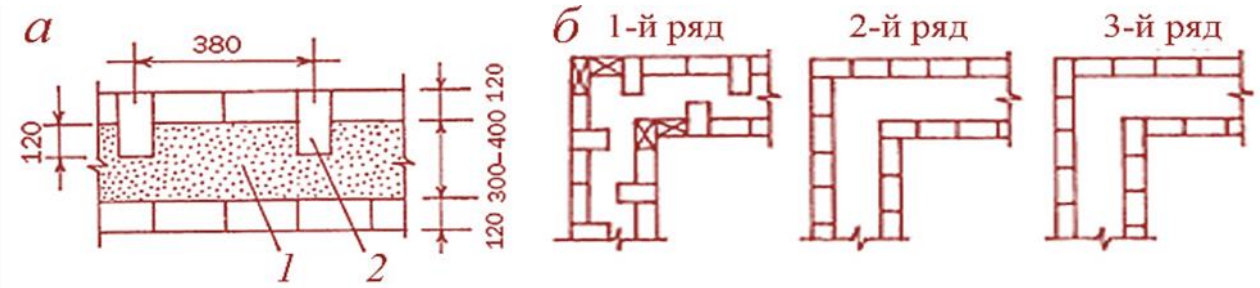


Рис.2.36. Схема колодязної кладки з литою теплоізоляцією: а - варіант кладки;
б - порядок кладки рядів; 1 - утеплювач; 2 - анкерна тичкова цегла

Розчинна суміш заливається в порожнину з допомогою розчинонасосу. Приготування її здійснюється за технологічним регламентом. Склад та умови приготування суміші визначають її властивості. Слід відзначити, що твердіння суміші та експлуатація бетону з неї відбувається в найсприятливіших температуро-вологих умовах, наприклад, для пінобетону. Використання пінобетону в таких конструкціях, крім поліпшення теплоізоляційних, покращує фізико-механічні властивості стін у порівнянні з засипною теплоізоляцією.

Основними перевагами колодязної цегляної кладки є: можливість поліпшення теплозахисних властивостей стіни і зменшення навантаження на фундаменти, і відповідно, зниження витрат на улаштування фундаментів.

У свою чергу до недоліків колодязної цегельної кладки можна віднести неоднорідність конструкції і зниження несучих можливостей стіни.

Багатошарові кладки. Досить часто як для улаштування стін малоповерхових (одно-, двоповерхових) будинків, де вони виконують роль несучих, так і в багатоповерхових –здебільшого каркасно-монолітних будинків, де вони виконують роль самонесучих, використовується багатошарова кладка стін з підвищеними тепло- та звукоізоляційними властивостями.

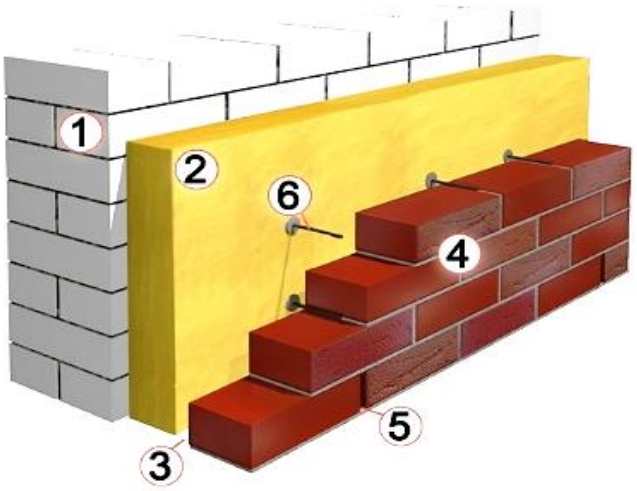


Рис.2.37. Схема багатошарової кладки з плитною теплоізоляцією: 1 - несуча стіна; 2- плитний утеплювач; 3 -вентиляційний зазор; 4- лицьова цегла; 5- вентиляційні щілини; 6- елемент кріплення

Багатошарова кладка (рис.2.37) складається з несучої стіни (1), ложкової захисно-декоративної стінки (версти) (4) і внутрішньої частини з ефективних теплоізоляційних матеріалів (2). Складові конструкції зовнішньої стіни пов'язані між собою гнучкими зв’язками (6).

Необхідно відзначити, що основною відмінністю технології

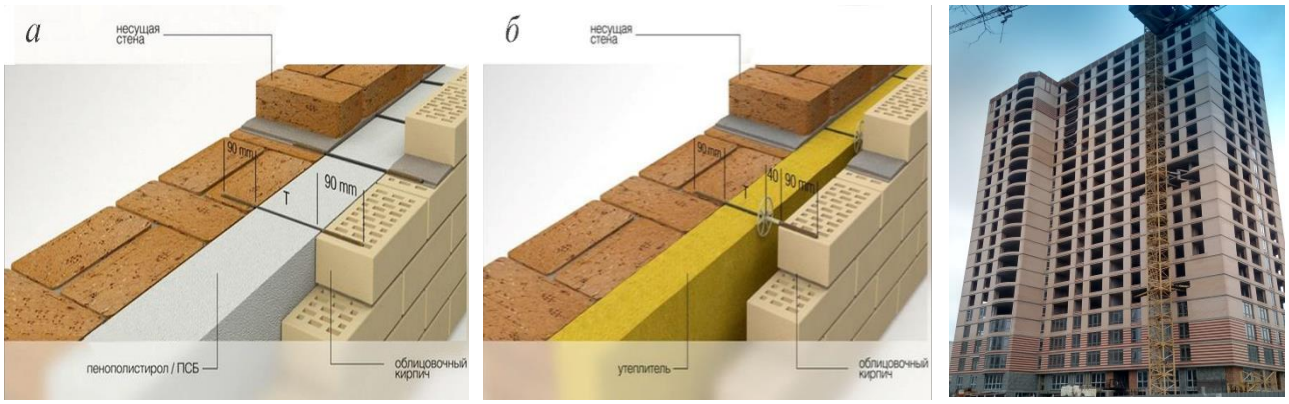
багатошарової кладки від колодязної є те, що при цій технології можливо зводити як послідовно, тобто окремо капітальну стіну з заставними анкерами для перев'язки, а потім зовнішній облицювальний шар з одночасним заповненням простору між ними утеплювачем, так і паралельно (капітальну стіну разом із облицювальним шаром).

Як і в колодязних кладках в цій технології в якості матеріалу теплоізоляції використовують як плитний утеплювач, а саме мінеральну вату або пресовані пінополістирольні плити, так і засипні утеплювачі. Щільність плитних утеплювачів повинна бути для мінеральної вати – не менше 75 кг/м^3, а пінополістирольної плити – не менш ніж 25 кг/м^3. У разі застосування пінополістирольного утеплювача, бажано було б його використовувати перфорованим для підвищення паропроникності. Технологія кріплення плитного утеплювача до несучої стіни аналогічна технології, що застосовується при колодязній кладці з плитним утеплювачем.

Як згадувалося раніше, багатошарова кладка може бути як несуча, так і самонесуча. Так капітальна зовнішня стіна (несуча конструкція) може бути виконана з силікатної або керамічної цегли, легких і пористих бетонних блоків. В свою чергу в конструкції можливе поєднання тих чи інших штучних матеріалів, наприклад, цегла – для зовнішньої версти, газосилікатобетонні, пінобетонні або керамзитобетонні блоки – для внутрішньої версти, а між ними матеріали з підвищеними теплоізоляційними властивостями.

Системи багатошарової кладки влаштовуються з повітряним зазором і без нього, рис.2.38. Улаштування повітряного зазору здійснюється *в системах з* мінераловатним *плитним утеплювачем*. Зазор дозволяє більш ефективно видаляти надлишкову вологу (пар або конденсат) з конструкції стіни та утеплювача в навколишнє середовище. У свою чергу в конструкції без повітряного зазору (при застосуванні пінополістирольних плит) пар буде проходити і через облицювальну цеглу і через шар теплоізоляції, але менш інтенсивно.

Повітряний зазор збільшує загальну товщину стіни, а, отже, і фундаменту. При цьому збільшується і довжина гнучких зв’язків.



а) б) в)

Рис.2.38. Схема багатошарової кладки стін з плитним утеплювачем: а) без повітряного зазору (на основі пінополістирольних плит); б) з повітряним зазором (на основі мінераловатних плит); в) приклад будинку

При зведенні багатоповерхових будівель по багатошаровій технології *з засипною теплоізоляцією* в середньому теплоізолюючому шарі слід виконувати суцільні поверхові горизонтальні діафрагми. У цьому випадку утеплювач засипають та ущільнюють так, щоб між кладочною сіткою або армуючими стрижнями і поверхнею ущільненого утеплювача, залишався проміжок 20-30 мм, а крок стрижнів повинен бути вдвічі частіше, ніж в інших рядах. Потім, по поверхні утеплювача укладають шар розчину, омонолічуючи таким чином армуючі стрижні. Загальна товщина горизонтальної армованої діафрагми повинна бути не менше 40-60 мм. Поповерхова розсічка теплоізолюючого шару горизонтальними діафрагмами дозволяє значно зменшити проміжки, які виникають внаслідок осідання утеплювача із-за його старіння або спричинена дією мікровібрації від міського транспорту і мікросейсмики Землі протягом всього терміну експлуатації будівлі.

У технології зведення багатоповерхових будівель можливе застосування *багатошарової технології зведення стін з використанням в якості теплоізолятору легких бетонів на основі вермикуліту* з коефіцієнтом теплопровідності 0.07-0.08 Вт/(м·°С). При кладці зовнішній облицювальний шар перев'язують гнучкими зв'язками або діафрагмами з несучою стіною, а простір між ними заповнюють вермикулітобетоном, склад якого зазначено в проекті. Укладання ведеться пошарово, товщина шарів від 0.5 до 1.0 м. Завдяки хорошій пластичності, суміш самостійно заповнює наявні порожнечі, в тому числі дефекти кладки. При необхідності можливе додаткове ущільнення для підвищення тиксотропності суміші.

Одним із розповсюджених видів багатошарової кладки стін є ***двошарова кладка з повітряним проміжком***, рис.2.39. При цій технології зводиться внутрішній шар стіни з ефективних теплоізоляційних матеріалів, наприклад, пиляного вапняка-черепашника, газосилікатобетонних блоків тощо, та паралельно або послідовно зовнішній, тобто облицювальний шар стіни (з керамічної або силікатної цегли). Особливо слід наголосити, що зовнішній та внутрішній шари стінової конструкції слід з'єднувати між собою гнучкими зв'язками з полімерних або металевих матеріалів. Гнучкі зв'язки влаштовують в процесі кладки в несучий шар стіни, а потім заводяться в шви при кладці зовнішнього шару.

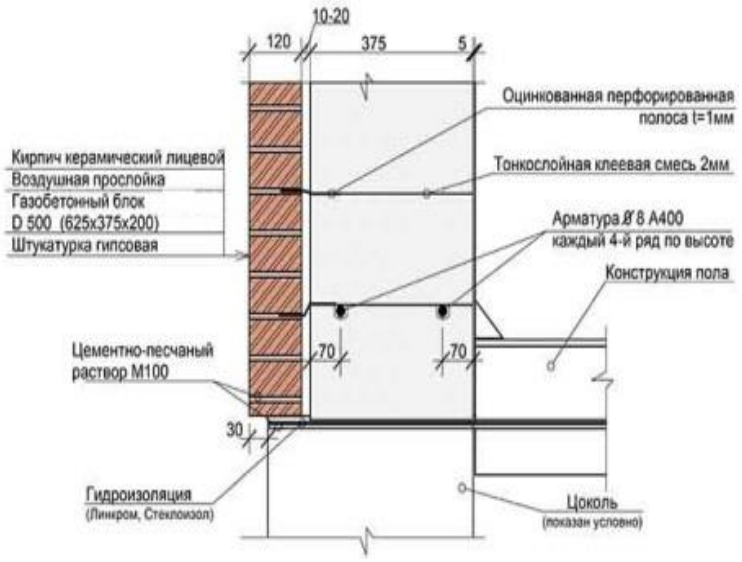


Рис.2.39. Конструктивно-технологічна схема двошарової кладки

Кладка з товщиною внутрішнього шару в 300-400 мм конструктивно-теплоізоляційного класу D350-500 газосилікатбетону та по рівню приведеного опору теплопередачі підходить для всіх кліматичних зон нашої країни. У разі кладки внутрішнього шару меншої товщини, слід застосовувати *багатошарову кладку* з утеплювачем за схемами, що наведені вище. Через те, що в таких системах основну теплоізолюючу роль відіграє саме внутрішній теплоізоляційний шар.

Що стосується особливостей влаштування за технологіями колодязної та багатошарової кладки, то слід відзначите наступне:

- кладку облицювання багатошарових стін доцільно проводити із застосуванням легких кладочних розчинів, що мають щільність в сухому стані, яка приблизно дорівнює щільності застосовуваних стінових матеріалів. Сумарна (фронтальна) поверхня кладки швів становить до 20% від сумарної лицьовій поверхні будівельного матеріалу (цегли, каменів, блоків). Якщо густина кладочного розчину більше, ніж щільність стінового матеріалу, то шви стають «містками холоду», якими відбуваються «витік» тепла;

- плити або балки перекриттів повинні укладатися тільки на несучі шари огороджувальних конструкцій. Для цього по полегшених стінах під перекриттями влаштовують монолітні залізобетонні пояси;

- слід відзначити і той факт, що трудомісткість та терміни зведення багатошарових стінових конструкцій з покращеними тепло- та звукоізоляційними властивостями на 20-30 відсотків менші ніж при колодязній кладці.

Одношарові технології кладки стін *з покращеними теплоізоляційними властивостями на основі енергоефективних стінових матеріалів*. Технології кладки стін з достатніми теплоізоляційними властивостями вже налічують не одне століття. Та з кожним століттям з'являлися все нові та нові будівельні матеріали, пік розвитку яких прийшовся на середину XX століття. Є багато будівельних стінових матеріалів, які налічують не одну
столітню історію, та які застосовуються і по наш час. Зважаючи на те, що людство прагне застосовувати для будівництва своїх осель екологічно чисті матеріали, то природні матеріали займають своє особливе чільне місце.

Кладка стін з ефективних поризованих керамічних блоків (цегли). Поява на будівельному ринку цього високотехнологічного матеріалу дозволила значно скоротити терміни зведення стін будинків та їх трудомісткість у порівнянні з кладкою на основі рядової цегли. Керамічна поризована цегла завдяки своїм розмірам дозволяє влаштовувати зовнішню стінову конструкцію на всю товщину, а її пазогребневі поверхні (див. рис.1.15) зменшують кількість «містків холоду» внаслідок відсутності клейового розчину між бічними поверхнями суміжних блоків та збільшенням шляху проходження теплового потоку.



а) б)

Рис.2.40. Нанесення клею на поверхню поризованої керамічної цегли, а) з допомогою

Товщина шару пристосувань; б) нанесення монтажного кладочного розчину не пінополіуретану
повинна перевищувати 2-3 мм. Нанесення розчину ефективніше виконувати механізовано з допомогою спеціальних пристосувань, рис.2.40.а. Це у свою чергу дозволить отримати рівномірну поверхню розчину з заданою товщиною на протязі всіє кладки та скоротити час нанесення. Іноді застосовують для склеювання блоків спеціальні монтажні клеї-піну на основі пінополіуретану (рис.2.40.б), що значно призведе до скорочення термінів зведення будинку.

Кладку стін виконують в розбіжку (рис.2.40) подібно до технологій кладки інших дрібноштучних стінових виробів. Слід звернути увагу, що вертикальний шов, що утворюється при схемі кладки в місці з'єднання гладкої поверхні блоку з пазогребневою стороною іншого блоку, потрібно заповнити «теплим» розчином, щоб уникнути утворення щілини або містка холоду, рис.2.41. Відстань між вертикальними швами сусідніх рядів повздовж стіни повинна складати 125 мм. Перед нанесенням розчину необхідно змочити водою верхню поверхню укладеного ряду керамічних блоків. Розчин постільного шву наноситься по всій поверхні стіни, до її зовнішніх граней. Кожен новий ряд починається з кладки кутових цеглин.

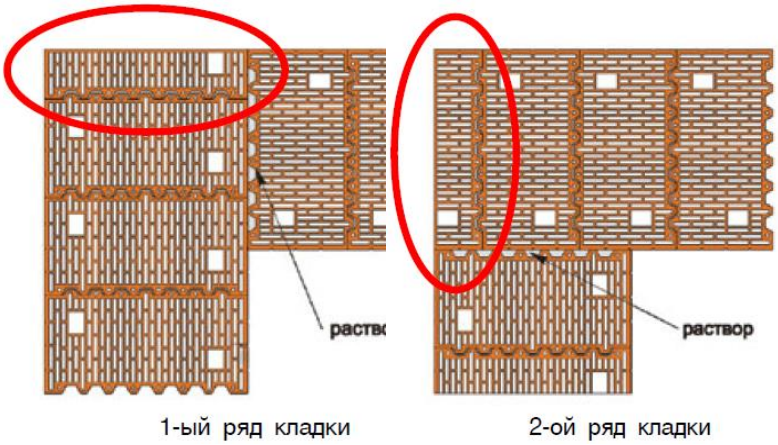


Рис.2.41. Схема влаштування кладки кута будинку з поризованих керамічних блоків та місця, які необхідно заповнювати розчином

Наклад монолітного перекриття на товщу стіни здійснюється на третину її товщини, тобто від 120 до 200 мм. Збірні перекриття монтують до середини несучого шару. Армопояс теж не влаштовують в повну товщину стін. Після монтажу перекриття знову використовують добори, викладені на постільному шві довільної товщини, щоб вийти в площину зовнішнього ряду, після чого кладка наступного поверху триває повноформатним блоками. При влаштуванні покрівлі необхідно звернути увагу на те, що блоки не мають жорстких зв'язків в вертикальних швах, а пориста структура не дозволяє надійно закріпити балку мауерлата. Через це завершення стіни верхнього

поверху необхідно виконати 2-3 рядами повнотілої цегли або армопоясом у якому необхідно влаштувати анкери для кріплення мауерлатів.

Матеріал може слугувати як одношаровою конструкцією стіни так і дво- та багатошаровою. При товщині стіни в 510 мм приведений опір теплопередачі буде складати 3,38 $м^2$·К/Вт, що відповідає нормам для І-ої температурної зони України. Попри свої високі фізико-механічні характеристики матеріал є крихким. Проте завдяки цієї його властивості камінь легше піддається пилянню та підготовці.

В наш час деякі компанії при будівництві багатоповерхівок продовжують використовувати один з найкращих будівельних матеріалів, а саме керамічну цеглу. Це, насамперед, стосується будинків, що будуються за каркасно-камінною схемою другого типу, рис.2.42. При цьому використовується рядова одинарна (65 мм) (для кладки ліфтових шахт) та потовщена полуторна (88 мм) (для кладки зовнішніх та внутрішніх стін) керамічна цегла з пустотністю 11 і 20 % відповідно. Товщина зовнішніх несучих стін 510 і 640 мм, а внутрішніх – 380 мм. Слід зазначити, що, навіть, при товщині стін 640 мм, такі конструкції зовнішніх стін не відповідають сучасним нормативним вимогам з опору теплопередачі. Тому додаткову теплоізоляцію слід влаштовувати з матеріалів, товщина шару яких буде підібрана на основі теплотехнічного розрахунку. В якості таких матеріалів можуть бути використані мінеральна вата та теплоізоляційні системи на її основі, термоплити або «теплі» штукатурки.



а) б) в) г)

Рис.2.42. Зведення будівлі за каркасно-камінною схемою другого типу з теплоефективної керамічної цегли: а) загальний вигляд захватки, б) кладка зовнішньої стіни товщиною 640 мм, в) кладка внутрішніх стін, в) влаштування опорних стійок монолітного перекриття

Панелі із керамічних поризованих блоків. З метою мінімізувати кількість робочих операцій на будівельному майданчику компаніями була запропонована інноваційна технологія з використанням стінових панелей з поризованої керамічної цегли. Вони являють собою склеєні, в готові конструкції-панелі, термоефективні керамічні блоки. Для склеювання застосовують спеціальні полімерні клеї, які дозволяють поєднати керамічні блоки в єдине монолітне ціле з майже практично відсутністю швів. Таким чином на великій площі фасаду виключається наявність містків холоду. Елементи конструкцій представляють собою добірні елементи, з допомогою яких можливо змонтувати дім як по типовому, так і по індивідуальному проекту з мінімальною кількістю допоміжних операцій на майданчику. Зведення об'єкту можливо охарактеризувати, як збірку будинку з конструктора «Лего», з тією різницею, що монтаж панелей виконується тільки механізовано з допомогою кранів на автомобільному шасі з невеликою вантажопід'ємністю. Використання таких конструкцій значно зменшує терміни виконання робіт.

Монтаж панелей рекомендується виконувати в такій технологічній послідовності, яка майже аналогічна класичній технології монтажу крупнопанельних будинків, рис.2.43:

1) підготовка поверхні цоколя будинку з влаштуванням на нього шару гідроізоляції та клейового розчину;

2) підбір по карті монтажу відповідної панелі, ретельний її огляд, демонтаж захисної плівки з верхньої частини панелі;

3) подача панелі краном безпосередньо до місця установки виконується за допомогою оснащення – балансирної траверси;

4) прийом і влаштування панелей в проектне положення, тимчасове закріплення та наступне зняття стропів, заповнення швів між суміжними панелями. Для тимчасового кріплення і вивірки стінових панелей при монтажі застосовують жорсткі розсувні підкоси і жорсткі горизонтальні зв'язки;

5) прийом, установка в проектне положення і закріплення добірних елементів;

7) влаштування армопоясу;

8) опорядження внутрішніх і зовнішніх поверхонь стін.



Рис.2.43. Монтаж каркасу будівлі з мансардою з керамічних панелей

Зібрані в заводських умовах несучі фасадні панелі, застосовують для будівництва збірних безкаркасних, мало- і багатоповерхових цегляних будівель і облицювання зовнішніх стін багатоповерхових офісних і житлових висотних будівель, що мають сталевий, збірно- залізобетонний або монолітний каркас. Цегляні панелі застосовуються також як міжкімнатні і міжквартирні перегородки з достатніми для вирішення задач тепло- та звукоізоляційними властивостями. Їх можливо використовувати і як елементи декоративного оздоблення житлових, офісних і торгових приміщень.

Кладка стін з матеріалів на основі ніздрюватих бетонів, рис.2.44. Кладку газобетонних блоків необхідно починати з кутів будівлі, рядами по всьому периметру. Перед укладанням блоків першого ряду необхідно забезпечити його гідроізоляцію (1-2 шари руберойду на полімерній основі укладається на фундамент). Всі блоки першого ряду укладаються на цементно-піщаний розчин в співвідношенні 1:3



Рис.2.44. Конструктивно-технологічна схема кладки стін з газобетону

товщиною не більше 30 мм. Якщо несуча здатність блоків за розрахунком використовується не більше, ніж на 2/3 – то шар розчину можливо робити не суцільним, а з розривом, що дозволить знизити тепловтрати через кладочний шов. Після укладання першого ряду необхідно видалити всі нерівності за допомогою рубанка або шліфувальної дошки. Слід стежити за рівномірністю кладки рядів з самого початку ведення кладки за допомогою натягнутого шнура-причалки, горизонтального і вертикального рівнів або лазерних нівелірів.

Після укладання чергового ряду блоків обов'язково необхідно вирівняти поверхню кладки за допомогою терки. Між сусідніми блоками не повинно залишитися перепадів рівня. Якщо вони залишаться, то це може призвести до утворення в кладці локальних вертикальних тріщин в місцях концентрації напружень. При кладці необхідно дотримуватися правил перев'язки. Вертикальні шви наступних рядів кладки виконуються зі зміщенням не менше 0,4 висоти блоку (80-120 мм). Шви повинні бути ретельно заповнені клеєм. Клей наноситься на поверхню з допомогою спеціального устаткування, яке допомагає рівномірно розповсюджувати його по поверхні. Для нанесення клею на поверхню блоків можна використовувати каретку, зроблену по ширині кладки, ківш з зубчастим краєм або звичайний зубчастий шпатель. Товщина клейового розчину 2-3 мм. Необхідно враховувати, що застосування розчинів більшої товщини призводить до зниження опору теплопередачі стіни.

Слід відзначити, що при кладці стін з газобетонних блоків в районах з підвищеним сейсмічним навантаженням необхідно через кожні 3 ряди кладки, починаючи після першого ряду, влаштовувати арматурний пояс в тілі газобетону або пояс з поліпропіленових сіток. Причому ці порожнини можуть бути попередньо створені при виробництві або влаштовані на будівельному майданчику пилами в кладці.

Можливе зведення п’ятиповерхових будинків з газобетону висотою до 15 м. Причому кожен поверх повинен обов’язково закінчуватися армованим поясом. Це саме стосується будівництва одно, та двоповерхових котеджних будинків. Для зменшення тепловтрат через монолітні ділянки, армований пояс можливо влаштовувати в порожнині U-блоків, рис.3.50.

У разі використання газобетону для зведення самонесучої огороджувальної конструкції в каркасно-монолітних багатоповерхових будинках їх висота не впливає на обмеження з його використання.



а) б)

Рис.2.45. Загальний вигляд U-блоку (а) та влаштування армованого поясу в ньому (б)

Для таких будинків газобетон є одним із найефективніших матеріалів. З'єднання зовнішніх стін з каркасом будівлі виконується з допомогою жорстких металевих зв'язків, а внутрішні перегородки з допомогою гнучких зв'язків. Між верхньою частиною кладки і перекриттям необхідно влаштовувати деформаційні компенсаційні проміжки (товщиною 20-30 мм), які заповнюються смужками щільного мінераловатного утеплювача або поліпропіленовими закладними деталями. Не слід для цього використовувати пінополістирол або пінополіуретан.

2.6. Технології використання незнімної опалубки з покращеними тепло- та звукоізоляційними властивостями

Незнімна опалубка – це форма для створення несучої бетонної або залізобетонної конструкції. Після укладання бетону залишається частиною цієї конструкції і може надати їй тепло- та звукоізоляційні властивості.

Даний вид опалубки виконується з:

- блоків або плит зі спіненого або екструдованого пінополістиролу або інших поризованих матеріалів;

- цементно-стружкових або інших плит із закріпленою на них теплоізоляцією.

Армування може здійснюватися в процесі влаштування плит або монтажу опалубки як у вигляді окремих стрижнів, так і каркасами. В рідкісних випадках армування може здійснюватися після бетонування, тобто в ще не затвердівший бетонний розчин. При цьому суміші повинні бути високорухливими, а армування виконується, як правило, окремими стрижнями.

Основне призначення незнімної теплоізоляційної опалубки – створення

нормального комфортного температурного режиму всередині приміщення і скорочення часу зведення монолітних конструкцій.

Незнімна опалубка на основі пінополістиролу. Основним елементом незнімної опалубки є пінополістирольні конструкції. Елементи опалубок можуть бути виконані у вигляді блоків (найбільш поширений варіант), або – у вигляді панелей. Розглянемо докладніше ці дві конструктивні системи.

Чим більша номенклатура матеріалів системи, тим різноманітніші можливості для вирішення геометрії фасаду. Блоки є дрібноштучними елементами. Отже, з їх допомогою можливо будувати будинки зі складними криволінійними планами – еркерами, закругленими кутами і т.і., рис.2.46,а. Використання блоків з перемінним кутом дозволяє створювати багатокутні форми.

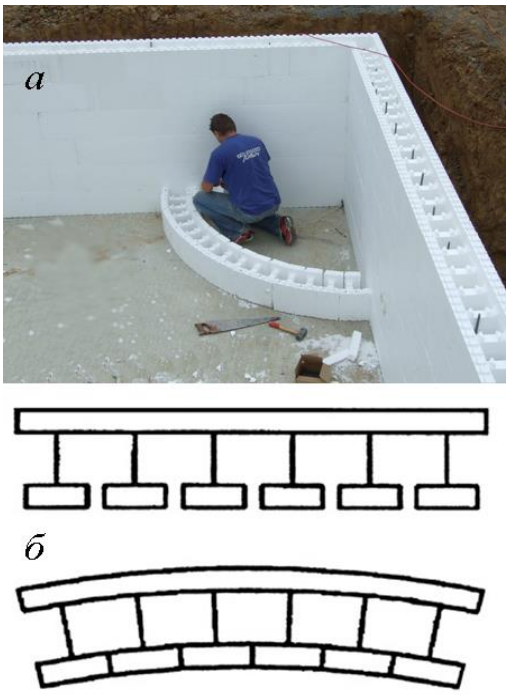


Рис.2.46. Створення криволінійних поверхонь: а – конструкція з блоків з криволінійними поверхнями; б - схема вирізу необхідної частини

На рисунку 2.46.б показано, яким чином можливо виконати криволінійну стіну з стандартних блоків. Для цього з внутрішньої сторони блоку робляться вирізи, кількість яких залежить від радіусу криволінійності поверхонь. Отриманий таким чином елемент на час укладання бетону вимагає додаткового зміцнення. Завдяки малій вазі блоків для їх монтажу не потрібно ніякої спеціальної будівельної техніки, а технологія не вимагає високої кваліфікації робітників.

Надійна каркасно-силова конструкція залізобетонних стін при невеликій вазі (280-300 кг/м^2 при товщині бетону 150 мм) забезпечує надійні антисейсмічні властивості будівель, зведених по технології незнімної опалубки з пінополістиролу.

Як правило, процес зведення стін по технології незнімної опалубки з пінополістиролу складається з наступних трьох простих циклів.

1. Зведення одного або декілька рядів опалубки.
2. Армування.
3. Заповнення опалубки бетоном.

Стіни починають зводити з встановлення першого ряду опалубки по периметру фундаменту майбутнього будинку, рис.2.47.а. Монтаж блоків ведеться за принципом цегляної кладки зі зміщенням блоків в горизонтальних рядах, що дозволяє забезпечити необхідну жорсткість стіни. Завдяки системі замків, розташованих на кромках блоків, здійснюється їх надійне з'єднання.



Рис.2.47. Технологічний процес зведення огороджувальних конструкцій будівлі за допомогою незнімної опалубки з пінополістиролу: а - установка ряду блоків опалубки; б - армування; в - бетонування; г - опалубка, заповнена бетоном

В якості армуючих елементів використовують вертикальні і горизонтальні стрижні з арматури. Необхідну несучу здатність стін забезпечують завдяки коректно підібраними класом бетону і відповідним класом та діаметром арматури. Для з'єднання вертикальної арматури використовується метод «внаклад», за допомогою механічного скріплення в'язальним дротом Вр-2. Потім в опалубку встановлюються стрижні горизонтальної арматури, яку з'єднують з вертикальною методом скрутки, рис.2.47.б. Вертикальна арматура виводиться з фундаменту в кутах стін і місцях влаштування дверних прорізів, а також по периметру будівлі згідно з проектом.

Для того щоб запобігти витіканню бетону і/або спливання блоків опалубки, які значно легші самого бетону, сусідні ряди стінових блоків з'єднуються звичайними металевими скобами.

Внутрішній простір між з'єднувальними елементами заповнюється бетонною сумішшю, яка після затвердіння утворює бетонну монолітну стіну: у встановлену опалубку висотою 1 м з декількох рядів блоків, з закріпленою у ній арматурою закачують бетонну суміш (клас В15...В22,5; фракція щебню/гравію 5-20) з допомогою гнучкого бетоноводу. Для рівномірної подачі бетонної суміші в опалубку будівлі краще використовувати бетононасос. При цьому укладання бетонної суміші відбувається пошарово, на 0.75 м висоти вібратору, але не більш ніж на висоту двох рядів блоків (0,5 м), рис.2.47.в. Причому, перший шар суміші вкладають на перший шар блоків. Далі повторюють вище наведений цикл: улаштування блоків і арматури з наступним заповненням бетонною сумішшю. Причому шар бетонної суміші не повинен доходити на висоту 50-100 мм до краю пінополістирольної опалубки, рис.2.47.г.

Пінополістирольні блоки укладаються один до одного рядами, кожен з яких армується 10...12 мм арматурою. На змонтований ряд укладається наступний «в розбіг» і так далі, поки не буде викладений цілий поверх будівлі. Під час укладання блоків формуються дверні і віконні проєми. Кожен блок має спеціальні пази та гребені, які вставляються один в одного і забезпечують ідеальну геометрію отримуваних стін і надійне з'єднання блоків між собою.

Після установки і армування блоків незнімної пінополістирольної опалубки ведеться пошарове бетонування звичайним важким бетоном з допомогою бетононасосів (тільки для першого поверху). Для другого і наступних поверхів рекомендовано використовувати керамзито-, шлако- або пінополістиролбетони. Блоки, заповнені армованим бетоном, залишаються в конструкції стін. Таким чином, зведена за такою технологію будівля, складається з міцного монолітного залізобетонного каркасу, який з обох боків утеплений легким і «теплим» матеріалом – пінополістиролом. Їх можна обробити зсередини і зовні будь-якими оздоблювальними матеріалами. Крім високих теплоізоляційних характеристик така стіна характеризується і хорошою звукоізоляцією.

Пінополістирол, який використовується в цій технології, в більшості випадків, є горючим матеріалом, тому особлива увага повинна приділятися захисно-декоративним покриттям з внутрішньої і зовнішньої сторін стіни. Рекомендується з зовнішньої сторони облицювання цеглою або штукатурка цементно-піщаним розчином (товщиною 25-30 мм) на попередньо закріплену до стіни металеву сітку. А з боку приміщення рекомендується опорядження

двома шарами гіпсокартонних листів товщиною по 12,5 мм кожен або нанесення по сітці цементно-піщаної штукатурки товщиною не менш ніж 20 мм.

Міжповерхові перекриття виконуються будь-яким із традиційних способів: із збірних залізобетонних плит, з монолітного залізобетону, сталевих або дерев'яних балок та легким перекриттям на основі пінополістирольних вкладишів, рис.1.14.в. При цьому перекриття повинно спиратися на попередньо влаштований залізобетонний монолітний пояс шириною мінімум 150 мм, що цілком достатньо за сучасними будівельними нормами.

При зовнішній обробці стін з використанням матеріалів, які кріпляться до стіни механічним способом в тілі бетону, можна ще до заповнення бетоном встановити в опалубку необхідні кріплення (випуски арматури для облицювальної цегли, напрямні та бруски для сайдингових панелей тощо). В результаті цього технологічні процеси облицювання цеглою або монтажу сайдинга стануть менш трудомісткими.

В останні роки з'явилися опалубні блоки з пінополістиролу з готовим зовнішнім оздоблювальним шаром, офактуреними під будь-який оздоблювальний матеріал (цегла, плитка, камінь тощо).

Для внутрішньої обробки пінополістирольних блоків підходить більшість оздоблювальних матеріалів: штукатурка, гіпсокартон, керамічна плитка, декоративні панелі з ПВХ і т.і. При цьому легкі матеріали можна кріпити прямо до опалубки за допомогою будь-якого універсального будівельного клею, наприклад, «рідкі цвяхи».

Технологія зведення стін з використанням блоків з пінополістирольними вкладишами або з полістиролбетону. Технологія зведення малоповерхових будинків з зовнішніми та внутрішніми несучими стінами на основі термоефективних блоків полягає у наступному. Спочатку на поверхню фундаменту влаштовують шар рулонної гідроізоляції. Після чого наносять цементний розчин товщиною 10-20 мм, на який укладають перший ряд блоків. Потім у виїмки в верхній частині кожного блоку укладають горизонтально арматурні стержні діаметром 8 мм. По довжині ці стрижні з’єднують внаклад і скріплюють скручуванням дроту таким чином, щоб всі блоки ряду були пов'язані між собою. Потім в отвори блоків встановлюють вертикальну арматуру, пов’язавши її з анкерами у фундаменті.

По кутах, біля дверних отворів і в місцях підсилення стін, передбачених проектом, вставляють в пази по чотири перев’язаних між собою арматурних

стрижня, в інші отвори – по одному, рис.2.48.а,б. Довжина стрижнів арматури – не більше 1,8 м. Потім укладають бетон, заповнюючи отвори на 1/2 висоти блоку. При установці блоків другого ряду, їх надягають на виступаючу з нижнього ряду арматуру, зміщуючи кожен по відношенню до блоків нижнього ряду рівно наполовину, рис.2.48.в. При цьому суворо стежать за тим, щоб наскрізні отвори наступного ряду точно збігалися з отворами попереднього ряду. Встановлюють третій ряд блоків, а потім проводять укладання бетонної суміші з рухомістю П4 (осадка конусу у нього може складати 16-21 см) в отвори стінових блоків.

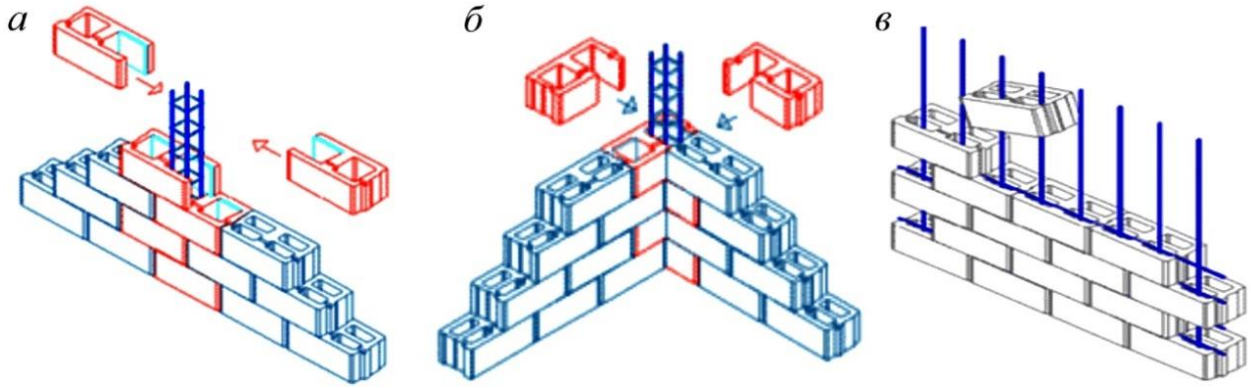


Рис.2.48. Схема влаштування стін з полістиролбетонних пустотних блоків:
а - звичайна кладка; б - кутова кладка; в - схема армування

Бетонування внутрішніх порожнин блоків необхідно виконувати бетоном класу В15 з гранітним щебнем фракції 5...10 мм. Максимальна висота укладання бетонної суміші за добу не повинна перевищувати 0,8 метра (чотири блоки по висоті). Укладання бетонної суміші в холодну пору року можна проводити при температурі не нижче мінус 10°С, якщо в суміші відсутні протиморозні добавки.

Укладання бетону можна здійснювати як вручну, так і з застосуванням бетононасосу. Бетонну суміш не ущільнюють (якщо використовується бетонна суміш з рухомістю П4) або ущільнюють (рухомість П2-П3) вручну, штикуванням, або з допомогою глибинного вібратора з діаметром робочої частини не більше 40 мм, потім укладають наступні три ряди блоків – і знову укладають бетонну суміш, повторюючи цей цикл до тих пір, поки стіна не досягне проектної позначки. При необхідності вертикальну арматуру нарощують. Завершує стіну монолітний залізобетонний пояс. На нього влаштовують перекриття із спеціальних добірних елементів, перев'язаних арматурними каркасами, і заповнюють бетонною сумішшю.

Технології зведення стін з допомогою незнімної опалубки з стружково-цементних плит. Базисним елементом системи є плита з перероблених відходів ділової або очищеної від кори неділової деревини листвяних і хвойних порід (85% об'єму), цементу, рідкого скла і води. В якості додаткового утеплювача для незнімної опалубки може застосовуватися пінополістирол і інші пористі утеплювачі, які монтуються з зовнішньої плитою.

Суть технології полягає у тому, що конструктивна опалубка у вигляді цементно-стружкових плит з допомогою простих металевих стяжок і цвяхів вручну виставляється на готовий фундамент. Всі плити виставляються по висоті поверху по поясам. Зовнішня плита опалубки встановлюється з заздалегідь наклеєним утеплювачем, товщина якого визначається теплотехнічним розрахунком. Конструкція армується. Потім вручну формуються перекриття: на тимчасові стійки і балки з обрізної дошки укладаються пустотні короби перекриття. Готову опалубку стін будівлі, а також перекриття пошарово заповнюють бетоном (рис.2.49). Для додаткової теплоізоляції малоповерхових будівель можна використовувати легкі (керамзитобетон або полістиролбетон) і ніздрюваті бетони (газосилікатобетон, пінобетон). Зовнішні стіни штукатуряться тонким шаром цементно-вапняного розчину, фарбують акриловою фарбою чи відбувається опорядження іншими фасадними матеріалами. Внутрішня обробка виконується гіпсовою штукатуркою або плитними матеріалами, наприклад, ГКЛ.

Перевагою такої технології є значне скорочення термінів будівництва і висока економічна ефективність у порівнянні з традиційними технологіями. Каркас індивідуального житлового будинку площею 100 м^2 обходиться в два рази дешевше ніж цегляного і в 1,6 рази дешевше за каркас з монолітного або збірного залізобетону.

Монтаж плит опалубки стін починається завжди з одного з кутів будівлі (рис.2.49.а). Перший шар плит встановлюється по всьому периметру будівлі і за місцем розташування внутрішніх несучих стін. На зовнішню плиту опалубки встановлюються односторонні стяжки таким чином, щоб відстань від кута будівлі до першої стяжки становила «товщина стіни + 50 мм» і наступні з інтервалом 200...250 мм один від одного.

Утеплювач в кутовому стику і укосах вирізається на товщину другої плити або планки укосу. Плита перевертається на 180 градусів і ставиться на лінію розмітки. Плити встановлюються фаскою назовні, рис.2.49.а.

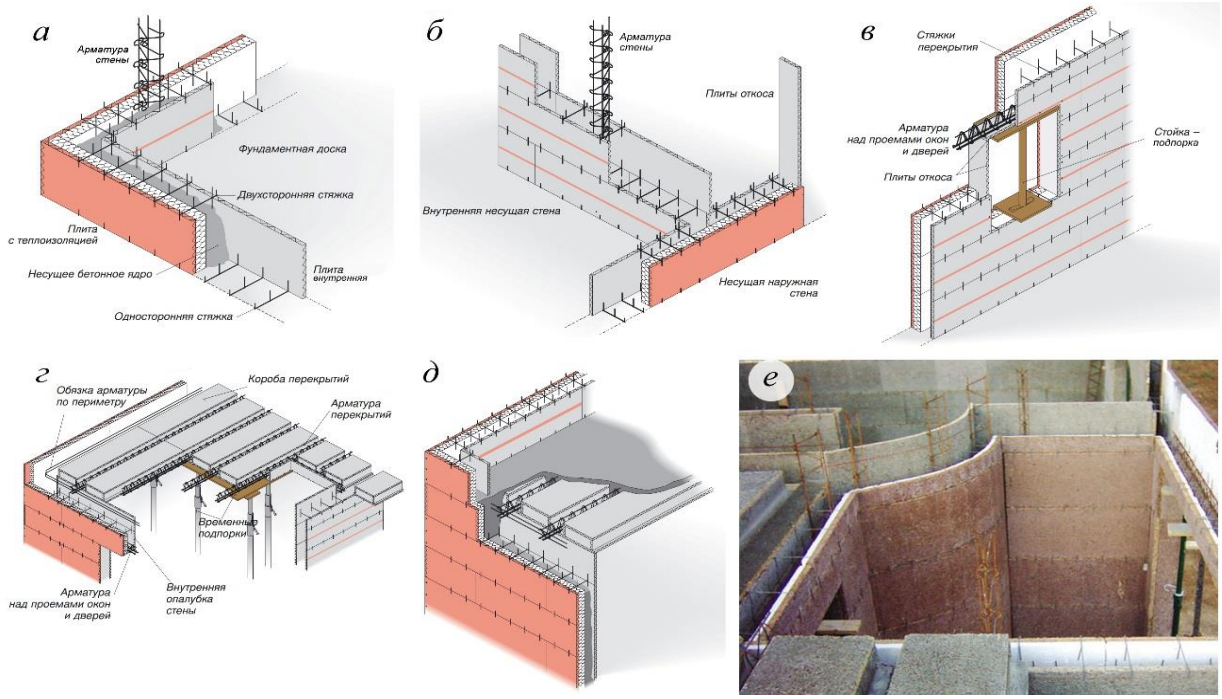


Рис.2.49. Основні схеми монтажу стружково-цементних плит, їх армування і бетонування: а - початок установки опалубки від кута будівлі; б - установка опалубки примикання внутрішньої стіни; в - облаштування віконного прорізу; г - примикання і формування опалубки перекриття; д - бетонування; е - змонтована опалубка стін.

На вільний кінець внутрішньої плити, який виходить в результаті її зміщення по відношенню до зовнішньої плиті, встановлюється відсутня одностороння стяжка і внутрішня плита встановлюється в стяжки зовнішньої плити. Плити встановлюють так, щоб стики зовнішніх і внутрішніх плит взаємно не збігалися. Різниця повинна становити не менше 250 мм. Зовнішні і внутрішні плити опалубки зверху з’єднуються двосторонніми стяжками аналогічно, як і низом плит.

До виставлених плит кута встановлюють внутрішню плиту з односторонніми стяжками. Вивіряється вертикальність щодо рівня або схилу і внутрішні плити з'єднуються між собою цвяхами або саморізами в трьох місцях під різними кутами.

Після того, як виставлені і закріплені внутрішні плити, встановлюється зовнішня плита. Зовнішні і внутрішні плити з'єднують двосторонніми стяжками, вивіряється вертикальність кута, і плити закріплюють цвяхами або саморізами. Найменша довжина цвяха або саморіза: товщина плити + 50мм. Подальший монтаж плит здійснюється по всьому периметру будівлі.

Одночасно з монтажем першого ряду плит опалубки зовнішніх стін

відбувається монтаж плит під внутрішні несучі стіни. Починають монтаж опалубки внутрішньої стіни з однієї цілої і однією половиною плити, щоб забезпечити перев’язку плит. У місцях стикування стін плити з’єднуються цвяхами або саморізами (рис.2.49, б).

Після монтажу першого ряду плит опалубки по всьому будинку встановлюється арматура. Арматура перед монтажем відрізається до потрібної висоти і встановлюється у відповідності до проекту.

Рядові плити опалубки з’єднуються між собою цвяхами або саморізами для запобігання їх розбіжності під час бетонування. Під час укладання другого і наступних поясів вертикальні стики плит опалубки повинні бути зміщені відносно один одного на відстань не менше 250 мм. Горизонтальні і вертикальні шви між плитами повинні бути рівними і не мати щілин.

У місцях прорізів вікон і дверей встановлюються плити укосів, які виставляються між плитами опалубки. Плити укосів вирівнюють по рівню або схилу і з'єднують з плитами опалубки цвяхами або саморізами (завжди забиваються під кутом). Необхідно використовувати клини для компенсації нерівностей основи. Плити віконних або дверних перемичок після установки кріпляться до стрічок укосів цвяхами або саморізами. Перед бетонуванням у віконний отвір необхідно поставити розпірку (рис.2.49, в).

Перший пояс опалубки по всьому периметру будівлі заповнюється бетоном на висоту 400-450 мм (до нижньої частини стяжних елементів) і ущільнюється штикуванням. Для рівномірного розповсюдження бетонної суміші, плити опалубки з зовнішньої і внутрішньої сторони простукують киянкою або гумовим молотком. Для установки жолобу видаляються по два сусідніх стяжних елемента для потрапляння бетонної суміші прямо в опалубку. Можлива укладка важкого бетону з використанням глибинного вібратора пошарово на висоту 250-300 мм. Після бетонування перевіряється рівень стін по шнуру і вертикальність кутів укосів за рівнем.

При одночасному укладанні бетону в більш ніж три ряди плит опалубки або віброущільнення необхідно використовувати проміжні стяжні елементи, які встановлюються в кожному ряду посередині плит з розрахунку 1-2 штуки на один погонний метр стіни. У кутах необхідно забезпечити перев’язку плит по висоті.

Зовнішні плити опалубки встановлюються до оцінки рівня підлоги наступного поверху, а внутрішні плити – до позначки рівня стелі перекривається поверху, потім конструкція опалубки закріплюється стяжками

перекриття. Для цього у зовнішніх плитах опалубки необхідно свердлити отвори на рівні внутрішніх плит опалубки (3 штуки на 1 м). Стяжні елементи опалубки перекриття укладаються на внутрішню плиту, інша сторона стяжних елементів проходить в просвердлений отвір в зовнішній плиті стіни і шплинтується зовні цвяхами. Тимчасові стійки і дерев'яні балки з дощок встановлюються у відповідності з розрахунком у залежності від ваги перекриття (рис.2.49,г). Потім дошки кріпляться до внутрішньої плиті опалубки цвяхами або саморізами. Стійки і балки з дощок монтуються за місцем стикування коробів. При використанні дошок товщиною 50 мм стійки, зазвичай, встановлюють з інтервалом 800-1000 мм. Під стійки укладаються дошки. По периметру (у місцях стикування коробів з внутрішніми плитами) короби необхідно скріпити цвяхами.

Багатошарові теплоізоляційно-опоряджувальні стінові панелі

Сендвіч-системи. Основною відмінною рисою таких систем є використання багатошарових конструкцій заводського виготовлення, які носять назву сендвіч-панелі (англ. Sandwich – багатошаровий бутерброд). Сендвіч-панелі – це будівельна конструкція, що має тришарову (в будівельному розумінні) структуру, яка складається з двох листів жорсткого матеріалу (метал, ПВХ, ДСП, ОСП, вологостійкий оргаліт (ДВП), магнезитова плита та ін.) та шару утеплювача між ними. В якості утеплювача можуть застосовуватися як матеріали органічного походження (пінополістирол, пінополіуретан), так і не органічного (мінеральна вата). Всі деталі сендвіч-панелей склеюються між собою за допомогою гарячого або холодного пресування. В залежності від призначення сендвіч-панелі діляться на покрівельні та стінові. Ці панелі є хорошою тепло- і звукоізоляційною конструкцією. Причому, якщо для їх внутрішньої частини використовується мінеральна вата, то звукоізолюючі властивості значно краще, ніж при використанні пінополістиролу. Теплоізолюючі властивості цих матеріалів, приблизно однакові.

Такі панелі використовують для зведення *збірно-панельних будинків з великощитових елементів* та для *каркасно-панельних швидкомонтуємих будівель*. Монтаж *збірно-панельних будинків* з великощитових елементів виконується безпосередньо на будівельному майданчику на заздалегідь підготовлену основу, рис.2.50.



а) б) в)



г) д) е)

Рис.2.50. Зведення збірно-панельних будинків з великощитових елементів: а) монтаж стінових панелей першого поверху; б) монтаж конструкцій другого поверху; в) монтаж покрівельних конструкцій; г) переріз зовнішньої стіни; д) переріз міжповерхового перекриття; е) переріз покрівлі

Фундаменти можу бути влаштовані як на основі дерев'яних або залізобетонних паль, так і на стовбчатих або стрічкових монолітних фундаментах. Основною відмінністю таких будівель є те, що з завода-виготовлювача на майданчик завозяться конструкції з готовим зовнішнім і внутрішнім опорядженням та влаштованим покрівельним матеріалом. Тому кожна панель має своє проектне місце влаштування. Швидкість монтажу конструкцій будинку загальною площею 100 м^2 складає 2-3 дні. Монтаж здійснюється за допомогою кранів на автомобільному шасі.

У свою чергу на відміну від наведених вище технологічних рішень *каркасно-панельні швидкомонтуємі будівлі* бувають як з дерев'яним (рис.2.51.а), так і металевим (рис.2.51.б) каркасами, на які в подальшому влаштовуються сендвіч-панелі. Такі панелі можуть бути з зовнішнім та внутрішнім опорядженням або і без нього. Товщина конструкцій приймається згідно з теплотехнічними розрахунками для певного кліматичного регіону.



а)



б)

Рис.2.51. Приклади зведення будинків з дерев’яним (а) та металевим (б) каркасами

Металевий каркас таких будинків – плоскі сталеві рами, встановлені жорстко/шарнірно на залізобетонні фундаменти і розкріплені між собою розпірками і металевими прогонами, складеними із спеціального металопрокату. Для цього найчастіше використовують зварні двотаврові балки або легкі перфоровані профілі, що з'єднані між собою саморізами і болтами. Потім на такі каркаси влаштовують сендвіч-панелі на основі ОСП або фібролітових плит. В якості зовнішніх стінових конструкцій для промислових будівель використовують сендвіч-панелі виготовлені з листової сталі з полімерним покриттям.

Дерев’яний каркас виконується з брусів клеєної та жорсткої деревини великих розмірів, які в подальшому на будмайданчику з'єднуються в один каркас замками, металевими зубчатими пластинами або болтами. Для каркасних будинків (каркас з дерев'яних конструкцій) використовують, в більшості випадків, сендвіч-панелі на основі орієнтовано-стружкових плит (ОСП (OSB)), простір між якими заповнено мінераловатним утеплювачем (базальтовою ватою) або скловолокном. Такі плити можуть бути використані не тільки для стінових огороджуючих конструкцій, але і для цокольних і міжповерхових перекриттів, мансардної покрівлі.

СІП-панелі (англ.SIP – Structural Insulated Panel), рис.2.52.а. У житловому будівництві сендвіч-панелі застосовуються для будівництва швидкозбірних каркасних будинків, за так званою, канадською технологією. Їх прийнято вважати – безкаркасними, рис.2.52,б. При такому будівництві використовується структурно-ізольована панель (СІП), яка складається з двох орієнтованих стружкових плит (ОСП (OSB)), між якими під тиском приклеюється шар твердого утеплювача (пінополістиролу), або закачується пінополіуретан (PUR), рис.2.52,а.

Сендвіч-системи на основі сталевих профільованих листів. При зведенні виробничих, складських, сільськогосподарських, суспільних і торгових будівель, холодильників, малоповерхових будинків котеджного типу використовують сендвіч-панелі на основі оцинкованого металевого листа та утеплювача, рис.2.53. Вони застосовуються для будівництва швидкомонтованих будівель на основі металевого або бетонного каркасів, рис.2.54. Сендвіч-панелі використовуються в якості зовнішніх і внутрішніх огороджувальних будівельних конструкцій, зокрема для фасадів, перегородок, перекриттів, покриттів, елементів мансард [41].

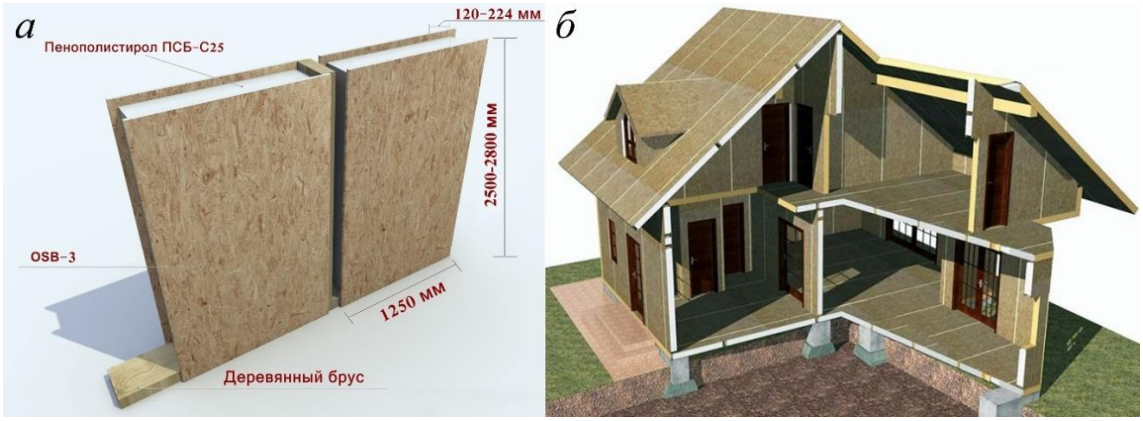


Рис.2.52. Будівництво малоповерхових будівель з СІП-панелей: а - склад сендвіч панелі типу СІП (SIP); б - застосування СІП-панелей в складі конструкцій малоповерхової будівлі

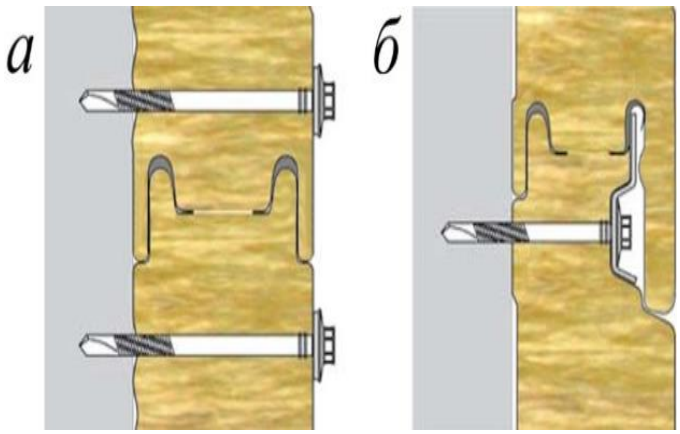


Рис.2.53. Сендвіч-панель з оцинкованої сталі і базальтової вати з: а - відкритим; б - закритим кріпленнями

Стиковка або з'єднання стінових сендвіч-панелей відбувається за рахунок застосування в їх конструкції подвійних замків з відкритим наскрізним кріпленням (рис.2.53.а), а також з подвійним замком і прихованим наскрізним кріпленням (рис.2.53.б). Конструкції можна монтувати вертикально і горизонтально. Особливістю таких конструкцій є естетичний вигляд за рахунок використання прихованого кріплення.

Сендвіч-панелі на основі оцинкованої сталі можуть використовуватися і в якості покриття в різних будівлях і спорудах. На відміну від стінових, профіль покрівельних сендвіч-панелей має облицювання з трапецієвидними гофрами (висота гофра близько 40 мм), заповненими утеплювачем. Гофри надають панелям підвищену жорсткість і забезпечують надійну герметизацію стиків. Такі конструкції застосовується при влаштуванні покрівлі з мінімальним ухилом 6% (для суцільних панелей) і 9 % (для панелей, з'єднаних між собою по довжині) дахів будівель і споруд, що зводяться за каркасно-панельною схемою, коли несучі конструкції виконані з металевих, залізобетонних або дерев'яних елементів. Панелі підходять для покрівель будь-якої площі, в тому числі зі схилом довжиною більше 12 м.



Рис.2.54. Огорожа фасаду промислової будівлі стіновими сендвіч-панелями

Завдяки своїй конструкції, сендвіч-системи володіють дуже високою міцністю і невеликою вагою, що значно знижує витрати на перевезення, розвантаження і монтаж панелей. У той же час їх мала вага дозволяє зменшити навантаження на фундамент від усієї конструкції порівняно з традиційними, кам'яними або залізобетонними конструкціями.

Виготовлені на заводі вироби доставляються на місце і збираються як конструктор, тому зведення будівель з сендвіч-панелей відбувається набагато швидше, ніж будівництво з допомогою традиційних матеріалів. При необхідності, сендвіч-панелі можна швидко демонтувати, перевезти, а потім також швидко змонтувати в іншому місці. Тому конструкції такого типу використовують для будівель-трансформерів: тимчасових виставкових павільйонів, складів, ангарів для сільгосп- або військової техніки, тимчасового житла на будівництвах або при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Сендвіч-панелі мають поверхню, що не вимагає додаткової обробки (шпатлювання, оштукатурення). До того ж із заводу вони можуть поставлятися як з різним забарвленням, що знижує вартість обробки конструкцій з панелей, так і без нього.

Одним з основних типів утеплювача, який застосовується в сендвіч-панелях на основі сталевих профільованих листів, є базальтова вата з

щільністю 100-140 кг/м^3. Три механічних показника утеплювача – міцність на стискання, розтягування, зрушення – є визначальними в роботі конструкції. Довговічність сендвіч-панелі з таким утеплювачем визначається тільки стійкістю до корозії металевої або іншої обкладки.

Теплоізоляційні матеріали на основі базальтової вати забезпечують надійний вогнезахист: температура плавлення базальтової породи – 1500°С. Середня температура пожежі становить 1100°С. Таку температуру базальтова ізоляція витримує до 3-х годин без будь-яких змін.

Для обшивок таких сендвіч-панелей застосовується оцинкована пофарбована сталь товщиною 0,5...0,75 мм. Зовнішні поверхні обшивки сендвіч-панелей мають стійке до корозії полімерне покриття (поліестер, пластизол, ПЗФ, пурал), або спеціальне гігієнічне покриття для харчових виробництв. Такі покриття стійкі до корозії, до УФ-випромінювання і кислотних середовищ, що володіють високим опором до стирання.

Існує всього три основних види утеплювача, які отримали широке застосування при виробництві сучасних сендвіч-панелей:

• утеплювач на основі мінеральної вати;

• утеплювач на основі пінополістиролу;

• утеплювач на основі пінополіуретану.

Панелі з кожним з цих утеплювачів мають свої переваги і недоліки перед іншими видами. Але в цілому в сучасному будівництві ці різні види доповнюють один одного і застосовуються виходячи з технічних і економічних вимог. Панелі з утеплювачем із пінополіуретану мають найкращі теплоізоляційні властивості, проте їх вартість досить висока. З цієї причини їх застосовують лише для спеціальних приміщень, наприклад, холодильних і морозильних камер. В будівництві використовуються, в основному, два види панелей – з пінополістирольним та мінераловатним утеплювачами.

Область застосування таких панелей наступна.

• Панелі з мінераловатним утеплювачем застосовуються, в першу чергу, там, де потрібна підвищена вогнестійкість зовнішніх несучих огороджувальних конструкцій. Це більшість швидкомонтованих будівель за винятком тих, огороджувальні конструкції яких відносяться до другої і вище ступенів вогнестійкості.

• Панелі з утеплювачем із пінополістиролу застосовуються при будівництві та реконструкції будівель і споруд, практично, будь-якого призначення. Переважно, це будівлі, де потрібні хороші вологостійкість,

теплоізоляція, гігієнічні показники, практичність і невисока ціна. Особливо добре підходять такі панелі для автомийок, холодильних і морозильних камер, для харчового виробництва, а також будь-яких інших будівель, зовнішні ненесучі конструкції яких, тобто стіни і покрівля, можуть відноситися до другої і вище ступенів вогнестійкості.

• Панелі з пінополіуретаном знаходять основне застосування в холодильній промисловості. Завдяки високому показнику опору теплопередачі вони найбільше підходять саме для холодильних і морозильних камер. Застосування їх для зведення огороджувальних конструкцій будівель іншого призначення економічно недоцільно.

Модульні будівлі. При опису сендвіч-панелей на основі сталевих профільованих листів слід згадати про нові конструкції, які виготовляють за подібною технологією. Це – *модульні будівлі*, рис.2.55. Вони збираються з готових типових модулів (блок-контейнерів) шляхом монтажу декількох модулів в єдину будівлю. Стандартний модуль зазвичай має розмір 6×2,5 метра і висоту від 2-х до 2,5 метрів. В таких конструкціях використовують ті ж самі теплоізоляційні матеріали, що і в сендвіч-панелях на основі сталевих профільованих листів. Як правило, з модулів будують одно та 3-ьох поверхові будівлі. Модульні будівлі – це невеликі мобільні офіси, адміністративно-побутові будівлі, вахтові селища з декількох будівель всілякого призначення: гуртожитки, їдальні, банно-пральні комплекси, прорабські, медпункти, магазини і т.і. Завдяки своїм високим теплоізоляційним властивостям модульні будинки можливо будувати в кліматичних умовах з низькими температурами.



Рис.2.55. Приклади модульних будівель (двох-, та трьохповерхові житлово-адміністративні комплекси)

На сьогоднішній день все ж таки є необхідність мінімізувати кількість ручної праці на будівельному майданчику. Тому в якості зовнішніх стін знову почали застосовувати навісні стінові панелі, які слугують не окремим теплоізоляційним контуром, а є доповнюючим шаром конструкції теплоізоляції на основі кладки стін з ніздрюватих бетонів.

Технології влаштування багатошарових зовнішніх огороджувальних конструкцій стін з навісними стіновими панелями, рис.2.56. Одним із прикладів є стінова теплоефективна панель. В каркасно-монолітних будівлях або в будівлях збірно-монолітних спочатку влаштовується зовнішній контур огородження з застосуванням стінових панелей, а потім виконується кладка стін з газосилікатбетонних блоків з одночасним влаштуванням ефективної теплоізоляції на основі мінераловатного утеплювача. При такій технології створюються безпечні умови виконання робіт мулярами, підвищується рівень використання машин, зменшується трудомісткість, та створюється високоефективний термоізоляційний багатошаровий контур на основі матеріалів з низькою теплопровідністю.



Рис.2.56. Фрагменти зведення багатоповерхових будівель з опорядженням термоефективними стіновими панелями

Таким чином технологія влаштування багатошарових теплоізоляційних стінових конструкцій при будівництві багатоповерхових будинків з опорядженням стіновими панелями полягає у наступних основних операціях, а саме: зведення каркасу будинку з діафрагмами жорсткості (внутрішні несучі стіни); подача матеріалів для влаштування зовнішніх стін, а саме газосилікатбетонних блоків та мінераловатного утеплювача; влаштування закладних деталей на монолітному каркасі; монтаж теплоефективних стінових панелей на закладні деталі з одночасною ізоляцією стиків гідро- та термоізоляційними вставками; кладка стін з газосилікатбетонних блоків товщиною 200-300 мм з одночасним влаштуванням, за необхідності, плитного

утеплювача (здебільшого використовують мінераловатний утеплювач з щільністю не менш ніж 100 кг/м^3 та товщиною 50-100мм в залежності від товщини основного шару багатошарової конструкції).

Кріплення стінових панелей передбачається як до залізобетонних конструкцій каркасу будинку (перекриттям, колонам, діафрагмам), так і до допоміжного металевого каркасу, що дає можливість зберегти всі архітектурні особливості будинку. Розмір проміжків між панелями складає 20 мм.

ТЕМА №31. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ БУДИНКИ

У наш час все більшої популярності в галузі будівництва набувають енергоефективні екологічні малоповерхові будинки зведені за не стандартними об'ємно-планувальними рішеннями. До них можливо віднести енергоефективні будинки з різними рішеннями стін. В першу чергу це стосується використання ефективних теплоізоляційних матеріалів та конструктивно-технологічних рішень на їх основі, наприклад, будинків з дерев'яного брусу чи колод, будинків з саману тощо. В другу – будинки куполоподібної форми.

Екологічні житлові будинки котеджного типу з не стандартними рішеннями конструкцій стін

Будинки із оциліндрованих колод та профільованого брусу. Будівництво з профільованого бруса та оциліндрованних колод, є на сьогодні знову актуальним. Це пов'язано з тим, що багато користувачів приміщень хочуть мати екологічнобезпечні, архітектурно та естетично виразні будинки. На сьогоднішній день виробництво вийшло на якісно новий рівень, коли дерево проходить обробку на сучасному обладнанні. Воно дозволяє на високому технологічному рівні проводити попередню обробку деревини, і потім надавати колоді задану форму з пазами різної геометрії, яка необхідна для будівництва з деревини. Це, у свою чергу, збільшує щільність між брусами, покращує і дозволяє підтримувати потрібний клімат і температуру в приміщеннях таких будинків.

Для будівництва дерев'яних будинків найкраще підходять хвойні породи (кедр, сосна та ін.). В Україні більш частіше при будівництві використовується карпатська ялина-ялиця. Проте найкращим матеріалом для таких будинків є сосна. Можливо застосовувати і інші породи деревини, наприклад, модрину, кедр.

Процес підготовки до будівництва таких будинків полягає в розробці проекту-розколоди за внутрішніми розмірами замовника і складання комп'ютерної 3D-моделі готової конструкції, рис.3.1.а. Несучими елементами таких будинків є повздовжні та поперечні стіни. Потім відбирається в корі ліс-пиловник під діаметр замовника (+20 мм), за розмірами деталей замовленого зрубу. Колоду обточують на оциліндровочному верстаті в потрібний діаметр і вибирають місячний паз. Готову сиру оциліндровану колоду з місячним пазом закладають в сушильні камери, і процес сушіння триває 7-10 днів в залежності від діаметра готової колоди. Сушка оциліндрованої колоди і брусу відбувається в сушильних камерах до 12-18% вологості. Необрізні столярна дошка для виготовлення вікон і дверей з масиву висушують до 6-8% вологості. Сушіння деревини низькотемпературне – 60-80°C. Завдяки такому м'якому режиму в деревині з'являються тріщини мінімальних розмірів. Потім суху колоду подають на лінію розкрою, де його розпилюють в деталі, в яких фрезерують чашки. Кожну деталь перевіряють обмірними інструментами, маркують згідно з розробленим кресленням, а потім перед складанням в зруб шліфують і полірують. Торці колод шліфують абразивом і знімають фаски. Пази і чаші обробляють антипіреном. Полірування проводиться з виділенням структури деревини спеціальними щітками. Ці щітки полірують поверхню і вибирають м'які волокна між річними кільцями, виділяючи при цьому природний малюнок на колоді.



а)



б)



в)

Рис.4.1. Будинки з оциліндрованної колоди та дерев’яного брусу: комп’ютерні 3D-моделі готової конструкції (а), процес будівництва (б) та закінчені дерев’яні будинки з колоди та брусу (в)

Технологія виготовлення профільованого клеєного бруса розбита на кілька етапів, які включають наступні операції: первинна обробка заготовленої деревини; зниження вологості в сушильних камерах; обробка на стругальних і рейсмусових верстатах; склеювання ламелів під пресом; профілювання і заріз чашок.

Технологія зведення будинків з оциліндрованої колоди або профільованого брусу полягає у наступному. Влаштовують фундамент, тип якого приймають згідно з ґрунтовими умовами будівельного майданчика та розрахунками. На фундамент вкладають один-два шари рулонної гідроізоляції. Будівельники на місці будівництва вивантажують комплект дерев’яного будинку (або іншої конструкції) і за кресленням-розколодою розбирають колоди по осях конструкції. Кожна вісь або вінець складається з певної кількості деталей конкретної довжини в міліметрах, з чашками замовленого діаметра і вертикальними віконно-дверними пазами. Між фундаментом і першим рядом (перший вінець будинку, або його нижня обв'язка – контур, на який діють максимальні навантаження) вкладають вінчальну (підкладочну) дошку з модрини. Достатня товщина такої дошки – 50 мм. Її просочують антисептиком. Вона слугує буферним елементом між фундаментом і першим вінцем.

Потім здійснюється складання зрубу, виготовлення кроквяної конструкції, покрівельні роботи, фінішне просочення зовні і всередині антипіреном і подальше оздоблення, рис.3.1.б. Як вказано раніше, у процесі сушіння колода тріскається. Тому відразу після зведення конструкції ці тріщини необхідно зашпаклювати або нанести герметик, а не виконувати це потім в процесі експлуатації, коли сира колода буде тріскатися вже в стінах

при природній усушці. Після цього відбувається лакування конструкції «яхтовим лаком» в 1-2 шари зовні і всередині.

У зв'язку з тим, що в оциліндрованій колоді робиться місячний паз, то вона має перевагу перед звичайним будівельним брусом. Частіш за все саме брусові конструкції підлягають зовнішньому або внутрішньому оздобленню. Брус вкладається на брус і шкант (нагель), а колода вкладається на верхню дугоподібну частину нижньої колоди і перекриває повністю будь-яке проникнення вітру. Нагель або шкант являють собою кріпильний елемент у вигляді бруска круглого, квадратного або прямокутного перерізу, який працює на зріз. Він використовується лише з метою недопущення зсуву матеріалу відносно площини стіни.

У свою чергу при використанні *профільованого клеєного брусу* недоліки перед оциліндрованою колодою нівелюються. Проте оциліндровані колоди виглядають більш естетично. Кути зрубів з оциліндрованих колод виконуються в чашку, а у брусу – встик. Однією з переваг будинків з клеєного брусу є їх стійкість до деформацій та кручення і менша теплопровідність за рахунок збільшення шляху проходження тепла.

Між вінцями (рядами колод по периметру) закладається міжвінцьовий джутовий утеплювач. При його використанні в пазах і чашках немає містків холоду (на відміну від використання моху, паклі і т.і.) і в подальшому не потрібна конопатка зрубу.

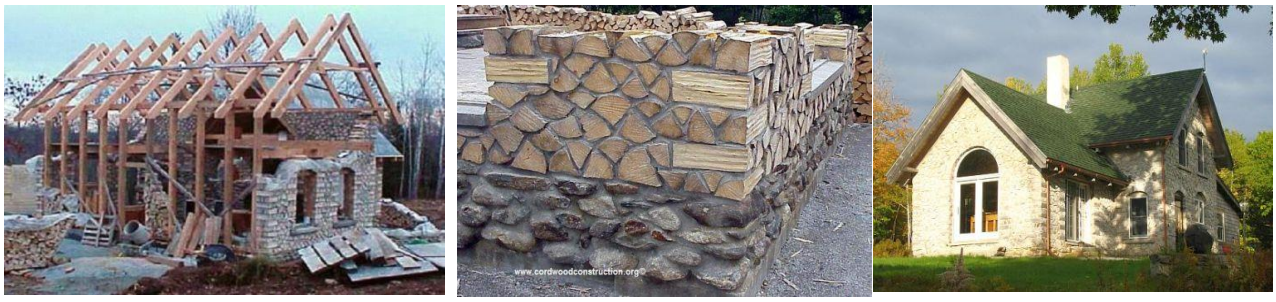
Фундаменти для дерев'яного будинку відрізняється від фундаменту для кам'яного будинку розмірами (висотою і шириною) в меншу сторону, оскільки сухий дерев'яний будинок в 3-4 рази легший ніж кам'яний. Проте, більш доцільніше, цокольну частину фундаменту виконувати за висотою не менш ніж 300 мм Тим самим є можливість збереження нижньої частини будинку від потряпляння надлишкової вологи, яка має місце при рикошету крапель дощу від відмощування. Також необхідно передбачити в цокольній частині фундаменту «продухи» – отвори для вентиляції.

Дерев’яні будинки краще будувати з однієї породи деревини. Оскільки коефіцієнти розширення і терміну експлуатації різних порід різні. Термін зведення дерев’яних будинків в залежності від складності форм, оздоблення та площі складає від 3 до 6 місяців.

Наведені нижче технології зведення будинків на мають масового характеру. Вони лише слугують взірцем того, що для будівництва можливо

використовувати різні матеріали та технологічні рішення, які використовувалися з давніх давен або є продуктом наукового прогресу та є прагненням людства хоч якось вирішувати екологічні та економічні питання сьогодення.

Конструкції стін будинків із обрізних колод-полін. Одним із різновидів будинків з дерев'яного зрубу є конструкції будинків із обрізних колод та полін із них, рис.3.2. Така конструкція отримала назву «Cordwood», що з англійської мови перекладається як деревина для палива. Використовують для таких будинків частіш за все стовбури з осики та тополі. Цей вибір пояснюється тим, що така деревина більш стійка до розтріскування та гниття.



а) б) в)

Рис. 3.2. Будівництво дерев'яного будинку з кордовою технологією: а) зведення каркасу; б) кладка стін, в) загальний вигляд будинку

Технологія зведення таких будівель полягає у наступному. На першому етапі, який є підготовчим, необхідно підготувати деревину. Вона полягає у підборі стовбура дерева, лущенні його (видалені кори), розпилу на рівні частини-колоди, які порубані на дві-три частини-поліна, і висушування їх. Такі розміри найкраще підходять для перев'язки полін між собою та зменшення кількості кладочного розчину, а отже і «містків холоду». Слід відзначити, що висушування полін в природніх умовах досить тривалий процес, який може займати 1,5-2 роки. Проте, завдяки цьому, в полінах буде майже відсутнє розтріскування, вологопереніс, а отже і знизиться теплопровідність повздовж волокон, яке, як відомо, майже в чотири рази більше за поперек волокон. Таким чином отримуємо кордову деревину. На наступному етапі влаштовуємо стрічковий фундамент, наприклад, з бутового каменю (як найбільш естетичне і функціональне рішення для такого виду будинку), далі зводиться каркас будинку на основі балок з твердих порід деревини (дуб, граб, бук, клен), на який буде влаштовано дах, після закінчення

зведення стін, рис.3.2.а. Зовнішні та внутрішні самонесучі стіни влаштовуються із кордової деревини. Кладка стін подібна за влаштуванням полінниці штабельним методом, рис.3.2.б. Різниця полягає у тому, що для перев'язки полін при будівництві використовують в'яжучий кладочний розчин. Його отримують шляхом перемішування в розчинозмішувачі у наступному порядку таких компонентів: кварцовий пісок, вапно, портландцемент, просочену водою тирсу в співвідношенні 6:1:1:2 (по масі) з необхідною кількістю води. При кладці стін поліна округлою їх чистиною або ребром необхідно влаштовувати догори з подальшою розшивкою швів. Товщина стін дорівнює 410 мм. Для кращої перев'язки необхідно використовувати поліна різні за розмірами поперечного перерізу. В кутах стін, біля віконних та дверних проємів використовуються звичайні правила перев'язки, що подібні до цегляної кладки. Термін зведення стін будинку площею 50 $м^2$ з полін складає біля 7-ми днів бригадою з чотирьох робітників.

Будинки з екологічно чистих матеріалів на основі соломи. Зведення будинків з екологічно чистих матеріалів входить до державних програм Західної Європи і не тільки. Для цього використовують плитні, рулонні та блочні матеріали, що виготовлені на основі природної сировини, а саме очерет, солома, водорості, глина з соломою тощо. Основною відмінністю очерету та водоростей від соломи є те, що вони майже не гниють та не підлягають дії гризунів та інших шкідників. Проте, виходячи з природних особливостей, наприклад, очерету, для будівництва будинку з цього матеріалу необхідно вибирати місце, що відкрите сонцю та вітру, уникати його затінення. Це може сприяти накопиченню вологи, що неприпустимо для будинків таких типів.

Будівництво з соломи зародилося в США, штат Небраска, в 80-ті роки минулого століття. На нашій території, здебільшого, в умовах прохолодного і вологого клімату будували житлові будинки на основі глиняно-солом'яних блоків ще з початку XVII століття і раніше.

В практиці будівництва існує три види конструктивно-технологічних рішень влаштування екобудинків з наведених матеріалів: каркасні (на основі каркасу з дерев'яних балок з заповненням наведеними матеріалами або безкаркасні (з поперечними та повздовжніми несучими стінами, що зведені з блоків або з несучими панельними стінами). Здебільшого за конструктивно-технологічними ознаками такі будинки зводять з використанням каркасних конструкцій, що виконані на основі дерев'яних балок з подальшим

заповненням проміжків каркасу теплоізоляційними екологічно чистими матеріалами.

Каркасні конструкції будинків з дерев'яних балок-брусу з заповненням соломою Технологія зведення каркасних конструкцій будинків з дерев'яних балок-брусу з заповненням соломою полягає в наступних основних операціях, рис.3.3:



а) б) в)

Рис.3.3. Зведення каркасного будинку з солом'яних блоків: а) зведення каркасу та заповнення солом'яними блоками; б) кутове примикання блоків; в) зачистка поверхні блоків з внутрішньої сторони

- улаштування фундаментів залежно від виду грунтів на будівельному майданчику. Ними можуть бути стрічкові залізобетонні монолітні, з бутового каменю, свайні, плитні тощо. Їх влаштування виконується у любому випадку з дотриманням будівельних норм. По площині фундаменту обов'язкове є влаштування шару гідроізоляції з рулонних матеріалів;

- влаштування каркасу будинку з дерев'яних балок. Як правило, відстань між каркасними стійками складає 1000 мм. Їх висота залежить від побажання замовника, та не менш ніж передбачено діючими нормативними документами (висота приміщення не менш ніж 2,5 м);

- заповнення проміжків між дерев'яними балками виконується блоками або матами з очерету, пресованої соломи, саману. Якщо огороджувальні конструкції виконані з соломи або очерету їх необхідно обробити антипіренами. Для задоволення норм з теплопередачі стіни таких будинків повинні бути не менш ніж 300-400 мм. Вирівнюються стіни за допомогою ручної пилки або іншого ріжучого інструменту. Зсередини і зовні стіни зміцнюють притискними дошками (тичини) навскоси під кутом 45°. Додаткове скріплення блоків між собою виконується при влаштуванні кожного четвертого ряду блоків за допомогою металевих стрижнів (при наявності

бамбуковими) або тонкими дерев’яними жердинами. Іноді блоки між собою з'єднують за допомогою вапняного розчину;

- наступним технологічним етапом є влаштування конструкцій даху. У разі використання в якості покрівельного матеріалу очерету товщина повинна складати не менш ніж 300-450 мм, а ухил не менш ніж 35°. Технологія влаштування конструкцій даху з очерету наведена в розділі 2.4.

- заключним технологічним етапом є опорядження будинків. З внутрішньої сторони опорядження може виконуватися за допомогою гіпсокартону, OSB-плит або штукатурок. Зазвичай в якості штукатурок використовують глиняно-вапняний, глиняно-солом’яний розчини тощо. Для обмазування блоків і опорядження солом’яних стін можна застосовувати наступні склади глиняно-вапняного розчину (по масі): 10 частин глини консистенції, що відповідає межі текучості; 4 частини вапняного тіста; 30-40 частин дрібного кварцового піску або цементно-вапняного розчину: 1 частина – портландцемент; 3-4 частини – дрібний кварцовий пісок; 4 частини вапняного молока. Перший шар штукатурки повинен бути товщиною 25-40 мм, а другий (вирівнюючий) шар – 2-3 мм. Для хорошого зчеплення (адгезії) соломи і штукатурного розчину їх наносять на попередньо влаштовану каркасну основу з сітки-рабиці або на дранку (закріплені хрест-нахрест дерев’яні тонкі смужки-пластини товщиною 2-3 мм). Зазвичай слід штукатурити зовнішню і внутрішню поверхню стін товщиною не менше 50 мм. Шар штукатурки на основі глиняного в’яжучого запобігає намоканню і зволоженню соломи, попадання всередину гризунів і гниття соломи, та призводить до суттєвого збільшення їх вогнестійкості. В деяких випадках з зовнішньої сторони будинок можливо облицювати саманом (глиняно-солом’яними блоками). Для запобігання зволоження нижньої частини будівлі (біля цоколю) внаслідок потряпляння на поверхню стіни крапель дощу, що зрикошетили від вимощення необхідно або виконати оздоблення нижньої частини стіни цементно-піщаним розчином на висоту не менш ніж 300мм, або влаштувати цоколь висотою не менш ніж 300 мм.

Безкаркасні будинки на основі солом'яних блоків (straw house). Технологія зведення безкаркасного будинку на основі солом'яних блоків (straw house) полягає в наступних основних операціях, рис.3.4. Основні етапи будівництва майже такі, як і при будівництві каркасного будинку. Такий будинок будується тільки з застосуванням солом'яних блоків, за аналогією з цегляною кладкою. Тобто, солом'яні блоки укладаються врозбіжку один на

одного, при цьому слід суворо стежити за тим, щоб шви блоків не збігалися. Для щільного і міцного зчеплення блоки між собою закріплюють за допомогою металевих стрижнів різної довжини. Нижні блоки першого і другого ряду обов'язково нанизують на кілочки, закріплені в фундамент на відстані близько 1000 мм. Наступні ряди закріплюються за допомогою додаткових стрижнів. У міру викладання рядів, стрижні нарощуються і закріплюються один з одним. В результаті таких операцій отримуємо стрижень, що проходить через всю висоту стіни та який слугує армуючим каркасом. Його нижня частина вмонтована в цоколь, а верхня може бути виконана з різьбленням. Це дасть змогу виконати більш щільну стяжку блоків за допомогою гайки, що притискає шайбу. Також зкріплення блоків між собою може бути виконане за рахунок глиняно-піщаного розчину та дерев'яних стрижнів, які пронизують блок.



а) б) в) г)

Рис.3.4. Зведення безкаркасного будинку з солом'яних блоків: а) пронизування металевими стрижнями для зкріплення; б) зачистка поверхні блоків; в) кріплення металевої сітки; г) розподільний обв'язувальний пояс з товстих дощок під крокв'яну систему

Для обпирання крокв'яних конструкцій, по верху стін з солом'яних блоків виконується розподільний пояс з товстих дощок. Дах в такому будинку повинен бути максимально легкий, тобто здебільшого двохпологий з покрівельним матеріалом бітумною або металевою черепицею, ондуліном.

Для будівництва використовують два типи солом'яних блоків: суха солома, що спресована в блоки різних розмірів; спресовані солом'яні блоки оброблені (обмазані) глиняним розчином або інноваційні блоки з рисової соломи, що спресовані до щільності 240 кг/м^3. Опорядження зовнішньої та внутрішньої поверхонь стін здійснюється з допомогою обмазування сумішшю з подрібненої соломи-січки і глини. Після цього замазують всі виїмки, залагоджуються нерівності і стіни можуть оздоблюватися іншими екологічними матеріалами.

Безкаркасні будинки із саману з поперечними і повздовжніми несучими стінами. При будівництві безкаркасних будинків із саману необхідно дотримуватися тих же правил перев'язки, що і при кладці з цегли, рис.3.5. Для жорсткості каркасу на кожен ряд глиняно-солом'яних блоків в кладочний розчин слід вкладати металеву або поліпропіленову сітку. Згідно з вимогами виконавців робіт вона на 50 мм менша ніж товщина стін. Однак слід зазначити, що згідно з нормативними документами з кладки стін з мілкоштучних виробів, металева або поліпропіленова сітка повинна бути на 8-10 мм більша ніж товщина стіни. Причому при вкладанні її необхідно слідкувати за тим, щоб вона виступала саме за внутрішню площину стіни. В якості кладочного розчину слід використовувати глиняно-піщаний розчин. Якщо будівництво ведеться навесні або восени, то кладка виконується на вапняно-цементному розчині для кращого зкріплення поверхонь. Укладання блоків виконується ярусами. Перш, ніж укладати наступний ярус, потрібно дочекатися, поки схопиться попередній. Кожен нижній ярус повинен бути товщим за наступний, в середньому, на 15-20 мм. Це необхідно для того, щоб вся конструкція не «попливла», зберегла форму при усадці. Висота цоколя при будівництві з саману повинна бути не менше ніж 600 мм і мати надійну гідроізоляцію, бажано в два шари, для того щоб саман не вбирав вологу з ґрунту.



а) б) в)

Рис.3.5. Зведення безкаркасного будинку із саману: а) кладка стін та армування металевою сіткою; б) улаштування віконних проємів; в) загальний вигляд будинку

Всі вузли і сполучення стін потрібно зміцнювати дошками на відстані через кожні півметра. В деяких випадках додатково зміцнити стіни можна уклавши в них очерет внаклад, особливо в кутах будинку.

При спорудженні покрівлі та перекриття, фахівці рекомендують зробити бетонний армований пояс, для рівномірного розподілу навантажень від

конструкцій даху на стіни. Тільки після цього укладаються дерев'яні балки і безпосередньо сам дах.

Слід відзначити, що будинки із саману були самі розповсюджені в світі. Це пояснюється наявністю місцевої сировини, а саме глини в багатьох місцях нашої планети. Так, наприклад, в минулих століттях будували саманні будинки в Європі, в Азії, в Африці і в інших місцях, в тому числі, майже, до широт Аляски. Таке будівництво розповсюджене і в наші часи.

Безкаркасні конструкції будинків з солом'яних панелей з поперечними і повздовжніми несучими стінами. Технологія зведення безкаркасних конструкцій будинків з солом'яних панелей полягає у наступному, рис.3.6. Солом'яні панелі, наприклад, «Ecococon» представляють собою вироби з подвійною оболонкою. Відмінною перевагою цих панелей є їх швидкість установки на будівельному майданчику. Залежно від рівня підготовки робітників приблизно 100 м^2 стіни можуть бути встановлені чотирма людьми протягом 1-2 днів. Завдяки спеціальній конструкції панелі можуть бути з'єднані одна з одною без використання спеціальних машин або інструментів, тільки лебідка. В залежності від маси (вага від 20 до 200 кг) панелі можуть переміщатися вручну або за допомогою невеликих талей, без потужних кранів і надпотужного обладнання. Установка солом'яних панелей дозволяє уникнути утворення містків холоду, тому що при з'єднанні солом'яних панелей їх краї стискаються разом. Таким чином, можна домогтися певної герметичності конструкції. Солом'яні панелі можуть використовуватися для будівництва одного або декількох поверхових будинків. Солом'яні панелі створюють несучу конструкцію будівлі. Ці панелі відповідають всім вимогам до опору, стиску, пожежі і довговічності.



а) б) в)

Рис.3.6. Зведення безкаркасного будинку із солом'яних панелей: а) монтаж стінових солом'яних панелей краном; б) монтаж надвіконного блоку вручну та в) готові стіни з солом'яних панелей

Купольні енергоефективні будинки

Однією з найкращих форм, яку визначила сама природа є – сфера. У формі приплюснотої по полюсам сфери є наша планета Земля, краплини дощу теж сфероподібні тощо. У свою чергу куполоподібна форма оптимальна з точки зори перерозподілу навантажень (зменшується поверхня), добре витримує вітрові та сейсмічні навантаження, і саме головне – зменшується поверхня теплових втрат.

Напівсфера (купол) має найменше відношення площі зовнішніх поверхонь до внутрішнього об’єму серед всіх фігур однакових за об’ємом. Тобто, чим менша загальна площа стін і даху, тим вище коефіцієнт корисної дії (ККД) енерговитрат на контроль клімату в приміщенні. Тепловтрати будівлі знаходяться в прямій пропорції до його аеродинамічного опору. Вітер ковзаючи поверх і навколо куполу, створює недостатні завихрення і воронки, щоб порушити прикордонний шар повітря, який знаходиться біля поверхні будь-якого об'єкта внаслідок інтермолекулярної мікрогравітації. Завдяки аеродинамічному ефекту конструкції вітер огинає купол з меншим опором, що дозволяє конструкціям таких будівель краще витримувати значні вітрові навантаження та менше втрачати тепло. Також можливо відзначити і більшу сейсмостійкість таких конструкцій завдяки просторовій жорсткості подібних геодезичних каркасів. Це особливо актуально для зведення таких будівель в районах Крайньої півночі, а також в районах з підвищеною сейсмічною активністю.

Слід відзначити і той факт, що такі будівлі відрізняються технологічністю. Вона полягає у тому, що всі елементи конструкції можуть бути виготовлені в заводських умовах і доставлені на будівельний майданчик. Використання таких конструкцій в процесі монтажу дає змогу значно зменшувати трудомісткість та тривалість будівництва. Розміри таких конструкцій можуть бути обмежені тільки їх сферою застосування, вартістю та наявністю монтажних механізмів.

При зведенні куполоподібних будинків використовують дві основні схеми: каркасні (з дерев’яним або металевим каркасами) стратодезичні та геодезичні куполи та безкаркасні куполи (з сегментів заводського виготовлення, наприклад, пінополістирольні).

Купольні енергоефективні будинки з дерев’яним або металевим каркасами. На сьогоднішній день існує велика кількість проектів куполоподібних будинків. Основними з них є у використанні арочні-ребристі,

а саме стратодезичні (конструкція з гнутих клеєних балок, що має осьову симетрію) (рис.3.7.а) та геодезичні куполи (рис.3.7.б) (легка та міцна просторова сітчаста оболонка з прямих стрижнів).

Каркас таких будинків може бути влаштований як з дерев'яних, так і металевих конструкцій з зовнішнім шаром світлопрозорим (наприклад, з застосуванням склопакетів або зовнішніх панелей з термопластика ETFE (етілентетрафторетіленових «подушок»)) та не прозорим (багатошаровим на основі OSB або фанери з шаром ефективного теплоізоляційного матеріалу) або їх комбінацією. Зважаючи на все більшу популярність застосування екологічно чистих матеріалів в більшості випадків для будівництва житлових будинків використовують саме дерев'яні каркаси. У разі використання металевих конструкцій слід передбачити ефективну їх теплоізоляцію для повного виключення або максимального зменшення кількості «містків холоду».



а) б)

Рис.3.7. Види каркасів купольних будинків: а) стратодезичний або ребристий та б) геодезичний куполи

Прийнято рахувати, що винахідником дизайну таких конструкцій будинків є французький архітектор Патрік Марсіллі. Хоча непевно на таку конструкцію будинків його надихнули будівлі ескімосів – іглу, вігвами індійців, юрти тюркських народностей, наприклад, казахів, бурят, монголів тощо.

Основними технологічними операціями при зведенні стратодезичних куполів є:

- влаштування фундаменту, який зазвичай є стрічковим залізобетонним, рідше – стовбчатим;
- влаштування основи (втрамбована по ґрунту гравійнопіщана суміш з шарами гідроізоляції та утеплювача (min 100 мм) та шаром бетону);

- виготовлення та монтаж арочних конструкцій;
- встановлення поперечних розкосів каркасу;
- встановлення балок міжповерхового перекриття
- улаштування технологічних проємів, обшивок, гідро- та пароізоляційних матеріалів, заповнення теплоізоляційним матеріалом простору між арками, монтаж віконних і дверних конструкцій, які завершують основні загальнобудівельні роботи.

Особливості монтажу. При загальній площі будинку, наприклад, 170 м^2, діаметрі основи 12 м та висоті близько 7,5 м необхідно використовувати арочні конструкції довжиною біля 12 м (рис.3.8.а), які виготовляють з гнуто-клеєної деревини, велика вага та розміри яких спричинюють їх монтаж з допомогою кранів на автомобільному шасі або спеціальних пристосувань. У свою чергу для будинків менших за об'ємом монтаж можливо виконувати вручну без допомоги підйомних механізмів. Для таких розмірів об'єкту, що будується достатня кількість арочних конструкцій 20 шт (рис.3.8.б). Такі розміри будинку досягаються завдяки застосуванню «золотого перерізу Леонардо Да Вінчі», тобто відношенню ширини будинку до висоти 1.618. Завдяки цьому об'ємно-планувальне рішення будинку не являється, а ні сферою, ні половиною її, що дає максимально можливе використання корисної площі .



а) б) в)

Рис.3.8. Монтаж стратодезичного купольного будинку: а) гнуто-клеєні Т-подібні арки; б) монтаж арочних конструкцій; в) готовий будинок

При монтажі слід особливу увагу приділити конструкціям опорних вузлів арок і конструкціям коннектору (з'єднувача) їх з'єднання в зеніті куполу. Зовнішні конструкції за своїми конструктивно-технологічними схемами подібні або аналогічні мансардним дахам. З зовнішньої сторони влаштовується гідроізоляційний шар, зверху якого закріплюється вологостійкі фанера або ДВП. Вибір цих матеріалів зумовлений їх гнучкістю, тобто

можливістю повторювати криволінійну поверхню арок. Далі набивається обрешітка перерізом 40×40 мм, на яку влаштовуються гонти з різних за розміром 150 (100)×400 мм пластин модрини, які в цілому в процесі монтажу дають трьохшарове перекриття одне одного. В просторі між арками влаштовується в декілька шарів льняний плитний (щільністю 50-70 кг/м^3) утеплювач, та утеплювач, наприклад, з водоростей (можливе використання і інших видів утеплювачів). Товщина теплоізоляційного шару не менш ніж 200-300 мм (в залежності від розмірів арочних конструкцій та кліматичного району). Щілини заповнюються волокном. З внутрішньої сторони поверх утеплювача влаштовують пароізоляційний шар та закріплюють фанеру. Опорядження внутрішньої поверхні стін можливо виконати як з допомогою дерев'яної вагонки, так і іншими оздоблювальними матеріалами.

Каркас будинку у вигляді *геодезичних куполів* будується з конструкцій у формі трикутників за схемою, створеною відомим американським архітектором, дизайнером, інженером та винахідником Бакмінстером Фуллєром. Тобто геодезичні куполи утворені мережею трикутників, які формують поверхню, близьку до сферичної, рис.3.9.

Основними технологічними операціями при зведені геодезичних куполів є:

- влаштування фундаменту, які можуть бути стовбчатими металевими або залізобетонними, стрічковим монолітним тощо;
- влаштування основи (залежить від виду фундаменту) та, за необхідності, шару гідроізоляції;
- виготовлення та монтаж першого ряду конструкцій (встановлення вінчальної балки, яка буде слугувати основою для куполу);
- встановлення і закріплення до вінчальної балки вертикальних стійок (райзерів);
- закріплення до райзерів кільцеподібного конектору (з'єднувача спеціальної конструкції);
- встановлення поперечних розкосів каркасу;
- монтаж рядів рівносторонніх конструкцій-трикутників;
- улаштування технологічних проємів, обшивок, паро- та гідроізоляційних шарів, заповнення теплоізоляційним матеріалом простору між ними, монтаж віконних і дверних конструкцій, які завершують основні загальнобудівельні роботи;





а) б) в)

Рис.3.9. Монтаж геодезичного купольного будинку: а) монтаж каркасу з конструкцій трикутників; б) монтаж верхнього шару з OSB-плит; в) готовий будинок

- внутрішнє опорядження здійснюється аналогічно до опорядження мансардних дахів.

Особливості монтажу. Поєднання дерев'яних брусків в конструкцію трикутника відбувається в основному з допомогою металевих конекторів з болтовими з'єднаннями або безконекторно.

Частіш за все використовуються конектори у вигляді металевої деталі циліндричної форми, до якої під визначеним кутом закріплені металеві зпаровані пластини з довжиною променів 150-200 мм. До цих пластин кріпляться 5-6 балок з допомогою болтового з'єднання.

Завдяки добірним конструкціям монтаж каркасу виконується вручну бригадою з трьох робітників на протязі 7-8 днів. Після зведення основного каркасу з зовнішньої його сторони влаштовується гідроізоляційна мембрана, на яку зверху закріплюють ОСП або вологостійка фанера у вигляді трикутників, рис.3.9. Між мембраною та фанерою завдяки улаштуванню притискного брусу розміром перерізу 40×40 мм створюється вентиляційний повітряний прошарок. Оскільки поверхня такого будинку являє собою ломану форму, то здебільшого оздоблювальним матеріалом зовнішньої частини таких будинків є бітумна черепиця, технологія влаштування якої аналогічна звичайним покрівлям, але з більшою кількістю гвинтових цвяхів або саморізів (6-8 шт) на гонт. Можливе застосування і інших м'яких або гнучких покрівельних матеріалів. Зсередини влаштовується теплоізоляційний шар з різних матеріалів, наприклад, базальтові плитні утеплювачі або утеплювачі з льону, водоростей, технічної коноплі, пінополіуретанова піна тощо. Оскільки каркас являє собою замкнутий сегмент, то в дерев'яних конструкціях каркасу

під утеплювачем бажано вирізати невеликі за розміром продухи для циркуляції повітря. На утеплювач з внутрішньої частини будинку влаштовують пароізоляційний шар та закріплюють фанеру або ОСП. Опорядження внутрішньої поверхні стін можливо виконати як з допомогою дерев'яної вагонки, так і іншими оздоблювальними матеріалами.

Для приміщень не житлового призначення найбільшою популярністю користуються *геодезичні купола з металевим каркасом та світлопрозорими полімерними мембранами*. Однією зі значимих таких будівель є проект «Едем» (англ. Eden Project; в російському перекладі також зустрічається назва «Райський сад») – ботанічний сад в графстві Корнуолл, у Великобританії. Він включає оранжерею, що складається з декількох геодезичних куполів, під якими зібрано рослини з усього світу. Площа оранжерей складає 22000 м. Комплекс складається з двох оранжерей, кожна з яких представляє собою кілька з'єднаних геодезичних куполів, рис.3.10.



а) б) в)

Рис.3.10. Геодезична споруда ботанічного саду «Едем»: а) Монтаж каркасу та зовнішніх панелей з термопластика ETFE; б) загальний вигляд ззовні; в) вид з внутрішньої частини

Геодезичні куполи мають каркас зі сталевих труб, що утворюють шестикутні рами з зовнішніми панелями з термопластика ETFE (етілентетрафторетіленових «подушок»). Діаметр сталевих трубок, з яких складається каркас – Ø193 мм. Зовнішні панелі виготовлені з багатошарової плівки (прозорої фольги) ETFE, яка пропускає ультрафіолетові промені. У порівнянні зі склом ETFE коштує вдвічі менше, має кращі якості температурної ізоляції і пропускає більше ультрафіолету, що для рослин надзвичайно важливо. Слід відзначити малу вагу такої світлопрозорої конструкції, яка при однакових розмірах важить 1% від ваги скла. Панелі скріплені по периметру і наповнені повітрям, утворюють велику повітряну

подушку з хорошими теплоізоляційними характеристиками, що охороняє оранжереї від втрати тепла. Матеріал ETFE стійкий до більшості забруднень, які можуть змиватися дощем або з допомогою спеціальних пристроїв.

Світлопрозорі геодезичні купольні будинки зі склопакетів. Відмінною особливістю таких будинків є те, що вони повністю прозорі. При зведенні таких будинків можливо застосовувати різні види каркасів, заповнення яких буде виконуватися за допомогою світлопрозорих електропідігріваємих матеріалів: триплекс-скла, полікарбонатів, оргскла і т.і. Тому їх зовнішній вигляд має схожі риси з геодезичними купольними будинками, рис.3.11.

Для заохочення прибування туристів в Фінляндії почали будувати світлопрозорі купольні будинки з куполами зі склопакетів. Основним їх призначенням є можливість у туристів ночувати під зірковим небом і, що не менш важливо, споглядати на Полярне Сяйво, знаходячись при цьому у теплі і затишку.



а) б) в)

Рис.3.11. Світлопрозорі геодезичні купольні будинки зі склопакетів: екстер'єр (а) і інтер'єр будинку (б) та загальний вигляд котеджного містечка (Фінляндія)

Каркас таких будинків виконаний з металевих конструкцій з стійково-ригельною або елементною системою куполоподібної форми з термовкладками та структурним склінням, що виготовлені в заводських умовах. На будівельний майданчик доставляються у вигляді готових сегментів, що підвищує культуру виробництва і значно зменшує трудовитрати. В якості світлопрозорих конструкцій використовуються склопакети на основі триплекс-скла з електропідігрівом, що дає можливість зберігати купольну конструкцію – прозорою. Це основне їх призначення, оскільки для купольних будинків, як згадувалося раніше, сніговий шар в декілька десятків сантиметрів не вплине на несучу здатність конструкції.

Скульптурний монолітний теплоізольований купольний будинок, рис.3.12. Основною відмінністю такого типу купольних будинків від інших є те, що технологія його зведення подібна до зведення звичайних каркасно-монолітних будинків з незнімною опалубкою.

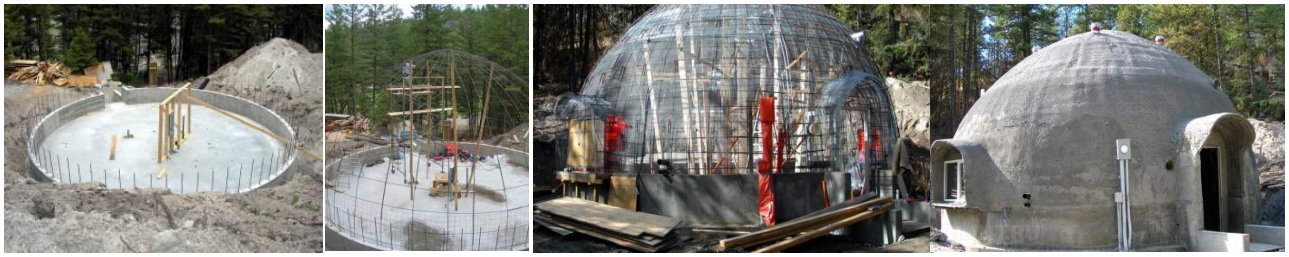


Рис.3.12. Основні етапи зведення скульптурного монолітного теплоізольованого купольного будинку з незнімною опалубкою

В попередньо влаштованому фундаменті у вигляді утепленої монолітної плити влаштовують випуски арматурних стрижнів на висоту не менше ніж 400 мм, а відстань між ними складає 300-500 мм. До них закріплюються з допомогою в'язальної проволоки основні куполоутворюючі арматурні цільні стрижні довжиною 18 м та діаметром Ø12-18мм. Після цього влаштовують поперечні арматурні стрижні. Наклад поперечних стрижнів між собою складає не менш ніж 400-500 мм. При цьому слід дотримуватися основних правил улаштування каркасів монолітних залізобетонних конструкцій: наклад по довжині з'єднання стрижнів при зварюванні – 20 діаметрів арматури, а при з'єднані за допомогою в'язальної проволоки – 40 діаметрів.

Паралельно з зведенням купольного каркасу влаштовуються необхідні технологічні прорізи під віконні та дверні проєми, а також під комунікації. З зовнішньої сторони перпендикулярно площині до каркасу закріплюються спеціальні стрижні-маяки фіксованої довжини, за якими буде контролюватися товщина стін і рівномірність напилення пінополіуретану, а з внутрішньої – міцна поліпропіленова арматурна сітка, яка буде слугувати каркасом для теплоізоляційного шару конструкції. В подальшому на створений каркас з внутрішньої сторони наноситься шар пінополіуретану, який буде слугувати незнімною опалубкою. З зовнішньої сторони на пінополіуретан наноситься напилювальний гідроізоляційний шар, поверх якого наноситься захисно-оздоблювальний шар у вигляді торкрет-бетону з наступним його фарбуванням, рис.3.12. В подальшому у внутрішній частині куполу влаштовується внутрішній каркас для зведення другого поверху та внутрішнє опорядження.

За подібною технологією можливо і *зводити купольні будинки на основі пневмоопалубки* або *мілкощитової дугоподібної сегментної опалубки*, які після завершення бетонних робіт і затвердівання бетонної суміші знімають. Конструкція стін такої будівлі має бути багатошарова, що виконують пошаровим нанесенням матеріалів. В якості основного матеріалу стін може бути використаний цементно-полімерний або торкрет-бетон. Наприклад, зовнішній і внутрішній шари виконують з торкрет-бетону, забезпечуючи тим самим підвищену міцність поверхні. В свою чергу для надання таким конструкціям теплоізоляційних характеристик внутрішній шар між ними, тобто двома крайніми шарами, виконують на основі легких сумішей з використанням пінополістиролу, керамзиту або комбінацією різних теплоізоляційних матеріалів.

Купольний будинок з добірних секцій заводського виготовлення. Для зменшення кількості технологічних операцій на будівельному майданчику існують проектні рішення, які передбачають зведення та монтаж будинків на основі геодезичних куполів з застосуванням готових добірних сегментів-секцій з улаштованою теплоізоляцією, шо виготовлені в заводських умовах, рис.3.13.



а) б) в)

Рис.3.13. Купольний будинок з добірних секцій заводського виготовлення: а) комп’ютерна модель будинку; б) процес монтажу та в) готовий будинок

Монтаж таких будинків швидший за монтаж розглянутих раніш куполоподібних будинків. Тобто на будівельний майданчик доставляють готові добірні елементами з попередньо влаштованою теплоізоляцією на основі соломи, мінеральної вати, водоростей тощо. Вага таких елементів складає від 20до 200 кг. На наступному етапі згідно проекту влаштовують перший ряд елементів, вивірюючи і зкріплюючи їх між собою, а потім наступні ряди. Заключними технологічними операціями є влаштування

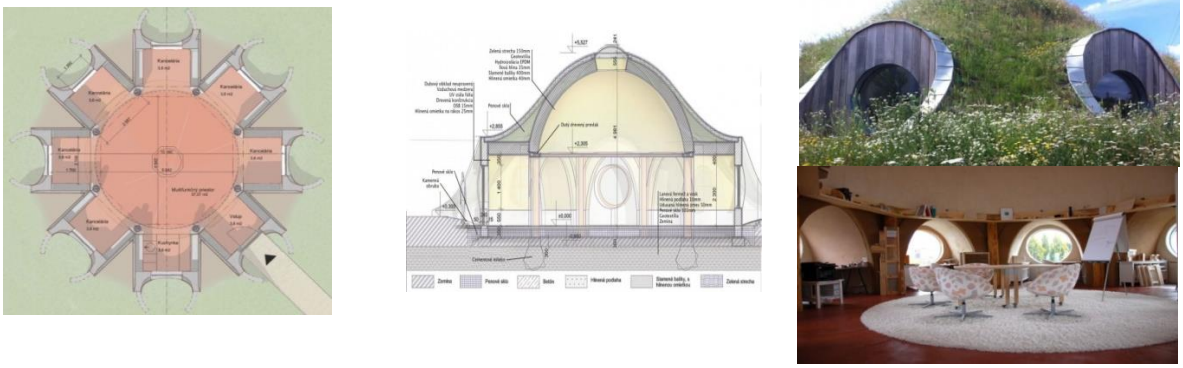
зовнішнього та внутрішнього опорядження. В залежності від маси та розмірів конструкцій, монтаж може виконуватися вручну з застосуванням риштувань або будівельних столів. В більшій мірі для таких будинків влаштовують монолітні фундаментні плити, які іноді мають назву «утеплена шведська плита» з попередньо влаштованими технологічними отворами під комунікації.

Купольні будинки на основі клеєного дерев'яного брусу. Завдяки застосуванню сучасних комп'ютерних програмних комплексів та деревообробних станків з програмним управлінням з'явилася можливість монтувати купольні будинки на основі клеєного дерев'яного брусу, 3.14. З такого матеріалу виготовляють, на відміну від інших типів будівель, зовнішні конструкції. Така конструкція купольного будинку була запатентована (патент №PG2009A0020) і отримала назву клеєного профілю BHS 160. Будинки можливо будувати діаметром до 50м.



Рис.3.14. Моделі купольного будинку з клеєного дерев'яного брусу

Купольний будинок з пресованої соломи. Будівництво екологічно чистих купольних будинків можливо виконувати на основі соломи. Так словацька студія «Createrra» побудувала в 2010 році перший купольний будинок з солом'яних тюків площею 64 м^2 та висотою 5.53 м, рис.3.15. В його будівництві прийняли участь група молодих архітекторів, які з'їхалися з усього світу. Керував проектом німецький професор Гернорд Мінке.



а) б) в)

Рис.3.15. Купольний каркасний будинок з соломи: а) план будинку; б) розріз та в) екстер'єр та інтер'єр будинку

Технологія зведення зазначеного будинку полягала в наступному. На першому етапі влаштовувався фундамент на палях та рулонна гідроізоляція основи. На цей фундамент виконується обпирання основного каркасу куполу будинку. На наступному етапі зводився дерев'яний каркас, основні конструкції якого були виконані в заводських умовах. Каркас виконувався з дубових балок та ОСП-плит, рис.3.16.



а) б) в)

г) д) е)

Рис.3.16. Основні технологічні етапи зведення купольного будинку з пресованої соломи: а) влаштування фундаменту з паль, б) монтаж дерев'яного каркасу, (в) і (г) перев'язка та влаштування каркасу з солом'яних блоків; д) опорядження глиняним розчином, е) влаштування гідроізоляції та зеленої покрівлі

Між і по дерев'яному каркасі влаштовувалися пошарово тюки з соломи і перев'язувалися полімерними мотузками. Товщина тюків складала 400 мм. З зовнішньої (товщиною 35 мм) і внутрішньої (товщиною 40 мм) сторін виконувалася глиняна штукатурка, яка захищає солому від різного виду впливів та при цьому зберігає екологічність будинку.

Нанесення з внутрішньої сторони першого (чорнового) шару глиняної штукатурки виконувалося механізовано, а наступний вирівнюючий шар виконувався вручну. Наступним кроком є влаштування з зовнішньої сторони гідроізоляції з допомогою ЕПДМ-мембран, зверху якої влаштовуються мішки з землею. Це буде слугувати основою для зеленої покрівлі товщиною 150 мм.

Одночасно з цим виконується внутрішнє опорядження. В верхній частині куполу влаштоване кругле вікно для природнього освітлення.

Купольний будинок (будинок-напівсфера) з пресованого пінополістиролу. На початку XXI століття в Японії будівельною компанією «Japan Dome House Co» запроваджено будівництво приватних котеджів напівсферо- або куполоподібної форми, рис.3.17. Якщо для житлового будинку одного купола мало, то їх можна об'єднати між собою переходами-коридорчиками. В свою чергу поєднанням сфер можливо створити модульні будівлі різного призначення, наприклад, магазини, конференц-зали, підсобні приміщення тощо. Більш сприятливою та технічно-коректною назва для таких будинків буде – купольний будинок зі збірних будівельних ізоляційних панелей на основі пресованого пінополістиролу.

Житлові будинки з пінополістиролу стійкі до землетрусів і ураганів. Крім цього, пінополістирол оброблений спеціальним розчином, який перешкоджає горінню. При дії зовнішніх високих температур матеріал не займеться, лише буде спостерігатися його тління, без виділення отруйних речовин. Тому будинок з такого матеріалу безпечний при пожежі.



а) б)

Рис.3.17. Купольний будинок з пресованого пінополістиролу: а) загальний вигляд будинків; б) сегменти-пелюстки його конструкцій з розмірами

Для зведення будівлі використовуються добірні пелюстки-секції, які виконані із пресованого модифікованого пінополістиролу з середньою щільністю не менш ніж 35 кг/м^3. Товщина стін таких будинків за японською технологією складає 175 мм. Завдяки цьому знизяться витрати на опалення взимку і охолодження – влітку. Розмір сегментів різний і залежить від розміру майбутнього будинку. Діаметр стандартного будинку – 7,7 м, висота – 3,85 м, загальна площа – 44,2 м^2. Для зведення будинку з зазначеними об’ємними

параметрами розміри конструкцій сегментів-пелюстків наведені на рис. 3.71. Секції мають пази для стиковки одна з одною. Зведення будинку полягає в улаштуванні фундаментів (можливе зведення і без них) та влаштуванні каркасу будинку 2-3-ма монтажниками, яке займає біля трьох годин. Перед влаштуванням захисного покриття в товщі пінополістиролу в проектних рівнях вирізають отвори, які будуть слугувати віконними та дверними проємами чи іншими технологічними отворами. Після монтажу каркаса на поверхню будинку вкладають полімерну сітку та наносять торкретбетон. Він являє собою тонкошарову штукатурку, яка дає змогу підвищити вогнетривкість матеріалу. Покриття для будинків з пінополістиролу має виконувати наступні функції: слугувати надійним захистом від механічних пошкоджень; виконувати функції гідроізоляції; бути фінішним декоративним покриттям та мати ступінь розширення аналогічну стіни з пінополістиролу, щоб в процесі експлуатації не утворювалися мікротріщини. Всередині приміщення проводять оздоблювальні роботи, які полягають в опоряджені стін та влаштуванні підлог на основі пінополістиролу по металевому каркасу.

Екокупол або «Місячний кокон» («Earthbag»). Існують технології для широт з м’яким та сухим кліматом в яких передбачено будівництво будинків по, так званій, технології екокупол або «Місячний кокон» («Earthbag»), рис.3.18. Такий проект був запропонований американським архітектором Надаром Халілі та його асистентами зі студентами. Ця технологія затребувана в країнах, що розвиваються Африки, Латинської Америки та Азії. Такі будинки є зведені і в Україні (рис.3.18, знизу). За ним передбачено зведення куполоподібних будинків з мішків, які наповнені землею та піском, В порожнинах влаштовують блоки, які вироблено з глини та соломи. Корисна площа будинку складає здебільшого 40 м^2.





а) б)

Рис.3.18. Купольні та циліндричні будинки на основі ґрунту в мішках: а) в процесі зведення та б) закінчені будинки

Технологія зведення такого будинку полягає у наступному, рис.3.18. Для початку розмірюється коло необхідного діаметру, яке і буде складати форму майбутньої будівлі. Потім на глибину 150-200 мм викопується траншея (в залежності від регіону можлива і більша нижня відмітка фундаменту), в яку влаштовується гідроізоляція рулонного типу. Далі на гідроізоляцію починають влаштовувати продовгуваті поліпропіленові мішки наповнені ґрунтом, що замішаний з портландцементом, та які будуть слугувати фундаментом будинку. Фундаменти складаються з двох шарів мішків. Краї мішків для збереження циліндричної форми з основою еліпс підгинають під нього. Мішки з ґрунтом втрамбовуються пошарово ручними або механічними трамбівками і поєднуються між собою
колючим дротом, який розташовують в два ряди паралельно між собою на відстані 100-150 мм. В необхідних конструктивних вузлах (наприклад, арки проємів), напуск колючого дроту повинен складати не менш ніж 600 мм. В проектних місцях влаштовують закладні конструкції, які будуть слугувати віконними та дверними проємами, та технологічними отворами. Кожні три шари влаштовують циліндричні трубки Ø30 мм для подальшого закріплення опоряджувального зовнішнього та внутрішнього шарів. Технологічні отвори можливо влаштовувати як між шарами мішків, так і безпосередньо в товщі мішку, шляхом його вирізання. Для створення куполу кожен наступний шар мішків зміщується один відносно одного. В верхній частині купола за необхідності влаштовується труба для вентиляції.

Швидкість заповнення мішків вручну грунтом складає 10 м/год. Нещодавно розроблена машина спеціалістами компанії United Earth Builders виконує цю роботу з швидкістю 120 м/год та допомагає зводити сам каркас будинку. При цьому такий механізм дозволяє використовувати мішки різних

розмірів і діаметрів. Це дозволяє в декілька разів збільшити швидкість будівництва стін і куполів будівель.

У разі необхідності зведення в короткі терміни споруд громадського та промислового призначення з покращеними термоізоляційними властивостями використовуються *пневмомодулі або повітряопірні споруди.* До повітряопірних відносять будь-які споруди, структурна цілісність яких, забезпечується надлишком внутрішнього тиску повітря, що діє на гнучку оболонку, рис.3.19.



а) б) в)

Рис.3.19. Повітряопорні споруди: а) в процесі монтажу, б) загальний вигляд споруди, в) розташування споруди на даху будинку, що експлуатується

Основу повітряопорної споруди становить надувний купол, закріплений на анкерному або стрічковому бетонному фундаменті. Будівля спирається на повітря, який подається всередину за допомогою вентиляторів. Надувні купола оснащені шлюзовими системами для входу і виходу людей. При ширині приміщення до 36 метрів такі будівлі можуть бути необмежено довгими. Найчастіше вони призначені для спорткомплексів, наприклад, тенісних кортів, стадіонів, проведення розважальних заходів, використовуються як склади, ангари, медпункти і т.і. Однією з особливостей таких конструкцій, є можливість їх монтажу на дахах будинків, що експлуатуються. При цьому спостерігається низька трудомісткість і короткі терміни їх зведення.

Будівництво повітронаповнюваних споруд потребує попередньої розробки проекту. На даному етапі реалізується комп'ютерне графічне моделювання майбутнього купола. На етапі проектування визначається також оптимальний температурний режим у внутрішній порожнині купола виходячи з кліматичних умов, в яких буде експлуатуватися споруда.

Повітряопорні споруди містять оболонку у вигляді цілісного полівінілхлоридного (ПВХ) полотна, яке має армуючі вставки. Матеріал

просочений речовиною-антипіреном, що захищає його від займання. Силові нитки армуючої сітки переплетені таким чином, щоб виключити розрив напружених ділянок купола як під впливом надлишкового внутрішнього тиску, так і сильних різких поривів вітру. ПВХ-тканини, з яких складаються повітряноопорні споруди, обробляються унікальними хімічними складами, які захищають купол конструкції від впливу ультрафіолетового сонячного випромінювання, мікроорганізмів, надмірної вологи, пересихання. Матеріал, що використовується стійкий до утворення шару забруднень і легко очищається звичайною водою. Слід зазначити, що основним теплоізоляційним компонентом цієї конструкції є повітряний прошарок між полотнами ПВХ.

Через те, що під куполом конструкції створюється надлишковий тиск, то надувні повітряноопорні споруди прагнуть відірватися від основи. Для виключення цього моменту, конструкція фіксується по периметру системою анкерів. Крім цього, закріплення споруди такими кріпленнями сприяє заощадженню тепла всередині купола. Фіксація конструкції повітряопорної споруди може відбуватися наступними способами: анкерні металеві гвинти, з'єднані з оболонкою з ПВХ, вгвинчуються в ґрунтову основу з проміжками в 0,5-1 м. В якості альтернативи анкерам застосовуються водоналивні ємності або бетонні блоки, які виконують аналогічні функції за рахунок своєї ваги. В подальшому встановлюються і підключаються через повітроводи повітрянагнітальне обладнання.

Питання для самоперевірки

1. На які основні типи поділяються сучасні фасадні системи?

2. Яким вимогам повинні відповідати сучасні фасадні системи?

3. Які фасадні системи прийнято називати системами «мокрого типу»?

4. Які особливості влаштування фасадних систем «мокрого» типу з утепленням?

5. Опишіть послідовність робочих операцій по влаштуванню фасадної системи «мокрого» типу.

6. Від чого залежить і чому дорівнює тривалість технологічного перерви між механічним і клейовим кріпленням матеріалу утеплювача?

7. Які системи називаються «сухі» системи?

8. Опишіть принципову схему навісного вентильованого фасаду.

9. Наведіть приклад технологічної послідовності монтажу системи вентильованого фасаду.

10. У чому полягає особливість влаштування вентильованого фасаду по технології «ДІАТ»?

11. В чому особливість пристрою колодязьної кладки?

12. У чому полягають принципові відмінності цегельної кладки з засипною, плитною, литою теплоізоляціями?

13. Перерахуйте особливості пристрою багатошарової кладки з теплоізоляцією.

14. У чому полягає технологія незнімної опалубки?

15. Наведіть приклади основних технологій незнімної опалубки.

ТЕМА №32. ТЕПЛО- І ЗВУКОІЗОЛЯЦІЯ СВІТЛОПРОЗОРИХ СИСТЕМ, ВІКОННИХ І ДВЕРНИХ ПРОЄМІВ

На сьогоднішній день розроблені і широко використовуються в будівництві цілий ряд світлопрозорих матеріалів та конструкцій, у яких поліпшені тепло- і звукоізоляційні властивості за рахунок застосування нових матеріалів і нових технологічних рішень на їх основі. Найбільш розповсюдженими є віконні системи.

Світлопрозорі віконні системи

Способи збільшення теплоізоляційних властивостей світлопрозорих систем досить різноманітні. Насамперед, теплозберігаючі властивості світлопрозорих заповнень багато у чому залежать від типу і якості несучих профілів. Проте вони займають лише невелику частку площі отвору. Весь інший простір займають склопакети. Саме характеристики скла і конструкції на їх основи визначають основні властивості, більшою мірою, загальну теплопровідність системи.

• *Теплопровідність віконного (вітражного) профілю.*

За допомогою збільшення кількості камер в металевому або пластиковому (ПВХ) профілю віконного блоку можна зменшити його

теплопровідність [51]. На сьогоднішній день багато виробників випускають алюмінієві, пластикові або комбіновані профілі з 2...5-ма і більше камерами, рис.6.1.

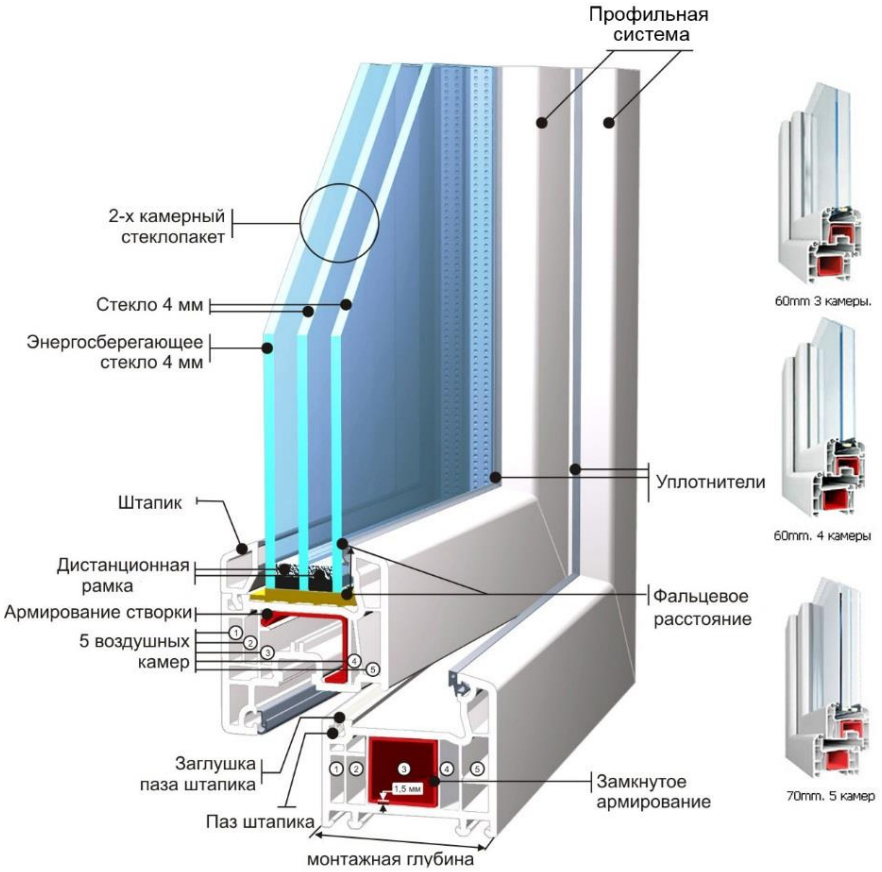
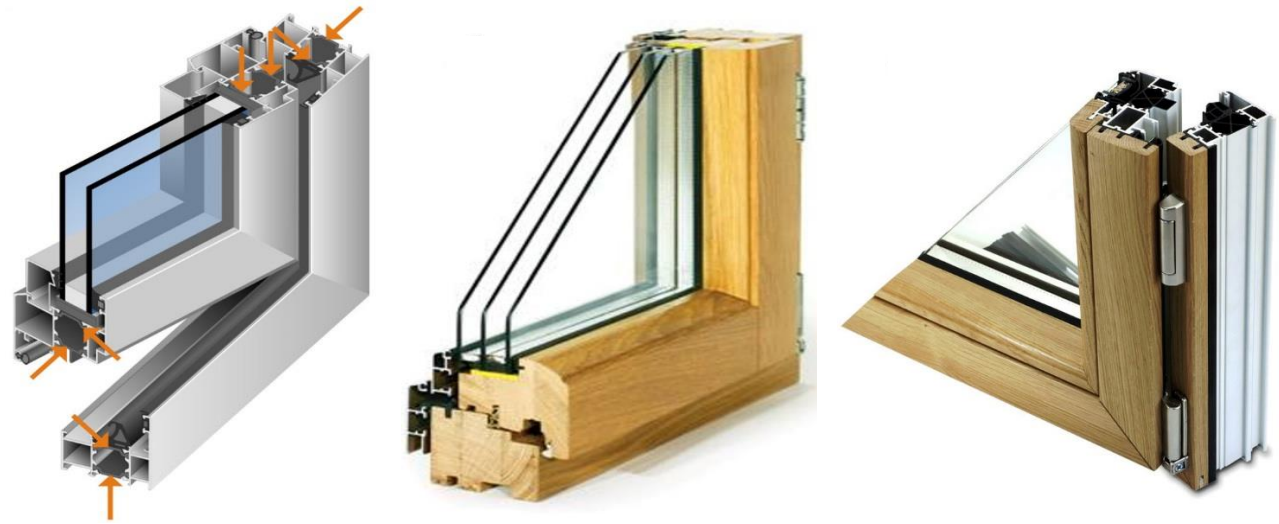


Рис.6.1. Загальний вигляд профілей металопластикових вікон

Профілі з алюмінію можуть бути анодовані, забарвлені або ламіновані. Для алюмінієвих профілів використовують полімерні вставки, які розривають містки холоду, рис.6.2.а. У той же час для виготовлення профілю можна застосувати матеріали, що мають менший коефіцієнт теплопровідності. Це, наприклад, склокомпозитні профілі [ ], дерев'яні профілі з клеєної деревини (рис.6.2.б.) або комбіновані профілі (дерево-алюмінієві), рис.6.2.в.



а) б) в)

Рис.6.2. Віконні профілі: а) алюмінієвий з полімерними вставками (показані стрілками); б) дерев'яний; в) комбінований (дерево-алюмінієвий)

- Велике значення для теплозбереження має *теплопровідність самого склопакету*.

Знизити втрати тепла можливо за рахунок збільшенням кількості листового скла і, відповідно, камер між ними у віконній системі. Найбільш раціональні для житлових приміщень, в залежності від кліматичного району двох-, рідше – трьохкамерні склопакети, рис.6.3 [52].



Рис. 6.3. Види звичайних склопакетів

- Втрати тепла, обумовлені *конвекцією повітря*. Ця проблема може бути вирішена шляхом використання герметичного склопакету, оптимальним проміжком камер між склом, що може призупинити конвекційний перенос тепла, заповнення простору між склом інертним газом (аргоном або криптоном) чи сучасними прозорими матеріалами (наприклад, аерогель) або збільшенням кількості камер в склопакеті. Слід відзначити, що завдяки заповненню проміжку в склопакеті аргоном, там ніколи не буде конденсату, та й термін служби ущільнювачів буде довшим.

• *Інфрачервоне випромінювання внутрішнього тепла через скло*. На його частку припадає до 70% втрат тепла. Одним з можливих шляхів зниження таких втрат – це використання низькоемісійного скла, на одну з поверхонь якого нанесено спеціальне енергозберігаюче покриття. Таке покриття безперешкодно пропускає в приміщення короткохвильове сонячне випромінювання, яке нагріває меблі та інші предмети, але відображає всередину будівлі довгохвильове (інфрачервоне) випромінювання, що виходить від нагрітих предметів і нагрівальних приладів. Тим самим значно знижуються променеві втрати тепла через прозорі огороджувальні конструкції.

Енергозберігаючі склопакети з низькоемісійним склом, яке відображає в холодну пору року інфрачервоне (теплове) випромінювання від приладів опалення назад в приміщення, а влітку відображає жаркі сонячні промені, затримують ультрафіолетове (сонячне) випромінювання не більше звичайного скла, рис.6.4. Така вибірковість отримала назву «емісійна здатність». Скло з такими покриттями ще називають «селективними склом».

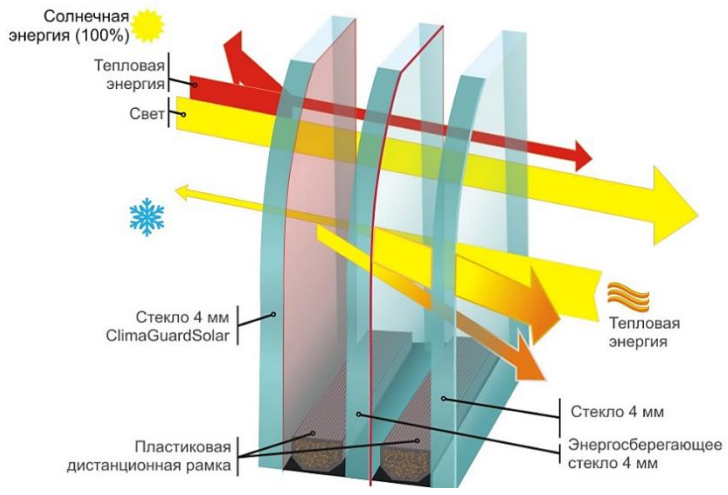


Рис.6.4. Принцип дії енергозберігаючого склопакета

Таким чином, чим нижча емісійна здатність скла, тим вище його енергозберігаючі властивості. Випромінювальна здатність скла позначається буквою *E*. Для порівняння, у звичайного скла *E*=0,83, а у скла з низькоемісійним оптичним покриттям *E*= 0,004...0,2. В останньому випадку скло відбиває в приміщення до 90% теплової енергії, що дозволяє істотно скоротити витрати на опалення житла.

Сонцевідбиваючі покриття діляться на дві основні категорії – неселективні (відбивають сонячну радіацію у всьому спектрі сонячного

випромінювання) і селективні. Останні пропускають видиме світло і відбивають інфрачервоне випромінювання з довжиною хвилі близько 0,78 мкм, куди відноситься і теплове випромінювання. Всі селективні покриття відносяться до категорії «м'яких покриттів». Один з типів такого скла – *і*-скло. Це скло з «м'яким покриттям» має покриття на основі срібла, що наноситься на вже готове флюат-скло (скло, яке виготовлене за флюат-технологією) по технології off-line («поза лінією», англ.) і утримується на склі силами молекулярної взаємодії.

Товщина покриття становить декілька сотих часток міліметра. Воно, практично, не помітне для людського ока. *і*-скло відмінно пропускає сонячне світло, не знижуючи освітленості приміщення, і відбиває теплові хвилі. Для збереження покриття і властивостей скла його встановлюють усередині склопакету, де воно захищене від вологи і дії абразивних частинок пилу, що літають в повітрі.

і-скло, порівняно з традиційним, володіє поліпшеними показниками теплозахисту. Наприклад, при зовнішній температурі -26 °С і температурі в приміщенні +20 °С температура на поверхні скла усередині приміщення буде у звичайного склопакету +5°С, а в склопакету з *і*-склом +14 °С. Підвищення температури внутрішнього скла автоматично знижує ризик появи конденсату на внутрішній стороні скла.

Переваги *і*-скла в порівнянні з традиційним склом:

• максимальні енергозберігаючі характеристики;

• низька світловідбиваюча здатність;

• зменшення внутрішньої конденсації при рівних умовах.

Проте до використання скла з такими характеристиками необхідно ставитися вкрай обережно. Це викликано тим, що при влаштуванні світлопрозорих фасадів з панорамним склінням необхідно враховувати об’ємно-планувальне рішення та просторове розміщення будинку, особливо в умовах щільної міської забудови. Оскільки сонячні промені, що відбиваються

від поверхні такого скла можуть приводити до надмірного нагрівання конструкцій будинків, які знаходяться поряд і на які направлені ці промені.



Рис.6.6. Двохрамна класична конструкція віконного дерев'яного блоку

Раніше достатні теплоізоляційні властивості віконних блоків досягалися двохрамною конструкцією: значним повітряним проміжком між листовим склом (80-100 мм) (рис.6.6). При цьому збільшувався конвективний переніс тепла (рух повітря в міжскляному просторі). Ретельно оброблені і підігнані класичні дерев'яні віконні блоки можуть ефективно експлуатуватися досить тривалий період часу (не менш ніж 30-40 років). Для цього дерев'яну конструкцію віконного блоку необхідно обробити антисептиками, покрити лаком чи пофарбувати (для підвищення довговічності), а в місцях прилягання скла до рами і штапика до скла нанести сучасний, наприклад, силіконовий герметик (для поліпшення тепло- і звукоізоляційних властивостей).

Аналогічні дії можливо виконати і при ремонті старих вікон. Для цього необхідно, перш за все, видалити стару фарбу, наприклад, за допомогою паяльної лампи (тобто випалити фарбу з поверхні) або хімреагентів, та одночасно зіскоблюємо її металевими шпателями. У тому випадку, якщо спостерігається процес гниття деревини, то їх краще замінити. Щілини і каверни залагоджуємо герметиками та шпатлівками, а потім обробляємо поверхню антисептиками (можливо і оліфою чи більш сучасними матеріалами) та фарбуємо. Для герметичності прилягання конструктивних

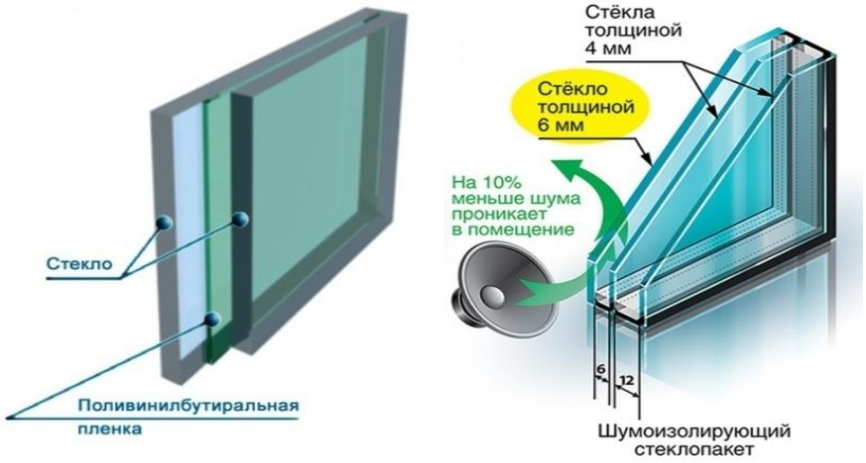
шарів можливо використовувати рідкі герметики або теплозвукоізоляційні стрічки.

Шумові впливи на вікно носять, як правило, повітряний характер. Зовнішнє джерело випромінює звукову хвилю, яка викликає коливання скла, що у свою чергу стає причиною випромінювання звукових хвиль в приміщення.

Головна небезпека повітряного шумового впливу – явище просторово-частотного резонансу, яке різко знижує звукоізоляцію. Воно характерне для шумових навантажень високої частоти. Саме до таких шумів вікно особливо чутливе, і потовщення скла не зможе значно підвищити звукоізоляцію. Максимально ефективні, з точки зору звукоізоляції, сучасні склопакети. Їх звукоізолюючі властивості пов'язані з товщиною скла, величиною повітряного проміжку, герметичністю.

Склопакети зі скла типу «триплекс» в першу чергу призначені для збільшення ударної міцності. Між двома шарами скла вони містять проміжний шар смоли (рис.6.7, а), що певною мірою підвищує і їх звукоізоляційні параметри у порівнянні зі звичайними склопакетами.

Частково вирішити проблему поліпшення звукозахисних характеристик можна за рахунок влаштування декількох скляних листів, розділених повітряними проміжками. Зокрема, експериментально



а) б)

Рис.6.7. Рішення для підвищення звукоізоляції світлопрозорих заповнень: а) структура скла «триплекс»; б) шумозахисний двохкамерний склопакет з потовщеним зовнішнім склом

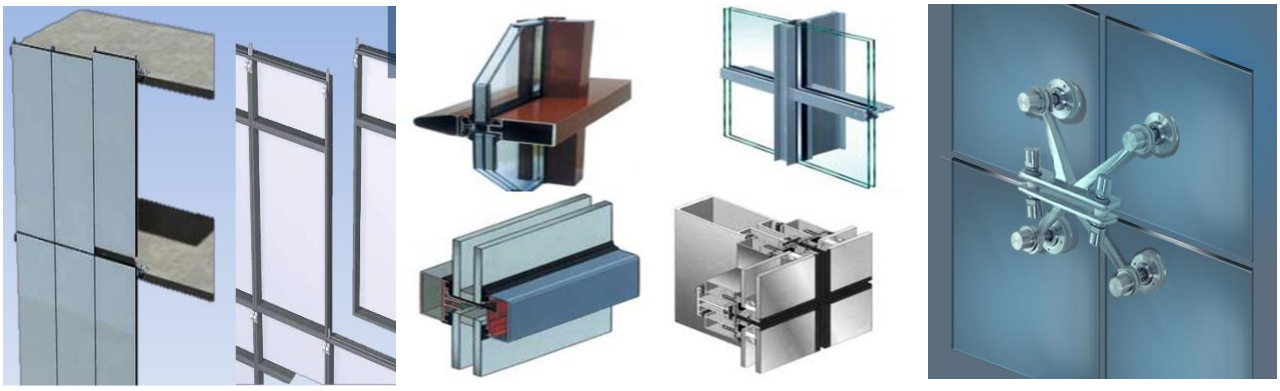
доведено [ ], що при цьому поліпшується звукоізоляція в діапазоні частот від

400 до 800 Гц. В інших діапазонах (від 100 до 400 і від 800 до 3000 Гц) ефект від двошарового (тришарового) скління – незначний. Склопакет з трьома 4 мм склом і відстанню 12 мм і 8 мм між ними знижують рівень вуличного шуму на 40 дБ. Хороші показники дає скло товщиною 6 мм з різними відстанями між ними (рис.5.7, б). Необхідно відзначити, що збільшення товщини скла вдвічі (від 3 до 6 мм) поліпшить звукоізоляцію всього лише на 4 дБ. Таку різницю людина практично не відчуває, збільшення міжскляного простору покращує звукоізоляційні властивості вікна теж лише на кілька відсотків.

Світлопрозорі фасадні конструкції

Системи одношарових фасадів влаштовуються до зовнішньої сторони конструкцій будинків за наступними основними схемами їх кріплення. Це елементний фасад (модульний) або блочний світлопрозорий фасад (рис.6.9.а), стійково-ригельний фасад, (рис.6.9.б), спайдерні конструкції влаштування (рис.6.9.в), безрамний фасад або комбінація їх.

Елементний (модульний) фасад) представляє собою конструктивно-технологічну систему, основною відмінністю якої є те, що для її влаштування використовуються стінові елементи максимальної заводської готовності, рис.6.10. Тобто, все більше процесів переноситься з будівельних майданчиків в заводські цехи, і висока технологічність монтажу готових фасадних виробів відповідає високій технологічності їх виготовлення. Це дозволяє



а) б) в)

Рис.6.9. Основні схеми кріплення світлопрозорих систем до конструкцій будинків або несучих каркасів: а) модульна; б) стійково-ригельна; в) спайдерна

монтувати світлопрозорі (і не тільки) фасадні конструкції зсередини будівлі до конструкцій перекриття, і таким чином отримувати значну економію на підйомних механізмах і будівельних риштувань. І ще один важливий фактор – це можливість монтажу конструкцій в будь-який час року, при будь-якій погоді (крім шквального вітру (вище 45 км/год)). При цьому число необхідних монтажних операцій, що виконуються на об'єкті, значно знижується, що, у свою чергу, призводить до більшої культури виконання робіт на будівельному майданчику та до скорочення термінів виробництва.



а) б) в)

Рис.6.10. Елементне (модульне) скління: а) загальний вигляд (комп’ютерна модель); б) монтаж зсередини приміщення; в) монтаж ззовні

Одним із видів елементного (модульного) скління є застосування *напівмодульних (структурних) систем*. У цих системах використовується комбінований спосіб збірки і монтажу. Склопакет приклеюється до алюмінієвої рамки за допомогою структурного герметика в заводських умовах і доставляється на будмайданчик. На відміну від модульної системи (де рама з профілю несе на собі навантаження всього модуля), у цій системі рама з алюмінієвого профілю виконує декоративні функції і функції кріплення склопакету до стійково-ригельного каркасу. При цьому способі на будівлі попередньо монтуються стійки і ригеля, а потім алюмінієва рама зі склопакетом навішується на цю систему.

Стійково-ригельний спосіб влаштування світлопрозорих фасадів представляє собою каркас основи світлопрозорої системи з поперечних та

повздовжніх металевих (стальних, алюмінієвих або їх комбінація) профілів, які попередньо закріплюються до несучих конструкцій будинку. Теплоізоляція в таких системах досягається за рахунок використання багатошарового скління (одно- або двохкамерних склопакетів з заповненням інертними газами (аргон, криптон)), ущільнювачів, прокладок, а також влаштування в алюмінієвих профілях «терморозривів» з ізоляційного матеріалу, яким, як правило, слугує поліамідна вставка, що армована скловолокном. Для підвищення тепло- і звукоізоляції вона може бути заповнена пінополіуретаном.

Кріплення склопакетів до стійково-ригельного каркасу у свою чергу ділиться на *стійково-ригельне скління, структурне* або *напівструктурне скління.*

Стійково-ригельний спосіб скління найбільш розповсюджене кріплення світлопрозорих пакетів до його каркасу, рис.6.11. Він передбачає механічне поперечне і повздовжнє кріплення склопакетів до стійково-ригельного каркасу з допомогою притискних планок та декоративних накладок. Конструкція системи передбачає застосування різних видів заповнення товщиною від 4 до 38мм. Це можуть бути як скло, склопакети, так і непрозорі листові матеріали, наприклад, сендвіч-панелі. Такий вид скління є найбільш надійний та ремонто-придатний. При такому виді скління фасад здебільшого представляє собою розбиту на прямокутні сегменти поверхню.



а) б) в)

Рис.6.11. Стійково-ригельний спосіб скління: а) загальний вигляд (комп’ютерна модель); б) монтаж стійково-ригельного каркасу; в) монтаж

склопакету

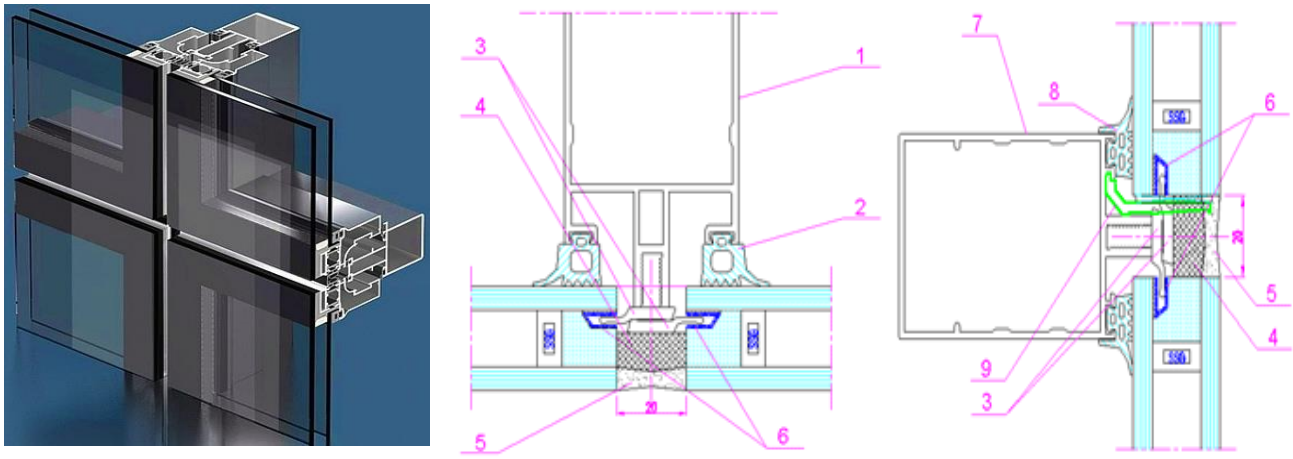
Однак при монтажі світлопрозорих фасадів, влаштованих за допомогою такого кріплення, слід особливу увагу приділяти герметичності примикань притискних планок до скла. Оскільки при значних поривах вітру та сильному дощу можливе протікання таких конструкцій, що спостерігалося на деяких багатоповерхових будинках. Причинами таких недоліків можуть бути: по-перше – низька культура виконання робіт, а по-друге – осадові деформації, які виникають внаслідок: нерівномірної осадки, температурних деформацій самої світлопрозорої конструкції або деформації, які виникли внаслідок вітрових та дощових навантажень. Тому для виключення таких недоліків, стики конструктивних шарів слід додатково ізолювати еластичними герметиками та полімерними ущільнювачами. Це особливо актуально для прибережних районів, або для районів з великою кількістю опадів з сильними поривами вітру.

Технологія монтажу стійково-ригельних систем полягає в наступних операціях:

- збірка окремих частин конструкції на майданчику. Паралельно можуть проводитися роботи по улаштуванні риштувань і додаткових будівельних конструкцій;
- розмітка і розбивка по осях;
- збірка каркаса, перевірка лінійних розмірів, остаточне кріплення;
- роботи зі скління та паро-, гідро- і теплоізоляції в місцях примикання до існуючої будови і її конструкцій;
- монтаж притискних планок і декоративних накладок, регулювання елементів, що відкриваються

Структурне скління, рис.6.12. Представляє собою конструкцію, що повністю виконана зі скла, та має гладку лицьову поверхню під якою схований несучий каркас. Це світлопрозора система в якій для кріплення склопакетів використовуються сучасні герметики. Застосування даної технології дозволяє

домогтися ефекту суцільної заскленої поверхні. На зовнішню сторону такого фасаду не виходять ніякі підтримуючі елементи, а стійкість конструкції забезпечується за допомогою спеціального силіконового герметика. Слід відзначити, що силіконові герметики не тільки виконують функції герметизації, але і при склеюванні захищають елементи фасадів. У систему структурного скління можуть бути вбудовані вікна, які відкриваються назовні, причому таким чином, що при закритих стулках відмінності на фасаді між їх блоками, що відкриваються і нерухомими, помітити неможливо.



а) б) в)

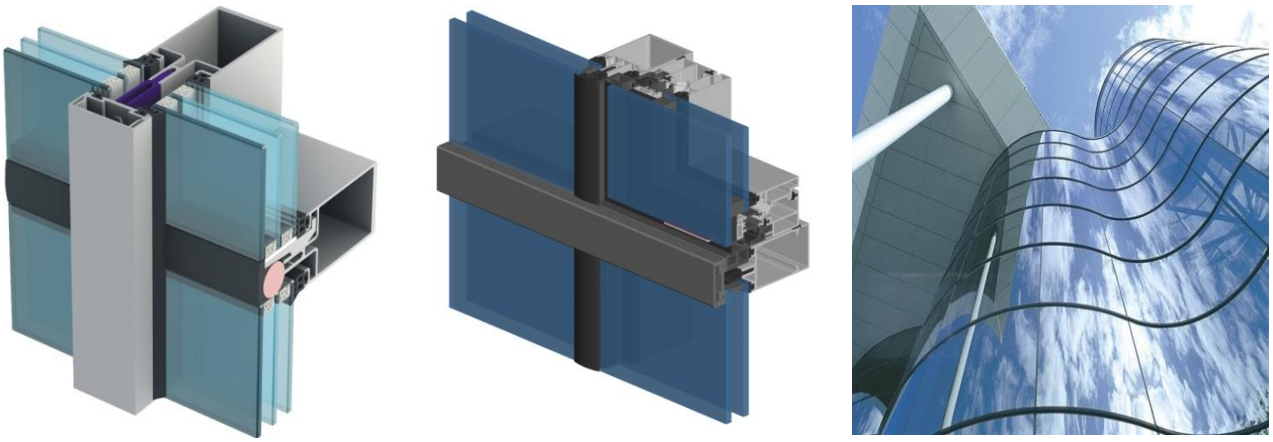
Рис.6.12. Структурне скління: а) загальний вигляд; б) переріз стійки; в) переріз ригелю. 1 - стійка; 2 - внутрішнє ущільнення стійки; 3 - механічні притискачі структурного скління; 4 - попередньо стиснута ущільнююча стрічка; 5 - герметик; 6 - профіль опорної рамки; 7 - ригель; 8 - внутрішнє ущільнення ригеля; 9 - підкладка під склопакет

Структурний фасад є одним з технічно складних і відповідальних при монтажі з усіх типів світлопрозорих фасадів. Склопакет для структурного скління особливий – зовнішнє скло у нього більше внутрішнього, що дозволяє приклеювати до опорного стійково-ригельного каркасу як зовнішнє, так і внутрішнє скло. Зазори між поряд розташованим склом виконують мінімальними. Вони призначені тільки для того, щоб компенсувати температурні коливання сусідніх склопакетів або інших фасадних елементів. Існують конструктивно-технологічні рішення, які передбачають для збільшення безпеки і надійності конструкції, крім простого приклеювання

склопакетів, застосовувати ще і їх механічну фіксацію. На внутрішнє скло склопакета приклеюється спеціальний профіль, який утворює по краю опорну рамку. Вона закріплюється на вертикальні алюмінієві стійки-профілі і горизонтальні ригелі. Це значно підвищує безпеку конструкції скління, тому що термостійкість клею менше 200 °С, і механічне кріплення допомагає надійному утримуванню склопакету.

Однією з проблем при влаштуванні такого скління є необхідність проведення монтажних робіт тільки при позитивних температурах повітря навколишнього середовища. Такої умови в першу чергу потребує техніка безпеки при виконанні робіт, а в другу – спеціальний структурний силіконовий герметик. У разі коректного проектування та монтажу система може успішно протистояти силі тяги, тиску, зрушенню (сколюванню), безперервному руху, погодних умов і змін температури. Матеріали, що використовуються, повинні бути підібрані по якостям склеювання, сумісності і коректному визначенню розмірів.

Напівструктурне скління, рис.6.13. Світлопрозорі елементи скління утримуються як герметиком так і притискними планками, які мінімально перекривають скляну поверхню. Є проміжним варіантом між стійково-ригельною і структурною системами скління фасаду. При напівструктурному склінні використовується структурний склопакет, також присутні притискні планки (наприклад, еліпсоподібні або напівкруглі) і накладні декоративні кришки, які кріпляться до ригелів або стійок всього каркасу фасадної конструкції будівлі. В таких системах притискні планки (розміром по ширині 50 мм або 38 мм) встановлюються тільки горизонтально або вертикально. У перпендикулярному напрямку шви заповнюються герметиком (зазвичай – під колір скла) або ущільнювачем. Декоративні накладки часто мають форму «гребню», що підкреслює «векторність», спрямованість скління.



а) б) в)

Рис.6.13. Напівструктурне скління з: а) вертикальними, б) горизонтальними притискними конструкціями, в) загальний вигляд фасаду будинку з горизонтальними притискними планками

Спайдерне або планарне скління. Це технологія безпрофільного або безкаркасного скління, яке скріплюється в єдину суцільну світлопрозору систему за допомогою спайдерів, утворюючи рівну поверхню, з максимальним ефектом світлопропускання, а іноді і з дзеркальним ефектом. Назва спайдер походить від англійського слова "spider" – павук. Спайдер – це спеціальний кронштейн з одно-, двох-, трьох- та чотирьох точковим кріпленням з легованої (нержавіючої) сталі, який виконано в павукоподібній формі (рис.6.14.а, б, в) і призначений для кріплення скла з допомогою рутелю, рис.6.14.г.

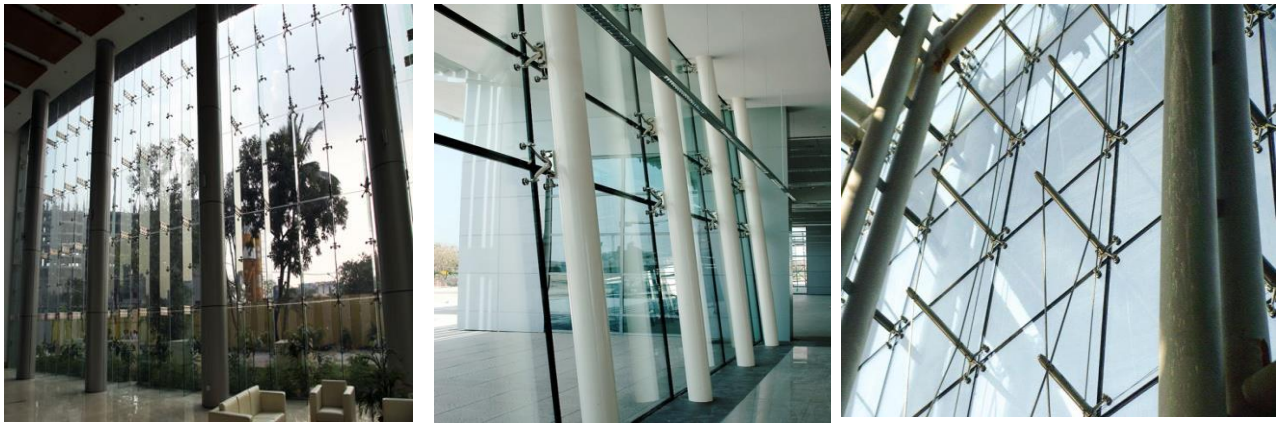


а) б) в) г)

Рис.6.14. Спайдери для кріплення скла на: а) скляний каркас, б) металевий профільований каркас, в) каркас з металевих натягнутих струн-тросів (вантова схема); г) рутель

В якості елементів кріплення використовуються конічні шайби або вирівнюючі кільця з тефлону. У свою чергу в якості каркасу для кріплення скла можуть слугувати: скляні листоподібні каркаси (рис.6.15.а), металеві

стійки різних за формою перерізу (рис.6.15.б), металеві натягнуті струни-троси (вантова схема) (рис.6.15.в).



а) б) в)

Рис.6.15. Спайдерне скління на несучу основу: а) скляний каркас, б) металевий профільований каркас, в) каркас з металевих натягнутих струн-тросів (вантова схема)

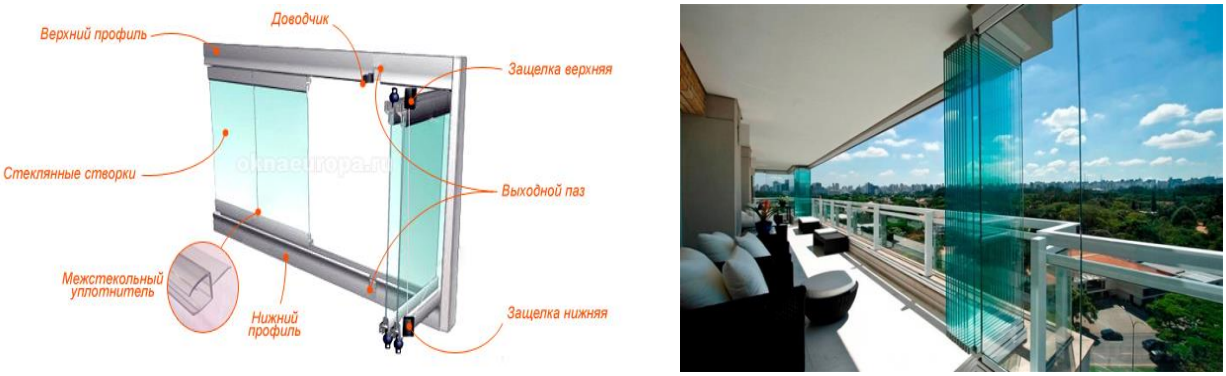
Важливою особливістю, яка визначає широку область застосування такого типу скління є: можливість влаштування скла і склопакетів великої площі (наприклад, джамбо-скло, від англ. «jumbo», «гігантське, крупногабаритне» розмірами одного листа – 6000×3210 мм, маса такого скла сягає до 1000 кг); мінімальна присутність несучих елементів з нержавіючої сталі з однією зі сторін будинку (зсередини, або ззовні); можливість застосування різних типів несучих систем – стоєчні, вантові, фермові, арочні, балкові. Скління на спайдерах реалізується за допомогою точкового обпирання скла на круглу головку через силіконові прокладки. Ця технологія вимагає свердління скла на спеціальних обробних центрах, жорсткого контролю при виконанні робіт, ретельної обробки. Для скла точка кріплення є точкою місцевої концентрації напружень, тому за допомогою силіконових прокладок необхідно виключати можливість контакту скла з металом. Для такого виду скління використовують зазвичай загартоване скло, яке володіє характеристиками міцності на вигин в 5-6 разів більше, ніж звичайне.

У свою чергу джамбо-скло використовують у світлопрозорих конструкціях для скління малоповерхових будинків та будівель, бизнес центрів (на нижніх поверхах), галерей та інших громадських будинків.

Кріплення таких фасадів не є абсолютно жорстким, і тому дозволяє перерозподілити великі пікові статичні та динамічні зовнішні навантаження скла на будівлю. "Спайдерні" фасади володіють підвищеною зносостійкістю і, практично, необмеженим терміном експлуатації. Через різні коефіцієнти лінійного розширення скла і металу, особливо при великих габаритних розмірах фасаду, в результаті нерівномірних переміщень опорних точок одна відносно одної можлива поява тріщин на склі в зоні отворів. Вирішити цю проблему дозволяє кульовий шарнір в точковому кріпленні спайдера, який може компенсувати можливі перекоси при монтажі і при експлуатації.

Зовні спайдерні фасадні системи скління представляють суцільну поверхню з ледве помітними швами, які заповнені герметиками або силіконовими ущільнюючими прокладками, що забезпечують високий рівень теплоізоляції та захисту від вологи. У випадку внутрішнього використання в будинках, світлопрозорі спайдерні системи виконуються, як правило, без герметиків. Такі системи можливо використовувати як при новому будівництві, так і при реконструкції, ремонті. Слід відзначити, що завдяки своїм особливостям створювати майже стовідсоткову прозору конструкцію, спайдерна система застосовується для захисту тендітних пам’ятників зодчества від згубного впливу навколишнього середовища.

Безрамне скління, рис.6.16. Одним із сучасних способів скління фасадів є безрамна конструкція або так звана фінська технологія безрамного скління, яке було запропоноване споживачам більш ніж 15 років тому.



а) б)

Рис.6.16. Безрамне скління: а) конструктивно-технологічна схема, б) загальний вигляд

Такому склінню притаманна відсутність вертикальних стійок і віконних рам. Скло ковзає за рахунок наявності роликів по профілю з направляючими отворами, який надійно кріпиться до поверхні верхньої плити і парапету. У тому випадку, коли вікна повністю закриті, конструкція виглядає немов суцільна скляна поверхня. Також систему можна легко згорнути «книжкою», пересунувши при цьому все листове скло в одну сторону. Туди ж можливо перемістити скло з кутів. Окремі частини конструкції можуть не тільки ковзати за профілем, але й обертатися на 360 градусів. У підсумку в складеному вигляді безрамне скління займає мінімум місця. Таке скління представляє собою одношарове скло, яке, зазвичай, застосовують розмірами – висота 1500-2800 мм, ширина 800-1000 мм, товщина 8-12 мм. Звуко-і теплоізоляція суцільної поверхні скла досягається за рахунок герметизації стиків скла силіконовими (майже прозорими) вкладками. Проте така конструкція, в першу чергу, відіграє естетичну роль, а вже вдруге – звукоізоляційну та вітрозахисну.

Подвійні фасади. Для покращення тепло- і звукоізоляції будівель можливо не тільки варіювати видами скла або профілів, що застосовуються, але і створювати нові архітектурні та технологічні рішення, які позитивно впливають на ці показники [8, 10]. Одним з таких рішень є технологія облаштування фасадів з подвійним контуром скління – «подвійні фасади» (англ. double-skin facade), рис.6.17.

Вони складаються із зовнішнього контуру, проміжного простору і внутрішнього контуру. Фасадна система зазвичай містить вентиляційні отвори, які забезпечують вентиляцію проміжного простору і внутрішніх приміщень. Іноді замість отворів влаштовують суцільну вентиляційну систему. Таким чином в подвійних фасадах можливо використовувати конструктивно-технологічні рішення зі скління, які розглянуті раніше, для досягнення необхідного проектного ефекту.



Рис.6.17. Варіанти улаштування світлопрозорих фасадів з подвійним контуром скління (double-skin facade)

Подвійні фасади складаються з наступних елементів:

- *фасадне скління*. Зовнішній шар виконується з загартованого скла. Воно може бути герметичним або з влаштованими системами вентиляції, які автоматично або вручну дозволяють контролювати потік повітря. Зовнішній шар може бути повністю засклено і використовуватися для захисту від вітру, а також забезпечувати внутрішній шар фасаду від зовнішніх кліматичних впливів.

- *внутрішній шар скління* включає в себе нерухомі або рухомі подвійні або потрійні склопакети. Внутрішні шар фасаду може складатися з декількох непрозорих елементів та може мати нерухомі або рухомі елементи технологічних отворів, в залежності від конструкції вентиляції, чка використовується в міжконтурному просторі.

- *міжконтурний простір,* тобто простір між внутрішнім і зовнішнім склінням може мати природну чи регульовану вентиляцію або бути повністю герметичним. Ширина простору залежить від конструкції і може варіюватися від 200 мм до 2000 мм. Ширина даного простору визначає фізичні властивості фасаду і те, наскільки необхідно забезпечити потрапляння сонячних променів всередину будинку. В простір між склінням може влаштовуватися освітлювальне обладнання.

Серед групи подвійних фасадів можна виділити – активний фасад (міжконтурний простір з механічною або примусовою вентиляцією), пасивний

фасад (міжконтурний простір з природною вентиляцією), мульти-скін фасад (багатошарові фасади) та багато інших.

Особливістю таких фасадів є те, що в залежності від погодних умов в міжконтурному просторі можливе регулювання вентиляційного і теплового навантаження. Це допомагає збільшувати енергоефективність систем подвійного фасаду та створювати комфортні кліматичні умови в приміщеннях. Оскільки відомо, що повітря в замкнутому просторі є досить добрим теплоізолятором, незважаючи на конвективний теплоперебіг.

Різновидом розглянутих вище фасадів є *подвійні фасади коридорного типу*, рис.6.18. У таких фасадах проміжний простір між двома площинами перекрито на рівні кожного поверху [54]. Передбачається наявність перегородок вздовж горизонтального коридору. Це необхідно з міркувань звукоізоляції, протипожежного захисту та вентиляції. Перегородки бажано виконувати в кутах будівлі, де існує велика різниця тиску повітря. В іншому випадку через віконні прорізи у внутрішньому фасаді будуть створюватися протяги. Зазвичай, цю проблему вирішують за допомогою закриття простору в кутах з боків. В іншій частині коридору виникають незначні відмінності тисків, що сприятиме природній вентиляції.



Рис.6.18. Подвійний світлопрозорий фасад коридорного типу: *а*, б – прохід між контурами скління; *б* – загальний вигляд будівлі

Як згадувалося раніше, для монтажу конструкцій на основі скла застосовують спеціальні профільні системи (ригельні, стояково-ригельні,

спайдерні, модульні та ін.), що забезпечують надійність та естетичність світлопрозорих конструкцій.

До новинок на ринку світлопрозорих матеріалів можна віднести матеріали, що наведені нижче, основні характеристики деяких з них наведені в розділі 1:

• самоочисне скло, застосування якого особливо актуально для спрощення обслуговування світлопрозорих конструкцій великої висоти;

• скло з електронагрівом, для танення снігу на світлопрозорому даху;

• «прозорий шифер» з оргскла;

• монолітний і стільниковий полікарбонат;

• тепловідбивний стільниковий полікарбонат для районів з жаркими кліматичними умовами та ін.

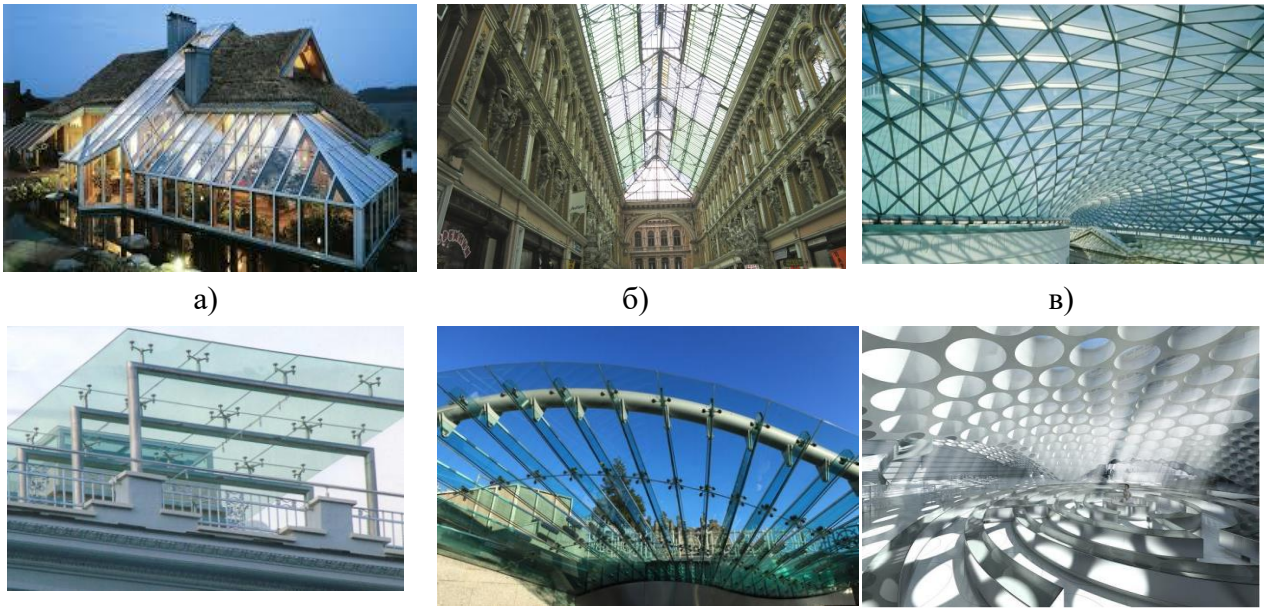
Слід відзначити, що однією з основних задач, яку необхідно вирішити при експлуатації світлопрозорих фасадів є очищення поверхні скла. Тому при проектуванні таких будинків слід особливу увагу приділити розміщенню стаціонарних підвісних люльок, які будуть використовуватися для обслуговування фасадів. Актуальним є розробка нових рішення, які дозволяють виконувати операції з очищування скла механізовано [Алена].

Світлопрозорі конструкції дахів

Основне призначення конструкцій світлопрозорих дахів це – по-перше – світлопрозора огороджувальна функція, а по-друге – тепло- та звукоізоляційна і по третє – естетична виразність. Для влаштування світлопрозорих конструкцій дахів застосовують майже ті ж самі конструктивно-технологічні рішення, що і для фасадних. Так, практика влаштування скляних дахів налічує більш ніж півторавікову історію. В свою чергу в сучасних конструкціях скляних дахів необхідно особливу увагу приділяти не тільки несучій конструкції, а також і склу, що застосовується. Це пов’язано з тим, що такі системи підлягають сніговим навантаженням, особливо в північних районах, та потребують уваги при їх експлуатації, особливо, безпеки. Щоб зменшити

ризики при їх експлуатації використовують триплекс-скло з електронагрівом. Воно і безпечне при руйнуванні, оскільки зберігає свою цілісність (не розпадається на осколки), і не дає можливості затримуватися снігу при ввімкненому підігріві. Також для безпеки конструкцій скляних дахів використовують закалене скло, армоване скло, скло з нанесенням спеціальними плівками тощо.

Для створення світлопрозорих дахів в основному використовують стійково-ригельну систему кріплення каркасних конструкцій (6.19.а, б, в), з застосуванням спайдерного кріплення скла, рис.6.19.г, д. В останній час все більшої популярності набирає застосування інноваційних кесонних конструкцій світлопрозорих дахів, рис.6.19.е.



а) б) в)

г) д) е)

Рис.6.19. Конструкції світлопрозорих дахів: а) похила стійково-ригельна, б) стійково-ригельна («Гостинница «Пассаж»» м. Одеса (1899 р.)); в) стійково-ригельна купольна система; г та д) з спайдерним кріпленням; е) кесонний світлопрозорий дах

Для забезпечення енергоефективності будівель необхідно використовувати нові технології з використанням скла з енергозберігаючими властивостями, наприклад, гальванічне скло і т.і.

Питання для самоконтролю

1. Для чого необхідно збільшувати кількість камер віконного профілю?

2. Наведіть основні технологічні прийоми для збільшення тепло - і звукоізолюючого ефекту у віконних конструкціях.

3. Скільки камер передбачається в склопакетах?

4. З якою метою використовується різна товщина скла в склопакеті?

5. У чому полягають технології подвійних скляних фасадів і скляних фасадів коридорного типу?

ТЕМА №33. ЗВУКОІЗОЛЯЦІЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Загальні положення звукоізоляції

Перш за все необхідно відзначити, що проектування звукоізоляції необхідно виконувати на основі діючих нормативних документів, у тому числі ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму» [ ], ДСТУ-Н Б В.1.1-32:2013 «Настанова з проектування захисту від шуму в приміщеннях засобами звукопоглинання та екранування» [ ], ДСТУ-Н Б В.1.1-34 "Настанова з розрахунку та проектування звукоізоляції огороджувальних конструкцій житлових і громадських будинків" [ ], ДСТУ-Н Б В.1.1-35:2013 «Настанова з розрахунку рівнів шуму в приміщеннях і на територіях» [ ].

Однією з важливих технологічних задач сьогодення в будівництві є захист від різноманіття шумів. Тому одним з важливих будівельних процесів є улаштування звукоізоляції стін, перегородок, перекриттів і покриттів для створення комфортних умов перебування людини в приміщеннях різного призначення. Вібрація, викликана надмірним шумом, поширюється по всіх взаємозалежних між собою несучих та огороджувальних конструкцій і проникає в усі приміщення будинку.

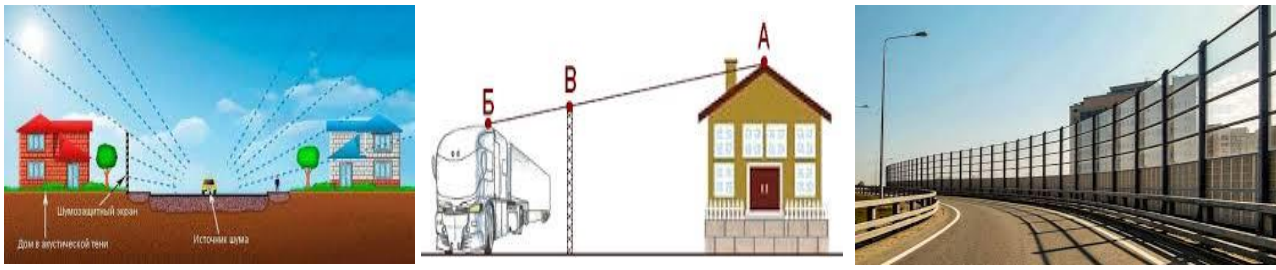
У свою чергу при будівництві чи опорядженні житлових будинків особливу увагу необхідно приділити звукоізоляції внутрішніх стін і перекриттів. Їх часто влаштовують з традиційних матеріалів не достатньої товщини, що не є суттєвою перешкодою для повітряних шумів. Слід відзначити, що для вирішення питань звукоізоляції необхідно перш за все

чітко уявляти з якими видами шумів необхідно боротися, та по-друге – для яких конструкцій будинків чи споруд використати ту чи іншу систему звукоізоляції.

Джерелами зовнішнього техногенного шуму є потоки автомобільного, рейкового, водного, повітряного транспорту, промислові підприємства та їх окремі установки, комунально-складські і транспортні підприємства, трансформаторні і газорозподільні підстанції, центральні теплові пункти, насосні і компресорні станції, будмайданчики, гаражі, автостоянки тощо.

У свою чергу джерелами зовнішнього біогенного шуму є стадіони, базари, майдани, танцмайданчики, відкриті майданчики культурно-масового відпочинку, спортмайданчики, дискотеки, зоопарки, тваринницькі ферми тощо [ ].

Для захисту від техногенного шуму, наприклад, автомобільного або рейкового транспорту необхідно створювати *шумозахисні екрани*, рис.7.1.



а) б) в)

Рис.7.1. Шумозахисні екрани: а) схема влаштування штучних та зелених екранів; б) розрахункова схема; в) загальний вигляд придорожнього шумозахисного екрану. А- висота будинку, Б – висота джерела шуму, В – висота шумозахисного паркану-екрану в умовах міської забудови

Шумозахисні екрани можуть представляти собою зелений екран у вигляді насадження дерев або споруд у вигляді штучної стінки, земляного насипу, виїмки, галереї тощо, які встановлюють (споруджують) уздовж автомобільних доріг, залізниць або біля окремих шумних об'єктів із метою зниження шуму на прилеглій території, рис.7.1а. Такими спорудами, наприклад, можуть бути суцільні паркани розрахункової висоти, які улаштовані уздовж доріг, магазини біля проїзжої частини доріг, які будуть

перешкоджати проникненю шуму в житлові приміщення будинків тощо. Висоту парканів потрібно розраховувати в залежності від висоти будинків, які за ними знаходяться, рис.7.1.б. Здебільшого вздовж магістральних шляхів, які проходять в безспосередній близькості від населених пунктів встановлюють шумозахисні екрани висотою від 3 до 6 метрів, рис.7.1.в.

Основними внутрішніми джерелами техногенного шуму в будинках різного призначення є технологічне і інженерне обладнання, які створюють структурний шум, рис.7.2.

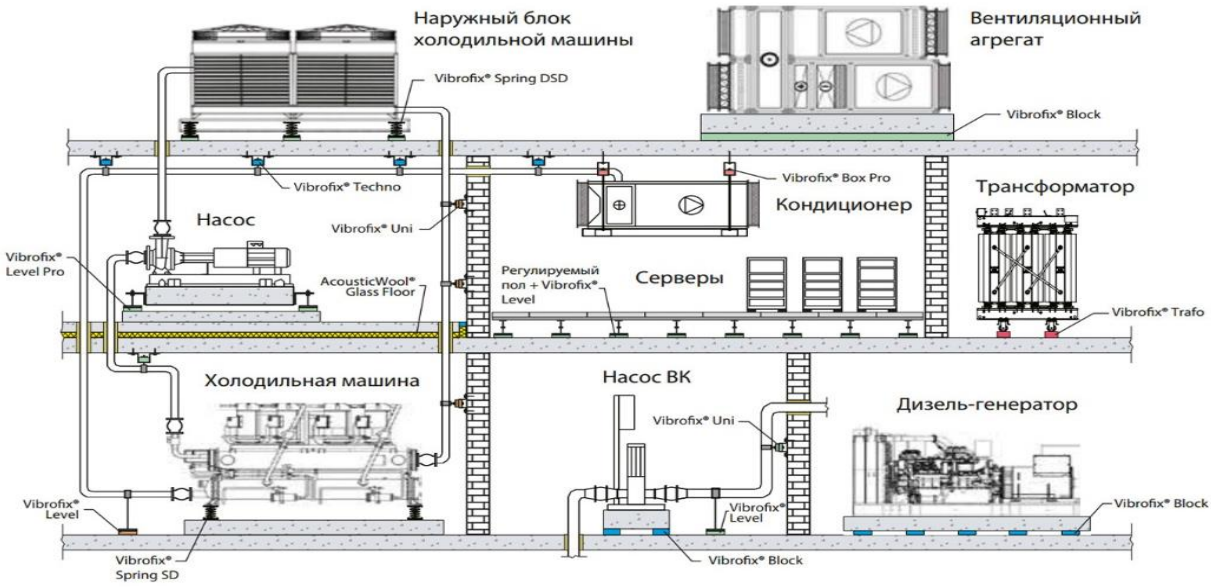


Рис.7.2. Звуко- і віброізоляція конструкцій і устаткування, інженерного і технологічного обладнання

Незважаючи на різноманіття шумів та рішень з їх локалізації або пригнічення перш за все необхідно використовувати такі технології, обладнання тощо, які не викликають або майже не викликають розповсюдження шумів. Це, наприклад, стосується першої стадії будівництва будинків особливо в умовах щільної міської забудови, а саме замість палезабивних механізмів використовувати технології статичного вдавлення паль або буроін’єкційну і т.і.

Звукоізоляція може проводитися як для окремих елементів будівлі: стель; стін; підлог; покрівлі; перегородок, так і досить ефективна комплексна звукоізоляційна система, так звана технологія «кімната в кімнаті», рис.7.3.

[56]. Така технологія найбільш ефективна для звукоізоляції від структурних шумів, особливо в каркасно-монолітному та панельному будівництві.

За фізичними характеристиками і здатністю захищати від різного виду шумів, звукоізоляційні процеси підрозділяють на звукопоглинальні та звуковідштовхувальні. У свою чергу вони діляться на процеси з використанням звукоізоляційних матеріалів і процеси з застосуванням звукоізоляційних конструкцій. Існують звукоізоляційні матеріали, які відзеркалюють (відбивають) шуми, перешкоджаючи подальшому поширенню звуку. Такі матеріали ефективні при боротьбі з повітряним шумом. До них відносяться важкий бетон, силікатна та керамічна цегла і інші високощільні матеріали, за умови їх достатньої ваги і товщини.

Звукоізоляційні конструкції, поряд зі звукоізоляційними матеріалами, більш ефективні, оскільки розраховані на широкий частотний діапазон звукової хвилі, що володіє високими проникаючими властивостями. За рахунок застосування в різних конструкціях матеріалів різної щільності і структури, а також дотримання правил герметичності і відсутності жорстких зв'язків з іншими огороджувальними конструкціями ефективність звукоізоляційних властивостей таких конструкцій значно збільшується. При цьому звукоізоляційна конструкція може володіти меншою масою і товщиною, ніж звукоізоляційний матеріал при тій же ефективності [56].

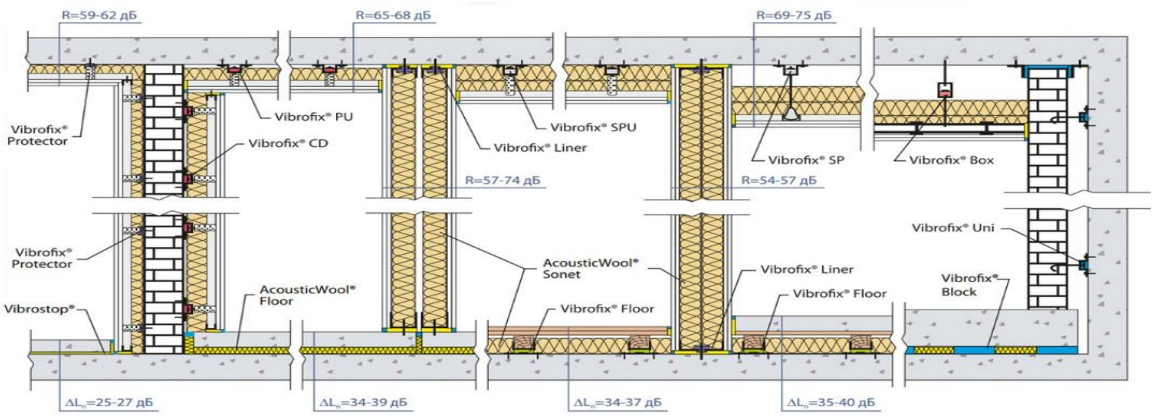


Рис.7.3. Різновиди технології звукоізоляції «кімната в кімнаті»

Ізоляція ударних шумів. Матеріали, які використовуються для ізоляції ударного шуму, не відштовхують, а поглинають звукову хвилю, тим самим

змушуючи її втрачати енергію. Для ізоляції від ударного шуму використовують пористі матеріали з малим значенням динамічного модуля пружності: загасання звукової хвилі пояснюється тим, що звукова енергія витрачається на пружні деформації матеріалу.

Один з варіантів захисту від ударного шуму – укладання під «чистову підлогу» і по його периметру, вздовж стін прокладок з звукоізоляційних матеріалів. Така система носить назву «плаваюча» підлога. Однією з важливих порівняльних характеристик матеріалів, що захищають від ударного шуму, є індекс зниження приведеного рівня ударного шуму. При ізоляції ударного шуму потрібно враховувати масивність (товщину перекриття). Чим вона більше, тим кращий захист від шуму. Однак більшість сучасних будівель мають залізобетонні перекриття з товщиною 150...250 мм, тому без спеціальних технологічних заходів у нічній тиші чути навіть ходіння домашніх тварин, не кажучи про більш істотні впливи.

При обстеженні будинків, які зведені в кінці XIX та на початку XX століть з дерев'яними балочними перекриттями автори спостерігали, що в якості звукоізоляції використовували шар піщаної засипки товщиною 300...400 мм, який знаходився між масивними дерев'яними балками. Таке просте конструктивно-технологічне рішення надійно захищає від шумів, що проходять через перекриття.

Ізоляція структурних шумів. Щоб уникнути передачі структурних шумів по несучих конструкціях застосовують прокладочні матеріали для захисту стиків несучих елементів. Прокладки застосовуються в будівельних конструкціях при монтажі звукоізоляційної панельної системи (ЗІПС), каркасних звукоізоляційних перегородок і облицювань, улаштуванні «плаваючих» підлог, а також дерев’яних підлог і перекриттів.

Перевірку щодо відповідності фактичної звукоізоляції внутрішніх огороджувальних конструкцій нормативним вимогам здійснюють шляхом натурних вимірювань згідно з ДСТУ Б В.2.6-86:2009 «Конструкції будинків і споруд. Звукоізоляція огороджувальних конструкцій. Методи вимірювання».

Звукоізоляція стін і перегородок

Звукоізоляція зовнішніх стін. Одним із способів захисту від проникнення сторонніх звуків може бути встановлення щільних і масивних стін і перекриттів, які мають велику товщину. Це може бути монолітний залізобетон, керамзито- і пінобетонні блоки і т.і. Обов'язковою умовою є те, щоб вони разом зі зв’язуючим розчином утворювали герметичну конструкцію без щілин і отворів. В стіні можлива комбінація декількох щільних матеріалів при наявності жорстких зв'язків між усіма елементами конструкції: наприклад, зовнішня стіна з вапняково-черепашникових або газобетонних блоків на цементно-піщаному розчині, що облицьована цеглою. Однак, збільшення масивності стін і перекриттів не завжди ефективно. Так, наприклад, збільшення маси конструкції з бетону або цегли в два рази приводить до збільшення індексу звукоізоляції всього на декілька децибел (дБ) або на 5-10%.

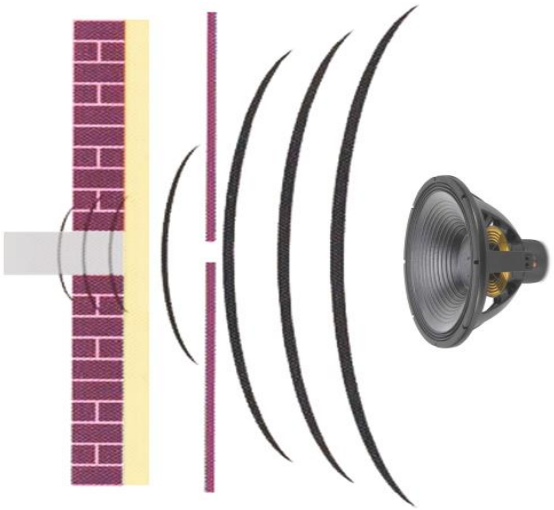


Рис. 7.4. Ефект гасіння рівня звуку при проходженні через багатошарову конструкцію

Більш ефективним способом захисту від повітряного шуму є створення багатошарової конструкції, що складається з кількох шарів, які чергуються, твердих і щільних (несучих частин) і м'яких пористих (звукоізоляційних) будівельних матеріалів, рис.7.4. Детальний опис основних одно- та багатошарових теплозвукоізоляційних конструкцій зовнішніх стін будинків наведено в пункті 3.5 дійсної монографії.

В якості жорсткого шару можуть застосовуватися щільні матеріали типу бетону, цегли, гіпсокартону та ін. Вони виявляють звуковідбиваючі властивості, і чим більша їх щільність, тим вище звукоізоляція. Шар м'якого матеріалу несе звукопоглинальну функцію. В якості звукопоглинального шару застосовуються матеріали з волокнистою структурою: акустична мінеральна

вата, кремнеземні волокна або матеріали аналогічні їм, тощо. При цьому, має значення товщина звукопоглинаючого матеріалу в конструкції. Ефективна товщина традиційних матеріалів починається з 50мм.

Внутрішні стіни і перегородки. Цікаво відзначити, що одним із дієвих способів звукоізоляції внутрішніх стін та перегородок багатоповерхових будинків в минулому столітті було навішування на стіни килимів. Особливим звукоізоляційним ефектом володіли килими на основі вовни, та якщо вони закривали більшу поверхню стіни. При наданню поверхням стін ефекту звукоізоляції вони мали ще і досить естетичний, як на той час вигляд. Проте уподобання користувачів приміщень з часом змінюється, що веде до появи нових конструктивно-технологічних рішень зі звукоізоляції, які більш технологічні за ознаками.

Так для звукоізоляції внутрішніх стін та перегородок можливо застосовувати три основні конструктивно-технологічні рішення, кожен з яких має свої недоліки та переваги:

- І рішення – виконувати шар штукатурки товщиною не менш ніж 30-50 мм;

- ІІ рішення – улаштування систем скріпленої звукоізоляції (ССЗІ), тобто застосування композитних звукоізоляційних матеріалів та кріплення їх безпосередньо до стіни;

- ІІІ рішення – улаштувати багатошарову конструктивно-технологічну систему з різновиду звукоізоляційних матеріалів, тобто використовувати додаткову обшивку на відстані.

І. Одношарові штукатурні системи. В залежності від матеріалу внутрішніх стін доцільно виконувати *товстошарову штукатурку*. Наприклад, для будинків з внутрішніми стінами з вапняку-черепашнику можливо виконувати товстошарову глиносолом’яну штукатурку, яка володіє досить високими показниками звукоізоляції. Товщина її складає до 50 мм і наноситься вона в декілька етапів. На першому етапі на поверхню стіни наноситься вирівнюючий шар глиносолом’яного розчину з великими вмістом

малоподрібненої соломи. Після твердіння першого шару на другому етапі наноситься вирівнюючо-ґрунтуючий шар глиносолом'яного розчину на основі січки соломи (мілкоподрібненої соломи) з шолухою. На заключному етапі виконується затирка з допомогою глиняно-піщаної суміші. Перед нанесенням кожного наступного шару попередній шар змочується водою.

Проте така технологія не є індустріальною і характеризується високою трудомісткістю при відносній дешевизні вихідних компонентів. Її можливо застосовувати в приватному будівництві малоповерхових котеджів при наявності в даній місцевості вихідних компонентів. Слід зазначити, що такий вид внутрішнього опорядження стін є найбільш екологічним і досить широко застосовується в багатьох країнах Західної Європи.

Необхідно зауважити, що шар штукатурки на основі гіпсу або портландцементу, який нанесений з обох боків, товщиною 25 мм добавляє звукоізоляції, а саме – 1 дБ цегляним и 2 дБ легкобетонним перегородкам. Наявність не наскрізних отворів в стінах під електрику у всіх випадках приводить до втрати звукоізоляції.

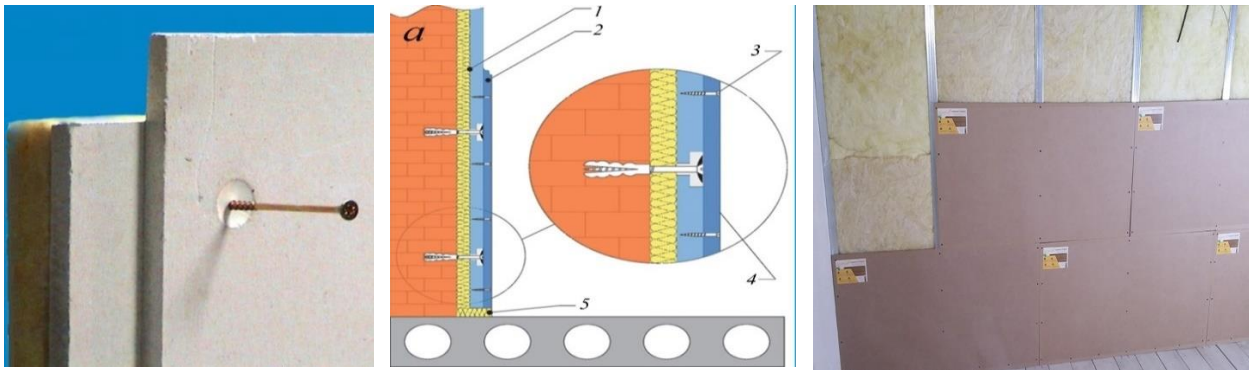
У зв'язку з появою на будівельному ринку різних сухих сумішей для влаштування звукоізоляції можливо використовувати штукатурні суміші на основі пористих заповнювачів (акустичні розчини). Для цього слід використовувати сухі суміші на основі гіпсового або цементного в'яжучого з заповнювачами у вигляді пінополістирольних кульок, та краще за все на основі спучених перліту або вермикуліту, як найбільш екологічно чистих матеріалів (див. пункт 3.3 монографії).

Акустичні розчини застосовують в якості звукопоглинаючої штукатурки для *зниження* рівня шумів. Їх щільність 600...1200 кг/м^3. В якості в'яжучих використовують портландцемент, шлакопортладцемент, вапно, гіпс або їх суміші і каустичний магнезит. Заповнювачами служать однофракційні піски крупністю 3...5 мм з легких пористих матеріалів: пемзи, перліту, вермикуліту, керамзиту та ін. Кількість в'яжучого і зерновий склад заповнювача в

акустичних розчинах повинні забезпечувати відкриту незамкнуту пористість розчину. Товщина штукатурного шару розчину не менш ніж 10-20 мм.

Не слід забувати, що звичайне опорядження внутрішніх стін тільки тонкошаровими штукатурними розчинами на основі гіпсового в'яжучого (шпакльовочні суміші) не допоможуть досягнути бажаного ефекту зі звукоізоляції.

II. Системи скріпленої звукоізоляції (ССЗІ) на основі одношарових композитних звукоізоляційних матеріалів. Останнім часом для звукоізоляції внутрішніх несучих стін і перегородок з дрібноштучних елементів застосовують готові *звукоізолюючі пазогребневі панельні системи (ЗІПС)*, рис.7.5.а. Особливістю такої системи, яка відрізняє її від інших подібних систем є відсутність металевого каркасу. Кріплення до стіни здійснюється через спеціальні вузли, які зроблені в процесі виробництва панелей, рис.7.5.б. У цьому випадку трудові витрати на їх монтаж будуть значно знижені, а швидкість монтажу збільшена.



а) б) в)

Рис.7.5. Конструктивно-технологічна схема звукоізолюючої панельної системи (ЗІПС): а) зовнішній вигляд панелі ЗІПС; б) безкаркасна схема кріплення до стіни; в) улаштування ЗІПС панелей на металевий каркас

1 – звуко- та вібропоглинаючий матеріал, 2 – звуковідзеркалюючий матеріал, 3 – саморіз, 4 – лист ГВЛ (шви між листами гіпсокартону повинні бути заповнені силіконовою мастикою), 5 – віброізоляційна прокладка

Проте такий спосіб кріплення вимагає рівної поверхні стіни, з допустим відхиленням на 2-х метровій рейці 1-2 мм. У іншому випадку необхідно вирівнювати поверхню стіни або застосовувати для влаштування таких

панелей каркас. Технологічною особливістю кріплення ЗІПС безпосередньо до стіни є необхідність у використанні спеціальних дюбелів, які мають досить низькі показники звукопередачі. При монтажі звукоізоляції необхідно дотримуватися технологічного прийому, при якому панелі розташовуються у розбіг.

Слід відзначити, що кріплення ЗІПС до поверхні стіни можливо здійснювати не лише на обрешітку (рис.7.5.в), із закріпленою з боку стіни звукоізоляційною прокладкою, але і безпосередньо до стіни.

До бічних поверхонь (підлога, стіни, стеля) торці панельної системи ЗІПС примикають через віброізолюючі прокладки. Конструкції ЗІПС є одним з ефективних засобів додаткової звукоізоляції одношарових перегородок (цегляних, бетонних тощо). Система ЗІПС складається з звукоізоляційних сендвіч-панелей і фінішних облицювальних листів гіпсокартону товщиною 12,5 мм. Сендвіч-панель являє собою комбінацію щільних (гіпсоволокно) і легких шарів (мінеральна або скловата) різної товщини. В залежності від моделі товщина і різновид матеріалу в шарі може змінюватись. Можливе і використання тонких панелей з деревино-волокнистого пресованого листа з гофрованою структурою, яка наповнена кварцовим піском, так звані акустичні панелі.

Основною умовою застосування ЗІПС є достатня несуча здатність стіни (перегородки), так як вага однієї панелі розміром 1500×500 мм становить від 18,5 до 21 кг в залежності від моделі.

Перед тим, як почати монтаж звукоізоляції за запропонованими вище схемами, необхідно усунути всі щілини, отвори, тріщини в стіні. Стіни необхідно вирівняти: наявність нерівностей поверхні негативно позначиться на товщині конструкції звукоізоляції, а також, у разі застосування звукоізоляційних панелей, появу проміжків між ними при монтажі.

Одним із технологічних рішень СЗЗІ є влаштування на поверхні стіни пробкової звукоізоляції.

III. Багатошарові конструктивно-технологічні системи звукоізоляції. Для збільшення ізоляції повітряного шуму стін або перегородок, виконаних із залізобетону, бетону, цегли і т.і. в ряді випадків доцільно використовувати *додаткову обшивку на відстані*, рис.7.6.



а) б) в)

Рис.7.6. Звукоізоляція стін на віднесенні: а) по металевим профілям, б) по дерев'яній обрешітці з вставками зі звукоізоляційного войлоку, в) звукоізоляція акустичними панелями по дерев’яній обрешітці: 1 - стіна; 2 - каркас; 3 - спіралеподібна (акустична) мінеральна вата; 4 - мембрана (плівка поліетиленова); 5 - гіпсокартон; 6 - кріплення саморізами

Як правило, така звукоізоляція стін виконується з металевих профілів, (рис.7.6.а) або по дерев'яній обрешітці (рис.7.6.б), між якими можна додатково влаштувати шумопоглинаючий матеріал. В першому випадку необхідно домогтися того, щоб шумопоглинаючий матеріал не доторкався до зовнішнього облицювання. Зазвичай достатньо залишити зазор 10-20 мм. Профіль або брус нарізають довжиною, рівній висоті стіни, і кріпиться до неї за допомогою дюбель-цвяхів або саморізів з дюбелями, встановлених з кроком 200-300 мм.

Необхідно врахувати той факт, що не можна кріпити профіль безпосередньо до стіни, інакше він буде служити провідником шуму. Між стіною і профілем потрібно вставляти прокладки з еластичного матеріалу, товщиною 5-10 мм. Для кріплення профілю можна використовувати спеціальні кронштейни, закріпивши їх заздалегідь. Під кронштейни також потрібно покласти прокладки (наприклад, поролонові) або використовувати спеціальні кронштейни з вібропоглинальними прокладками, рис.7.7.

Про високі звукопоглинальні властивості таких кронштейнів з вібропоглинальними прокладками вказує їх застосування в військовій сфері. Насамперед це стосується їх використання при влаштуванні технологічного обладнання на підводних човнах. Оскільки відомо, що першочергове завдання військових підводних човнів залишатися непоміченими під водою через високу швидкість розповсюдження звуку у воді (в середньому 1500 м/с). Тому кріплення технологічного обладнання до міцного корпусу підводного човна відбувається з допомогою кронштейнів з вібропоглинальними прокладками (аналогічно до кріплення технологічного обладнання в приміщеннях, рис.7.1.а).

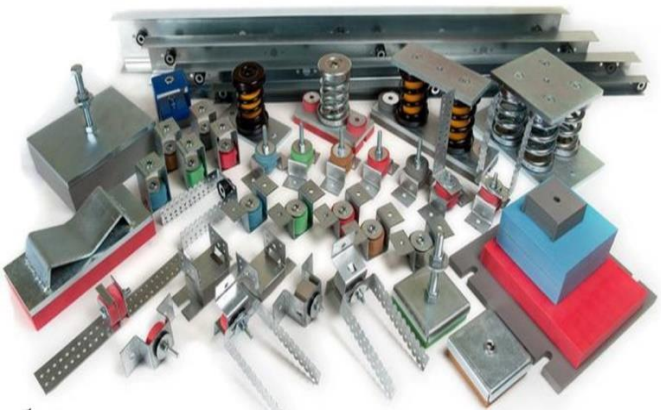


Рис.7.7. Звукоізолюючі і вібропоглинаючі прокладки на прикладі системних рішень Vibrofix® (Німеччина), кронштейни та опори для кріплення конструкцій та механізмів

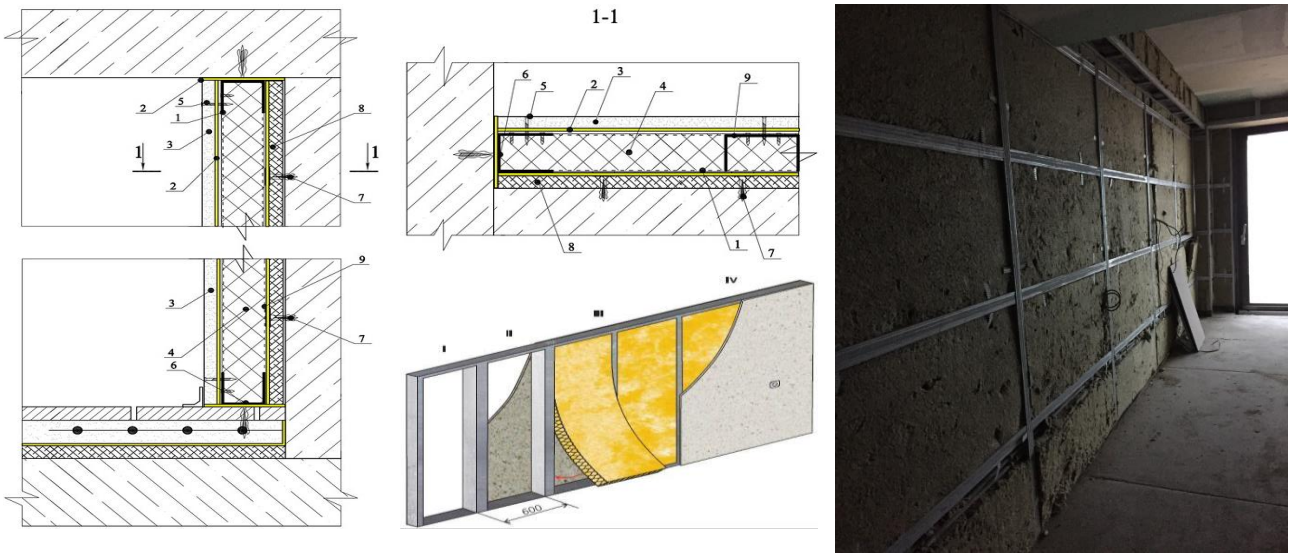
Для досягнення кращих властивостей зі звукоізоляції доречніше для виготовлення каркасу використовувати дерев’яний брус. Дерев'яний брус можна закріпити таким способом: спочатку потрібно просвердлити тонким свердлом діаметром 2-3 мм, наскрізні отвори в брусі під саморіз, потім свердлом діаметром 5-10 мм, розсвердлити ці отвори вглиб, але не наскрізь, залишивши 10-15 мм глибини, в залежності від товщини бруса. Допускається використання довгих саморізів і кріплення ними бруса на всю його товщину. Перед улаштуванням бруса, можна заздалегідь приклеїти на нього гумову стрічку по всій його довжині зі сторони кріплення бруса до стіни.

В якості матеріалу обшивки можуть використовуватися: гіпсокартоні листи, тверді деревино-волокнисті плити та інші подібні листові матеріали, прикріплені до стіни з дерев'яних рейок на лінійні або точкові маяки з гіпсового розчину, рис.7.2.в. Повітряний проміжок між стіною і обшивкою доцільно виконувати товщиною 40...50 мм і заповнювати м’яким звукопоглинальним

матеріалом (спіральними акустичними мінераловатними плитами, або матами, що попередньо обгорнуті поліетиленовою плівкою, рис.7.6.а).

Однією з ефективних звукоізоляційних багатошарових систем є система товщиною 60 мм, яка складається з наступних шарів та конструктивно-технологічних рішень (рис.7.8), а саме:

- На першому етапі слід детально дослідити поверхню стіни. У разі виявлення дефектів у вигляді тріщин, щілин їх слід ліквідувати шляхом замонолічування.



а) б)

Рис.7.8. Влаштування багатошарової звукоізоляції міжкімнатної стіни готелю: а) конструктивно-технологічна схема влаштування багатошарової звукоізоляції; б) влаштування каркасу із металевого профілю і заповнення його акустичною мінеральною ватою: 1-стальний направляючий профіль (27×28 мм), 2 - синтетична звукоізоляційна мембрана (3,7 мм), 3 - гіпсокартон (12,5 мм), 4 - акустична мінеральна вата (30 мм, щільність – 30-60 кг/м^3), 5 - саморізи, 6 - дюбель-гвіздки, 7 - тарілчасті дюбелі з рондоллю, 8 - акустичний войлок або термозвукоізол (10 мм), 9 - стальний направляючий профіль (27×60 мм). Основні етапи влаштування звукоізоляції: I - влаштування відзеркалюючого шару основи, II - влаштування каркасу, III - влаштування поглинаючого шару звукоізоляції, IV - влаштування відзеркалюючого та оздоблювального шару

- Влаштувати на поверхню стіни шумоглинаючу звукоізоляцію на основі термозвукоізоляційних матів або термовойлоку товщиною 10 мм. Їх кріплення виконати з допомогою спеціальних полімерних клеїв. Нанесення клею слід виконувати по всій поверхні матеріалу. Краї матів слід обробити армуючим скотчем.

- Наступним кроком є монтаж відзеркалюючої звукоізоляції на основі звукоізоляційних мембран товщиною 3,7 мм. Кріплення до поверхні стіни виконується за допомогою дюбелів з тарілчастою рондоллю кількістю не менш ніж 5 шт/м^2. При цьому необхідно суміжні стрічки матеріалу влаштувати в напуск розміром не менш ніж 50 мм та спаяти їх між собою теплим повітрям або спеціальним клеєм.

- Після розмітки та підготовки матеріалів змонтувати по периметру стін каркас з металевих профілів товщиною 30 мм. Каркас до поверхні стін влаштовувати через спеціальні вібропоглинаючі кронштейни.

- Каркас заповнити акустичною мінеральною ватою щільністю не менш ніж 60 кг/м^3 та товщиною 30 мм або термовойлоком. Акустична вата влаштовується в одній площині з каркасом.

- Закріплення до каркасу гіпсокартонних плит, на які попередньо було приклеєно звукоізоляційну відзеркалюючу мембрану (товщина 3,7 мм). На цьому етапі є можливість влаштувати замість мембрани гіпсоволокнистий лист (ГВЛ). А зверху нього в розбіг влаштувати листи гіпсокартону. Стики листів обов’язково заізолювати силіконовим герметиком.

- Наступним кроком є фінішне опорядження поверхні звукоізольованої стіни.

Слід відзначити, що така конструктивно-технологічна система влаштування звукоізоляції може бути застосована і для стін кінотеатрів з тією лише різницею, що поглинаючий шар необхідно виконувати товщиною не менш ніж 150 мм. Несучі огороджувальні стіни кінотеатрів, що в подальшому будуть звукоізольовані повинні виконуватися з керамічної цегли товщиною не менш ніж 250 мм. А в якості фінішного шару необхідно використовувати спеціальні акустичні панелі, які здатні створювати необхідний акустичний ефект. Шари відзеркалюючого та поглинаючого матеріалів потрібні для не проникнення звуків в сусідні приміщення.

Таким чином в якості багатошарової звукоізоляції можливо використовувати ретельно підібрані за різними властивостями

(звукопоглинальні, звуковідзеркалюючі) звукоізоляційні матеріали, комбінація яких дозволить досягти максимального звукоізоляційного ефекту в залежності від поставлених вимог для приміщень з максимально можливим збереженням їх корисної площі.

Питання звукоізоляції внутрішніх стін та перегородок досить актуальне в наш час. Це, насамперед, відноситься до сучасних багатоповерхівок, які зводяться за декількома основними схемами:

- за каркасно-монолітною схемою з внутрішніми повздовжніми або поперечними несучими монолітними стінами. Товщина монолітних ділянок стін складає 150-200 мм, а товщина міжквартирних стін і перегородок виконаних із газобетону в таких будинках, здебільшого складає 200 і 100 мм відповідно. Стіни з такими розмірами не володіють нормативними та комфортними звукоізолюючими властивостями як від повітряних шумів, так і від структурних. Розглянемо основні операції при опоряджені стін забудовниками або мешканцями, оскільки саме вони заінтересовані в комфортних умовах проживання. Так, при прокладанні електрокабелю, особливо в міжквартирних монолітних стінах, виконують штроби глибиною не більш ніж 15-20 мм. Більше не допускається, щоб не пошкодити арматурний каркас. Отвір під коробки підрозетників виконують глибиною не менш ніж 60 мм. При цьому необхідно унеможливити руйнування арматурного каркасу стін. В подальшому влаштовують механізовано або вручну вирівнюючу штукатурку товщиною 10-15 мм, чого не достатньо для звукоізоляції. У цьому випадку товщину штукатурного шару необхідно виконувати не менш ніж 30 мм. Це наддасть змогу не заглиблюватися в монолітний бетон і тим самим не зменшувати звукоізоляцію.

Для покращення звукоізоляційного ефекту міжквартирних стін ***за краще*** електрокабель не заглиблювати у стіну, а влаштувати у гофрі поверх стіни. Потім влаштувати каркас для кріплення гіпсокартону, який потрібно заповнити акустичною мінеральною ватою. Тобто виконати звукоізоляцію стін за II-им або III-ім конструктивно-технологічним рішенням, що наведені

вище. Недоліком такого способу є незначне зменшення площі кімнати (на 0,3 м^2), при довжині стіни, що ізолюється 6 м.

- за каркасно-монолітною схемою з внутрішніми міжквартиними стінами, що влаштовані здебільшого на основі мілкоштучних виробів, наприклад, газобетону. При цьому товщина міжквартирних стін 200 мм, а перегородок 100 мм. Для такого випадку за краще виконати як для міжквартирних стін, так і перегородок опорядження стін акустичними штукатурками товщиною 20-40 мм. При цьому товщина стін збільшиться, особливо перегородок зі 100 мм до 140-180 мм, а товщина міжквартирних стін – до 220-240 мм. Це, в деякій мірі вирішить проблему звукоізоляції від повітряних шумів.

- за схемою з зовнішніми та внутрішніми несучими стінами – будинки з керамічної цегли з монолітним перекриттям або перекриттям залізобетонними плитами. Слід відзначити, що в таких будинках товщина внутрішніх стін може коливатися від 250 до 380 мм і більше (510 мм), а зовнішніх 510-640 мм в залежності від поверховості. За тепло- та звукоізоляційними характеристиками такі будинки одні з найкращих. Внутрішні стіни таких будинків для комфортного перебування мешканців достатньо опорядити шаром штукатурки товщиною 20-30 мм в залежності від нерівностей стіни.

Так, багато будівельних компаній при влаштуванні внутрішніх стін та перегородок не ставить за ціль підвищення їх звукоізоляційних властивостей. Тому вибір ефективних рішень зі звукоізоляції знаходиться у компетенції саме мешканців (користувачів) таких приміщень.

Звукоізоляція полегшених перегородок. Каркасно-обшивні (подвійні) стіни та перегородки. Такі стіни або перегородки зазвичай проектуються з жорстким зв'язком між елементами по контуру або в окремих точках. Величина проміжку між елементами конструкцій повинна бути не менше 40 мм, рис.7.9. Влаштування каркасу до огороджувальних конструкцій приміщень (підлоги, перекриття, стін) виконувати обов’язково з застосуванням вібропоглинальних листових прокладок або звукоізолюючих





вібропоглинальних кронштейнів. Недопустиме кріплення металевого каркасу каркасно-обшивної стіни безпосередньо до огороджувальних конструкцій.

У конструкціях каркасно-обшивних перегородок (рис.7.9) слід передбачати точкове кріплення листів до каркаса з кроком не більш ніж 300 мм. Якщо застосовують два шари листів обшивки з одного боку каркасу, то вони не повинні склеюватися між собою. Крок стійок каркаса і відстань між горизонтальними елементами рекомендується приймати не більше 600 мм. Рекомендоване вище заповнення проміжку м'якими звукопоглинаючими матеріалами особливо ефективно для поліпшення звукоізоляції каркасно-обшивних перегородок (рис.7.9). В той же час деякими дослідниками встановлено, що проміжок між жорсткими матеріалами облицювання можливо заповнювати сучасними матеріалами на основі пористої гуми або пробки. Причому вони можуть використовуватися як у вигляді плит та матів, так і у вигляді засипного матеріалу. Засипка виконується пошарово з улаштуванням кожних 500 мм по висоті горизонтальних розсічок. Крім того, для підвищення звукоізоляції рекомендуються самостійні каркаси для кожної з обшивок, а в необхідних випадках можливе застосування двох- або тришарової обшивки з кожного боку перегородки зі звукоізоляцією, індекс звукоізоляції яких наведено на рис.7.10.

а) б)

Зависимость звукоизоляции перегородки от ее конструкции

Система КНАУФ	Толщина стены, D, мм	Ширина профиля, h, мм	Толщина изоляционного слоя[1], мм	Обшивка d, мм	Дополнительная звукоизоляция ΔR_w[2], дБ
W111 Исходная перегородка	125	100	–	12,5	0[3]
W111	125	100	50	12,5	+5
W111	125	100	100	12,5	+8
W112	150	100	100	2x12,5	+11
W115[4]	200	50+50	50+50	2x12,5	+16

в)

Рис.7.9. Багатошарова конструкція звукоізоляційних перегородок: а) конструктивно-технологічна схема; б) влаштування перегородки в приміщенні; в) таблиця основних параметрів систем перегородок

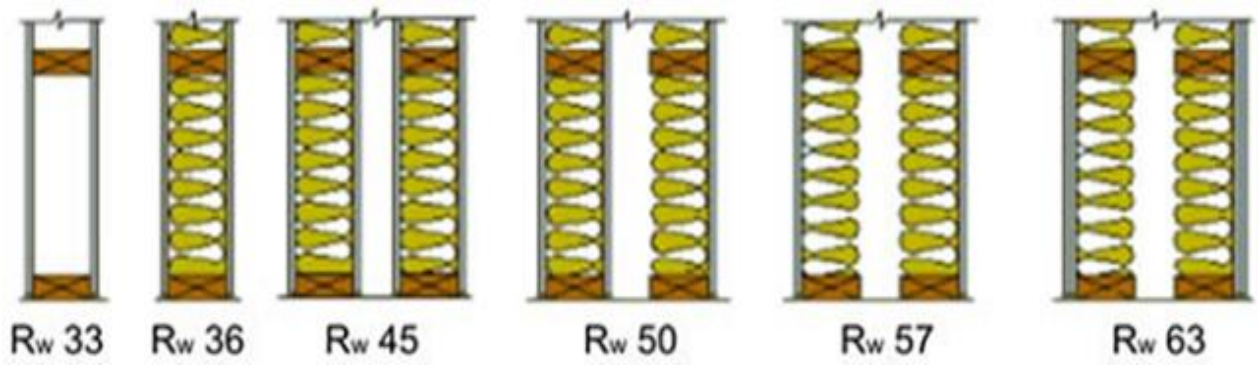


Рис.7.10. Варіанти конструктивно-технологічних рішень гіпсокартонних перегородок (облицювань стін) з урахуванням індексу звукоізоляції

Звукоізоляція збірних/монолітних залізобетонних або балочних перекриттів (підлоги і стелі)

В перекриттях, як і в стінах, ефективність захисту від повітряних шумів багато в чому залежить від маси матеріалу конструкції на одиницю її площі. Найбільш прийнятними в цьому відношенні важкі перекриття (вага 1 м^2 більше 350 кг) – наприклад, з монолітного залізобетону. Не такими високими звукоізоляційними властивостями володіють часторебристі збірно-монолітні перекриття. Менш ефективні перекриття з більш легких залізобетонних

елементів. Проте на сьогоднішній день існують технології, які здатні вирішити деякі з цих питань.

Конструктивно-технологічні рішення звукоізоляції міжповерхового бетонного перекриття. Одною із основних задач сьогодення в житловому будівництві багатоповерхових будинків є влаштування перекриттів зі звукоізоляційним ефектом. Домогтися цього відносно простим (класичним) способом потовщення конструкції монолітного залізобетонного перекриття не є можливим, оскільки це провокує значні матеріалоємність та матеріальні витрати, це по-перше. Та, по-друге – збільшення їх товщі призведе до значних навантажень на фундаменти та основи.

Як зазначалося раніше для звукоізоляції повітряного шуму загальної масивності залізобетонного перекриття достатньо. В свою чергу для ізоляції ударного шуму також важлива масивність перекриття. Проте для забезпечення нормативних показників вона повинна бути в кілька разів більше нормативів ніж для повітряного шуму, що ні технічно, ні економічно не раціонально. Тому для ізоляції ударного шуму більш ефективне використання спеціальних конструктивно-технологічних рішень перекриттів та підлоги.

Звукоізоляційні монолітні перекриття. Одним із дієвих способів підвищення звукоізоляційних характеристик залізобетонного перекриття є раціонально підібраний склад бетонної суміші. Так дослідження вчених 85[ ] показало, що введення замість частки гранітного щебню гідрофобізованого керамзитового гравію (в кількості 60% від базового (стандартного) складу бетону) дозволяє отримувати бетони, рівень звукоізоляції яких забезпечує максимальну ефективність ізоляції шуму і дорівнює 45.7-42.8 дБ в трьох найбільш притаманих для важких бетонів частотах. При цьому рівень звукопоглинання дорівнює 39.8-49.7 дБ.

Проте на сьогоднішній день існують технології влаштування монолітних перекриттів, які при збільшенні їх товщі значно збільшують звукоізоляцію та характеризуються меншою вагою у порівнянні зі звичайними традиційними повнотілими монолітними перекриттями. Достатню увагу таким перекриттям

приділено у пункті 2.2. Це, так звані, *легкі перекриття з покращеними тепло-та звукоізоляційними характеристиками* на основі створення в тілі бетонної конструкції порожнин.

Технологія влаштування одного із видів такого перекриття наведено нижче, а саме. На місці зведення (монтажу) монолітного перекриття спочатку на відповідних стійках виставляється в робоче положення звичайна плоска горизонтальна опалубка для монолітного перекриття. Після влаштування опалубки в робоче положення на рівні торцевих частин зведених до потрібної висоти стін на неї укладають нижню металеву арматурну сітку з робочою арматурою, з дотриманням захисного шару між нижньою плоскою арматурною сіткою і горизонтальною фанерною палубою. Після цього влаштовується вертикальні арматурні каркаси. При цьому елементи каркаса чергують з об'ємними вкладками, тобто порожньотілими елементами різними за формою, наприклад, сфери, паралелепіпеди, циліндри, які виготовлені з пластмаси, пінополістиролу тощо, рис.7.11. Після чого укладають верхні металеві арматурні сітки і простір, між згаданими просторовим каркасом і вкладками, заповнюють литою бетонною сумішшю. За результатами деяких досліджень [ ] отримані норми часу на установку вкладишів розміром 1×1 м – 0,7 і 0,92 чол×хв з урахуванням перенесення їх на відстань до 10 м і понад 10 м відповідно. Проте така технологія в нашій будівельній галузі на даний час не отримала широкого розповсюдження і потребує розробки норм часу влаштування таких перекриттів і вартості.



а) б) в)

Рис.7.11. Матеріали для полегшеного збірно-монолітного перекриття: а) у вигляді паралелепіпедів, б) сфери (технологія BubbleDeck), в) у вигляді циліндрів

Одним із кращих за технологічними ознаками конструктивних рішень є *збірно-монолітні полегшені перекриття*, рис.7.12. Відмінною їх особливістю є те, що на будівельний майданчик завозяться плити перекриття з влаштованими нижніми та верхніми арматурними каркасами та ребрами жорсткості та розташованими між ними пластиковими сферами (технологія BubbleDeck, з англ. кулькова плита).



а) б) в)

Рис.7.12. Технологія влаштування полегшеного збірно-монолітного перекриття: а) монтаж опалубки та конструкцій плит перекриття, б) монолітні роботи, в) ущільнення та вирівнювання поверхні

Причому в заводських умовах в цих плитах нижній арматурний каркас замонолічено разом з нижніми частинами сфер бетоном товщиною 30 мм. Таким чином на будівельному майданчику відбувається монтаж цих плит в проектне положення на попередньо влаштовані каркаси опалубки, перев'язка їх між собою та вертикальними конструкціями діафрагм жорсткості або колон, наступне їх бетонування з вирівнюванням поверхні.

Додаткову звукоізоляцію перекриття отримують за допомогою підвищення звукоізоляційних параметрів підлоги і/або стелі.

Звукоізоляція підлоги. При проектуванні конструкцій плаваючих підлог слід враховувати рекомендації відповідно до пункту 8.3 ДСТУ-Н Б В.1.1-34. У конструкціях плаваючих підлог потрібно застосовувати звукоізоляційні матеріали, для яких відомі характеристика довговічності (збереження пружних властивостей під дією навантажень протягом строку експлуатації), динамічні (динамічний модуль пружності і відносне стиснення матеріалу під навантаженням) і акустичні (поліпшення ізоляції ударного шуму) характеристики.

Міжповерхові перекриття у житлових та громадських будинках з нормованою звукоізоляцією перекриттів (в яких можлива несанкціонована заміна чистового покриття підлоги) слід проектувати з «плаваючою» підлогою, яка забезпечує нормативну ізоляцію ударного шуму при застосуванні будь-якого чистового покриття підлоги.

Одним із самих доступних способів улаштування звукоізоляції від ударних шумів є підлога, що укладена на звукоізолюючий шар. Така конструкція підлоги не може в достатній мірі захистити від усіх видів шумів. Тому підлога на звукоізолюючому шарі (прокладки) не повинна мати жорстких зв'язків (акустичних містків) з несучою частиною перекриття, стінами та іншими конструкціями будівлі, тобто повинна бути «плаваючою» [57]. Звукоізолююча здатність «плаваючої» підлоги, як це показано на умовній фізичній моделі (рис. 7.13), залежить від масивності Маси-2 (армована стяжка) і динамічного модуля пружності пружини (матеріалу прокладки, яка поглинає енергію коливань). Чим масивніше Маса-2 та чим менший модуль пружності пружини, тим вища звукоізолююча здатність резонансної системи.

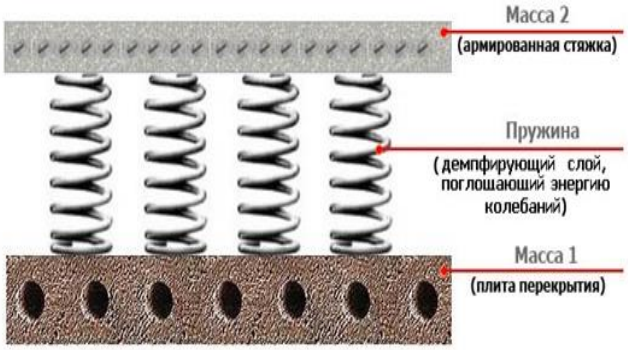


Рис.7.13. Фізична модель «плаваючої» підлоги на пружній основі. Елементарна резонансна система «Маса 1 - Пружина - Маса 2»

Звукоізоляція може бути влаштована як по залізобетонному, так і по балочному перекриттю. Найбільш розповсюдженими, за об’ємом влаштування, є збірні залізобетонні (пустотні плити перекриття) або монолітні перекриття, рис.7.14. Звукоізоляція таких конструкцій є вкрай актуальна і досягається різними конструктивно-технологічними рішеннями «плаваючих» підлог.



а) б) в)

Рис.7.14. Влаштування «плаваючої» підлоги по монолітному перекриттю в житловому будинку на основі мінеральної вати: а) конструктивно-технологічна схема, б) влаштування мінеральної вати та шару гідроізоляції, в) влаштування демпферної стрічки на основі спіненого поліетилену

Традиційним конструктивно-технологічним рішенням звукоізоляції підлоги перекриття між двома приміщеннями є *технології на основі «мокрих» процесів*. Такі технології є найбільш розповсюдженими як при котеджному будівництві, так і при влаштуванні звукоізоляційних основ підлог під фінішне покриття в промислових масштабах, наприклад, при внутрішніх опоряджувальних роботах при будівництві багатоповерхівок. Велика кількість компаній-забудовників для збереження свого іміджу намагаються передавати житлові та не житлові приміщення замовнику з влаштованою чорновою підлогою зі звукоізоляційним ефектом, що особливо актуально в каркасно-монолітному або монолітному будівництві.

Монолітна звукоізоляція. При зазначеній технології на основі «мокрих» процесів «плаваюча» підлога являє собою вирівнюючу стяжку з цементно-піщаної суміші, гіпсу або інших подібних матеріалів, що укладається на *шар звукоізоляційної стяжки на основі суміші портландцементного в'яжучого з керамзитовим гравієм або гранулами пінополістиролу*. Технології їх влаштування детально описані в розділі 2, пункт 2.2. Проте, в результаті досліджень було встановлено, що для вирішення питань звукоізоляції від ударних шумів недостатньо лише використовувати стяжки на основі пористих заповнювачів. Тому що для отримання нормативних показників зі звукоізоляції їх необхідно влаштовувати значною товщиною (не менш ніж 100-120 мм) в залежності від

товщини плити перекриття. Слід зазначити, що сучасні сухі суміші звукоізоляційних стяжок заводського виготовлення на основі пінополістирольних гранул потребують лише замішування їх з водою перед використанням безпосередньо на території будівельного майданчика.

В останній час більш інтенсивно застосовуються багатошарові звукоізоляційні системи підлоги на основі плитних, рулонних та напилювальних матеріалів, структура та властивості яких дозволяють отримувати необхідні нормативні показники зменшення ударного та повітряного шуму при значно меншій їх товщині.

Плитна звукоізоляція. Для котеджного будівництва, більш притаманна *технологія влаштування звукоізоляції перекриття, при якій використовується пружньо-ізоляційний плитний матеріал, наприклад, акустична мінеральна вата*, рис.7.14.

Поверх такого шару звукоізоляції влаштовується армована цементно-піщана стяжка, товщина якої як правило, становить 40...60 мм та міцністю на стиск – 15 МПа. Стяжка в *обов'язковому* порядку повинна бути відокремлена від стін пружними прокладками товщиною 5-10 мм. Таким чином, всі жорсткі зв'язки стяжки «плаваючої» підлоги з конструкціями будівлі виключаються. Для звукоізоляційного шару використовується мінеральна вата на основі базальту або штапельного волокна товщиною, яка при звичайних умовах варіюється від 30 до 50 мм та з щільністю не менш ніж 120 кг/м^3. В стиках звукоізоляційних мінераловатних плит (матів) не повинно бути щілин і зазорів. В свою чергу при проектуванні підлоги з основою у вигляді монолітної плаваючої стяжки слід передбачити розташування на звукоізоляційному шарі суцільного гідроізоляційного шару (наприклад, поліетиленова плівка, пергамін, гідроізол, руберойд тощо) з накладом в стиках не менше 200 мм.

Слід зазначити, що в зв’язку з появою нових матеріалів, з’являються і нові технології.

Рулонна звукоізоляція. Серед рулонної звукоізоляції підлог можливо виділити:

1. Конструктивно-технологічне рішення влаштування підлоги на основі рулонного або плитного еластичного ***закритопористого пінополіетилену зі зшитою молекулярною структурою (Ізолон)***, який представлено в широкому діапазоні товщин (0,8-50 мм) і щільностями (від 20 до 25 кг/м^3). Основними технологічними операціями при влаштуванні конструкції підлоги є наступні:

- підготовка поверхні залізобетонної плити перекриття;
- закріплення кромочної стрічки по периметру приміщення. Виконують закріплення за допомогою клейкої поверхні стрічки до конструкцій. У разі відсутності клейкої поверхні – дюбель-цвяхами. Напуск стрічки повинен складати: на стіни – не менш ніж 100-150 мм; на підлогу – 50 мм;
- укладання звукоізоляційного полотна на основі еластичного закритопористого пінополіетилену. Воно полягає у розмотуванні рулону, порізці на необхідні розміри та саме укладання звукоізоляційного полотна. Першу стрічку полотна укладають із зазором в стиках до огороджувальних конструкцій не більше 5-8мм. Край полотна закріплюють до бетонної основи монтажною самоклеючою стрічкою. Укладання другої стрічки полотна і кожну наступну здійснюють без зазору до першого або наступного або таким чином, щоб наступна стрічка полотна перекривала попередню на 50-10 мм (рис.7.15). Останню стрічку полотна вкладають в стик до краю передостанньої смуги і до кромочної стрічки з зазором не більше 5-8 мм. Стики звукоізоляційних полотен скріплюють самоклеючою стрічкою таким чином, щоб стик припадав на середину стрічки;
- укладання гідроізоляційної поліетиленової плівки товщиною 140 мкм. Виконують з напуском суміжних полотен на 150-200 мм, або на 50 мм при склеюванні їх між собою;
- влаштування вирівнюючої армованої стяжки виконується в декілька етапів. На першому етапі поверх плівки влаштовується напівсуха цементно-

піщана стяжка товщиною 20 мм, на яку без технологічних перерв укладається армуюча металева (з проволоки Вр-І Ø4 мм шагом 100×100 мм) або полімерна сітка. На слідуючому етапі без дотримання технологічної перерви продовжують улаштування цементно-піщаної стяжки потрібної товщини та її механізованого вирівнювання. Товщина армованої цементно-піщаної стяжки 30-32 мм.



а) б) в) г)

Рис.7.15. Етапи влаштування підлоги на основі рулонного еластичного закритопористого пінополіетилену зі зшитою молекулярною структурою: а) влаштування кромочної стрічки, б) влаштування еластичного пінополіетилену, в) влаштування армованої цементопіщаної стяжки, г) вирівнювання та ущільнення стяжки

2. *Конструктивно-технологічне рішення влаштування підлоги на основі рулонної еластичної* ***пінорезини***, рис.7.16.

Влаштування підлоги з укладанням звукоізоляційного полотна на основі *еластичної рулонної пінорезини* має аналогічні технологічні операції, що і для розглянутого вище ізолону. Основна відмінність полягає у тому, що здебільшого в будівництві для влаштування підлог зі звукоізоляцією використовують пінорезину товщиною до 10 мм. Тому рулони пінорезини укладають в стик один до одного і проклеюють їх або скріплюють самоклеючою стрічкою таким чином, щоб стик припадав на середину стрічки.



а) б) в)

Рис.7.16. Технологія влаштування звукоізоляції підлоги готелю на основі пінорезини: а) складування матеріалу, б) розкладання матеріалу, в) розрівнювання та проклеювання ізоляційною стрічкою стиків матеріалу

Напилювальна звукоізоляція. *Конструктивно-технологічне рішення влаштування підлоги на основі напилювальної звукоізоляції з застосуванням каучукових гранул SBR*. Основними технологічними операціями при влаштуванні такої підлоги є наступні:

- підготовка поверхні залізобетонної плити перекриття;
- влаштування кромочної пружньої стрічки по периметру приміщення. Виконують закріплення за допомогою клейкої поверхні стрічки до конструкцій, рис.7.17.а. У разі відсутності клейкої поверхні – дюбель-цвяхами. Напуск стрічки повинен складати: на стіни – не менш ніж 100-150 мм; на підлогу – 50 мм;



а) б) в) г)

Рис.7.17. Етапи влаштування підлоги на основі напилювальної звукоізоляції на основі каучукових гранул: а) влаштування кромочної стрічки, б) влаштування напилювального шару звукоізоляції, в) влаштування поліетиленової плівки, г) влаштування армованої цементопіщаної стяжки, її вирівнювання та ущільнення

- влаштування звукоізоляційного напилювального шару на основі каучукових гранул SBR, рис.7.17.б. На даному етапі виконується приготування суміші шляхом змішування каучукових гранул з в’яжучим. Нанесення на підготовлену поверхню виконується механізованим способом. Товщина шару не перевищує 5-10 мм. Перед влаштуванням напилювальної звукоізоляції необхідно влаштувати інженерні мережі;
- влаштування гідроізоляційної поліетиленової плівки товщиною 140 мкм, рис.7.17.в. Виконують з напуском суміжних полотен на 150-200 мм, або на 50 мм при склеюванні їх між собою. Стики полотен поліетилену можливо

скріпити самоклеючою стрічкою таким чином, щоб стик припадав на середину стрічки;

- влаштування вирівнюючої армованої стяжки. На початку поверх плівки влаштовується напівсуха цементно-піщана стяжка товщиною 20 мм, на яку без технологічних перерв укладається армуюча металева (з проволоки Вр-I Ø4 мм шагом 100×100 мм) або полімерна сітка, після чого продовжують улаштування цементно-піщаної стяжки потрібної товщини та її вирівнювання. Товщина армованої цементно-піщаної стяжки у даному випадку складає 70-75 мм.

Слід відзначити, що для підвищення звукоізоляції можливо використати зверху поліетиленової плівки доповнюючий шар на основі розчину з пінополістирольними гранулами марки за щільністю D800, товщиною 40 мм. Товщина армованої цементно-піщаної стяжки у даному випадку складає 40 мм.

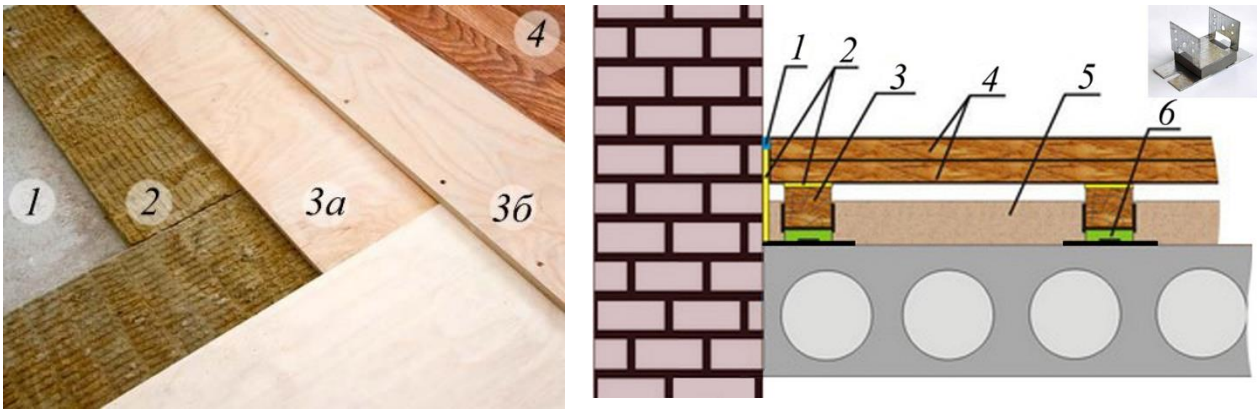
Однак застосування напилювальної звукоізоляції потребує від робітників вищої кваліфікації (середній розряд робітників 4.5). При збільшені приведеного рівня ударної звукоізоляції у порівнянні з звукоізоляцією на основі вспіненого поліетилену (середній розряд робітників 3.5) на 26 % при майже однаковому рівні ізоляції повітряного шуму (51дБ) трудомісткість збільшується в 1.7 рази.

Будівельні компанії повинні застосовувати технологічні рішення, що дозволяють з найменшими витратами коштів та часу створити чорнову підлогу з характеристиками, які відповідають діючим нормативним документам з шумоізоляції.

Користувачам та власникам приміщень новозбудованих багатоповерхівок перш ніж самостійно виконувати роботи з влаштування фінішного шару підлоги бажано ознайомитися з проектною документацією для визначення конструкційно-технологічної схеми основи та, завдяки цьому, можливого зменшення власних втрат.

Для скорочення трудовитрат і позбавлення від необхідності виконання «мокрих» будівельних процесів замість традиційної стяжки, можна використовувати так звану *конструкцію «сухої» стяжки у підлозі зі стандартних і малоформатних листів ГВЛ або настил з цементно-стружкових плит (ЦСП) чи стружково-цементних плит (СЦП), або орієнтовано-стружкових плит (ОСП (OSB)), або магнезитових плит*, які укладаються в два шари з накладенням на засипну звукоізоляцію з пористих матеріалів (спучені перліт та вермикуліт, керамзит тощо). Сумарна товщина такої конструкції при використанні плит товщиною 12 мм складе не більше 70-75 мм, рис.2.11.а. Детальний опис їх влаштування наведено в пункті 2.2.

Однією з систем звукоізоляції підлоги, що відповідає встановленим вимогам користувачів приміщень, норм з шумоізоляції, екологічній чистоті та естетичній виразності є *«плаваюча» підлога на основі шару мінеральної вати та двох шарів вологостійкої фанери* з фінішним покриттям на основі використання дерев'яної паркетної дошки, рис.7.18.а.



а) б)

Рис.7.18. Конструктивно-технологічні схеми звукоізоляції підлоги по монолітному перекриттю без використання «мокрих» процесів: а) на основі мінераловатних плит (1 - основа (монолітне перекриття); 2 - плити мінеральної акустичної вати; 3а, 3б - компенсаційна основа покриття з 2-х шарів фанери; 4-паркетна дошка) та б) схема влаштування плаваючої підлоги на лагах (1- герметик; 2 - пружна прокладка; 3 - дерев'яна лага; 4 - настил підлоги з дошок, ДСП, ОСП або фанери; 5 - плити з акустичної мінеральної вати; 6 - звукоізолююче кріплення Vibrofix Floor)

Відмінною особливістю такої підлоги є те, що влаштування її відбувається майже без використання «мокрих» процесів, що значно зменшує трудомісткість, а отже і прискорює терміни виконання робіт. При цьому в якості пружного демпфуючого шару, що вкладається на підготовлену поверхню перекриття використовується мінеральна вата з щільністю не менш ніж 150 кг/м^3 товщиною 30-50 мм. Зверху неї врозбіжку вкладається два шари вологостійкої фанери товщиною 12-15 мм та щільністю 500 кг/м^3, яка виготовлена з сосни або ялини, що закріплені між собою за допомогою клею або саморізів. На заключному етапі влаштовується фінішний шар у вигляді паркетної дошки, рис.7.18.а. Як і в багатьох інших звукоізоляційних систем підлог між поверхнею стіни та підлогою по периметру приміщення обов'язково необхідно влаштувати демпфуючу стрічку, наприклад, зі спіненого поліетилену або зі смуг мінеральної вати товщиною не менш ніж 10 мм, висотою на 5-10 мм більша ніж товщина конструкції підлоги.

Необхідно відзначити, що досить хорошими звукоізоляційними характеристиками володіють підлоги з фінішним шаром на основі паркетної дошки, що вкладаються на гумово-коркову підкладку (плаваючий метод) або приклеюються (метод приклеювання) спеціальними вібропоглинаючими клеями-герметиками (наприклад, двокомпонентний епоксіполіуретановий безводний клей RECOLL) до основи, якою можуть слугувати бетонні стяжки, стара підлога з дерев'яних дощок тощо, рис.7.19. За краще паркетну дошку з з'єднанням між собою «шип-паз» до підкладки приклеїти. Таким чином створюється масивність конструкції підлоги, що пригнічує ударний шум і підвищує звукоізоляцію від повітряного шуму. Слід відзначити, що можливо вкладати паркетну дошку і без приклеювання, але тільки у тому разі, якщо там передбачено замкове з'єднання їх між собою.



а) б) в) г)

Рис.7.19. Влаштування фінішного шару підлоги на основі паркетної дошки та гумово-коркової підкладки: а) підготовка бетонної поверхні, б) двокомпонентний епоксіполіуретановий безводний клей-герметик, в) наклеювання гумово-коркової підкладки, г) приклеювання паркетної дошки, фінішна підлога

Існують також готові конструкції плаваючої підлоги з індексом зниження рівня ударного шуму в межах 20-30 дБ за рахунок вбудованого в них пінополістиролу товщиною 20-30 мм.

Звукоізоляція від ударного шуму на основі підлоги по лагам. Несучу конструкцію підлоги по лагам (рис.7.18.б) укладають на звукоізоляційні прокладки або розкріплюють на основі з використанням спеціального кріплення. Простір між лагами заповнюється звукоізолюючим матеріалом (мінеральною ватою, засипною ізоляцією з пористих матеріалів – перлітового піску, керамзиту). Проміжки між несучими конструкціями і конструкцією підлоги заповнюють смугами звукоізоляційного матеріалу.

В котеджному будівництві одним із розповсюджених видів розділення житлового простору по горизонталі є перекриття по дерев’яним балкам. Однак слід вказати на той факт, що з усіх видів конструкцій перекриттів найменшою масою на одиницю площі, а значить, і гіршими параметрами шумоізоляції, характеризуються перекриття саме по дерев'яних балках. Тому для таких типів перекриттів необхідно застосовувати спеціальні конструктивно-технологічні схеми звукоізоляції, рис.7.19.

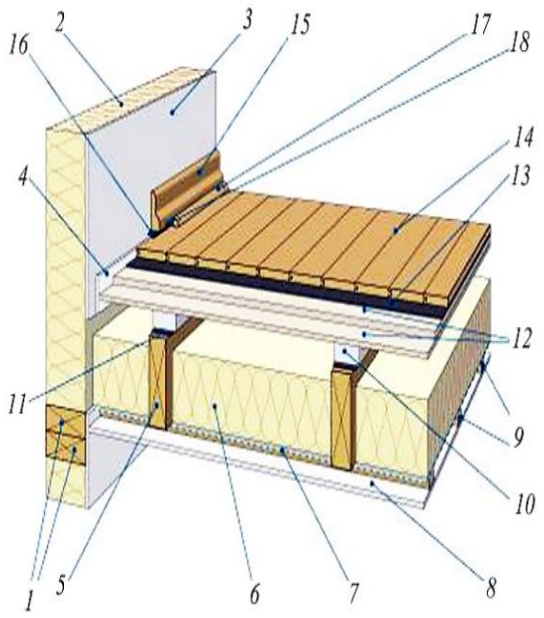


Рис.7.19. Звукоізоляція перекриттів по дерев’янним балкам: 1 - конструкція каркасної стіни; 2, 6 - мінеральна вата; 3 - ГВЛ; 4 - стрічка з спіненого поліетилену; 5 - балки перекриття; 7 - пароізоляція; 8 - стеля з ГВЛ; 9 - дерев'яні лати; 10 - стрічки з повсті або жорсткої мінераловатної плити; 11 - клейова мастика; 12 - плити OSB або фанери; 13 - гумово-пробкова підкладка, приклеєна до плити; 14 - паркетна дошка; 15 - дерев'яний плінтус закріплений на стіні; 16 - прокладка з каучуку, приклеєна до плінтуса; 17 - штапик, прибитий до підлоги; 18 - прокладка зі спіненого поліетилену, приклеєна до штапику.

При влаштуванні мінераловатного звукоізоляційного матеріалу слід дотримуватися того, щоб він щільно прилягав до балок перекриття. Щільність мінераловатного утеплювача для вирішення задач зі звукоізолції повинна бути від 40 до 85 кг/м^3 при його товщині не менш ніж 100-150 мм. Необхідно передбачити захист мінеральної вати за допомогою влаштування пароізоляційного шару з поліетиленової плівки. При влаштуванні дерев'яних перекриттів і підлог звукоізоляційна прокладка укладається під лаги і під балки перекриттів у місцях їх спирання на стіни, рис.7.19. Бажано по всьому периметру стика балки зі стіною створити звукоізоляційний контур на основі вібропоглиначих матеріалів, що унеможливить передачу коливань на стіни. При цьому ширина смуги

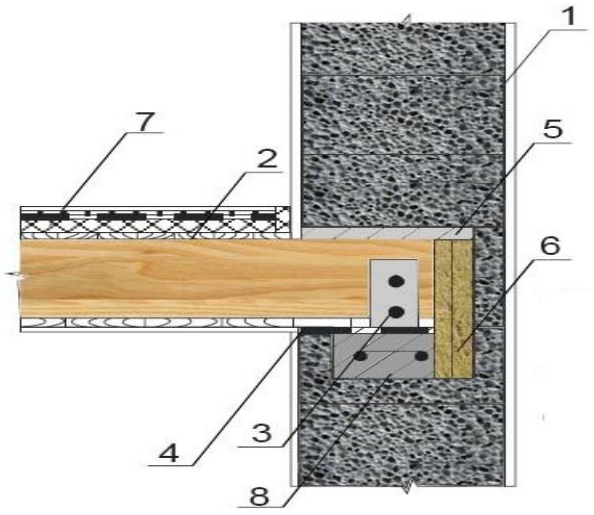
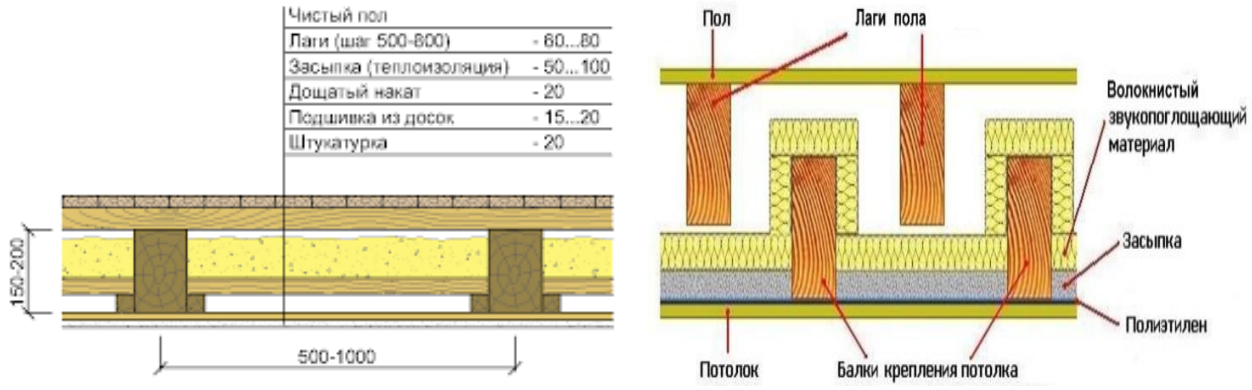


Рис. 7.19. Вузол з’єднання дерев’яного балочного перекриття з зовнішньою несучою стіною: 1 – газосилікатбетонні блоки, 2 – дерев’яні балки перекриття, 3- анкерні пластини, 4 - гідро- та віброізоляція, 5- опірний шар кладки, 6 – елемент утеплення армопоясу, 7- конструкція підлоги, 8- залізобетонний армопояс

матеріалу з кожної сторони повинні бути на 10 мм більше ширини лаги чи балки. Торці балок, що спираються на стіни, також повинні бути ізольовані від жорсткого контакту з іншими будівельними конструкціями за допомогою прокладок.

Конструкції звукоізоляційного перекриття по дерев'яних балках з сухою засипкою, рис.7.20.а. Це конструктивно-технологічне рішення є одним із тих, що були використані з давніх часів. Ще стародавні зодчі примітили особливість, що чим важча конструкція, тим краща звукоізоляція перекриття. Хоча, напевно, інших конструктивно-технологічних рішень для влаштування міцних перекриттів на той час не існувало. Проте це конструктивно-технологічне рішення на сьогодняшній день є одним із найкращих.



а) б)

Рис.7.20. Конструктивно-технологічні схеми перекриття а) по дерев'яним балкам з піщаною засипкою та б) з розділеними балками

Тому для збільшення звукоізоляції перекриття в простір між дерев'яними балками необхідно засипати мілкозернисті важкі матеріали, наприклад, сухий кварцовий пісок або суху суміш (з вологістю не більше 2-3 %) на основі кварцового та керамзитового пісків в співвідношенні 1:1. При цьому слід пам'ятати, що значна вага засипки вимагає надійного кріплення брусків, на які буде обпиратися несуча конструкція під піщану засипку. У свою чергу кріплення самої конструкції стелі, наприклад, фанери буде виконуватися через віброізолюючі прокладки до балок перекриття. Перед заповненням міжбалочного простору сухою мілкозернистою засипкою необхідно влаштувати пароізоляцію на основі поліетиленової плівки. Стики

плівки за краще склеювати або виконувати їх напуск розміром не менш ніж 200-250 мм. Для покращення теплозвукоізоляційних властивостей балочного перекриття можливо на дощатий настил та балки перед вкладанням поліетиленової плівки та засипкою теплоізоляційного матеріалу нанести шар глиняно-піщаного розчину товщиною 20-30 мм. Слід відзначити, що його використання може виключити з конструктивно-технологічної схеми вкладання шару пароізоляції.

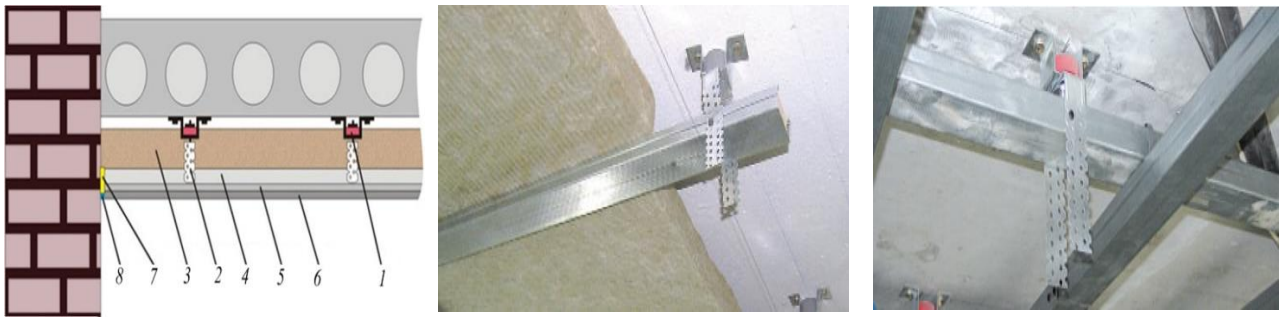
Найбільш ефективним з точки зору звукоізоляції є *перекриття з роздільними балками*, схема якого наведена на рисунку 7.20.б. Кріплення підлоги до однієї групи балок, а стелі до іншої дає можливість уникнути звукового містка між підлогою і стелею через балки. Як вказувалося раніше, в якості засипки переважно слід використовувати суміш піску і гранітного відсіву замість керамзиту – чим більше маса засипки, тим краща звукоізоляція. Одним із недоліків такого конструктивно-технологічного рішення є значне збільшення товщини міжповерхового перекриття та збільшена трудомісткість виконання робіт.

В конструкціях перекриттів, що не мають запасу звукоізоляції (дерев'яні балочні перекриття), не рекомендується застосування покриттів підлог з лінолеуму на волокнистій підоснові, що знижують ізоляцію на 1 дБ по індексу ізоляції повітряного шуму R_w. Допускається застосування лінолеуму з спіненими шарами, які не впливають на ізоляцію повітряного шуму і можуть забезпечувати необхідну ізоляцію ударного шуму при відповідних параметрах спінених шарів.

Дерев'яна підлога або плаваюча бетонна основа підлоги (стяжка) повинні бути відокремлені по контуру від стін і інших конструкцій будівлі зазорами шириною 10...20 мм, які заповнені звукоізоляційним матеріалом, наприклад, м'якою дерев’яно-волокнистою плитою, стрічкою з вспіненого поліетилену. Плінтуси або галтелі слід кріпити тільки до підлоги або до стіни. Примикання конструкції підлоги на звукоізоляційному шарі до стіни або перегородки показано на рисунках 7.18 та 7.19.

Звукоізоляція стелі. При влаштуванні стель необхідно врахувати той факт, що вони мають практично в будь-якому приміщенні гладку поверхню, і в їх напрямку поширюються всі звукові хвилі, що генеруються в приміщені.

Акустична підвісна стеля. Найбільш ефективний спосіб боротьби з шумом – це монтаж акустичної підвісної стелі, що облицьована гіпсокартоном з укладеною між елементами каркаса мінеральною ватою (товщиною 50-120 мм), рис.7.21. Підвісні стелі характеризуються більш трудомістким технологічним процесом їх влаштування, але при цьому вони добре поглинають звук, що покращує акустику приміщення.



а) б) в)

Рис.7.21. Схема звукоізоляції стель: а) конструктивно-технологічне рішення, б) влаштування звукоізоляції за допомогою акустичної мінеральної вати на поверхню стелі, в) влаштування профілів з допомогою віброізолюючих прокладок: 1 - кронштейн звукоізолюючий; 2 - підвіс стельовий; 3 - акустична мінеральна вата; 4 - профіль стельовий; 5, 6 - листи ГВЛ; 7 - вібропоглинаюча прокладка товщиною 3-5 мм; 8 - силіконовий герметик

Технологія влаштування таких стель в основному ідентична влаштуванню традиційних підвісних стель, які в свою чергу також володіють деякими ефектом звукоізоляції. Відмінність двох технологій полягає в кріпленні несучих профілів каркасу стелі до конструкції перекриття за допомогою спеціальних віброакустичних кронштейнів, звукопоглинальних прокладок, а також застосування акустичної мінеральної вати. При цьому мінеральна вата кріпиться між напрямними профілями механічно до перекриття (поліпропіленовими дюбель-цвяхами) або з допомогою спеціальних клейових розчинів. Вона створює суцільний звукоізоляційний контур. Для збільшення ефекту звукоізоляції можна використовувати

багатошарову систему з акустичної мінеральної вати різної щільності і товщини, а також спеціальних акустичних панелей.

Напилювальна декоративна звукоізоляція. При влаштуванні звукоізоляційних покриттів, стін і стель, особливо з криволінійними поверхнями, широке застосування знаходять напилюване покриття за технологією типу Sonaspray [2].

Sonaspray – звукопоглинальне напилюєме покриття на основі целюлози, яке розроблено для зниження часу реверберації, рівня шуму та акустичної корекції приміщення. Sonaspray наноситься за допомогою спеціального обладнання (рис.7.22.а), і не потребує підготовки поверхні: напилення матеріалу можна виконувати навіть на нерівну поверхню. Вона дозволяє заповнити важкодоступні місця і покривати об’єкти складної форми для створення суцільного звукоізоляційного контуру.



а) *б)* *в)* *г)*

Рис.7.22. Напилювана декоративна звукоізоляція: а) напилення звукоізоляції Sonaspray на поверхню; б) Sonaspray FC; в) Sonaspray K13; г) пофарбований варіант виконання покриття

Зовнішній вигляд готового покриття дуже схожий на декоративну штукатурку під «шубу». Розрізняють два виду матеріалу – Sonaspray FC (рис.7.21,б) і Sonaspray K13 (рис.7.22.в, г). Покриття Sonaspray FC містить більш дрібні пластівці (3...5 мм) і створює більш гладку фактуру поверхні.

Принцип роботи Sonaspray заснований на перетворенні енергії коливання звукових хвиль в теплову енергію, яка відбувається при їх проходженні через структуру волокон матеріалу. Відповідно, чим товщий шар напилення, тим більше звукове поглинання.

Sonaspray може забарвлюватися в будь-який колір (рис.7.21.г). Цей процес може здійснюватися як під час виробництва матеріалу за рахунок пігментації пластівців целюлози, так і після нанесення Sonaspray на поверхню – фарбування звичайною водоемульсійною фарбою.

Напилення Sonaspray можливо тільки за допомогою спеціального устаткування і відбувається в декілька шарів, щоб уникнути западин, нерівностей, дефектів. Це важливо, так як Sonaspray є фінішним обробним матеріалом. Sonaspray має значну перевагу – швидкість нанесення: ланка з трьох робочих в день може виконати до 300 м^2 готового покриття.

Звукоізоляційна система «кімната в кімнаті». Залежно від конструкції будинку і вимог замовника (користувача приміщення) проводять комплексну звукоізоляцію приміщення за принципом «кімната в кімнаті» [58]. При такому вирішенні стелі, стіни і підлоги ізолюють таким чином, щоб не було жорстких зв'язків між елементами будівель і внутрішнім простором приміщення, рис.7.3. Перегородки (облицювання стін) закріплюються до підлоги і стелі за допомогою звукоізолюючих профілів і кронштейнів. Така система являє собою сукупність технологічних рішень, що використовуються при влаштуванні звукоізоляції стель, стін, підлоги, наприклад, тих, що описані вище в цьому розділі.

Звукоізоляція мансардних покрівель. При монтажі мансарди крім улаштування теплоізоляції необхідно врахувати проблему звукоізоляції. В основному, шум проникає в мансарду, безпосередньо через конструкцію покрівлі. Існує кілька факторів, що впливають на рівень шуму в мансарді:

- атмосферні опади (дощ, сніг, град, тайфун, цунамі тощо);
- навколишнє середовище (громадський транспорт, промислові підприємства, людський фактор);
- гілки дерев, що ростуть близько будинку тощо.

Рівень шуму в мансардному поверсі залежить від типу покрівельного матеріалу. Чим щільніший матеріал покрівельного покриття, тим менший

рівень шуму. Так звані «важкі покрівельні покриття» значно покращують звукоізоляцію [59].

У мансардних дахах для підвищення ефекту звукоізоляції, матеріал теплоізоляції, наприклад, мінеральну вату, що володіє звукоізоляційними властивостями, необхідно з двох сторін зафіксувати жорсткими шарами, які повинні мати хорошу щільність і герметичність. З зовнішньої сторони укладається матеріал покрівельного покриття, який включає в себе обрешетування, а з внутрішньої – підшовний оздоблювальний шар, рис.7.23. Бажано виконати двошарову теплоізоляцію на взаємно перпендикулярних каркасах (рис.7.23, а), а в якості внутрішнього облицювального шару використовувати більш щільний матеріал, наприклад, цементно-тирсові або магнезитові плити і фіброліт.

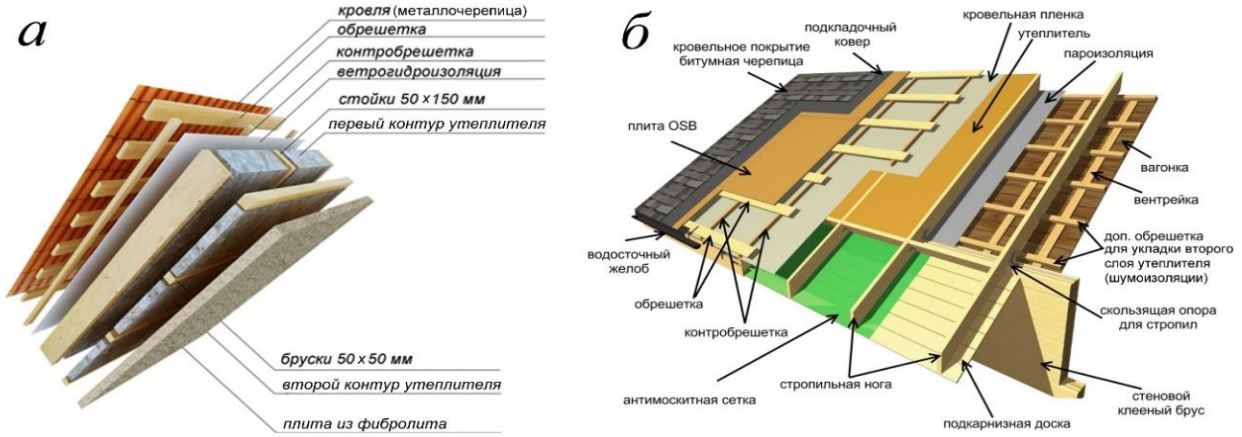


Рис.7.23. Схеми звукоізоляції мансардного даху: а) для даху з твердим покриттям; б) для даху з м'яким покриттям

При аналізі безлічі покрівельних покриттів розглянемо кілька основних видів з точки зору звукоізоляції.

1. Металеві.

2. Черепичні.

3. На бітумній основі (рулонні і мастичні).

Найпоширеніший варіант улаштування покрівлі – це покрівельний металевий лист (профільована металева черепиця), покладений на дерев'яну обрешітку, між кроквами – утеплювач (плитний, рулонний, засипний). З внутрішньої сторони покрівлі, до каркасу, в більшості випадків, закріплюється

дерев'яна вагонка. У зв'язку з великою кількістю технологічних щілин крізь такий дах можливе проникнення шумів, наприклад, дощу, голосів людей.

Аналіз результатів досліджень мансардної звукоізоляції показав, що дах з металевим покрівельним матеріалом є самим «гучним». До таких «гучних» дахів відносяться мідний, фальцева покрівля, гофрований лист, профнастил та металочерепиця. Щоб зменшити «гучність» такого виду покриттів необхідно з внутрішньої сторони цих матеріалів нанести шар вібропоглинаючої демпфуючої мастики – високов'язкої пасти, яка виготовлена на основі водної дисперсії вінілацетат-полімеру вінілацетату, яку наносять на поверхню. Коли вона затужавіє, то являє собою жорстке вібродемпфуюче покриття.

Найбільшим звукоізоляційним ефектом характеризуються «важкі» покрівельні покриття: сланцева, цементно-піщана і керамічна черепиці. Важкий матеріал, такий як черепиця, має високу щільність, внаслідок чого він захищає мансарду не тільки від ударного шуму, але і від повітряного.

Покрівлі на бітумній основі, добре захищають приміщення від ударної дії шуму (дощ, град). Однак від повітряного шуму така покрівля, практично, не захищає. Це пояснюється тим, що бітумна покрівля має низьку щільність. У свою чергу, якщо враховувати те, що при улаштуванні мансарди такі покрівельні покриття укладаються на суцільну дерев'яну обрешітку або листи OSB (чи фанери), то загальна звукоізоляція буде вищою, ніж у конструкції з металочерепиці, яка зазвичай укладається на розріджену обрешітку.

З внутрішньої сторони мансарди необхідно виконати ряд робіт. По-перше, для захисту від повітряного шуму необхідно заповнити герметиком всі щілини і стики. По-друге, якщо інтер'єр мансарди обшивається дерев'яною вагонкою, то під нею повинен розташовуватися шар фанери або іншого щільного матеріалу. Необхідно пам'ятати, що чим більше щільність такого матеріалу, тим ефективніше буде звукоізоляція.

Питання для самоперевірки

1. Основні технологічні рішення звукоізоляції стін і перегородок.

2. У чому полягає звукоізоляція стін на відстані?

3. Які особливості пристрою панелей ЗИПС?

4. Які технологічні ідеї використовувалися для звукоізоляції будівель, побудованих на початку минулого століття?

5. Що означає технологія «плаваюча підлога»?

6. У чому полягає звукоізоляція по технології «кімната в кімнаті»?

7. У чому полягають особливості технологій звукоізоляції підлоги по балках та по залізобетонному перекриттю?

8. Наведіть особливості напилюваної технології при звукоізоляції приміщень.

9. Наведіть основні конструктивно-технологічні рішення звукоізоляції дахів.

10. Які особливості пристрою звукоізоляції в будівлях з різними конструктивними рішеннями?

11. Наведіть основні технології звукоізоляції в будинках, виходячи з їх конструктивних особливостей.

ТЕМА №34. ТЕХНОЛОГІЇ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ РОБІТ. АНТИКОРОЗІЙНИЙ ЗАХИСТ.

Технології гідроізоляційних робіт

Якісно виконана гідроізоляція є запорукою довговічності і надійності будь-якої будівельної конструкції. Саме тому гідроізоляційні роботи повинні виконуватися в строгій відповідності з вимогами будівельних норм і правил. Будь-яке відхилення від технології може призвести до непоправних результатів. І якщо в приватному будівництві це може загрожувати додатковими витратами на ремонт тільки власникові будови, то неякісна гідроізоляція в умовах багатоквартирного будинку може завдати шкоди всім мешканцям.

Слід сказати про те, що технологія гідроізоляційних робіт передбачає подальше нанесення на захисні покриття інших оздоблювальних матеріалів, рис 9.1. Тому гідроізоляція відноситься до так званих прихованих робіт, до приймання яких існує цілий ряд певних вимог.



Рис. 9.1. Основні напрямки та схеми гідроізоляції

Поверхні будівельних конструкцій, призначені для нанесення гідроізоляції, мають бути незамороженими, жорсткими, плоскими, не містити порожнин, незакритих тріщин, задирок і забруднень.

Перед використанням певних видів матеріалів гідроізоляції чи її конструктивно-технологічних рішень необхідно розуміння того, від яких видів вологи необхідно оберігати конструкцію. Зважаючи на це, необхідно використовувати такі, які забезпечать максимальний ефект від застосування з мінімальними витратами часу і коштів.

В залежності від матеріалу та способу використання існують наступні види гідроізоляції: ***антифільтраційна, антикорозійна, фарбувальна, штукатурна, обклеювальна, лита, засипна, просочувальна, ін'єкційна, змонтована, поверхнева, проникаюча, напилювальна, технологічна***. Їх використання обумовлюється сферою застосування, а саме видом конструкцій,

що ізолюються, технологічними та кліматичними умовами виконання робіт, тощо.

Гідроізоляція підземних частин конструкцій споруд

При будівництві будівель застосовуються стрічкові, фундаменти стаканного типу, стовпчасті, пальові і плитні. Вони бувають збірні, монолітні та збірно-монолітні. Вибір фундаменту залежить від сейсмічності та типів ґрунту місцевості, на якій розташований будівельний майданчик, а також від архітектурних рішень.

Гідроізоляція фундаменту обов'язкова вимога при зведенні будинків [ ]. Щоб забезпечити будинку нормальні умови експлуатації, його фундамент необхідно захистити від ґрунтових вод і атмосферних опадів, що проникли до нього. Гідроізоляція фундаменту запобігає руйнуванню стін, які розташовані нижче рівня ґрунту і перешкоджає насиченню бетону вологою. Такі заходи значно продовжують термін експлуатації всього будинку і в сучасному будівництві є обов'язковими [ ].

При гідроізоляції фундаменту ізолюють вертикальну і горизонтальну його частини. Вертикальна гідроізоляція фундаменту виконується для захисту стін фундаменту від ґрунтових вод і ґрунтової вологи, а горизонтальна – крім перерахованих ще і для запобігання капілярному проникненню води. Горизонтальна гідроізоляція, наприклад, влаштовується на ростверк, перед цегляною кладкою на бетонні блоки фундаменту, стрічковий монолітний фундамент або на фундамент з бутового каміння. Фундаменти складної конструкції з розташованими в них технологічними та іншими порожнинами, каналами, галереями, приямками та іншими елементами ізолюють по всіх поверхнях, що стикаються з агресивним середовищем.

Гідроізоляція основ та фундаментів

Гідроізоляція основи під фундаменти. Для гідроізоляції основ під фундаменти на основі паль або стовпчастого фундаменту використовуються різні технологічні рішення, рис.9.2.

Фундамент стовбчастого типу гідроізолюють як по ростверку, так і бічні поверхні паль-стовпів за допомогою обмазувальної гідроізоляції.

У свою чергу основи фундаментів на палях – гідроізолюють одразу після забивання, вдавлювання або іншого улаштування паль. Після цього, перш за все, виконується вирівнююча бетонна підготовка або влаштовується гравійно-піщана подушка, яку можна просочити бітумом або пісним бетоном, та на яку і на верхню частину підготовлених паль, наноситься обмазувальна гідроізоляція – здебільшого бітумна мастика, що тим самим перешкоджає проникненню капілярної вологи, рис.9.2.б,в.

При влаштуванні монолітної фундаментної плити або стрічкових фундаментів усередині опалубки влаштовуються горизонтальна мастична і/або рулонна гідроізоляції. Причому, в наш час, в якості рулонної гідроізоляції почали використовувати профільовану (шиповидну) мембрану з високоміцного поліетилену. Слід зазначити, що профільована мембрана укладається під фундамент тільки у тому разі, якщо під нею влаштована піщана подушка товщиною не менш ніж 100 мм. При цьому укладання виконується шипами донизу, тобто вони занурюються у подушку, а потім місця стиків склеюються гумовою стрічкою шириною 200мм. У тому разі, коли в якості вирівнюючої основи використовується бетонна підготовка, то зверху неї влаштовується рулонна або обмазувальна бітумна гідроізоляції.



а)



б)



в)



г) д) е)

Рис.9.2. Обмазувальна гідроізоляція ростверку: а) загальна схема влаштування ростверку; б) бетонна підготовка під ростверк; в) пальове поле та його гідроізоляція; г) вертикальна гідроізоляція паль; д) горизонтальна гідроізоляція ростверку; е) вертикальна гідроізоляція фундаменту

Для горизонтальної гідроізоляції фундаментів окрім традиційних способів використовують інноваційну ***насипну*** гідроізоляцію, наприклад, «IZO-РИФ», «НАТЛЕН», рис. 9.3. Слід відзначити, що такий шар гідроізоляції слід використовувати в якості не основного, а допоміжного.



а) б) в)

Рис.9.3. Технологія використання насипної гідроізоляції: а) гідроізоляція підвалу котеджу; б) гідроізоляція фундаменту житлового будинку; в) модель дії насипної гідроізоляції при ремонті гідроізоляції будинку (зеленим кольором наведена збільшена в об’ємі при взаємодії з водою насипна гідроізоляція)

Насипна гідроізоляція являє собою нанополімермінеральний гідроізоляційний композит на основі порошкоподібних бентонітових монтморілонітових глин, піску і розширяючої полімерної добавки. Це сухий матеріал, який засипається рівним шаром в основу опалубки. Для фундаментів стрічкового збірного або монолітного типів така гідроізоляція суттєво впливає на їх експлуатаційні характеристики, рис.9.3.а,б. Її основною особливістю є

здатність мікрочастинок збільшуватися в десятки разів при стиканні з рідинами, а при висиханні, об'єм матеріалу повертається в його первинний стан, рис.9.3.в. Для стовпчастих фундаментів, укріплених металевими перекриттями, насипна гідроізоляція фундаментів може служити додатковим захистом, зважаючи на малу площі поверхні, що стикається з ґрунтом. Слід зазначити, що насипну гідроізоляцію можливо використовувати при ізоляції гідротехнічних споруд (дамб, греблі і т.і.), а також при ремонті пошкодженої гідроізоляції підземних частин споруд різного призначення.

Після заливки ростверку виконується обмазувальна гідроізоляція бічних поверхонь фундаменту у два шари або обклеювальна гідроізоляція сучасними рулонними матеріалами. Правильно виконана гідроізоляція ростверку повинна відсікати його поверхню від ґрунту.

Гідроізоляція фундаменту. До кінця XIX ст. гідроізоляцію заглиблених конструкцій виконували у вигляді ***«глиняного замку»***. «Глиняний замок» являв собою щільний шар утрамбованої глини 267-305 мм завтовшки. Його влаштовували під підлогою і навколо підземної частини стін і фундаментів будівель. Він захищав підземні частини будівель від безпосереднього контакту з ґрунтовими водами. Зазвичай «глиняні замки» у водонасичених ґрунтах влаштовували за допомогою масної глини, яка містить не більш ніж 5-10% піску. Проте, якщо передбачалося періодичне їх висушування, то в глину вводили 30-40 % піску.

Перед виконанням гідроізоляційних робіт необхідно зачистити поверхню фундаменту від бруду, пилу і напливів цементу металевою щіткою, зняти шари поверхні фундаменту, що відшаровуються, відчистити поверхню від масляних плям і іншого забруднення. Якщо вони проникли глибоко, то їх необхідно збити і прибрати перфоратором. Шви між блоками і каверни (порожнини) замонолічують цементним розчином. Після очищення поверхню бетонних блоків попередньо обробляють ґрунтовкою (праймером). Для обробки ґрунтовкою можна застосувати широкий валик. Праймер можливо приготувати самостійно в умовах будівельного майданчика. Для приготування

праймеру потрібні низькооктановий бензин і бітум (смола). У ємності з бензином розчиняють бітум. Пропорції приготування праймеру наступні: 10 л бензину, 200 г бітуму. При цьому необхідно виконувати змішування на відкритому повітрі та дотримуватися правил охорони праці та пожежної безпеки. Слід зауважити, що для повного розуміння терміну «праймер» необхідно знати його переклад з англійської мови – ґрунтовка.

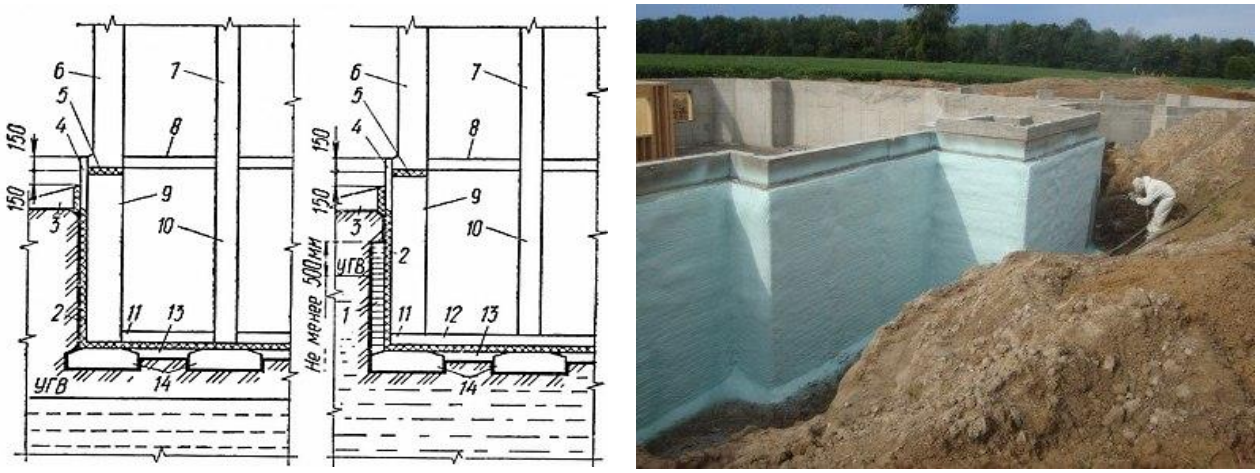
Після того, як ґрунтовка підсохла, на поверхню можна наносити розплавлений бітум. Його розподіляють пензлем або широкою щіткою по всій площині. Наносять бітум не менше двох шарів, при цьому перший шар в горизонтальному напрямку, а другий у вертикальному. Товщина шару обмазувальної бітумної гідроізоляції повинна бути не менше 2-3 мм та не більше 10 мм. Бітум один з найдешевших матеріалів гідроізоляції, проте, він має ряд недоліків. Перш за все, це економічний фактор – на його розплавлення потрібно багато палива (дрова, бензин, газ). Другий негативний фактор – низька безпека при його розплавленні. Третій фактор це те, що розплавлений бітум швидко вистигає і стає твердим. Час роботи з рідким складом обмежено інтервалом всього в 3-4 хв. Четвертий фактор – звичайний бітум дуже крихкий і якщо оброблений ним фундамент дає усадку, то гідроізоляційне покриття може руйнуватися.

Для захисту стін безпідвальних будівель від капілярної вологи ефективною гідроізоляцією, яка влаштовується по верхній горизонтальній поверхні фундаменту, є гідроізоляція з двох шарів гнилостійкої ізоляції на бітумній основі (ізола, гідроізола, фольгоізола, армобітепа або склоруберойду), шару асфальтової ізоляції товщиною 15 мм або шару полімерцементного розчину складу Ц:П (1:2) товщиною 20...30 мм. Горизонтальну гідроізоляцію зовнішніх стін укладають на 150...200 мм нижче рівня підлоги першого поверху (на одному рівні з підготовкою) і на 150...200 мм вище вимощення або позначки тротуару з перекриттям в кожному випадку не тільки стіни, але і внутрішньої штукатурки. Горизонтальну ізоляцію

внутрішніх стін укладають на 100...150 мм нижче підлоги першого поверху, рис.9.4.

У стіні, де підготовка під підлогу по обидві її сторони знаходиться на різних рівнях, гідроізоляцію розташовують у рівні зниженої підготовки, причому вертикальна ділянка стіни, дотична з ґрунтом, має бути ізольована двома шарами фарбувальної бітумної ізоляції.

При закладенні фундаментів на глибину більше 1,2 м в водонепроникних або слабопроникних ґрунтах можливе скупчення води (у періоди рясних дощів і сніговідтаювання) в пазухах колишнього котловану (або траншеї). У цьому випадку по зовнішніх вертикальних поверхнях фундаментних стін ефективно влаштовувати безнапірну *фарбувальну* бітумну ізоляцію (вертикальну).



а) б) в)

Рис. 9.4. Гідроізоляція фундаментів будівель з підвалами: а - при розташуванні ґрунтових вод нижче підлоги підвалу; б - при розташуванні ґрунтових вод вище підлоги підвалу; в- загальний вигляд. 1 - захисна стінка; 2 - вертикальна і горизонтальна гідроізоляція від капілярної вологи або від напору ґрунтових вод; 3 - вимощення; 4 - цементна штукатурка; 5 - протикапілярна горизонтальна гідроізоляція; 6 - зовнішня стіна будівлі; 7 - внутрішня стіна будівлі; 8 - рівень підлоги першого поверху; 9 - зовнішня стіна підвалу; 10 - внутрішня стіна підвалу; 11 - рівень підлоги підвалу; 12 - заанкерена залізобетонна плита; 13 - бетонна підготовка; 14 – фундаменти

У будинках з підвалами захист горизонтальних і вертикальних поверхонь стін від капілярної ґрунтової вологи є обов'язковим, навіть при відсутності ґрунтових вод в зоні розташування підвального приміщення. Горизонтальну ізоляцію від капілярної вологи виконують у двох рівнях: на

рівні підлоги підвалу і вище рівня вимощення, але не менше ніж на 150 мм (або в рівні верху цоколя). В якості вертикальної протикапілярної ізоляції також ефективна *обмазувальна* бітумна ізоляція.

При розташуванні рівня ґрунтових вод на 1 м нижче підлоги підвалу в якості гідроізоляції підлоги ефективна бетонна підготовка з протикапілярною ізоляцією. Крім того, під зовнішніми та внутрішніми стінами і під стовпами на рівні підготовки підлоги підвалу розташовують ізоляційний шар.

При наявності ґрунтових вод на рівні до 1 м від підлоги в його конструкції необхідно передбачати шар ізоляції і робити суцільну чисту підлогу з водонепроникних матеріалів – бітуму або цементного розчину з ущільнювальними добавками.

При натиску ґрунтових вод від 0,1 до 0,2 м маса звичайної конструкції підлоги підвалу є достатньою, щоб погасити натиск. У цьому випадку горизонтальні і вертикальні поверхні ефективно захищати цементною штукатуркою або фарбувальною бітумною ізоляцією. Шари такої ізоляції наносять по бетонній підготовці підлоги, а також на вирівняну розчином зовнішню поверхню підвальних стін. Зовні вертикальну ізоляцію стін ефективно захищати «глиняним замком» товщиною 250 мм, розташованим на 500 мм вище найвищого рівня ґрунтових вод.

У свою чергу при натиску води від 0,2 до 0,8 м гідроізоляцію по зовнішніх поверхнях фундаментних стін і гідроізоляцію підлоги підвалу конструктивно виконувати як протинапірну, а підлоги – обтяжені. Гідроізоляція підлоги, що укладена по вирівнюючій стяжці бетонної підготовки, обов'язково повинна бути з'єднана з нижньою горизонтальною ізоляцією фундаменту і зовнішньою вертикальною ізоляцією стін. Гідроізоляцію підлоги захищають шаром цементного розчину товщиною 20... 30 мм, на який для погашення напору укладають шар важкого бетону товщиною 150...200 мм.

Враховуючи вищенаведене, для обробки фундаменту *обмазувальною* гідроізоляцією рекомендується застосовувати сучасні бітумні і бітумно-

полімерні мастики. Мастичні гідроізоляційні матеріали для фундаменту можна застосовувати «холодними» і вони володіють достатньою еластичністю і стійкістю до механічних пошкоджень. Товщина мастичної гідроізоляції повинна бути так само не менш 3 мм, проте не більше 5 мм. У свою чергу для виконання обмазувальної гідроізоляції також застосовується будівельний бітум і бітумні мастики. Бітум розплавляють і наносять на бетонні поверхні вручну (валиком, пензлем або щіткою) або механізовано.

В якості альтернативи обмазувального захисту в будівництві застосовується рідка *фарбувальна* або напилюєма гідроізоляція, яка під тиском наноситься на поверхні, що ізолюють.

Гідроізоляція фундаменту рідкою гумою. Рідка гума являє собою антикорозійне покриття, що виконує функцію гідроізоляції будівельних конструкцій, фундаментів будівель. Нанесення її здійснюється методом безповітряного напилення. Цей матеріал виготовляється на основі бітумно-полімерної емульсії. Характеризується холодним нанесенням і моментальним затвердінням.

Цей вид бітумної мастики створює цілісне покриття без швів, матеріал відмінно заповнює всі тріщини, шви, і пори оброблюваної поверхні, забезпечуючи тим самим ідеальний захист від води, пари і будь-якої іншої агресивної рідини, рис.8.7.



а) б) в)

Рис.9.5. Гідроізоляція фундаменту рідкою гумою: а) нанесення; б) загальний вид з відображенням механічних властивостей; в) схема: 1 - з/б стіна, 2 - гідроізоляція рідка гума, 3 - кріпильна планка, 4 - пристінний дренаж, 5 - фундаментна плита, 6 - пластовий дренаж, 7 - гаптель з цементно-піщаного розчину, 8 - дренажна труба, 9 - піщано-гравійна посипка, 10 - ґрунт зворотної засипки, 11 – відмощування

Гідроізоляція фундаменту рідкою гумою не може здійснюватися без підготовки. Перш ніж починати наносити гідроізоляційний шар слід здійснити деякі підготовчі роботи:

– очистити всю площу поверхні від всілякого сміття, піску, пилу, бруду і жирових плям;

– у деяких випадках, щоб очистити поверхню і відкрити капілярні пори бетону, слід провести обробку піскоструминним апаратом, а після протерти розчином хлористого водню HCl (розчин готується в співвідношенні один до десяти).;

– якщо на поверхні є наліт цвілі – тоді слід провести очищення верхнього шару, а після обробити антисептиком;

– необхідно проштробити канавки глибиною до 25 мм в точках поєднання матеріалів. Тріщини на бетоні збільшити на ширину до 20 мм і глибину 25 мм;

– непроникність (герметизацію) внутрішніх комунікацій;

– зволожити бетонну поверхню до нанесення ізоляції.

В залежності від інструкції виробника слід готувати гідроізоляційний розчин. Нанесення суміші можна здійснити за допомогою шпателя, широкої кисті або фарбувального пістолета.

Обклеювальна гідроізоляція фундаменту проводиться рулонними матеріалами, виготовленими на основі склополотну. Основа просочена бітумом з добавками, яка надає еластичності. Таке покриття наносять на бетонну основу за допомогою газового пальника або паяльної лампи.

Поверхню рулонної гідроізоляції та бетонну основу під нею оброблену праймером попередньо розігрівають до температури плавлення. Після цього смугу щільно притискають і видаляють повітряні бульбашки. Другий і наступні шари вертикальної обклеювальної гідроізоляції укладають з накладом 100-150 мм.

Гідроізоляція обклеювальна вертикальна приклеюється або наплавляється в два шари. Перший шар накладають горизонтально, а другий

вертикально. У цьому випадку досягається максимальне перекриття доступу вологи.

Найскладніший вид вертикальної гідроізоляції фундаментів – *штукатурний*. Він вимагає особливих навичок від виконавця та передбачає достатні водонепроникні властивості матеріалу ізоляції.

Полімерцементна гідроізоляція. Для нанесення полімерцементної гідроізоляції основа має бути рівною, чистою, шорсткою, сильно змоченою водою або заґрунтованою. Роботи з улаштування гідроізоляції виконують у такій послідовності:

– підготовка поверхні;

– ґрунтування ґрунтовкою за допомогою розпилювача або щітки;

– приготування розчинної суміші;

– нанесення першого шару гідроізоляції в одному напрямку;

– нанесення другого шару гідроізоляції в напрямку, перпендикулярному до першого;

– за потреби наносять третій шар гідроізоляційної суміші;

– нанесення захисного або декоративного покриття;

– герметизація деформаційних швів.

Суху суміш всипати у чисту воду температурою 15…20 °С й інтенсивно перемішувати до отримання однорідної маси за допомогою низькообертового дриля з насадкою (не більш, ніж 600 об/хв). Співвідношення сухої суміші і води від 2,5:1 до 3:1. Розчинну суміш витримують протягом 5 хв ("дозрівання") після чого знову перемішують.

Розчинну суміш наносять на підготовлену поверхню рівномірним шаром за допомогою жорсткої щітки в одному напрямку. Другий шар гідроізоляції наносять через 3 доби в перпендикулярному до першого шару напрямку. Гідроізоляційне покриття інколи захищають облицювальною плиткою, фарбами.

Гідроізоляційна профільована мембрана. Бітумні рулонні гідроізоляційні матеріали останнім часом поступаються профільованим

мембранним гідроізоляторам. Це новий матеріал, який дозволяє не тільки захистити бетонні поверхні від впливу ґрунтових вод, але і виконати вентиляцію, дренаж і відведення вологи в потрібному напрямку. Такий захист являє собою поліпропіленовий або високощільний поліетиленовий матеріал з профільованими виступами або шипами. Цей вид захисту фундаменту відноситься до «важкої» гідроізоляції. Вона повинна забезпечити дренаж і опір ґрунтовим водам протягом усього терміну експлуатації будівлі. Причому, в залежності від конструктивно-технологічних рішень гідроізоляції вона може влаштовуватися як шипами до фундаменту, так і назовні.

Гідроізоляційна профільована мембрана призначена для захисту фундаменту в тому випадку, якщо ґрунтові води залягають вище рівня підлоги підвального приміщення, рис.8.4. Поверхня такого покриття має шипи діаметром від 0,8 до 20 мм. Такий захист застосовують здебільшого для вертикальної гідроізоляції, при цьому поверхню фундаментних стін попередньо обробляють бітумною обмазувальною мастикою.

Профільовану мембрану кріплять до фундаментних блоків дюбелями з герметичними пресшайбами. Зверху покриття фіксується притискною планкою з вентиляційними отворами. У тому випадку, коли ґрунт глибоко промерзає, застосовується гідроізоляція та утеплення фундаменту одночасно. Як приклад, бетонні стіни фундаменту обробляють мастиковим гідроізолятором і зверху на нього монтують поліуретанові панелі розміром 1000×1000 мм. Вони кріпляться за допомогою спеціальних дюбелів з широким капелюшком «парасолькою». Стики між пластинами заповнюють герметиком. Далі на нього кріплять профільовану мембрану, а потім зверху на панелі приклеюють геотекстильне полотно. Після виконання цих заходів проводиться зворотня засипка.

Гідроізоляція фундаменту з допомогою поліетиленової плівки. Найбільш дешевий матеріал для гідроізоляції фундаменту є поліетиленова плівка. Плівка для гідроізоляції фундаменту може застосовуватися як для вертикального, так

і для горизонтального захисту. Її особливу перевагу це мала вага, що значно полегшує процес укладання.

Необхідно відзначити, що для гідроізоляції фундаменту можна застосовувати поліетиленову плівку завтовшки не менше 0,4 мм. Плівку легко склеювати чи зварювати гарячим повітрям. Завдяки великій ширині поліетиленової плівки 1,5 м нею можна вкрити велику площу при малих витратах фізичної праці. Цей матеріал не гниє і перешкоджає проникненню грибкових спор.

При цьому варто відзначити, що поліетилен не стійкий до впливу ультрафіолетового випромінювання. Тому укрита ним поверхня повинна бути повністю закрита ґрунтом. Слід відзначити, що плівку частіше застосовують для горизонтальної гідроізоляції фундаменту і вкрай рідко – для вертикальної.

У тому разі, якщо для фундаменту будови передбачено утеплення та гідроізоляція плитного фундаменту, то вона виконується наступним чином:

• у відритий і спланований котлован насипається піщана подушка 100 мм;

• на піщану підготовку укладають геотекстиль;

• засипають щебінь середньої фракції шаром 50-100 мм;

• укладається бетонна підготовка (бетон М200) товщиною 100 мм;

• розкладається поліетиленова гідроізоляційна плівка з напуском 150-200 мм і подальшим спаюванням;

• укладаються пластини теплоізоляції з екструдованого пінополістиролу;

• зверху накривається поліетиленовою плівкою товщиною 0,4 мм;

• на плівку укладають арматурний каркас, виставляють опалубку і заливають бетоном М200.

Технологія «шведська» плита. Шведська плита – це утеплений монолітний плитний фундамент малого заглиблення, рис.8.10. Головна особливість цієї технології в тому, що весь фундамент базується на шарі утеплювача (під плитою), під теплим домом ґрунт не промерзає. Такий

фундамент придатний для будь-яких типів ґрунтів, при будь-якій глибині залягання ґрунтових вод.

Дана технологія базується на основних принципах проектування і улаштування малозаглиблених фундаментів на рухливих ґрунтах, описаних в Стандарті організації (СТО 36554501-012-2008)

Технологія «шведська» плита об'єднує в собі улаштування утепленої монолітної фундаментної плити і можливість прокладки комунікацій, включаючи систему водяного підігріву підлоги. Комплексний підхід дозволяє отримати в короткі терміни утеплену основу з вбудованими інженерними системами і рівну підлогу, готову для укладання плитки, ламінату або іншого покриття.



а) б) в)

Рис.8.10. Шведська плита: а) склад плити: 1 - ґрунт, 2 - пісок, 3 - інженерні комунікації, 4 - щебінь, 5 - пінополістирол; 6 - арматура, 7 - система обігрівання полу, 8 - бетон; б) улаштування шару утеплювача з екструдованого пінополістиролу; в) встановлення арматурного каркасу

Для забезпечення нормальної роботи утепленої «шведської» плити (УШП) і запобігання морозного обдимання необхідно передбачити влаштування системи відведення ґрунтових вод (дренажна система по периметру споруди). Важливу роль відіграє також улаштування нездимаючої підготовки (подушка з крупного піску, щебеню). У разі, якщо застосовується комбінація шарів щебеню і піску, необхідно передбачити розподіл даних шарів геотекстилем (при розташуванні ґрунту дрібної фракції над більшим).

Під плиту необхідно заздалегідь закласти всі необхідні комунікації (водопровід, електрика, каналізація і т.і.) і вводи.

Конструкція «шведської» плити передбачає передачу всіх навантажень від споруди (власна вага, експлуатаційні навантаження, снігові і т.п.) на шар утеплювача, саме тому до використовуваного теплоізоляційного матеріалу пред'являються високі вимоги по міцності.

Щоб забезпечити відведення вологи від фундаменту необхідно забезпечити правильне відведення дощової (основним джерелом якої є покрівля) та талої води від будівлі. Для цього влаштовується відмощування, а також круговий і пластовий дренаж, облаштовується дренажний колодязь, встановлюється насос.

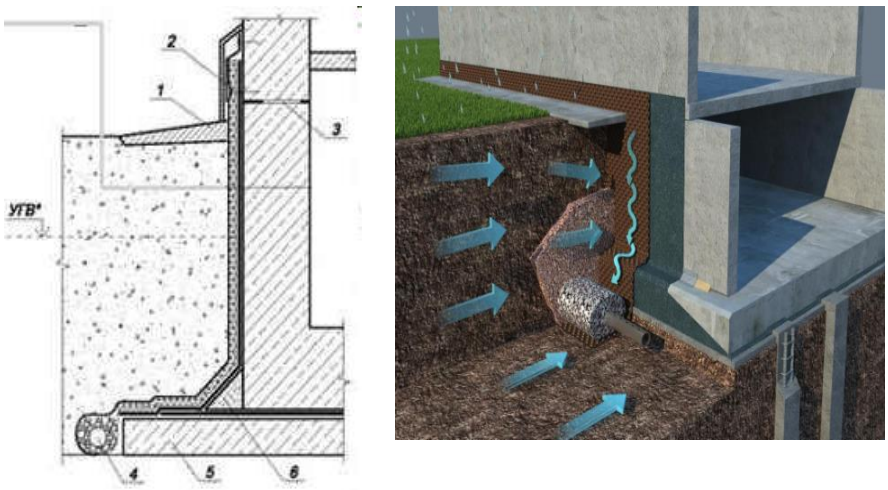
Дренажна гідроізоляція. Дренаж фундаменту призначений для відводу ґрунтових і поверхневих вод з ґрунту за допомогою водовідвідних каналів. Конструкція водовідвідних каналів залежить від висоти проходження ґрунтових вод, від рельєфу місцевості, а також від ухилу самої ділянки, на якій зведено будинок, рис.9.6.

Крім даної системи каналів фундамент будинку оснащують дренажем. Він виключить негативний вплив вологи, тим самим продовжить термін експлуатації фундаменту.

При улаштуванні або ремонті гідроізоляційного шару фундаментів експлуатованих будинків роботи необхідно виконувати за наступними етапами.

Перший етап – підготовка фундаменту. Підготовка фундаменту полягає в наступному: знімається верхній шар землі, що примикає до фундаменту, і формується траншея шириною не менш 1 м. З кожним кроком поглиблення траншеї необхідно зчищати старий гідроізоляційний шар землі. Після того як буде оголений фундамент, приступають до осушення поверхні фундаменту. Це може виконуватися різними способами. Перший спосіб осушення – природним шляхом. Другий спосіб – тепловими гарматами. І третій спосіб – електроосмотичне висушування (використовується ефект електроосмосу).

Другий етап – влаштування поверхневого гідроізоляційного шару. Для цього використовується декілька типів гідроізоляції – рулонна обклеювальна та обмазувальна. Вибір гідроізоляції залежить від глибини фундаменту, типу ґрунту та виду натиску води. Серед перелічених видів найактуальнішим видом вважається обклеювальна гідроізоляція фундаменту матеріалами на бітумній основі.



а) б)

Рис. 9.6. Дренажна гідроізоляція: а) схема дренажу: 1 - вимощення; 2 - захисний фартух з оцинкованої сталі; 3 - протикапілярний гідроізоляційний шар; 4 - дренажна труба; 5 - бетонна підготовка; 6 - жолобник; РГВ* - рівень ґрунтових вод.; 7 - геотекстиль; б) модель відведення вологи

Третій етап – розведення та укладання дренажу. Дренажна система укладається після завершення гідроізоляції та вентиляційного дренажу. На відстані 1 м від будівлі прокопується рів із глибиною нижче фундаменту. Ширина рову повинна відповідати товщині дренажної труби плюс повинне залишитися місце для проміжного шару. Перш ніж взятися укладати по периметру траншеї трубу для дренажу, необхідно підготувати «подушку», на яку будуть укладатися труби. В якості подушки можна використовувати пісок, засипаний в траншею під ухилом 10 мм на 1м. Ухил необхідний для того, щоб вода не затримувалася, а стікалася по трубах. Щоб точно створити «правильний» ухил необхідно контролювати його будівельним рівнем. Другий шар подушки створюється з геотекстилю. Третій шар – це щебеневий 50 мм фракції прошарок, він також складається з ухилом.

У завершенні шарів укладається трубна система. По всій довжині труби обов'язково повинні висвердлюватися отвори діаметром від 1,5 мм до 6 мм. Відстань між отворами не повинно перевищувати 50-80 мм.

Після закінчення прокладання дренажних труб проводиться дренаж фундаменту будинку за допомогою перфорованої труби. Перфорована труба прокладається своїми руками по периметру будови і нижче нижньої частини фундаменту.

Після укладання перфорованої труби засипається поверхневий шар щебню товщиною 100 мм. Щоб зафіксувати багатошаровий дренаж, необхідно край геотекстильного шару внапуск закріпити поверх щебня. Щоб тканина не розгорталася, її закріплюють щебнем або гравієм.

Четвертий етап – установка ревізійних колодязів. В кожному кутку будинку проробляється дренажний колодязь, і виводитися в стічний колектор. Як правило, колектор повинен знаходитися на відстані 5 м.

Гідроізоляція наземних частин будівель та споруд

У зв'язку зі складними умовами експлуатації внутрішніх приміщень лазень для гідроізоляції стін і підлоги найбільш ефективні холодні асфальтові мастики, що містять до 10% портландцементу в якості наповнювача, рис.8.14. На підлогах також ефективні обклеювальні покриття з гнилостійких матеріалів (склоруберойд, гідросклоізол, армобітеп, полімерні плівки), а на стінах – штукатурна гідроізоляція з колоїдного полімерцементного розчину, обмазувальна із застосуванням бітумно-полімерних теплостійких мастик (бітумно-етінолевих, бітумно-каучукових та ін.). Ці гідроізоляційні покриття повинні бути обов'язково захищені відповідним захисним шаром: на підлогах – з цементної стяжки з укладанням керамічної плитки (при необхідності), а на стінах – цементною штукатуркою з облицюванням керамічною плиткою. У парильних та інших приміщеннях з експлуатаційною температурою більше 40 °С поверх гідроізоляції необхідно наносити захисну цементну штукатурку по металевій сітці, що заанкерована до основних стін, причому анкери повинні мати шайби, що перешкоджають проникненню пара вздовж отвору стрижня.

Штукатурні та фарбувальні покриття треба армувати у всіх місцях примикань і сполучень із заставними деталями (трубами, шинами і ін.). Гідроізоляцію стиків збірних залізобетонних конструкцій необхідно виконувати герметизуючими шпонками або проклеюванням склоеластиками.

Для деяких наземних споруд характерні складні умови експлуатації при інтенсивній хімічній і фізичній агресивності зовнішнього середовища: різні очисні споруди, відстійники і скрубери, силосні і грануляційні вежі, промислові охолоджувачі і градирні. Всі вони відрізняються різко змінним температурним режимом експлуатації, піддаються впливу атмосферних чинників, хімічної агресії води-середовища, і тому потребують гідроізоляційного захисту.

Характерним прикладом споруд, що піддаються різноманітним впливам фізичної і хімічної агресії на будівельні конструкції, є баштові градирні.

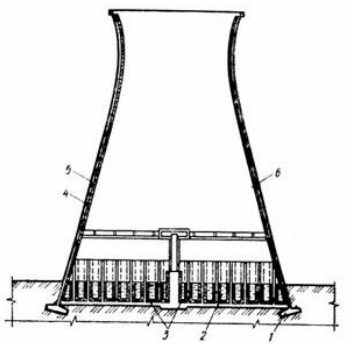





Рис.8.14. Гідроізоляція баштової градирні: 1 - фундамент вежі; 2 - водозбірний басейн; 3 - штукатурна гідроізоляція; 4 - поверхнева гідроізоляція з колоїдного полімерцементного розчину; 5 - захисна конструкція; 6 - витяжна вежа.

Для захисту баштових градирень ефективними є два способи: фарбувальна гідроізоляція модифікованими епоксидними емалями і штукатурна гідроізоляція з колоїдного полімерцементного розчину. Епоксидно-сланцеві покриття з епоксидної емалі рекомендуються як найбільш надійні і довговічні, причому якість їх може бути підвищено, якщо використовувати більш еластичні покриття з епоксидно-каучукових емалей. Колоїдно-штукатурні покриття з колоїдного полімерцементного розчину набагато дешевші і більш технологічніші за епоксидне покриття, володіють надійністю і довговічністю. Виконується воно з заздалегідь приготовленого і

ретельно дозованого розчину, завдяки чому забезпечується висока якість покриттів. Недостатня тріщиностійкості покриттів з колоїдного полімерцементного розчину вимагає, щоб вони поєднувалися з ущільненням робочих швів бетонування прокладкою сталевих оцинкованих листів шириною 50 ... 100 мм.

Епоксидне фарбування і штукатурка з колоїдного полімерцементного розчину більш ефективні для захисту відкритих залізобетонних конструкцій, бо вони відрізняються більшою механічною міцністю і морозостійкістю. Багаторічний досвід експлуатації збірних залізобетонних лотків лісопереробних комбінатів в умовах знакозмінних температур і абразивного впливу показав надійність фарбувальної гідроізоляції, для влаштування якій використана епоксидно-каучукова емаль.

При роботі споруд, схильних до різних динамічних і вібраційних впливів, ефективними є армовані фарбувальні і штукатурні гідроізоляційні покриття. Для армування найбільш доцільні склотканини і склосітки, а також пластмасові листи. В якості герметизуючих мастик рекомендуються бітумно-полімерні і тіоколові герметики. У місцях зосереджених деформацій на покриття треба нанести антиадгези і т.і. Далі зафарбуваи білилами або покрити пергаміном.

У складних умовах експлуатації знаходиться гідроізоляція мостів, в яких динамічні навантаження поєднуються зі знакозмінним температурним режимом. Тому на прогонових будовах мостів доцільно застосовувати обклеєні і сильно армовані покриття, а також полімерні матеріали. Найбільш ефективним є гідроізоляційне покриття із застосуванням епоксидно-сланцевого полімербетону товщиною 30 мм по сталевим листам, бітумній ґрунтовці і епоксидному лаку.

Гідроізоляція стін

Гідроізоляція стін може виконуватися двома різними способами, але найбільш дієвим виявляється застосування відразу двох методів. Мова йде про так звану горизонтальну і вертикальну гідроізоляції.

Горизонтальна гідроізоляція стін (рис.8.15). Вона можлива тільки під час будівництва будинку – це не що інше, як прокладка матеріалу, ізолюючого воду, між фундаментом і стінами будинку. Дана гідроізоляція просто роз'єднує два елементи будови, перешкоджаючи тим самим проникненню вологи з фундаменту стіни. Виконується вона просто – після того як фундамент буде побудований, зверху нього вкладається рулонний матеріал, який перериває капілярний рух вологи усередині будови. Такий підхід до справи не порушує цілісність споруди.



Рис.8.15. Горизонтальна гідроізоляція стін

Вертикальна гідроізоляція стін. Цей процес вже повною мірою відповідає уявленням про гідроізоляцію більшості людей – він передбачає нанесення на поверхню стін обмазувальних, рулонних або будь-яких інших матеріалів, призначених для захисту будівлі від вологи. Саме таким способом зменшують площу вбирання ґрунтових вод у фундамент. Виходить так, що всі основи будинку закриваються з трьох сторін своєрідною захисною плівкою, яка утримує воду від проникнення всередину фундаменту, а значить і в стіни самої будови.

Даний підхід до гідроізоляції стін від фундаменту буде набагато дієвим, якщо крім самої основи будови, ізолювання від вологи піддається і цокольний поверх, оскільки він теж має безпосередній контакт з ґрунтом. Для цієї частини будинку прийнятна виключно вертикальна гідроізоляція стін всередині і зовні приміщення.

Гідроізоляція стін зовні (рис.8.16). Це найбільш трудомісткий процес, що вимагає величезної кількості фізичних витрат.

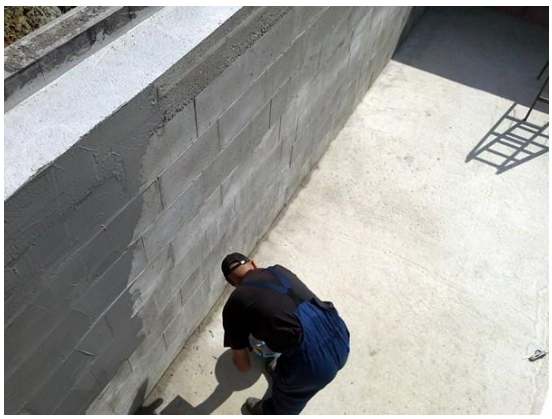


Рис.8.16. Гідроізоляція стін зовні

Знадобиться повністю відкопати фундамент, нанести на нього захист і знову закопати. Причому робити це потрібно не всюди одразу навколо всього будинку, а частинами, тому що повне розкриття фундаменту може призвести до незворотних наслідків, і будинок може почати руйнуватися. В цілому ж, процес гідроізоляції виглядає невибагливо – стіни фундаменту і цокольного поверху ретельно очищаються від залишків ґрунту, гарненько, в два-три шари, покриваються ґрунтовкою, а потім і обмазувальною проникаючою гідроізоляцією. В більшості випадків використовуються бітумні мастики, які коштують недорого. Сама по собі мастика не в змозі надовго забезпечити надійний захист стін від вологи, тому наступним етапом робіт буде установка поверх мастики рулонної гідроізоляції. За всіма правилами вона наклеюється у два шари, перший шар розташовується вертикально, а другий горизонтально. Всі смуги першого і другого шару наклеюються напуском один на одного з заходом в 150-200 мм. Також дуже важливим моментом є випуск гідроізоляційного покриття стін на поверхню – щоб надійно захистити стіни будинку від всюдисущої вологи, гідроізоляція повинна закінчуватися на висоті 250-300мм над рівнем ґрунту.



Рис.8.17. Гідроізоляція стін зсередини

Гідроізоляція стін всередині приміщення (рис.8.17). У комплексі з зовнішньою гідроізоляцією вона дозволяє повністю позбутися від впливу ґрунтової вологи на все будовництво. Таким же способом, як зовні, вона не виконується. Для внутрішніх робіт використовуються трохи інші матеріали і представляють вони собою не що інше, як сухі будівельні суміші. Це найдешевший вид

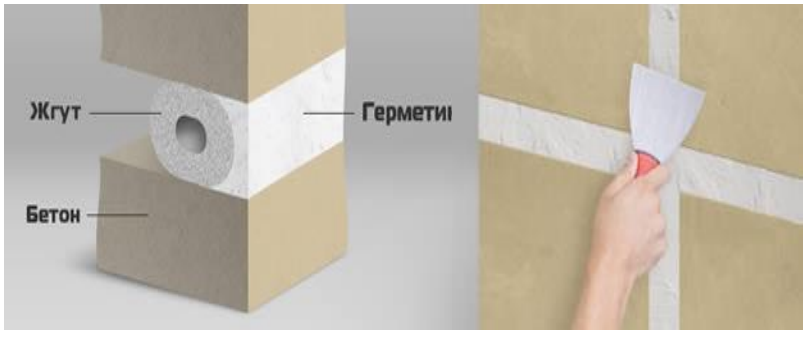
гідроізоляційних матеріалів, який, незважаючи на свою вартість, відмінно справляється з поставленими завданнями. Така суміш готується точно так само, як і будь-які інші суміші, а ось вона наноситься на стіни досить цікавим способом. Якщо перший шар наноситься на стіну горизонтальним рухом шпателя, то другий повинен наноситися вертикальним рухом. Така специфіка цього матеріалу, і нікуди від неї не дінешся. Кути приміщень – як правило, даний вид гідроізоляції виявляється малоефективним в цих місцях. Тут краще використовувати інший вид проникаючої гідроізоляції, яка наноситься пензликом – кути гарненько промащуються, і тільки після висихання цього матеріалу можна приступати до ізоляції основної маси стін.

Технологія зовнішньої гідроізоляції міжпанельних швів. На сьогоднішній день застосовують дві основні технології, завдяки яким забезпечується герметизація і гідроізоляція швів між плитами.

Внутрішня гідроізоляція дозволяє виконати весь комплекс робіт безпосередньо в квартирі. У підготовлений (очищений) шов ін'єкційним методом подається суміш для гідроізоляції швів.

Зовнішня гідроізоляція швів і примикань, що дозволяє забезпечити надійний захист всіх конструктивних елементів від впливу атмосферних чинників, рис.8.18.

Слід зазначити, що зовнішня гідроізоляція вважається більш ефективною, вона усуває причину проблеми, не дозволяє проникнення вологи в міжпанельні шви. Крім того, при її виконанні не порушується внутрішня обробка будівель, не створюються незручності для мешканців квартири людей.



а) б)

Рис.8.18 Гідроізоляція між панельних швів: а) загальна схема влаштування стику, б) замонолічуівння стику.

Технологія герметизації і гідроізоляції передбачає виконання цілого комплексу робіт. Якісна гідроізоляція панельних швів вимагає професійного підходу до кожного етапу, будь-яке порушення технології може привести до її неефективності та необхідності повторних робіт вже через незначний період часу.

– Очищення поверхні шва, яка включає в себе зняття старої мастики або іншого герметика, демонтаж (при необхідності) утеплювального матеріалу, видалення відшарованого штукатурного розчину, розшивку штроб для більш повного заповнення шва.

– Очищений шов необхідно поґрунтувати розведеним герметиком для поліпшення адгезії поверхні.

– Поґрунтований шов необхідно просушити перед виконанням подальших робіт. Для прискорення процесу доцільно використовувати будівельний фен.

– Підготовлений стик заповнюється монтажною піною або іншим полімерним ущільнюючим матеріалом.

– Поверх ущільнювача утеплювача наноситься шар декоративної або іншої штукатурки, яка може використовуватися для виконання зовнішніх (фасадних) робіт.

– На завершальному етапі наноситься герметизируючий матеріал для гідроізоляції панельних швів. Саме від якості обраного герметика і правильності його нанесення буде залежати подальша довговічність шва.

Серед існуючих герметиків рекомендовано застосування матеріалів на бітумній, поліуретановій і акриловій основі. Перші з них при високій стійкості до атмосферних факторів має доступну вартість. Другий і третій за вищою ціною дозволяє забезпечити підбір кольору (колеровка) під існуючі фасади, не втрачає своїх якостей при впливах широкого діапазону температур, відрізняється винятковою довговічністю.

Інші матеріали мають цілий ряд недоліків. Так, наприклад, силіконові герметики мають невисоку стійкість на розрив і невелику довговічність.

Тіоколові і поліуретанові склади є двокомпонентними, що створює складності при їх приготуванні і нанесенні. Саме тому доцільний вибір саме бітумних і акрилових герметиків.

Гідроізоляція підлоги

Способи гідроізоляції підлоги. Гідроізоляція бетонної підлоги не обмежується вибором матеріалів, як по ґрунту. Вона буває обмазувальною, проникаючою, обклеювальною. Кожен з варіантів має свої плюси і недоліки.

Мастика для гідроізоляції. Гідроізоляція підлоги першого поверху необхідна при відсутності підвальної частини будівлі, або при її не ізольованості. Якщо знизу підлогу першого поверху знаходиться над насипаним ґрунтом, а не над підвальним приміщенням, його необхідно добре захистити від можливого підтоплення підземними водами і просочування вологи і вогкості із землі. На першому поверсі можна застосувати рулонний вид гідравлічної ізоляції, але він занадто трудомісткий, тому, краще використовувати мастичні матеріали холодного зразка. Вони наносяться пензликом або валиком, не мають випарів, що дозволяє використовувати без респіраторів і захищає одяг. Хоча рукавички не завадять.

Мастика для гідроізоляції підлоги вибирається залежно від складу покриття. Якщо основа бетонна, то бажано застосовувати проникаючий варіант, при якому суміш, завдяки своїм якостям, проникає глибоко по капілярах всередину бетону, кристалізується там і утворює нерозривне ціле з покриттям. Є мастики, які необхідно нанести кілька разів, щоб досягти максимального проникнення і захист підстави може бути до 200 мм вглиб.

Для правильного використання таких варіантів необхідно підготувати поверхню. Для цього всю частину покриття проходять залізною щіткою, щоб зчистити гладку частину бетону і відкрити пори і поглиблення. Можна промити під струменем. Просушений бетон до почуття невеликої вогкості при дотику обробляється проникаючої мастикою.

Властивості цього матеріалу дозволяють витіснити всю воду з ущелин і капілярів і заповнити складом проти тиску. Суміш проникає глибоко і там

кристалізується, ущільнюючи, таким чином, саму бетонну основу. При використанні проникаючої мастики забезпечується дихання бетону з неможливістю водного проникнення. Для дерев'яної чорнової підлоги також можна застосувати проникаючу мастику, перед початком роботи дерево проходять залізною щіткою, до подряпин, для міцного закріплення. Але на дерево частіше використовують рідке скло.

Обмазувальна гідроізоляція підлоги – це один з варіантів досягнення поставленої мети про сухість в приміщенні, рис.8.19. Процес роботи розділений на декілька етапів. Але, перш за все, потрібно переконатися, що гідроізолююча поверхня повністю висушена і не має великих тріщин і поглиблень. При виявленні таких вад, слід зацементувати ці місця, щоб оброблювана поверхня була якомога більш рівною. Далі статева частина забирається від непотребу та сміття, пилисоситься, щоб не було пилу і дрібних грудочок і розпочинаються роботи з ізоляції. Обмазувальний варіант наноситься на тверде покриття, так як тоді не буде деформаційних коливань, і він прослужить довгий час. Можна розділити його склади на органічні та неорганічні.



Рис.8.19. Обмазувальна гідроізоляція

В'язка неорганічна має два варіанти нанесення, штукатуркою або торкретуванням. При останньому, мається на увазі використання пневмобетона, який заснований на водонепроникних компонентах, які мають дію розширення та безусадочний цемент. Торкретування здійснюється за допомогою цемент-гармати, мокрим і сухим варіантом. При сухому варіанті, цемент доставляється до сопла гармати, де змішується з водою і під тиском наноситься на поверхню. Обмазувальний варіант ізоляції за допомогою штукатурення робиться ручним способом, з додаванням до складу ущільнюючих елементів, бітумних мастик і емульсій.

Органічні в'яжучі елементи при обмазувальній гідравлічній ізоляції включають в себе роботу з бітумними мастилами, гарячими розчинами і використання полімерів. Такий варіант легко наноситься, надійний і може використовуватися на не зовсім просохлі поверхні. Гарячий склад розмазується при 120 градусної температури, розливається і вирівнюється на рівну основу. Цей варіант міцний і повністю непроникний. Може використовуватися в сукупності з сітками і полімерними добавками. Пристрій гідроізоляції підлоги включає в себе багато варіантів ізолювання. При обмазувальному варіанті також можуть застосовуватися суміші, які наносяться безпосередньо поверх бетонної підлоги у вигляді фарбування і повністю його ізолюють. Для цього береться просочення, яке наноситься пензликом по краях, в місцях стику і по з'єднувальним смугах, у разі заливки бетону частинами, і промащується.

Поверх неї наклеюється спеціальна тканина, яка має з одного боку прогумовану поверхню. Цією частиною матеріал приклеюється вниз і зверху проходить другий шар просочення. Пензликом слід розмазати так, щоб смугу матеріалу було не видно, і просочування повністю в нього вбралося. Після просихання обробляється весь статевий бетон, без пропусків і зазорів. Просочування потрібне для кращого зчеплення гідравлічних матеріалів з поверхнею. Після просушування складу наноситься гідравлічна ізоляція. Це холодна бітумно-полімерна суміш, що не застигає швидко і добре розмазується по стіні. Після нанесення першого шару, дається 2-3 години на просихання, після чого робиться нанесення другого, перпендикулярно першому. Такий спосіб розташування смуг ізоляції дозволить обробити всі ділянки, не пропустивши нічого.

Матеріал для гідроізоляції підлоги вибирається залежно від методу, яким буде відбуватися обробка. Як писалося раніше, для обмазувального варіанту використовуються полімерні мастики. Для обклеювальну способу застосовується руберойд, плівка і толь.

Обклеювальна гідроізоляція підлоги дозволяє захистити від проникнення вологи на більш тривалий період, якщо поверх неї буде зроблена стяжка, рис.8.20. Тоді стане неможливим механічне пошкодження, що збільшить термін її експлуатації. Звичайно ж, якщо стяжка буде зроблена правильно і стать не потріскається. Для цього варіанту робіт іноді використовується толь, який також як і руберойд укладається напуск один на одного. Іноді застосовується в якості економічного варіанта товстий поліетилен.


Рис.8.20.Обклеювальна гідроізоляція

Плівка для гідроізоляції підлоги вибирається міцна, хоча її застосування найчастіше для гідравлічної ізоляції дахового простору. Склад плівки такий, що вона не пропускає вологу, але вільно дає циркулювати повітрю. Під дахом вона застосовується для усунення вологи і сприяє швидкому висиханню місць її накопичення. Для гідравлічної ізоляції підлоги застосовуються інші варіанти. Після побудови, виникає питання про те, як зробити гідроізоляцію підлоги, щоб він був теплий і не пропускав всередину вологу. А також, щоб не псувалося статеве покриття або плитка. Адже ні для кого не секрет, що в місцях постійної вологості легко починає розростатися грибок, який може зруйнувати будь-яку підставу за короткий період.

*Спосіб за допомогою рідкого скла***.** Обробка рідким склом, дозволяє дерев'яній підставі повністю занурити в розчин і потім прибити на місце, рис.8.21. При цьому виходить круговий захист і верхньої частини і тієї, яка стикається безпосередньо з ґрунтом. Рідке скло випускається в порошкоподібному стані. При додаванні води 1:2 утворюється маса, на зразок силікону, яку необхідно швидко використовувати, оскільки вона має властивість швидкого висихання. Можна наносити пензликом або валиком на статеву підставу, не залежно від його складу. Рідке скло діє також як і проникаючий варіант, просочуючи всю підставу, глибоко проникаючи в пори і

тріщини. Добре скло для використання тим, що роботи з ним проводяться швидко і не потрібно чекати тривалий час висихання матеріалу. Обробивши їм статеву частину, відразу можна приступати до настилання покриття.



Рис.8.21.Нанесення рідкої гуми

Рідка гума (рис.8.15). Також для логи підвалу і першого поверху можна тосувати рідку гуму. Хоча з нею роботи ьше, але її склад дозволяє зробити проникну мембрану, через яку не зможе потрапити водяна вогкість. Існує кілька варіантів використання рідкої гуми. Вона так називається тому, що при остаточному результаті виглядає як гумовий чобіт. Насправді це суміш бітуму з полімерами, які надають бітумній основі еластичності. Наноситься найчастіше за допомогою пульверизатора, рівномірно розподіляючись по всій поверхні, і утворює непроникне мембранне покриття.

Перед початком її використання, для запобігання розривів і псування, всю поверхню на яку розбризкуватиметься гума, необхідно привести у повну вирівняну основу. Так як гума піддається легкому механічному розриву, всі щілини і нерівності потрібно закласти і вирівняти. Тільки після цього можна починати роботи по застосуванню гумового захисту. Герметики – це двокомпонентний склад, який розводиться водою. Наноситься з використанням обладнання, так як швидкість затвердіння складу 5-20 секунд. Тому вручну розмазати її неможливо. При нанесенні виходить суцільне, без розривів товсте гумове покриття, еластичне і не утворить проривів на стиках.

Гума має стійкість до хімічних компонентів, таким як луги та кислоти. Не реагує на ультрафіолетове випромінювання. Її можна легко відремонтувати при пошкодженні, всього лише затока прорваний ділянку новим шаром. До того ж, для початку роботи з рідкою гумою не обов'язково вичікувати повного застигання бетонного розчину, вже на 5-7 день після заливки, можна

приступати до гідравлічних робіт з ізолюванням підстави від проникнення вологи.

За одне нанесення можна відрегулювати шар від 0,25 мм до 6 мм. Але бажано зробити кілька розбризкувань, для отримання міцного гумового шару. Рідка гума дозволяє окрім захисту від води ще ізолювати від звукового впливу. Тому крім статі наноситься і на стіни в підвальних приміщеннях, а також використовується для захисту верху будинку під дахом. Нетоксичність матеріалу дозволяє застосовувати його в закритому приміщенні, не боячись отримати отруєння.

Інші способи. Безшовна гідравлічна ізоляція все частіше входить в наше життя, так як застосування ізолюючих матеріалів, що не утворюють шовних з'єднань, дозволяє не допустити проникнення водних потоків ні знизу із землі в будинок, ні зверху в разі прориву водяних труб. Існує ще й інший спосіб для гідравлічної ізоляції статевої частини кімнати. Так звана *лита гідравлічна ізоляція*. Для її здійснення застосовуються мастики і склади, які наносяться, гарячим і холодним способом.

Гідроізоляція покрівлі

Плоскі. Гідроізоляція покрівлі: мембрани з полімерних матеріалів (рис.8.22). Полімерні мембрани – це гідроізоляція даху нового покоління. Вона являє собою плівку з синтетичних матеріалів, яка завдяки мікроперфорації дозволяє «дихати» основи покрівлі. Така мікровентиляція подовжує термін експлуатації покрівельних конструкцій практично в два рази.

Гідроізоляційні полімерні мембрани діляться на три основних види:

– дифузійні;
– супердифузійні;
– антиконденсатні.

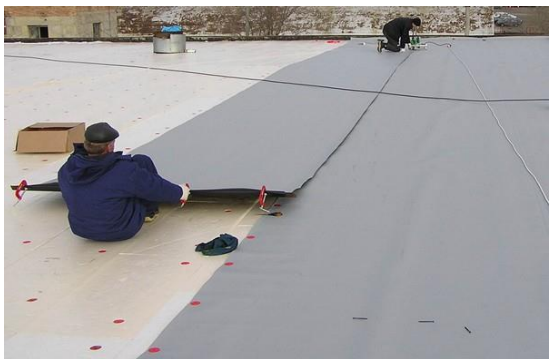


Рис.8.22. Гідроізоляція покрівлі мембранами

Перші дві є універсальними і підходять для гідроізоляції покрівлі будь-якого типу. Відрізняються вони один від одного своїми якостями – дифузійні мембрани укладають із зазором між окремими смугами, а супердифузійні такого деформаційного зазору не вимагають. Антиконденсатні мембрани мають властивість вбирати в себе вологу, запобігаючи таким способом появи конденсату.

Всі мембранні матеріали для гідроізоляції покрівлі виробляються в рулонах шириною 0,5 м. Їх кріплення здійснюється або механічним способом, або методом приклеювання. Головна відмітна особливість гідроізоляційних мембран полягає в терміні експлуатації – виробник дає гарантію на них від 25 до 30 років. Їх фактичний термін служби складає 50 і більше років – цього матеріалу не страшні ніякі погодні умови.

Обмазувальна гідроізоляція для покрівлі: різні мастики (рис.8.23).

Даний вид покрівельної гідроізоляції знайомий практично всім – це відомі бітумні мастики, які наносяться на поверхню покрівлі шаром від 0,5 до кількох сантиметрів. Недолік цього матеріалу для гідроізоляції покрівлі полягає в бітумі – як правило, смола з часом пересихає і може тріскатися під впливом перепадів температури. Такий захист даху служить 5-7 років, після чого потребує заміни.



Рис.8.23. Обмазувальна гідроізоляція

В цьому відношенні набагато привабливіше виглядає бітумно-полімерна обмазувальна гідроізоляція, її термін експлуатації може становити від 10 до 15 років. Крім того, існують і чисто полімерні мастики бітумно-гумові – їх термін служби значно більше, ніж у перерахованих вище.

Всі види обмазувальної гідроізоляції використовуються або на плоских дахах, або на покрівельних конструкціях з малим кутом скатів. Наносять цей вид гідроізоляції даху способом наливу, до речі, їх друга назва – наливна гідроізоляція. За способом нанесення їх поділяють на два види: гарячі і холодні мастики. Перші перед нанесенням нагрівають, а другі використовують без попереднього розігріву

Фарбувальна гідроізоляція для даху: особливості нанесення (рис. 8.24)

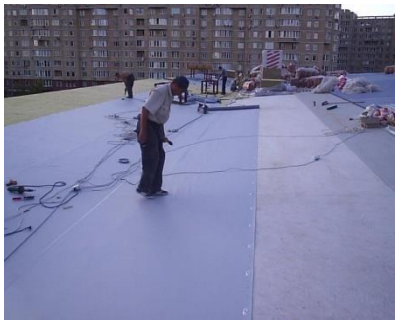
До фарбувальної покрівельної гідроізоляції відносять фарби, полімерні і бітумні лаки і всілякі емульсії. Як правило, цей матеріал наносять поверх покрівельного покриття, і призначений він для продовження терміну служби покрівлі та запобігання дрібних протікань. Використовують фарбувальну гідроізоляцію на всіх типах дахів, на яких в якості покрівельного покриття використовується бітумний матеріал. Широке застосування отримав для гідроізоляції плоского даху.



Рис.8.24. Фарбувальна гідроізоляція покрівлі

Така гідроізоляція покрівлі наноситься за допомогою великої кисті або пластикового шпателя шаром, що не перевищує 3–5 мм. Термін служби фарбувальної гідроізоляції невеликий – як правило, після п’яти років експлуатації виробники рекомендують повторне нанесення такого захисного покриття.

Обклеювальна покрівельна гідроізоляція і її улаштування (рис. 8.25)



а)



б)



в)



Рис.8.25. Обклеювальна гідроізоляція: а) вирівнювання матеріалу, б) механічне закріплення, в) зварювання швів, г) приклеювання мембран

г)

Такий вид покрівельної гідроізоляції широко застосовується на плоских дахах, з ним знайомі практично всі люди. Це відомий руберойд і подібний йому матеріал, виготовлений на основі бітуму, гуми і полімерів. Якщо говорити про сучасні матеріали для гідроізоляції даху цього типу, то можна виділити мостопласт, вініпласт, поліхлорвініл, поліетилен, ізоеласт, ізопласт і экофлекс – вони мають досить тривалий термін служби і високу вартість.

Пристрій гідроізоляції покрівлі з допомогою обклеювальних матеріалів виконується досить просто. Для початку поверхню даху покривають шаром бітумної мастики, після чого укладається гідроізоляція, яка після розігріву газовим пальником надійно та міцно прилипає до основи даху. Як правило, використовується така ізоляція на плоских покрівлях – її термін служби може складати 30-50 років.

Напилювальна гідроізоляція (рис. 8.26).

Напилювана гідроізоляція для покрівлі призначена для захисту від вологи пористих поверхонь. Вона відмінно підходить для бетонних або цементних конструкцій. Суть такої гідроізоляції полягає в тому, щоб заповнити всі тріщини і дрібні пори, запобігши тим самим проникнення води всередину матеріалу, з якого виготовлений дах.



Рис.8.26. Напилювальна гідроізоляція: а) проникання води; б) напилювання мастикии

По суті, це просочення, яке

може наноситися як пензлем, так і за допомогою пульверизатора. Після обробки бетонної або цементної поверхні цим матеріалом вони просто втрачають здатність вбирати вологу.

Найбільш часто зустрічається препарат — пенетрон. Він складається зі спеціальної суміші: портландцементу, кварцового піску і активних добавок хімії. Для роботи будівельна суміш розводиться звичайною водою. Сумішшю проводять гідроізоляцію поверхонь, де пори і тріщини мають розкриття до 0,4 мм в ширину.

Сама гідроізоляція проникаючої дії наноситься на вологу, добре змочену поверхню. Цим вона вигідно відрізняється від інших засобів захисту від вологи. Будь то мастики, бітум або рулонні матеріали. Основа для них повинна бути добре просушена.

Температури застосування – від – 30 до +75 градусів (деякі суміші можна експлуатувати на гарячих бетонних поверхнях – до 85-105 градусів); захисна плівка стійка до механічних і хімічних впливів, не тріскається, не відшаровується протягом усього періоду експлуатації будівлі або споруди.

Гідроізоляційна плівка, особливості технології улаштування матеріалу. Плівкова гідроізоляція укладається безпосередньо перед монтажем покрівельного покриття прямо на крокви, на які попередньо набивається тонка рейка (рис. 8.27).



а) б)

Рис.8.27. Гідроізоляція покрівлі плівкою: а) улаштування плівки; б) плівкова гідроізоляція

Зверху гідробар'єра монтується решетування і контробрещітка, після чого укладається покрівельне покриття. Для якісної гідроізоляції покрівлі краще використовувати спеціальну армовану плівку.

Скатні. Гідроізоляція і утеплення даху є комплексним заходом, який проводиться із застосуванням так званого «покрівельного пирога», що представляє собою багатошарову конструкцію, виготовлену в умовах будівельного майданчика, рис.8.28.

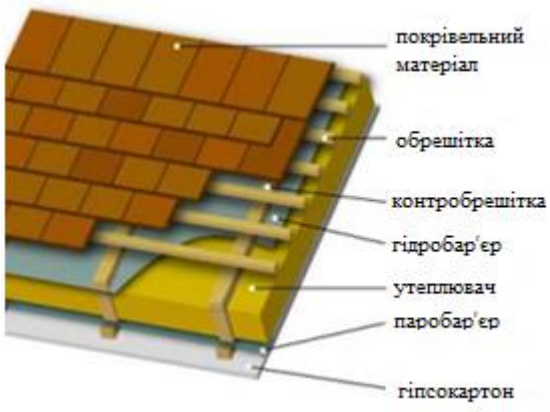


Рис.8.28 Скатний дах

Нижній шар (пароізоляція) не пропускає вологу до теплоізоляції.

Теплоізоляційний шар, що укладається на пароізоляцію, значно знижує теплопровідність покрівлі і вибирається в залежності від конструкції даху і зовнішніх природних умов, рис.8.29.

Гідроізоляція, що є верхнім шаром, надійно захищає крокви і шар утеплювача від утворення конденсату і перешкоджає попаданню вологи ззовні.

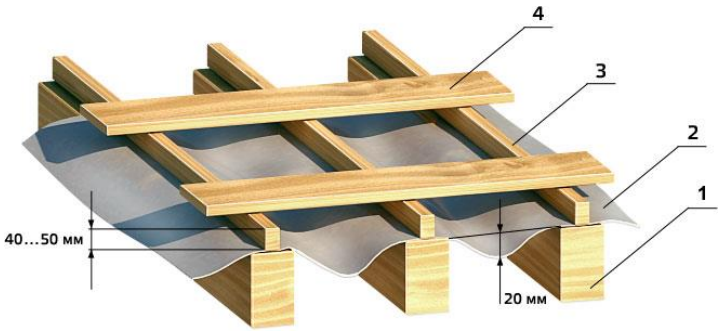


Рис.8.29. Монтаж гідроізоляційної плівки : 1 - кроквяна нога, 2 - гідроізоляційний матеріал, 3 - контробрешітка, 4 - лати

Монтаж гідроізоляції здійснюється після укладання шару утеплювача і проводиться безпосередньо по кроквяних конструкцій.

При укладанні плівки ефективніше використовувати будівельний степлер, створюючи невеликий натяг плівки між кроквами і уникаючи її провисання і зіткнення з шаром утеплювача. Так створюється вентиляційний зазор, який забезпечує плівці можливість в повній мірі виконувати покладені на неї функції.

Плівка укладається з перекриттям через гребінь для забезпечення повної ізоляції всієї системи.

Напуск шарів повинен становити не менше 100 мм і проклеюватися скотчем, а при неможливості використання цей матеріалу слід вдатися до допомоги герметика.

Гідроізоляційну плівку необхідно використовувати на всіх схилах покрівлі, в точності повторюючи її геометрію і уникаючи розривів матеріалу.

Влаштування дахів з м'якої черепиці багато в чому нагадує технологію зведення жорстких покрівель, так як черепицю використовують для покрівель з великих кутом нахилу ската (більше 12 градусів). Та й за своїми характеристиками, міцність такої покрівлі не поступається металочерепичному покриттю. Величезним плюсом гнучкої черепиці, є можливість зведення дахів будь-якої геометричної конструкції і складності (купола або цибулини).

Стандартний покрівельний пиріг під гнучку черепицю (рис.8.30) складається з решетування, кроквяної системи, пароізоляції, теплоізоляції і шару гідроізоляції.

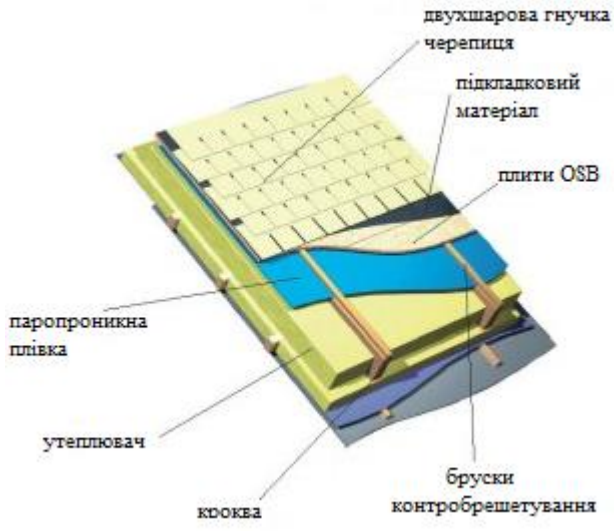


Рис.8.30. Схема м'якої черепиці

Підстава покрівлі – обрешітка, має бути міцною, нерухомим, сухим і добре вентилюватися. За технологією, вологість матеріалу для обрешітки повинна бути в межах 20% сухої ваги.

Зазвичай для влаштування основи використовуються такі матеріали, як OSB (орієнтовано-стружкова плита), вологостійка фанера, або дошки обрізні або шпунтові — зазор між дошками в такому випадку не повинен становити більше 5мм.) або більш дешеві вітчизняні аналоги, за типом сучасної варіації цементно-стружчатых плит — листової цементний фіброліт високої щільності.

Крім цього, для заснування гнучкої покрівлі застосовують альтернативний метод, який полягає в комбінуванні листового матеріалу і

решетування з дощок. Даний метод дає можливість забезпечити вентилювання в підпокрівельному просторі відразу в двох напрямках.

Особливі види гідроізоляції

Спеціальні види гідроізоляції конструкцій та споруд

Технології влаштування листової гідроізоляції. Особливістю листової гідроізоляції є те, що при цьому створюється суцільний гідроізоляційний контур на основі герметично зварених в стиках між собою листів. Для цього використовують *металеві* або *пластмасові* листи.



Рис.8.31. Металічна гідроізоляція

Листи металу очищають, рихтують і розмічають. Кріплення до поверхні, що захищається проводиться за допомогою анкерів. Застосовуються закладні деталі, що встановлюються в ізолюючі конструкції, або анкери, що приварюються до металевого листа. При використанні металевої гідроізоляції (рис.8.31) в якості опалубки залізобетонних конструкцій листи (як правило, сталеві) повинні бути посилені для забезпечення необхідної жорсткості при проведенні робіт.

З'єднання листів в поздовжньому напрямку проводиться звареними швами на підкладках з куточків або напуском на 25±5 мм. У поперечного напрямку з’єднувати листи гідрозахисту потрібно тільки напуском. Зварні шви обов'язково перевіряються на щільність. Перевірка герметичності проводиться при тиску, що перевищує робочі гідростатичні навантаження в 1,5 рази. Між сталевими листами і поверхнею, що ізолюється залишають зазор 25-30 мм. Його заповнюють цементним розчином, який нагнітають під тиском (але не більше 0,5 атмосфер) з ущільненням вібрацією. Нагнітання розчину виконують через патрубки, уварені в листи гідроізоляції. Після закінчення робочого і контрольного нагнітання патрубки заварюються.

Гідроізоляція стиків листової гідроізоляції повинна проводитися після контрольного нагнітання цементного розчину за елементи гідрозахисту. Стики

очищають за допомогою піскоструминого апарату, продувають стисненим повітрям, промивають водою, після чого заповнюють мастиками або зачеканюють пастами. Металеві листи і анкери покривають двома шарами протикорозійного захисту. Гідроізоляцію болтових з'єднань, отворів і пробок в гідрозахисних конструкціях слід виконувати за допомогою азбестобітумних сферичних шайб, які встановлюють під головки болтів і гайки. Щоб уникнути корозії болти і вінця болтових отворів повинні попередньо очищатися і фарбуватися бітумним лаком.

У свою чергу гідроізоляцію із *пластмасових листів* виконують у тому разі, коли необхідний захист конструкції від агресивних впливів. Пластмасові листи з'єднують зварюванням в середовищі гарячого повітря при температурі 200...220°С. Гідроізоляційні пластмасові листи прикріплюють до поверхонь, що ізолюють з допомогою наклеювання їх клеєм ПХ з наступним зварюванням стиків або анкерування нагелями через притискні планки з допомогою будівельного пістолета.

Проникаюча гідроізоляція. Проникаюча гідроізоляція являє собою склади на основі синтетичних смол і гідравлічних цементів, а також гідрофобних розчинів. Суть її полягає в закупорювання комірок матеріалу конструкції на глибину до 15 см і більше (до 90 см) кристалами новоутворень. До групи проникаючої гідроізоляції відносяться склади, призначені для об'ємної гідроізоляції водопроникного-пористого матеріалу, принцип дії яких заснований на проникненні в пористу структуру приповерхневої зони, що ізолюється матеріалу розчинів робочих речовин і їх фіксації в товщі матеріалу у вигляді нерозчинних хімічних сполук, що заповнюють пори з витісненням з них рідини. Найчастіше роботи виконують зсередини приміщень, можливо і зовні. Наносять їх звичайною кистю або розпилювачем за 2-3 рази.

Використовується для захисту внутрішніх поверхонь стін підвалів, для бетонних тунелів, дамб, колекторів паркінгів. Забезпечує надійну водонепроникність бетонних конструкцій. Матеріали проникаючої дії можна застосовувати як в початковій стадії будівництва (гідроізоляція фундаментів),

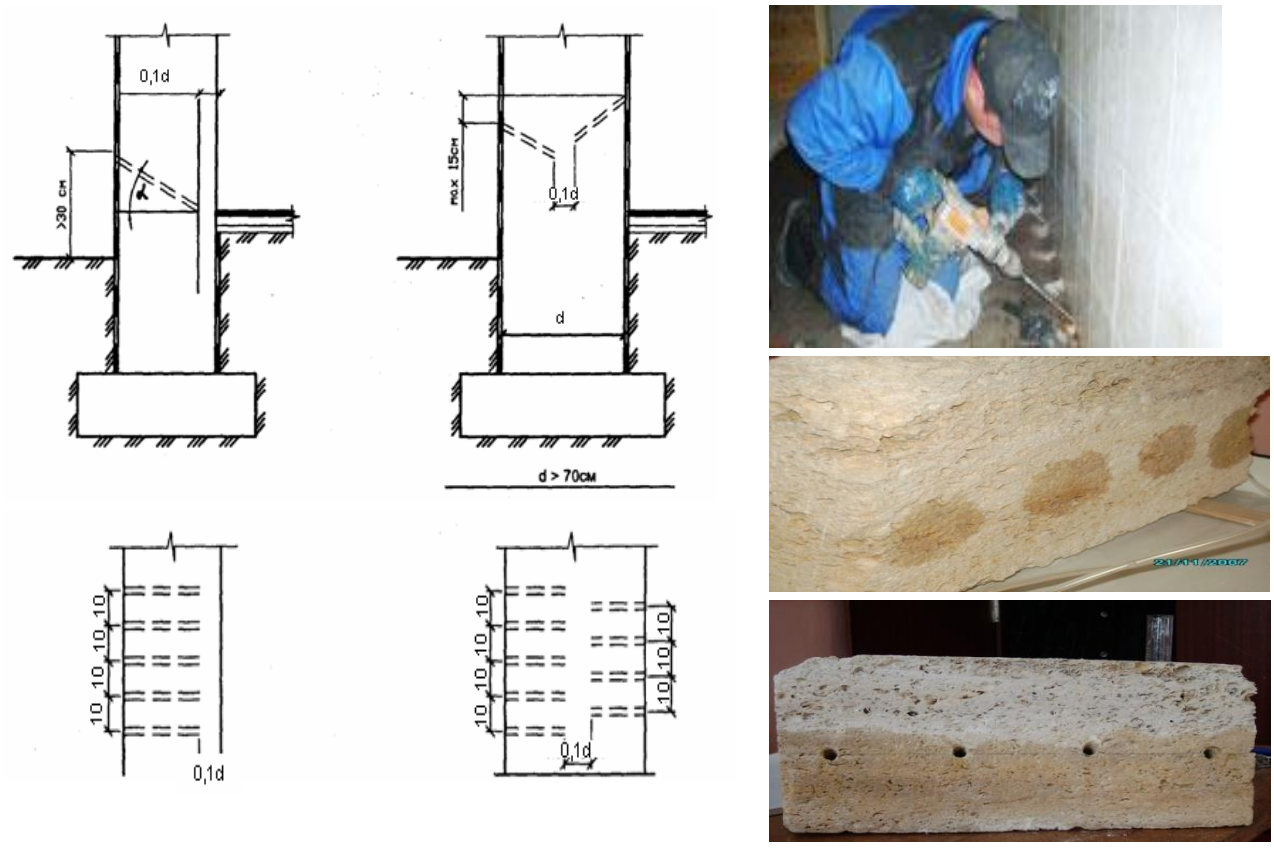
так і в подальшому при ремонті і відновленні водонепроникності будівельних конструкцій, рис.8.8.



а) б) в)

Рис.8.43. Пакери для ін’єкціювання : а) пластмасовий пакер; б) металічний пакер; в)закручування пакеру в бетонну конструкцію

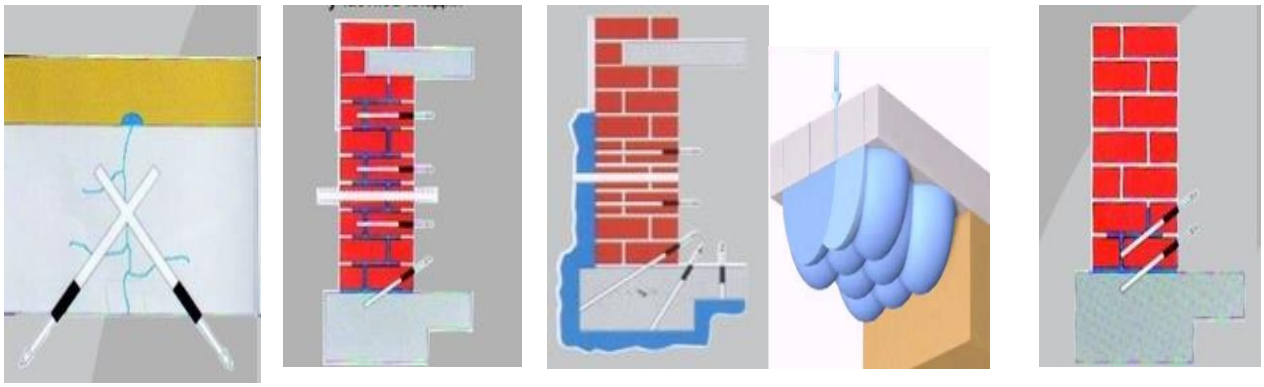
До групи проникаючої гідроізоляції відносяться склади, призначені для об'ємної гідроізоляції водопроникної-пористого матеріалу, принцип дії яких заснований на проникненні в пористу структуру приповерхневої зони ізолюється матеріалу розчинів робочих речовин і їх фіксації в товщі матеріалу у вигляді нерозчинних хімічних сполук, що заповнюють пори з витісненням з них рідини, рис.8.44.



а) б) в)

Рис.8.8. Просочувальна гідроізоляція на основі ін’єкції: а) схема розміщення отворів при товщині стіни до 70 см, б) те ж при товщині стіни більше 700 мм, в) загальний вид

Введення до складу проникаючої гідроізоляції спеціального компоненту дозволяє проводити додаткову модифікацію властивостей оброблюваного матеріалу.



а) б) в) г)

Рис.8.44. Проникаюча гідроізоляція: а) ін'єкція тріщин; б) ін’єкціювання великих частин кладки; в) вуальна інжекція акрилатними гелями; г)горизонтальний бар’єр від піднімання влаги; д) пластмасовий паркер; е) металічний паркер; ж)закручування паркеру в бетонну конструкцію.

Гідроізоляція паркінгу – одним із самих основних завдань є усунення протікання води і захист від капілярної вологи. Ґрунтова вода надходить через шви, примикання, стики, мікротріщини, “капіляри” в бетонних конструкціях. Усунути вологу необхідно із застосуванням цілого комплексу робіт і гідроізоляційних матеріалів різних методів гідроізоляції, рис.8.45.



а) б) в)

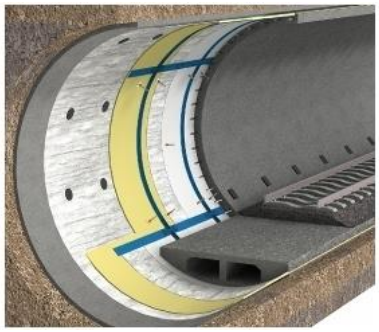
Рис.8.45. Гідроізоляція паркінгу: загальний вигляд паркінгу (а), його гідроізоляція ззовні (б) та в середині(в)

Одні з найбільш проблемних місць в підземному паркінгу, це гідроізоляція деформаційних і прилеглих швів. Найбільш економічним рішенням для гідроізоляції паркінгу – це виконання комплексу гідроізоляційних заходів ще на етапі будівництва. Сучасні гідроізоляційні технології дозволяють гідроізолювати деформаційні шви в підлогових, стінних і стельових конструкціях.

Проникаюча гідроізоляція – це сухі будівельні суміші на цементній основі зі спеціальними властивостями. Суміші розводять невеликою кількістю води, потім наносять тонким шаром на вологу поверхню бетонної конструкції. Хімічно активні добавки сумішей вступають в реакцію з хімічними компонентами бетонної суміші і проникають в тіло бетонної конструкції по мікротріщинах і капілярах, на глибину проникнення вологи в конструкцію. В ході руху капіляри і мікротріщини блокуються нерозчинними кристалічними утвореннями. Кристали стають частиною тіла бетонної конструкції. Звідси з’являється і ефект самовиліковування бетонної поверхні. Проростілі кристали перекривають доступ проникнення води в бетонну конструкцію, не перекривають руху пари. Чим більше бетон насичений вологою, тим краще буде гідроізоляція.

Проникаюча гідроізоляція – надійна, проста в застосуванні, не вимагає повторного нанесення, достатньо економічна. Бетон, оброблений проникаючою гідроізоляцією, витримує тиск води рівний 20 атмосферам. Проникаюча гідроізоляція наноситися один раз і служить все життя.

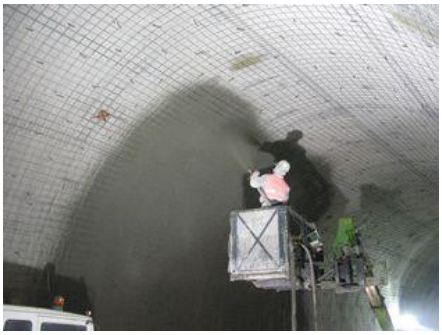
Підземні тунелі є одними з найбільш вимогливих і складних проектів для гідроізоляції.



а)



б)



в)

Рис.8.46. Підземні споруди: а) схема тунелю; б) тунель; в) гідроізоляція тунелю

Тунелі можуть перебувати як близько до поверхні які, як правило, збудовані з впровадженням риття котловану і подальшого накриття даху, так і тунелі збудовані глибоко нижче рівня землі, іноді просто потрапляння на робоче місце є основним випробуванням. Крім того, тиск, глибина, а також відсутність можливості ремонту, властиві цьому виду робіт роблять всі етапи робочого процесу, більш важливими, більш відповідальними, ніж зазвичай.

ПВХ мембрани є популярними вибором для гідроізоляції входу в тунель завдяки своїй стійкості, ціною і простоті у використанні.

Основні методи риття тунелів досить стандартні. По-перше, тунельні розкопки проводять з впровадженням важкої техніки, бурових і вибухових методів. Встановлюються для зміцнення і стабілізації спеціальні балки. Для зміцнення тунелю вживають арматурну сітку, яку заливають бетоном. Більшість популярних методів гідроізоляції використовуватимуть бетонний шар, для спрощення процесу гідроізоляції. Також, можуть встановлюватися дренажні системи і/або гідроізоляційні мембрани. Кожна робоча зона унікальна, тому кожен проект вимагає індивідуальних систем гідроізоляції.

Проникаюча гідроізоляція. Мабуть, найменш складним методом є додавання гідроізоляційної суміші добавки в рідку бетонну суміш, так що бетон сам стає водонепроникним, тим самим збільшуючи ущільнення. Спочатку цей продукт зазвичай застосовували у вигляді порошку або рідини, яка наносилася на бетон після фактичного висихання. Нещодавно, був розроблений кращий метод – добавка в бетон проникаючих гідроізоляційних матеріалів особливо актуально використовувати для виправлення гідроізоляції в уже зведених тунелях, так як він може бути застосований з негативною (всередині) сторони, по відношенні до вологи. Гідроізоляційні суміші використовуються для ремонту всієї бетонної поверхні і серйозних проблем з витік, а також переходи, технічні приміщення, обладнання сховищ, ліфтових шахт і пасажирських станцій.

Способи спорудження горизонтальних і вертикальних протифільтраційних екранів і завіс.

Протифільтраційні споруди (екрани і завіси) застосовуються для перешкоджання руху ґрунтових вод до споруд і майданчиків, що захищають від підтоплення, а також для перехоплення інфільтраційних вод, що надходять із водовмісних наземних і підземних ємностей, споруд-резервуарів, відстійників, шламосховищ, накопичуваних стоків. Завіси конкурують з екранами. Вибір завіси або екрана залежить від техніко-економічних розрахунків.

На основі досліджень було встановлено, що найбільш доцільним є створення протифільтраційних завіс, які повністю прорізають водоносні шари і частково заглиблені у водотривкий шар ґрунту. Глибина протифільтраційної завіси є одним із основних параметрів, що визначають ефективність впливу завіси на фільтраційний потік. Залежно від призначення завіси її ефективність може виражатися в скороченні витрати фільтраційного потоку або зменшення його напорів. За обома цими ознаками найефективнішою є досконала завіса, що повністю перетинає водоносний шар. При дуже малій водопроникності товщі завіси (коефіцієнт фільтрації матеріалу заповнення порядку 10^3-10^4 м/добу і менше) досконала завіса майже повністю зупиняє фільтраційний потік і цілком приймає на себе його натиск.

Вчені ОДАБА [ ] запропонували наступну класифікацію відомих і нових способів створення протифільтраційних екранів і завіс. На рис. 8.34 наведено класифікацію способів зведення вертикальних протифільтраційних екранів і завіс, на рис. 8.35 – горизонтальних.

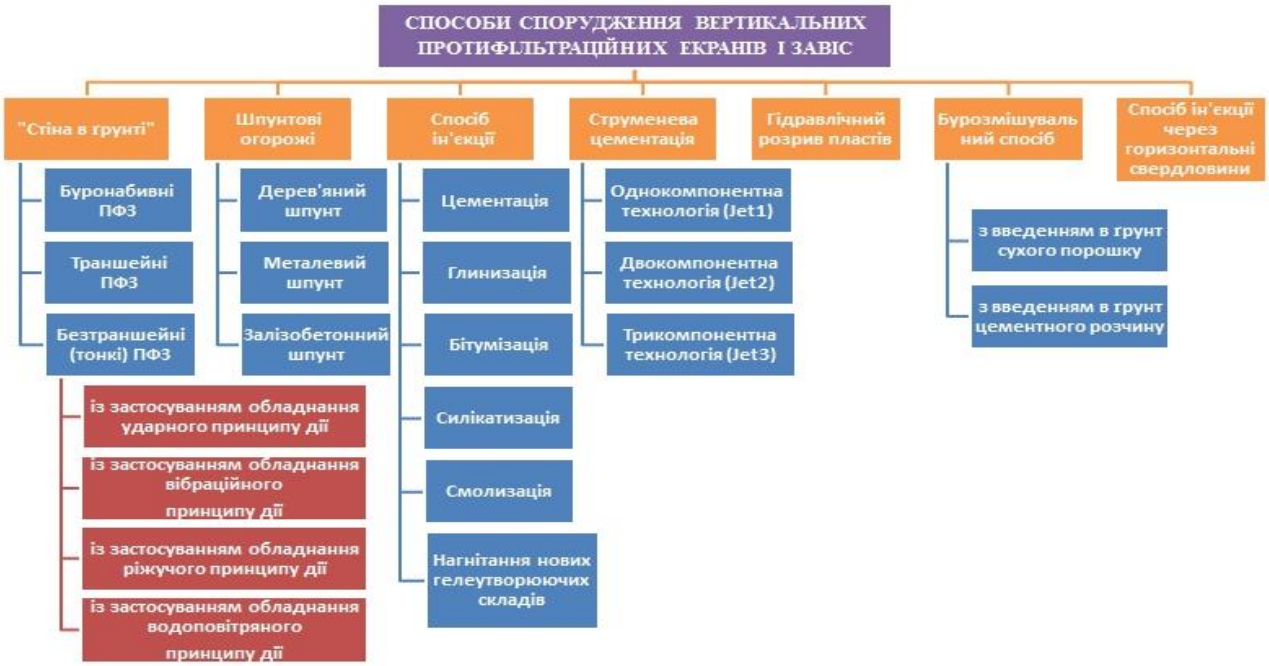


Рис. 8.34. Класифікація способів спорудження вертикальних протифільтраційних екранів і завіс



Рис.8.35. Класифікація способів спорудження горизонтальних протифільтраційних екранів і завіс

*Технологія «стіна в ґрунті»***.** Сутність методу «стіна в ґрунті» полягає у створенні в ґрунті виїмок і траншей різної конфігурації. Під час роботи землерийних механізмів стійкості стін виїмок і траншей досягають заповненням їх глинистими розчинами (суспензіями) із тиксотропними

властивостями. Після влаштування в ґрунті виїмок або траншей заданих розмірів глинистий розчин у них залежно від призначення споруди заміщають різними матеріалами, які утворюють у ґрунті несучі та не несучі конструкції. Для заповнення траншей використовують бетон, збірні елементи, різні суміші глини з цементом або іншими матеріалами.

Спосіб «стіна в ґрунті» широко застосовується під час будівництва протифільтраційних завіс. Залежно від технології виконання будівельних робіт та використовуваного обладнання, протифільтраційні завіси, що влаштовуються способом «стіна в ґрунті», можна поділити на такі види:

– буронабивні (у вигляді посічених паль);
– траншейні (секційні та безперервні);
– безтраншейні (тонкі).

Технологія «стіна в ґрунті» використовується під час зведення підземних частин і конструкцій промислових, енергетичних і цивільних будівель, гідротехнічних, транспортних та водопровідно-каналізаційних інженерних споруд.

Буронабивні протифільтраційні завіси виконують у вигляді лінійно розташованих буронабивних взаємнопересічних паль. Відстань між набивними палями не повинна перевищувати діаметр їх ствола. Сполучаючись, палі утворюють суцільну стіну з хвилястою поверхнею. Бурове обладнання для улаштування свердловин оснащують робочими органами обертального та ударного буравлення, рис.8.39. Діаметр свердловин зазвичай варіюється від 600 до 800 мм. Для заповнення свердловин застосовують композитні матеріали, наприклад, важкий бетон.

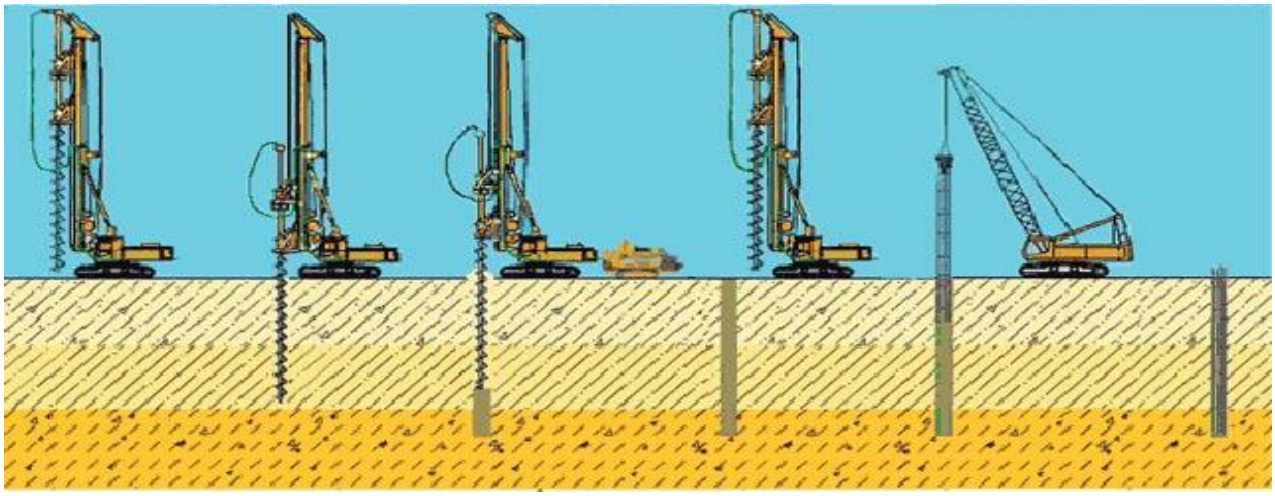


Рис. 8.39. Схема улаштування свердловин-паль: 1 - установка бурового станку на точку буріння; 2 - занурення шнековий колони до проектної позначки; 3 - витяг шнековий колони з одночасним закачуванням бетону; 4 - переміщення бурової установки на нову точку буріння; 5 - занурення армованого каркасу віброзанурювачем за допомогою крану; 6 - готова паля з арматурою

Для улаштування тіла паль застосовують різні технології, найбільш поширеною з яких є буріння ґрунту під захистом інвентарної обсадної труби, з подальшим бетонуванням свердловини за допомогою висхідної труби, і зануренням арматурного каркаса в ще не затверділий монолітний бетон.

Улаштування безтраншейних (тонких) протифільтраційних завіс (ПФЗ) передбачає замість розробки широких траншей прорізання тонкої щілини з подальшим заповненням її протифільтраційним матеріалом. Товщина таких завіс (150-300 мм) зумовлена формою занурюваного елемента.

Для створення тонких завіс застосовують обладнання, в основу роботи якого покладено ударний, вібраційний, ріжучий і водоповітряний принципи дії. Устаткуванням ударної дії є копровий агрегат із молотом. Агрегат занурює в ґрунт порожнисту палю або шпунтову конструкцію. Під час вилучення їх через канал у палі або спеціальний трубопровід в утворену в ґрунті порожнину подають глиноцементний або глинистий розчин, який займає об’єм ґрунту, витісненого занурюваним елементом. Далі копровий агрегат переміщається вздовж майбутньої завіси, а занурюваний елемент забивають у точці, віддаленій від попереднього місця занурення не більше ніж на ширину боку занурюваного елемента. Після забивання цей елемент знову витягають та

закачують розчин і т.і. Таким чином у ґрунті формується протифільтраційна завіса товщиною 150-250 мм без розробки в ґрунті траншей.

Шпунтові огородження. Шпунтова огорожа слугує для запобігання потрапляння вологи в спеціальну конструкцію, що ізолюють, а також може бути підпірною стінкою і використовуватися для перешкоди обвалення стін котловану. Влаштування шпунта зазвичай відноситься до робіт нульового циклу.

Занурення шпунта може знадобитися при реалізації великих будівельних проектів як в наземному, так і в гідротехнічному будівництві, рис.8.33.



а) б) в)

Рис.8.33. Шпунтові огорожі: а) шпунт Ларсена, який використовується в якості дамби для штучного водоймища; б) шпунтова огорожа при будівництві підземного резервуару; в) занурення шпунта у грунт

При будівництві гідротехнічних споруд – гідроелектростанцій, дамб, причалів і портів, шпунтові стіни використовуються для зміцнення берегової лінії біля пальових фундаментів будівель, розташованих на покритою водою території.

У будівництві наземних споруд до використання шпунта вдаються при необхідності зміцнення стінок траншей і котлованів, в яких буде зводиться фундамент споруди. Широке поширене використання шпунта при будівництві підземних парковок і гаражів. Також шпунтові огорожі використовуються для зміцнення схилів поруч з уже існуючою забудовою.

Огорожа з шпунта володіє повністю герметичними з'єднаннями, що дає можливість облаштовувати з шпунта резервуари для накопичення і зберігання ґрунтових вод, а також захисні ємності для зберігання екологічно небезпечних промислових відходів.

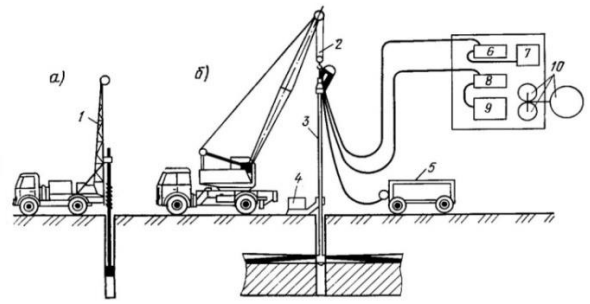


Рис.8.41. Схема влаштування вертикальних протифільтраційних завіс за допомогою струменевої технології: а) буріння свердловини; б) улаштування секції завіси, 1 - бурова установка; 2 - підйомний механізм; 3 - струменевий монітор;
4 - фіксуючий (напрямний) пристрій;
5 - компресор; 6 - водяний насос;
7 - ємність для води; 8 - насос для розчину; 9 - ємність для розчину;
10- розчинний вузол.

Струменева технологія. Проведені в різний час радянськими вченими Г.І. Абрамовичем, І.М. Коноваловим, Г.Н. Сизовим, С.С. Шавловськимта ін. дослідження законів перебігу водяних струменів стали теоретичною основою гідромеханізованої розробки ґрунту. Ці дослідження використовувалися при розробці обладнання для реалізації нової технології спорудження протифільтраційних завіс і несучих конструкцій у ґрунті. Ця технологія, що отримала назву *струменева*, полягає у використанні енергії водяного струменя для прорізання в ґрунті вертикальних щілин, що заповнюються залежно від призначення споруди протифільтраційним або твердим матеріалом. Улаштування протифільтраційних завіс за допомогою струменевої технології складається з двох операцій: буріння напрямних свердловин і прорізання водяним струменем щілини в ґрунті з одночасним заповненням її протифільтраційним матеріалом. Діаметр напрямних свердловин становить 150-200 мм. Робочим органом установки є струменевий монітор із розміщеними на його бічній поверхні водяними насадками (соплами). У нижньому торці монітора є отвір для випуску заповнювача. До верхнього торця монітора приєднано підвідні трубопроводи і штангу, за допомогою якої монітор опускають у напрямну свердловину.

Спосіб ін'єкції. Вертикальні ін'єкційні завіси споруджують методом поетапного розбурювання свердловин з подальшим нагнітанням у них розчинів, що твердіють (рис.8.42). Проникаючи в пори і тріщини ґрунту або породи, вони пов'язують зерна ґрунту і, тверднучи, перетворюють його на водонепроникний і нерозмивний моноліт. На першому етапі відстань між свердловинами становить 8-10 м. На кожному наступному етапі свердловини бурять в проміжках між пройденими на попередньому етапі свердловинами, до досягнення потрібної суцільності завіси.

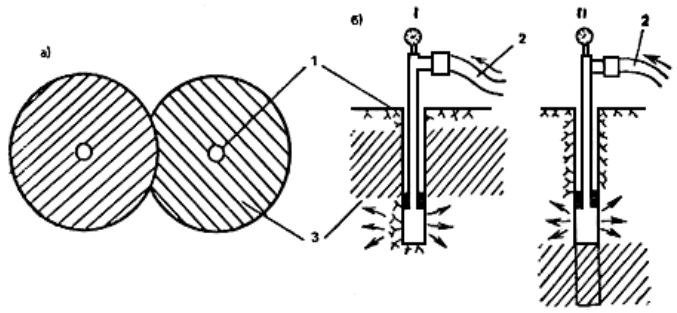


Рис. 8.42. Схема влаштування вертикальної ін'єкційної завіси: а) розташування ін'єкційних свердловин; б) варіанти нагнітання розчину в свердловину
I - спадними зонами; II - висхідними зонами, 1 - свердловина;
2 - подавання розчину; 3 - закріплена зона.

Ін'єкційні завіси зазвичай влаштовують з 1-2 рядів цементаційних свердловин з відстанню між рядами 1-3 м і між свердловинами в ряду 1,5-5 м. Закачування розчину в ґрунт здійснюють зонально ділянками, висота яких не перевищує 5 м. При цьому можлива ін'єкція висхідними (у піщаних і галькових ґрунтах) або низхідними (у тріщинуватих скельних породах) зонами. Закріплення ґрунту здійснюється за глибиною заходками, висота яких дорівнює довжині перфорованої частини ін'єктору з додаванням радіуса закріплення.

Ін'єкційне обладнання добирають з урахуванням питомих витрат, необхідних тисків і агресивності хімічних розчинів, що нагнітаються. Для ін'єкторів використовують сталеві труби із внутрішнім діаметром 25-50 мм.

Ін'єктори можна встановлювати в заздалегідь пробурені свердловини, занурювати в ґрунт забиванням за допомогою повітря. Буріння свердловин під ін'єктори здійснюється устаткуванням для проходки свердловин Ø 60-127 мм на глибину 15-30 м.

При влаштуванні ін’єкційних завіс застосовуються цементні, глиноцементні, глинисті розчини, силікатний гель, а також бітуми і смоли.

Спосіб цементації широко застосовується в гідротехнічному будівництві для створення протифільтраційних завіс на ділянці будівництва, для зміцнення основ, для надання монолітності та водонепроникності бетонним спорудам, для ущільнення та обтиску тунельних обробок, а також для зміцнення породи довкола тунелю. Також спосіб цементації використовується в умовах морського гідротехнічного будівництва для ремонту бетонних і кам’яних кладок (доків, молів, набережних тощо). У промисловому будівництві цементацією зміцнюють, головним чином, галькові та гравелисті породи під фундаментами важких споруд та зменшують водопроникність цих порід. Спосіб цементації нині є найбільш поширеним та освоєним. Головні переваги способу цементації, що сприяли його поширенню в будівництві, полягають у технічній простоті, зручності застосування і високій надійності. Крім того, спосіб цементації досить економічний (він дешевший, наприклад, від силікатизації та бітумізації) і не вимагає складного обладнання.

Спосіб глинизації полягає в нагнітанні глинистих суспензій у тріщинуваті породи і піски з метою їх ущільнення. Глинизація застосовна у випадках, коли цементація є не економічною через велике поглинання цементу у великих тріщинах та взаємовідновлюючих кавернах, через карст, а також коли цементація є ненадійною через наявність агресивних вод, здатних кородувати цемент. Недоліком способу глинизації є знижена стійкість глинизаційної завіси проти суфозії.

Спосіб бітумізації поділяють на гарячу та холодну бітумізації.

Спосіб гарячої бітумізації служить для створення протифільтраційних завіс у тріщинуватих скельних та в гравійно-галькових ґрунтах.

Сутність методу полягає в нагнітанні розігрітого до температури близько 200°С бітуму під тиском у свердловини, пробурені в ґрунті. Збереження високої температури бітуму в свердловині забезпечується

застосуванням спеціальних пристроїв для електро- або паропрогрівання бітуму.

Позитивною рисою способу гарячої бітумізації, на відміну від інших розглянутих способів, є можливість його застосування в умовах високих швидкостей фільтраційного потоку. Здійснення повторних нагнітань в ту саму свердловину сприяє якісному заповненню тріщин у породі. Інша важлива перевага полягає у високій корозійній стійкості бітуму, що дозволяє застосовувати цей спосіб в умовах впливу сильно агресивних вод.

Недоліками способу гарячої бітумізації є здатність бітуму до пластичних деформацій (течі) під тривалою дією гідростатичного напору і труднощі заповнення дрібних тріщин, а також громіздкість і складність обладнання.

Сфера застосування способу гарячої бітумізації обмежується переважно тріщинуватими породами з розмірами тріщин понад 0,2-0,3 мм; меншого розміру тріщини неможливо заповнити бітумом. При нагнітанні бітуму не завжди забезпечується надійний зв’язок його зі стінками тріщин у породі. У гравійних ґрунтах, як засвідчили дослідження, бітум не завжди міцно схоплюється з обкатаною (гладкою) поверхнею гравію. Суттєвою обставиною є те, що спосіб гарячої бітумізації, як, втім, і холодної, не має зміцнювального ефекту і, отже, не запобігає деформаціям або просіданням ґрунту під дією ваги споруд.

Спосіб холодної бітумізації полягає в нагнітанні у ґрунт бітумної тонкодисперсної емульсії, яка містить 25-50% бітуму. Як стабілізуючі реагенти застосовуються різні поверхнево-активні речовини.

У результаті процесу коагуляції, спричиненого деякими електролітами або складними ефірами жирних кислот, частки бітуму заповнюють пори і тріщини в ґрунті, надаючи йому водонепроникності. Бітумні емульсії цілком придатні для ущільнення піщаних ґрунтів і дуже тонких тріщин скельних порід.

Силікатизація полягає в цементуванні частинок ґрунту гелем кремнієвої кислоти, яку утворюють силікатні розчини при їх змішуванні з коагулянтом.

Коагулянт може мати вигляд розчину або газу. Силікатизація застосовується в основному для закріплення піщаних ґрунтів. Залежно від ступеня проникності піщаних ґрунтів рекомендовано одно- або дворозчинний спосіб силікатизації. Силікатизацію не рекомендовано застосовувати в ґрунтах, що містять нафтові продукти або смоли, при швидкості фільтрації підземних вод понад 5 м/добу, які мають високу лужність.

Смолізація полягає в нагнітанні в піщаний ґрунт розчинів високомолекулярних органічних сполук типу карбаміду з добавкою кислотних коагулянтів (соляна або щавлева кислота). При вмісті від 0,1 до 3% карбонатів ґрунт обробляється 3-5%-вим розчином кислоти. Смолизація можлива в пісках з коефіцієнтом фільтрації від 0,5 до 50 м/добу .

При силікатизації та смолізації пісків закріплення здійснюють заходками згори вниз. При збільшенні коефіцієнта фільтрації з глибиною закріплення проводять знизу вгору. При шаруватій будові піщаної товщі, де коефіцієнти фільтрації шарів відрізняються більш ніж на 30%, хімічні розчини нагнітають окремо по шарах, починаючи з найбільш проникного шару.

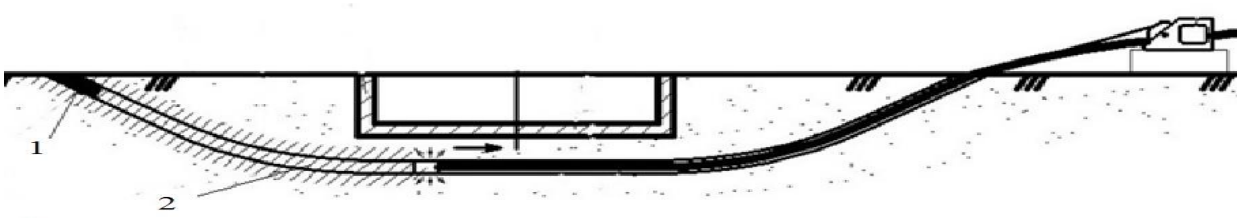
Для створення геохімічного бар'єра в малопроникних піщаних ґрунтах слід використовувати *хімічні гелеутворюючі ін'єкційні розчини*. Порівняно із суспензійними ін'єкційними розчинами основною перевагою хімічних гелеутворюючих розчинів є відсутність твердої фази і, відповідно, вища проникна здатність. Разом з тим і хімічні гелеутворюючі розчини мають обмежений радіус поширення, тому що з часом зростає їх в'язкість аж до утворення гелю. При цьому всі відомі гелеутворюючі рецептури хімічних розчинів, що використовуються для ін'єкційних робіт, мають обмежений час гелеутворення – не більше 4-5 год.

У сильно водонасичених ґрунтах (пливунах) при розробці глибоких виїмок, підземних споруд створюються протифільтраційні завіси за допомогою природного або штучного заморожування ґрунтів. Штучне заморожування ґрунтів застосовується в слабких, нестійких водоносних ґрунтах і гірських породах, при наявності різнорідних пластів водоносних

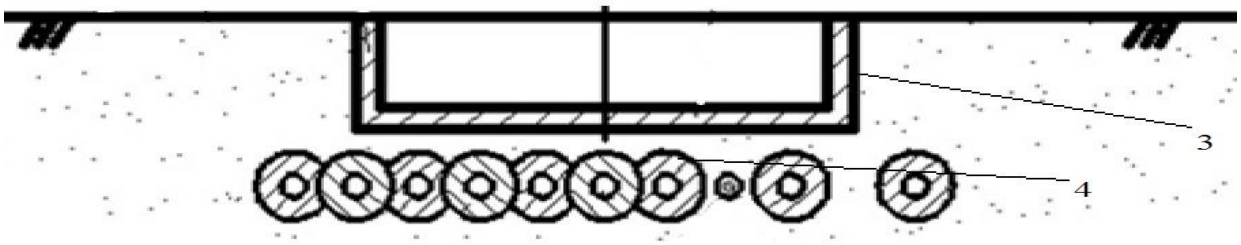
ґрунтів з коефіцієнтами фільтрації не більше 10 м/сут і в тріщинуватих гірських породах, що залягають над товщею нестійких водоносних ґрунтів з припливом підземних вод в котлован більше 50 $м^3$/ч. Спосіб штучного заморожування ґрунтується на здатності водоносних ґрунтів купувати високу механічну міцність і водонепроникність під дією низьких температур. При заморожуванні знаходиться в тріщинах і порах вода замерзає, перетворюючись на лід, міцно зв'язує пласти неоднорідних ґрунтів.

Створення протифільтраційного екрану за допомогою безтраншейних технологій. Однією з проблем сьогодення є захист підземних споруд від підтоплення. Для вирішення цієї проблеми вченими нашою держави запропоновано декілька нових технологій [ ], що дозволяють виконувати під спорудами водонепроникні екрани за допомогою горизонтально-направленного буріння. Серед них можна виділити горизонтальну технологію ін’єкції ґрунтів, влаштування екрану за допомогою плоского робочого органу, влаштування екрану за допомогою протягування полімерної плівки та на основі бурошнекової технології. Застосування методу горизонтально-направленого буріння для створення горизонтальних протифільтраційних екранів є одним із кращих технологічних рішень. Оскільки, аналізуючи способи створення горизонтального екрана під існуючою спорудою без її пошкодження, було встановлено, що всі вони засновані на влаштуванні горизонтальних свердловин, як правило, виконаних із вертикальних стволів. Однак сьогодні досить широко застосовується метод горизонтально-направленого буріння (ГНБ) для створення свердловин і прокладання різних комунікацій із поверхні землі під існуючими спорудами.

Влаштування горизонтальних водонепроникних композитних екранів в ґрунті на основі ін’єкційної технології за допомогою горизонтально-направленого буріння. В останні роки авторами [Петровський()] розроблена нова технологія захисту підземного простору від підтоплення. Вона полягає у створенні під спорудами водонепроникних екранів, рис.8.36.



а)



б)

Рис.8.36. Повздовжній (а) та поперечний (б) перерізи схеми улаштування горизонтального ін’єкційного екрану під джерелом забруднення: 1 - обтюратор свердловини; 2 - ін’єкція розчину у ґрунт; 3 - джерело забруднення у вигляді ПТЛРВ; 4 - елементи горизонтального екрану

В якості вертикальних протифільтраційних елементів служать викопані по периметру траншеї, в яких розміщенні вертикальні протифільтраційні дренажні конструкції. До складу технологічних операцій входять: відкопування траншей; засипка траншей глиною; монтаж бурового устаткування; буріння пілотної свердловини; протягування труби ін’єктору; відкачування бурової пульпи з приямків; приготування ін’єкційного розчину; ін'єкція, рис.8.37.

Влаштування горизонтальних водонепроникних композитних екранів плоским робочим органом за допомогою горизонтально-направленого буріння. Згідно з чисельним комп'ютерним моделюванням технології улаштування екрану встановлено, що характеристики екрану, який складається з окремих смуг товщиною 0,15 м, шириною 2 м, виконаних, в ґрунті з глино-цементно-піщаного розчину, що твердіє, на глибині 5м не перевищують допустимих значень, встановлених експериментальними дослідженнями .

Протифільтраційний екран виконується з глино-цементно-піщаного розчину, який готується на змішувальній установці УС6-30 і подається

насосом НЦ-32 через порожнисті бурові штанги і форсунки робочого органу в утворену за ним порожнину.

В якості перспективних напрямків розвитку базової технології влаштування горизонтального екрану запропоновано варіанти улаштування композитного екрану із застосуванням полімерної плівки спільно з розчином, що твердіє, відповідним робочим органом, а для зменшення тягового зусилля переміщення робочого органу запропоновано варіант улаштування порожнини з додатковим застосуванням високонапірного струменю. Застосування плівкових матеріалів дозволяє забезпечити протифільтраційну надійність горизонтальному екрану з глино-цементно-піщаного розчину у разі перевищення допустимих значень напружень і деформації, що виникають в екрані від вертикальних навантажень.

ТЕМА №34. АНТИКОРОЗІЙНИЙ ЗАХИСТ

Одним із найбільш актуальних захистів будівельних конструкцій є антикорозійний. Його вибір залежить від типу та виду матеріалів конструкцій (рис.9.1).

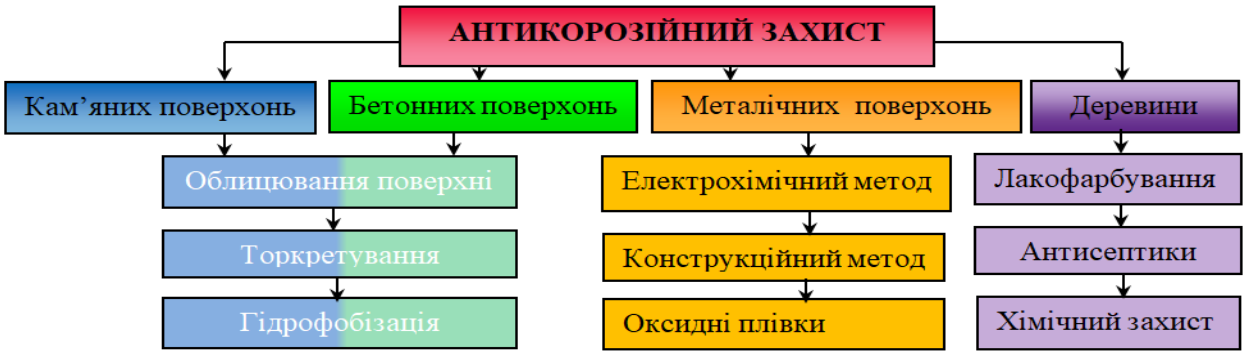


Рис.9.1.Класифікація антикорозійних захистів

Перед антикорозійним захистом металічні конструкції перш за все необхідно видалити іржу ручним або механічним способом. При ручному способі слід використовувати металеві щітки, при механізованому – піскоструйну обробку.

Необхідність здійснення заходів щодо захисту від корозії диктується тією обставиною, що втрати від корозії приносять надзвичайно великої шкоди. За наявними даними, приблизно близько 10% щорічного видобутку металу витрачається на покриття безповоротних втрат внаслідок корозії і наступного розпорошення.

Основний збиток від корозії металу пов'язаний не тільки з втратою великих кількостей металу, але і з псуванням або виходом з ладу самих металевих конструкцій, тому що внаслідок корозії вони втрачають необхідну міцність, пластичність, тепло- і електропровідність, герметичність, відбивну здатність та інші необхідні якості. До втрат, які терпить народне господарство від корозії, повинні бути віднесені також величезні витрати на всякого роду захисні антикорозійні заходи, збиток від погіршення якості продукції, що випускається, вихід з ладу обладнання, аварій у виробництві і ін.

По механізму корозійного процесу розрізняють два основних типи корозії: хімічну і електрохімічну.

Під хімічної корозією розуміють взаємодію металевої поверхні з навколишнім середовищем.

Прикладом хімічної корозії є взаємодія металу з рідкими неелектролітами або сухими газами в умовах, коли волога на поверхні металу не конденсується, а також вплив на метал рідких металевих розплавів. Практично найбільш важливим видом хімічної корозії є взаємодія металу при високих температурах з киснем та ін. газоподібними активними середовищами. Подібні процеси хімічної корозії металів при підвищених температурах носять також назву газової корозії. Багато відповідальні деталі інженерних конструкцій сильно руйнуються від газової корозії (лопатки газових турбін, сопла ракетних двигунів, елементи електронагрівачів, колосники, арматура печей і т.д.).

Типи корозійних руйнувань. При рівномірному розподілі корозійних руйнувань по всій поверхні металу корозію називають *рівномірною*.

Якщо ж значна частина поверхні металу вільна від корозії і остання зосереджена на окремих ділянках, то її називають *місцевою*. Виразкова, точкова, щілинна, контактна.

Поверхнева (суцільна, рівномірна), яка характеризується руйнуванням металу по всій поверхні виробу рівномірно. Цей вид корозії найбільш часто спостерігається у чистих металів; її можна легко помітити і якщо не усунути, то хоча б визначити ступінь руйнування і термін служби деталі.

Міжкристалітна (інтеркрісталітна), яка поширюється в глиб металу по межах кристалів, не викликаючи помітних змін на поверхні, і найчастіше, приводить до миттєвої поломки деталей в умовах експлуатації.

Види протикорозійних покриттів:

- *Футеровка* – облицювання штучними матеріалами, що мають більш високу щільність, ніж звичайна кладка.
- *Гумування* – покриття поверхонь сирою гумою.
- *Газополум'яне напилення* – нанесення розплавленої пластмаси (порошкоподібного термопласта).
- *Флюатування* – послідовне просочення поверхонь розчинами магнієвих флюатів.
- *Гідрофобізація* – покриття водовідштовхувальними емульсіями (латексна, акрилова, кремнійорганічна).
- *Металізація* – нанесення антикорозійного покриття з розплавленого цинку струменем повітря.
- *Фарбувальні покриття* – забарвлення складами на основі бітумних і лакофарбових складів, емульсій з гуми і пластмаси.
- *Обклеювальне покриття* – обклеювання листовими або рулонними матеріалами.
- *Торкретування* – нанесення під тиском цементно-піщаного розчину або бетону.

Методи захисту. З метою підвищення довговічності промислового обладнання, споруд проводяться роботи в галузі поліпшення протикорозійного захисту.

Металеві покриття. За принципом захисної дії розрізняють анодні і катодні покриття.

Анодні покриття мають у водному розчині електролітів більш негативний електрохімічний потенціал, ніж захищений метал, а катодні – більш позитивний.

Внаслідок зсуву потенціалу, анодні покриття зменшують або повністю усувають корозію основного металу в порах покриття, тобто надають електрохімічний захист. У той час як катодні покриття можуть підсилювати корозію основного металу в порах, однак ними користуються, тому що вони підвищують фізико-механічні властивості металу, наприклад зносостійкість, твердість. Але при цьому потрібні великі товщини покриттів, а в ряді випадків додатковий захист.

Металеві покриття розділяються також за способом їх отримання (електролітичне осадження, хімічне осадження, гаряче і холодне нанесення, термодифузійна обробка, металізація напиленням, плакіроване).

Неметалеві покриття. Дані покриття отримують нанесенням на поверхню різних неметалічних матеріалів: лакофарбових, каучукових, пластмасових, керамічних і ін.

Покриття, одержувані хімічної та електрохімічної обробки поверхні. Ці покриття являють собою плівки нерозчинних продуктів, що утворилися в результаті хімічної взаємодії металів із зовнішнім середовищем. Оскільки багато з них пористих, вони застосовуються переважно в якості підшарів під мастила і лакофарбові покриття, збільшуючи захисну здатність покриття на металі і забезпечуючи надійне зчеплення.

Методи нанесення:

- оксидування,

- фосфатування,

- пасирування,

- анодування.

Електрохімічний захист металів.

Шляхом катодної (рис.9.2) або анодної поляризації від стороннього джерела струму або приєднанням до конструкції, що захищається протекторів, потенціал металу зміщується до значень, при яких сильно сповільнюється або повністю припиняється корозія.

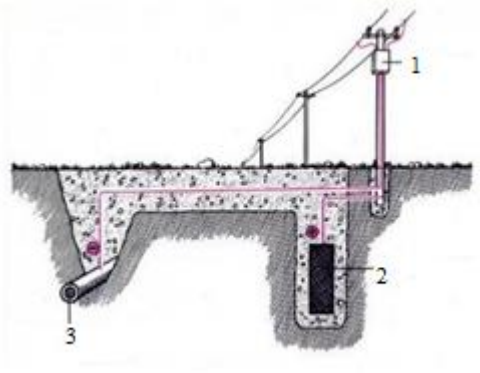


Рис.9.2. Катодний захист:
1 - випрамляч, 2 - допоміжний анод, 3 - захисний трубопровід

Розробка і виробництво нових металевих конструкційних матеріалів підвищеної корозійної стійкості шляхом усунення з металу або сплаву домішок, що прискорюють корозійний процес (усунення заліза з магнієвих або алюмінієвих сплавів, сірки із залізних сплавів і т.д.), або введення в сплав нових компонентів, сильно підвищують корозійну стійкість (наприклад, хрому в залізо, марганцю в магнієві сплави, нікелю в залізні сплави, міді в нікелеві сплави і т.д.);

Газополум'яне напилення (рис.9.3)



а) б)

Рис.9.3. Газополум'яний пальник для напилення (а), газополум’яне напилення (б)

Газополум'яне напилення є процес нанесення покриття на поверхню деталі за допомогою високотемпературної швидкісного струменя, що містить частка порошку або краплі розплавленого напилюваного матеріалу, що осідають на основному металі при ударному зіткненні з його поверхнею.

Газополум'яне напилення залежно від стану напилюваного матеріалу може бути трьох типів: напилення дротом, прутком або порошком.

Напилюваний матеріал, який має форму прутка або дроту, подають через центральний отвір пальника і розплавляють полум'ям горючої суміші.

Для напилення зазвичай використовують дріт діаметром не більше 3 мм, проте при напиленні легкоплавкими металами (алюміній, цинк і т.п.) В інтересах підвищення продуктивності процесу допускається використання дроту діаметром 5-7 мм.

Як горючий газ в більшості випадків використовують ацетилен, можна також застосовувати пропан і водень, а в якості окислювача – кисень.

Оплавлення забезпечує отримання щільного покриття, практично без пористості.

Електродугова металізація (ЕДМ), рис.9.4

Електродугова металізація – нанесення захисного покриття за допомогою розплавлення електродугою дротяних електродів і подальшого розпилення (в стислій струмені повітря) металу, що виконує роль протектора. В результаті подібного процесу (потрібне спеціальне обладнання) на поверхню сталевих виробів наносяться дрібні частинки, які формують покриття суцільного типу.



а) б) в)

Рис.9.4. Електродугова металізація цинком: а) вертикальна металізація; б) горизонтальна металізація; в) металізація листів

Через два канали в пальнику безперервно подають два дроти (діаметром1,5-3,2 мм), між кінцями яких порушується дуга, за рахунок тепла якої і відбувається розплавлення дроту. Розплавлений метал підхоплюється

струменем стисненого повітря, що минає з центрального сопла електрометаллізатора, розпорошується і у вигляді рідких крапель переноситься на поверхню напилюваної деталі.

Плазмове напилення (рис.9.5). Між катодом і мідним водоохолоджуваним соплом, службовцем анодом, виникає дуга, що нагріває надходить в сопло пальника робочий газ, який закінчується з сопла у вигляді плазмового струменя. Як робочий газ використовують аргон або азот, до яких іноді додають водень. Порошковий наплавний матеріал подається в сопло струменем транспортує інертного газу, нагрівається плазмою і з прискоренням переноситься на поверхню основного матеріалу для утворення покриття. Середня температура плазми на виході з сопла плазмотрона знаходиться в межах від декількох тисяч градусів до десятків тисяч градусів Кельвіна.

До активних способів захисту відносять катодний і протекторний захист і електричний дренаж.

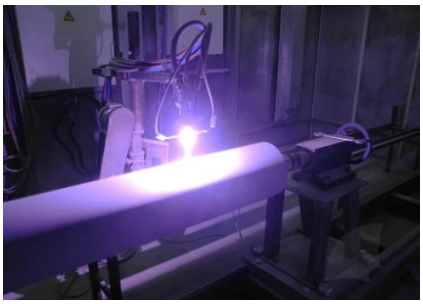


Рис.9.5. Плазмове напилення

Основним способом захисту газопроводів від блукаючих струмів є електричний дренаж. Він полягає у відведенні струмів, що потрапили на газопровід, назад до джерела через ізольований провідник, що з'єднує газопровід з рейкою електрифікованого транспорту або мінусовій шиною тягової підстанції

Захист дерев'яних конструкцій

Захист деревини від корозії полягає в усуненні руйнівного впливу цього процесу шляхом конструктивних і захисних заходів.

Конструктивний захист від корозії є в більшості випадків достатньою для конструкцій, що експлуатуються в слабких хімічно агресивних середовищах. Дерев'яні конструкції в цих умовах повинні виготовлятися з смолистої хвойної деревини, краще чинять опір проникненню агресивних речовин. Елементи конструкцій повинні мати великі клеєні або брущаті перетину з мінімальною поверхнею контакту з навколишнім середовищем.

Вони повинні мати мінімальну кількість вузлових з'єднань і металевих кріплень. Там, де агресивні речовини присутні у вигляді пилу, наприклад в складах калійних добрив, конструкції не повинні мати пазів і горизонтальних поверхонь, зручних для осідання пилу. Цим вимогам відповідають в першу чергу суцільні клеєні дерев'яні конструкції.

Захисні покриття використовують на додаток до зазначених конструктивних заходів. Дерев'яні конструкції, експлуатовані в умовах слабкого хімічно-агресивного середовища, додатково захищають лакофарбові покриття, ізолюючі деревину від навколишнього середовища. Для цього використовують фарби, лаки та емалі, стійкі до даного агресивного середовища. Дерев'яні конструкції, експлуатовані в середніх і сильних агресивних середовищах, повинні бути ізольовані від зіткнення з ними герметичними оболонками з хімічно стійких матеріалів.

Для продовження терміну служби деревини використовують хімічний захист. Це комплекс заходів, спрямований на захист деревини від біологічної корозії. По-іншому цей процес називають імпрегнація. Від вихідної якості деревини, її чистоти і вологості, а також від застосовуваних заходів щодо захисту дерева залежить кінцева якість імпрегнації.

Якщо в імпрегнантах міститься хром, то користуватися такими засобами небезпечно для здоров'я. На сьогоднішній день розроблені нові види захисту, що не містять в собі сполуки хрому. Найчастіше в їх основі мідь або бор.

Залежно від того, всередині приміщення або зовні будуть використовуватися оброблені дерев'яні елементи, вибирають засоби для імпрегнації.

Для захисту зовнішніх деталей необхідно використовувати засоби, що не вимиваються водою. Деревину, використовувану всередині приміщення, теж необхідно захистити від корозії, особливо якщо вона схильна до впливу атмосфери в процесі складання.

Для поверхневої захисту деревини існують різні матеріали: лаки, імпрегнанти, фарби, емалі. Ці кошти можуть бути використані як окремо, так і

разом. При підборі необхідного матеріалу потрібно враховувати особливості експлуатації пофарбованих деталей, це дозволить деревині прослужити довше, рис.9.6.



Рис.9.6. Захист лакофарбованим покриттям

Етапи нанесення поверхневого захисту:

Перш за все, з поверхні потрібно видалити залишки старої фарби та іншого покриття. Для кращого з'єднання захисного покриття з дерев'яною поверхнею спочатку потрібно нанести тонкий шар сполучного речовини, наприклад, ґрунтовки. При цьому покриття необхідно шпаклювати, щоб поверхня вийшла більш гладкою. І тільки після цього можна приступати до фарбування.

Велику роль у продовженні термінів експлуатації оброблених деталей грає дотримання температурного режиму в процесі нанесення лакофарбового покриття. Перепади температур негативно позначаються на якості деревини, тому для зовнішніх робіт рекомендується використовувати товстошарове покриття, здатне протистояти агресивному впливу навколишнього середовища. Поверхня дерева необхідно фарбувати ретельно, не утворюючи навіть найменших проміжків, інакше в дрібні тріщини проникне волога, а структура дерева почне руйнуватися.

Засоби, що захищають деревину від біологічного впливу.

За типом розчинника всі засоби захисту поділяються на:

- масляні;

- містять природні або синтетичні компоненти, що знищують мікрофлору, що згубно впливає на деревину;

- містять розчинники органічного походження, в яких містяться токсичні для мікроорганізмів речовини;

- суміші спеціальних порошків, розчинені у воді;

- концентрати різних речовин, легко розчинних у воді.

Крім коштів, описаних вище, також використовують імпрегнанти у вигляді емульсій, банджо, паст і патронів, що застосовуються для знищення грибної активності на поверхні деревини.

Захист металевих конструкцій

Існує кілька основних методів захисту металу від корозії (рис.9.7) :

- збільшення хімічного складу металу з метою підвищення його антикорозійних характеристик;

- ізоляція поверхні металу антикорозійними матеріалами;

- зниження агресивності середовища, в якій виробляються і експлуатуються металеві вироби;

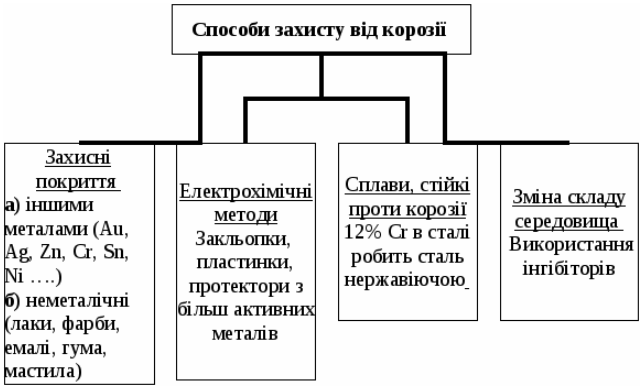


Рис.9.7. Способи захисту від корозії

- накладення зовнішнього струму, що забезпечує електрохімічний захист від корозії.

Таким чином, можна захистити металеві вироби від корозії до початку їх експлуатації або під час неї.

Лакофарбові покриття (рис.9.8). Серед таких методів можна виділити найбільш поширене напрямок – це нанесення захисних емалей, фарб, лаків та інших матеріалів. Дана методика є доступною для широкого кола людей.



а) б) в)

Рис.9.8. Захист лакофарбованим покриттям: а) наслідки корозії на металевій поверхні, б) нанесення лакофарбого покриття фарбопультом, в) нанесення лакофарбового покриття фарборозпилювачем.

При цьому слід враховувати і той факт, що лакофарбові покриття можуть забезпечити тільки перешкоду для утворення корозії, але не виключити її появу. Саме тому тут необхідно враховувати такі аспекти як ретельна підготовка поверхні до фарбування, рівномірність покриття, що наноситься, товщина шару, міцність, відсутність повітряних порожнин і т.д.

Фарба по іржі. Одним з найбільш популярних способів захисту є застосування фарби для металу по іржі. Як правило, така фарба виконує три основні функції: вона перетворює іржу, поєднує в собі антикорозійний ґрунт і верхню емаль. Емаль відрізняється стійкістю до зносу і атмосферних впливів. Фарба може наноситься як на чисту, так і на піддану корозії поверхню.

Рідкий пластик. Цей порівняно новий, ефективний і простий спосіб захисту металів від корозії застосовується при фарбуванні трубопроводів, решіток, автомобільних деталей, металевих меблів та інших конструкцій. Дане покриття може наноситься на неочищену поверхню з різним рівнем корозії. Одним з переваг такого методу є можливість вологого очищення за допомогою будь-яких синтетичних засобів.

Оксидні плівки. Свою сферу застосування мають і оксидні захисні плівки. Вони створюються при впливі на метали розчинами лугів за допомогою використання струму. Досить часто для оксидування застосовують такий розчин, як їдкий натр. Серед фахівців процес створення оксидного шару часто іменується воронінням. Це обумовлено створенням на поверхні мало і високовуглецевих сталей плівки, що має привабливий чорний колір.

Фосфатні плівки. Зупиняти вибір на фосфатних плівках рекомендується, якщо необхідно забезпечити захист від корозії виробів з кольорових і чорних металів. Якщо звернутися до технології подібного процесу, то він зводиться до приміщення виробів в розчин цинку, заліза або марганцю у вигляді суміші з кислими фосфорними солями, які попередньо нагріті до позначки 97 градусів. Створювана плівка представляється відмінною основою, щоб в подальшому можна було покрити її лакофарбовим складом. Важливим моментом є те, що довговічність фосфатного шару знаходиться на досить низькому рівні. Також

він володіє і іншими недоліками – низькою еластичністю і міцністю. До фосфатуванню вдаються з метою забезпечення захисту деталей, експлуатація яких проходить в умовах високих температур або солоною водного середовища.

Електрохімічний захист. Метою інших способів захисту (які також іменуються активними) є перетворення структури подвійного електричного шару. На поверхню, що захищається впливає постійне електричне поле з певним напруженням в залежності від характеристик конкретного металу. Вплив струму здійснюється від стороннього джерела або за допомогою приєднання протекторів до конструкції, що захищається. Електродний потенціал металу підвищується, в результаті чого утворюється перешкода для появи корозії.

Конструкційні методи (рис.9.9)



а) б) в)

Рис.9.9. Боротьба з корозією металів: а) неметалічне покриття металів, б) металічне покриття металів, в) виробництво нержавіючої сталі.

Існує також конструкційний метод захисту, в рамках якого застосовуються такі матеріали як кольорові метали, нержавіючі сталі і кортеновской стали. Питання забезпечення захисту від корозії розробляються при цьому вже на етапі проектування. Металева конструкція повинна бути по можливості максимально ізольована від впливу корозійного середовища. Для реалізації цієї мети використовуються герметики, клеї, спеціальні прокладки з гуми та ін.

Крім того, при цьому необхідно забезпечити оптимальні умови подальшої експлуатації металевих конструкцій і деталей. Сюди можна віднести виключення несприятливих атмосферних або механічних впливів на

конструкцію, усунення щілин і пошкоджень, усунення областей, в яких можливо скупчення вологи, та ін.

Захист бетонних та кам'яних конструкцій

Бетон. Залежно від складу й структури бетону, характеру та величини навантажень, а також умов експлуатації руйнуючу дію на бетон можуть чинити:

— сульфатна корозія;

— корозія видужуванням;

— загальнокислотна корозія (включаючи і вуглекислотну);

— магнезіальна корозія;

— корозія за рахунок підсосу та кристалізації солей;

— біологічна корозія;

— багатократне поперемінне заморожування й відтаювання води в порах бетону;

— корозія під дією органічних з'єднань;

— усадка або набухання цементного каменю при зміні вологості оточуючого середовища;

— хімічна дія різних агресивних газів;

— контракційні явища, що супроводжують гідратацію цементу в умовах експлуатації;

— різноманітні механічні пошкодження, наприклад, стирання рухомою водою чи шламом;

— осматичний тиск на плівку гелю.

Природні кам'яні матеріали. Вивержені кристалічні й скловидно-аморфні породи мають добру кислотостійкість та достатню лугостійкість, а найбільш щільні — високу морозостійкість. Осадкові породи (за винятком уламкових порід, які зберегли властивості основних порід, наприклад, піску, гравію тощо) мають незначну корозійну стійкість. Найменш кислотостійкі — звичайні вапняки ($CaCO_3$) і магнезити ($MgCO_3$), дещо повільніше розкладаються доломіти та кременисті щільні вапняки.

Присутність у силікатній цеглі й інших силікатних виробах вапна та вуглекислого кальцію робить їх нестійкими навіть проти слабких водних розчинів мінеральних і органічних кислот. Наприклад, за наявності у воді вуглекислоти вуглекислий кальцій переходить у розчинний бікарбонат, унаслідок чого цегла руйнується. Силікатна цегла, яка складається в основному із кремнезему, достатньо стійка до дії лужних розчинів, але лише невисокої концентрації. Під час висихання цегли, яка була змочена лужним розчином, у його отворах утворюється кристалогідрати, що викликають розтягуючі зусилля, через це міцність цегли зменшується. Тому у вологих середовищах силікатна цегла нестійка, при температурі вище ніж 600^0С у ній розширюється кварц, що призводить до руйнування.

Для захисту будівельних конструкцій від корозії використовують різноманітні матеріали штучного та природного походження. Основними властивостями цих матеріалів повинні бути щільність, пористість, водовбирання, міцність, морозо-, термо-, теплостійкість, хімічна стійкість. У деяких випадках антикорозійні матеріали повинні мати й такі властивості, як адгезія, в'язкість, тонкість помелу, температура розм'якшення тощо.

За своїм складом та походженням антикорозійні матеріали поділяються на дві групи: мінеральні й органічні, а за способом їх використання — на облицювальні, футерувальні, обкладні, прошаркові, конструкційні, лакофарбові, просочувальні і різноманітні в'яжучі сполуки.

Для захисту бетонних конструкцій від корозії широко використовують бітумні й дьогтеві матеріали: нафтові бітуми, що отримують після відгонки нафти, бензину, гасу, мастил та кам'яновугільних пеків, що являють собою кінцевий продукт фракційної перегонки дьогтів, який отримують у процесі коксування або газифікації кам'яного вугілля. Ці матеріали при нагріванні пом'якшуються, а при охолодженні стають в'язкими і навіть твердими, майже не розчиняються у воді, але добре розчиняються в органічних розчинниках, мають в'яжучі властивості і високу корозійну стійкість по відношенню до багатьох кислот та лугів. Бітумні матеріали використовують у вигляді

ґрунтовок, лакофарбових покриттів, мастик, а також для виготовлення бетонів та листових матеріалів: руберойду, пергаміну, боруліну, бризолу, гідроізолу тощо.

Бетонні конструкції, що експлуатуватимуться в агресивноному середовищі, повинні бути захищені від шкідливого впливу його ще на стадії проектування. При цьому слід використовувати стійкі протикорозійні матеріали, добавки, які підвищують корозійну стійкість бетону та його здатність захищати сталеву арматуру від корозії. При цьому слід пам'ятати, що до складу бетону не допускається введення хлористих солей, якщо цей бетон призначається для виготовлення залізобетонних конструкцій: із напруженою арматурою; ненапруженою дротяною арматурою класу Вр-I, Що експлуатуються в умовах вологого й мокрого режиму; виготовляються з автоклавною обробкою; що піддаються електрокорозії. Технологічні прийоми виготовлення бетонних та залізобетонних конструкцій, що експлуатуються в агресивному середовищі, повинні бути такими, щоб забезпечити максимальну щільність і мінімальну проникність бетону.

Вимоги, які викладені щодо бетону, відносяться і до розчинів кам'яної кладки. Крім того, слід урахувати, що при періодичному зволоженні в агресивному середовищі та заморожуванні кладки марку цегли за морозостійкістю приймають не менше ніж F50.

Усі шви кам'яної кладки в приміщеннях з агресивним середовищем повинні буди ущільнені розшивкою. Поверхню кам'яних та армо-кам'ояних конструкцій захищають від корозії лакофарбовими (по штукатурці) або лакофарбовими товстошаровими мастиками (по кладці).

Торкретування (рис.9.10) полягає в нанесенні захисного цементного шару або активованого цементу на очищену бетонну поверхню під тиском стисненого повітря . Суміш цементу і піску (в середньому 1: 3) готується заздалегідь в розчиномішалках або вручну. Активований торкрет являє собою суміш вібромолотом цементу і піску, піску і поверхнево-активних добавок.

Суха суміш по шлангу подається до сопла, де змочується водою, а потім

наноситься на поверхню, що захищається.



Рис.9.10.Торкретування бетону

Торкретування проводиться зазвичай в два шари. Для першого шару (10-20 мм) рекомендується портландцемент марки не нижче 300 і пісок не більше 5 мм. Для другого шару (10 - 15 мм), що наноситься через 24 год, застосовується більш стійкий пуцолановий портландцемент марки 500 і пісок не більше 2 - 2,5 мм. У верхній шар торкрету для додання йому більшої стійкості в агресивному середовищі і гідрофобних властивостей вводиться розчин бітуму марки 3 або 4 в бензині другого сорту. На 1 кг цементу додається 300 г бітумного розчину, що готується в пропелерно-змішуваній машині шляхом розчинення кускового бітуму в бензині.

Для прискорення схоплювання і підвищення антикорозійних властивостей захисного шару в нього вводиться рідке скло. Правда, при цьому він стає менш еластичним і більш крихким.

Створення непроникного шару на поверхні міцних кам'яних матеріалів досягається поліруванням, що сприяє заповненню пор і пустот частинками каменю, і наступним нанесенням розігрітих парафіну, воску, оліфи.

Гідрофобізація (надання здібності не змочуватись водою) поверхонь цегляних, бетонних та інших конструкцій має на меті захист їх від атмосферних опадів в умовах підвищеної вологості, рис.9.11. Гідрофобізацію застосовують для захисту бетонних, залізобетонних,



а) б)

Рис.9.11. Гідрофобізація: ефект гідрофобізації на цегляній кладці (а) та на бетонній основі (б)

а також інших попередньо оштукатурених поверхонь від дії вологи. Для цього використовують найчастіше кремнійорганічну емульсію, яка після висихання утворює міцну водостійку плівку.

Перед нанесенням емульсії поверхні очищають, вирівнюють або штукатурять і дають їм просохнути. Гідрофобний водний розчин наносять фарборозпилювачем в два-три шари з невеликими перервами.

Для гідрофобізації будівельних конструкцій використовуються наступні кремнійорганічні полімерні матеріали:

– водна емульсія, що представляє собою 50% розчин кремнійорганічної рідини, що містить в якості емульгатора желатину;

– розчин в уайт-спірит або гасі;

– водний розчин, який є сумішшю кремнійорганічних сполук.

Кремнійорганічні матеріали надходять готовими ж вживання у вигляді рідини (100%), водної емульсії (50%) і водного розчину (20-25%). Гідрофобний матеріал необхідної концентрації необхідно приготувати з вихідної водної емульсії на робочому місці.

Для гідрофобізації конструкцій зазначені матеріали наносять пензлем або пульверизатором на суху, попередньо очищену поверхню з розрахунку на 1 $м^2$ поверхні 250- 300 г 20% емульсії, отриманої в один шар.

Гідрофобізація фасадів повинна виконуватися в такій послідовності:

1. Первісна оцінка стану фасаду дозволяє визначити перелік основних проблем, які має вирішити гідрофобізація. Залежно від використовуваних стінових матеріалів, типу висолів підбирається найбільш оптимальний для даних умов гідрофобний склад.

2. Поверхня фасаду необхідно підготувати до обробки гідрофобізаторами. Зі стін видаляється пошкоджена штукатурка, виконується очищення стіни від атмосферної бруду і пилу. У найпростіших випадках для цього необхідно провести мийку фасаду із застосуванням професійних миючих засобів. При наявності тважко видаляючих забруднень рекомендована гідроструйне очищення поверхні.

3. Після знепилювання фасаду його поверхню необхідно проґрунтувати засобами глибокого проникнення, це дозволить запобігти утворенню і розвиток грибка або цвілі при подальшій експлуатації будівлі.

4. Велике значення має температура навколишнього повітря в момент нанесення гідрофобізаторів. Необхідно дотримуватися рекомендацій виробника, порушення температурного режиму може привести до зниження ефективності покриття.

5. Гідрофобізатори наносяться на поверхню, як і звичайні лакофарбові матеріали. Для виконання робіт можна скористатися пензлем або валиком, але максимальну швидкість нанесення можна забезпечити тільки при використанні спеціальних розпилювачів.

6. Гідрофобізуюче просочення наноситься на стінові поверхні в два шари. При цьому між нанесенням першого і другого шару повинно пройти не менше 1-1,5 годин (час, необхідний на проникнення складу всередину стінових конструкцій).

7. Якщо після висихання другого шару вийшла поверхня не стала однорідною (плями різного кольору, ділянки з недостатньою міцністю покриття, патьоки), то обробку слід повторити.

ТЕМА №35. ЗВЕДЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД

Зведення заглиблених споруд методом «стіна у ґрунті»

Підземні споруди в залежності від гідрогеологічних умов та глибини закладання здійснюються різними способами, основними із яких є відкритий та закритий. За відкритого способу розробляється виїмка після чого виконується комплекс будівельних робіт із зведення підземної споруди - стін, перекриттів та ін. За закритого способу виїмка у ґрунті якщо і улаштовується то після зведення стін у ґрунті. Один із способів так і зветься «стіна у ґрунті», крім того використовуються способи «опускного колодязя», шпунтової стінки» та у «витрамбованих котлованах».

Сутність способу «стіна у ґрунті» полягає у тому, що у ґрунті улаштовуються виїмки та траншеї різної конфігурації у плані, в яких зводяться огороджувальні конструкції підземної споруди із монолітного чи збірного залізобетону, потім під захистом цих конструкцій розробляється внутрішній ґрунт, улаштовується днище, внутрішні конструкції та перекриття.

Цей спосіб особливо перспективний під час зведення підземних споруд в умовах щільної міської забудови, за реконструкції та у гідротехнічному будівництві. Із використанням технології «стіна у ґрунті» можуть зводитися:

- протифільтраційні завіси;
- тунелі мілкого заглиблення;
- підземні гаражі, переходи та розв'язки автомобільних доріг;
- ємності для зберігання рідин та відстійники;
- фундаменти житлових та промислових будівель.

Як правило використовуються два основних способи реалізації даного методу: **палевий** та **траншейний.**

Палевий, коли огороджувальні конструкції улаштовують із суцільного ряду вертикальних буронабивних паль.

Траншейний, коли огороджувальні конструкції улаштовують суцільною стіною із монолітного бетону чи залізобетону або із збірного залізобетону.

У залежності від властивостей ґрунту та його вологості використовують два способи зведення стін – **сухий та мокрий.**

Сухий спосіб, коли не потрібний глиняний розчин, використовується для зведення стін у сухих стійких ґрунтах.

Мокрим способом зводять стіни підземних споруд у водо насичених нестійких ґрунтах, що, як правило, потребують їх кріплення у процесі розробки та під час укладання бетонної суміші. За цього способу під час роботи землерийної техніки стійкість стінок виїмок та траншей досягається заповненням їх глинистим розчином (суспензією), що має тиксотропні властивості. Тиксотропність це здатність розчину густіти у стані спокою та

стримувати стінки траншеї чи виїмки від руйнування, але знову ставати рідиною під дією коливань.

Сутність дії глиняного розчину полягає у тому, що створюється гідростатичний тиск розчину на стінки ґрунту і таким чином унеможливлюється його руйнування, крім того на стінках утворюється плівка із глини товщиною 2 – 5 мм. Використання розчину глини дозволяю відмовитися від використання таких допоміжних працеємких робіт як забивання шпунту, водо пониження та заморожування.

У виїмках викопаних до необхідної глибини та ширини під захистом від руйнування стінок розчином бентонітової глини, цей розчин поступово заміщують монолітним бетоном чи збірним залізобетоном, сумішами глини із цементом чи іншими матеріалами у залежності від того із чого запроектовані стіни підземної споруди).

Для розробки траншеї шириною 500 – 1000 мм (інколи і до 2000 мм) під захистом розчину глини використовують землерийні машини загального призначення – грейфери, драглайни, зворотні лопати, бурові установки обертального чи ударної дії, а також і спеціальні ковшові, фрезерні та стругові установки.

Не доцільно використовувати даний метод у ґрунтах, що мають порожнини та є рихлими відвальними, а також на ділянках із залишками цегляної кладки, обломками бетонних та залізобетонних елементів, металевих конструкцій.

Роботи із ритті траншеї та виконання інших робіт поблизу розташованих фундаментів існуючих будівель необхідно виконувати окремими захватками, як правило у такій послідовності: перша, третя, друга, п’ята, четверта і т.д.

Довжину захватки призначають у межах 3 - 6 м та визначають за наступними критеріями:

- умови забезпечення стійкості стінок ґрунту;
- прийнятою інтенсивністю бетонування;
- типу машин що розробляють ґрунт;

- конструкції та призначення «стіни у ґрунті». Послідовність робіт показана на рис. 8.1.

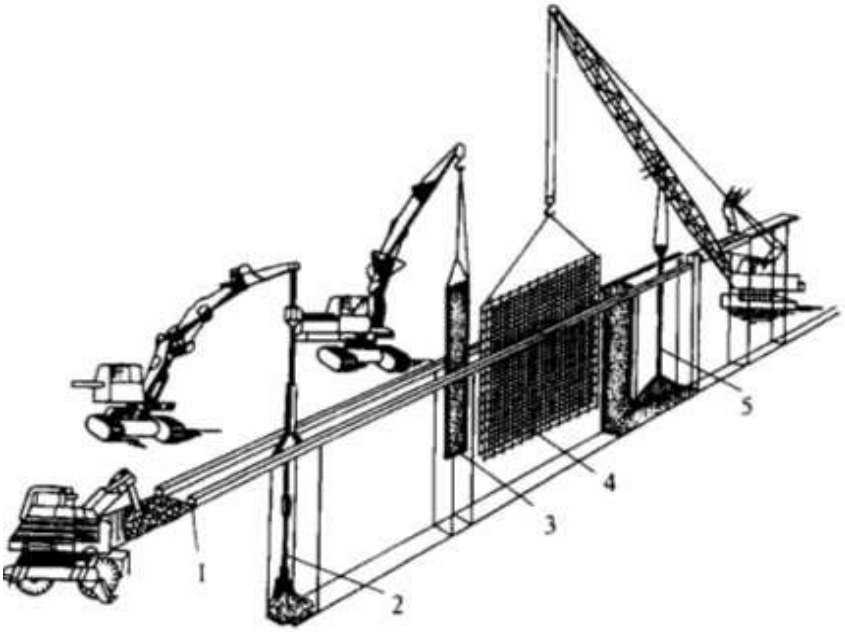


Рис. 8.1 - Технологічна схема улаштування стіни у ґрунті:
1 – улаштування форшахти (закріплення верху траншеї); 2 – розробка траншеї на довжину захватки; 3 – установлення обмежувачів (розділюючих захватки); 4 – монтаж арматурних каркасів; 5 – бетонування на захватці методом вертикально переміщуваної труби

Роботи розпочинаються із буріння торцевих свердловин на захватці.

Потім – розробляється траншея ділянками або послідовно на всю довжину за постійного заповнення відкритої порожнини бентонітовим розчином із обмежувачами, що розподіляють траншею на окремі захватки. Після монтажу арматурних каркасів здійснюється укладання бетонного розчину методом вертикального переміщування труби із витісненням глиняного розчину у запасну ємність або на сусідню захватку траншеї, на якій розробляється ґрунт.

Арматурний каркас із сталі періодичного профілю повинен бути вужчим за ширину траншеї на 10 – 12 см. Для зменшення товщини налипання глини арматуру перед опусканням у траншею необхідно змочувати водою.

Бетонування здійснюється методом вертикального переміщення труби із безперервним укладанням бетонного розчину та рівномірним заповненням сумішшю усієї захватки знизу до верху.

Бетонолитні труби – металеві труби діаметром 250 – 300 мм, із товщиною стінок 8 – 10 мм, горловина на об'єм труби, з ємний клапан нижче горловини та пижі із мішковини.

Обмежувачі розмірів захваток:

- за глибини траншеї до 15 м – труби діаметром, меншим ширини траншеї на 30 – 50 мм; їх виймають через 3 – 5 годин після закінчення бетонування на захватці, а утворення порожнини одразу заповнюють бетонним розчином.

- за глибини траншеї до 30 м установлюють обмежувачі у вигляді сталевого листа, що приварений до арматурного каркасу; за необхідності лист підсилюють приварюванням до нього швелерів.

- за ширини захватки більше трьох метрів бетонування необхідно вести через дві бетонолитні труби одночасно. Для підвищення пластичності бетону використовують пластифікатори.

Перериви у бетонуванні можуть бути до 1.5 години влітку та до 30 хвилин взимку.

Бетонний розчин укладають до рівня, що перевищує висоту конструкції на 110 – 15 см для наступного прибирання бетону засміченого глинистими частками. За використанням вібраторів їх укріплюють до нижнього кінця битонолитної труби. У труб довжиною до 20 м використовують один вібратор, за довжини до 50 м – два.

Труби на кордонах захваток обов'язково виймають, або використовують перемички із металевих листів із швелерами, що не виймаються. Недоліком монолітної стіни у ґрунті є зниження зчеплення бетону із арматурою через глину, складно виконувати роботи у зимовий час, тому використовують збірний чи збірно – монолітний варіанти.

Використання збірного залізобетону дозволяє індустріалізувати процес зведення «стіни у ґрунті», використовувати біль ефективні пустотні чи таврові конструкції та більше мати гарантій якості стіни.

Недоліком – є необхідність у спеціальному оснащенні для виготовлення конструкцій, складність у транспортуванні та необхідність у потужних монтажних кранах. Крім того вартість конструкцій із збірного залізобетону вище ніж із монолітного.

Вертикальні пустоти між залізобетонними конструкціями за сухого способу заповнюють цементним розчином. За мокрого – зовнішню пазуху заповнюють цементно – пісчаним розчином, а внутрішню – пісчано – гравійною сумішшю. Зовнішнє заповнення у подальшому буде служити у якості гідроізоляції.

Використовують два варіанти збірно – монолітного рішення:

1 – нижня частина стіни до певного рівня улаштовують із монолітного бетону, вище із збірного залізобетону;

2 – збірні елементи використовують у вигляді опалубки – лицьовки,

що установлюють до внутрішньої поверхні траншеї, зовнішня порожнин заповнюється монолітним бетоном.

Зведення заглиблених споруд методом «опускного колодязя»

Спосіб «опускного колодязя» використовується під час зведення фундаментів глибокого закладання, насосних станцій, підземних гаражів, опор мостів та ін.

За формою у плані «опускні колодязі» бувають круглими, еліпсовидними, прямокутними, а по вертикалі – циліндричними та призматичними, конусними та із уступами.

Сутність улаштування «опускного колодязя» полягає в тому, що конструкції спочатку установлюються чи бетонуються на поверхні землі. Нижня частина конструкції закінчується ножем (рис. 8.2)**.**

Заглиблення конструкції у ґрунт здійснюється за рахунок розробки та виймання ґрунту із середині конструкції починаючи від центру до ножа.

Оболонка конструкції втрачаючи опору під ножем під дією власної ваги, довантаження чи дії вібраторів або підмиву, опускається видавлюючи залишки ґрунту із під ножа всередину колодязя. Для зменшення сил тертя по

периметру конструкцій колодязя за рахунок спеціального виступу вище зуба улаштовують тиксотропну сорочку із розчину глини.

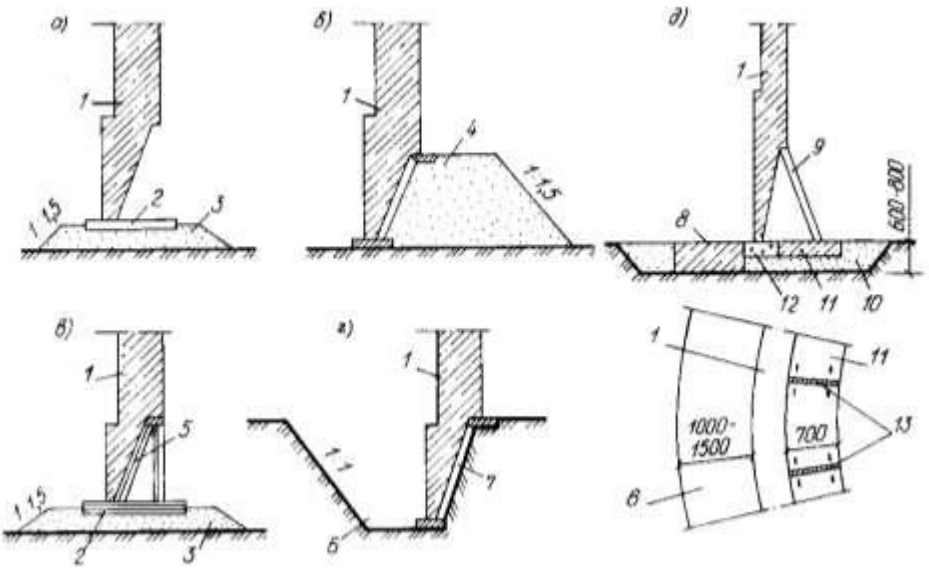


Рис. 8.2 – Схема установлення ножа опускного колодязя на тимчасову основу:
а – на піщану основу; б – підкладки із деревини; в – на насипній ґрунтовій чи щебінчатій призмі; г – на піщаній подушці та опорах із деревини; д – на опорному кільці із збірних залізобетонних елементів; 1 – ніж; 2 – підкладка із деревини; 3 – піщана подушка; 4 – ґрунтова призма; 5 – опора із деревини; 6 – траншея; 7 – опалубка із деревини чи залізобетонних плит; 8 – форшахту; 9 – опорна стійка; 10 – піщана засипка; 11 – опорне кільце із збірних залізобетонних блоків; 12 – ущільнена щебінка; 13 – розподільчі дошки

Опускні колодязі можуть бути масивними та тонкостінними. Перші використовують, як правило під час зведення фундаментів глибокого заглиблення, а другі для заглиблених будівель та споруд, підземна частина яких використовується у господарських цілях.

Колодязі зводяться із монолітного, збірного чи збірно-монолітного залізобетону.

Роботи із зведення «опускних колодязів» виконуються у наступні етапи:

- підготовлення будівельного майданчика та пристосувань для заглиблення;

- зведення стін колодязя;

- виймання ґрунту та заглиблення колодязя із постійною його надбудовою;

заповнення порожнини колодязя бетоном чи улаштування днища.

До початку заглиблення колодязя виконують підготовчі роботи:

- закріпленням основних висей колодязя;

- улаштування піонерного котловану із розташуванням його дна на 0.5 – 1.0 м вище рівня води;

- улаштування тимчасової основи під ніж колодязя із піщано-щебінчатої призми, дерев'яних чи залізобетонних підкладок, залізобетонних або монолітних кілець (рис. 1.2).

За улаштування монолітних опускних колодязів використовують збірно-розбірну переставну опалубку, залізобетонні тонкостінні плити-оболонки (конструктивну опалубку). Для бетонування використовують бетон класу В20 із водо цементним відношенням 0.4 – 0.45, водо проникливістю W4 та W6 із осадкою конуса 40 – 60 мм та використанням пластифікаторів.

Послідовність зведення конструкцій колодязя наступна:

- на підготовлену основу установлюють армокаркас ножа;

- закріплення на армокаркасі опалубки;

- укладання бетонного розчину.

Стіни колодязя розбиваються на яруси, а яруси на блоки. Висота ярусу визначається опором ґрунту під ножем та буває 6 – 8 м. Бетонування кожного наступного ярусу допускається тільки після набору раніше укладеним бетоном міцності 1.2 – 1.5 МПа. Яруси розбивають на блоки в залежності від прийнятої у ПВР інтенсивності подавання бетону та конструкцій колодязя. Бетонування можна вести послідовно по усьому периметру чи по окремим блокам. Товщина одного шару вкладеного бетону 25 – 50 см. Подачу бетонного розчину ведуть по схемам «кран баддя» чи бетононасосами.

Зняття опалубки ножа та нижнього ярусу колодязя можна виконувати тільки після набиранням бетоном 100% міцності. Верхні яруси – після 70%.

За великих розмірів колодязів допускається розрізання стін на блоки із вертикальними швами.

Гідроізоляція стін колодязя виконується до їх заглиблення.

Колодязі із збірних залізобетонних конструкцій улаштовують: глибиною до 25 м із тонкостінних панелей довжиною до 12 м, шириною 1.4 – 2.0 м та товщиною 0.4 – 0.8 м; глибиною більше 25 м із пустотілих блоків розмір яких визначається розмірами підземної споруди та вантажопідйомністю монтажних кранів.

Колодязі із збірних залізобетонних конструкцій улаштовують у наступній послідовності:

- монтаж кондуктору;
- монтаж панелей першого ряду, мають нижню грань у вигляді ножа;
- улаштування стиків панелей зварюванням закладних деталей та бетонуванням;.
- нарощування кондуктора;
- монтаж панелей другого ряду і т. д.

За зведення збірно-монолітних колодязів із пустотілих блоків ножова частина улаштовується із монолітного бетону(рис. 8.3).

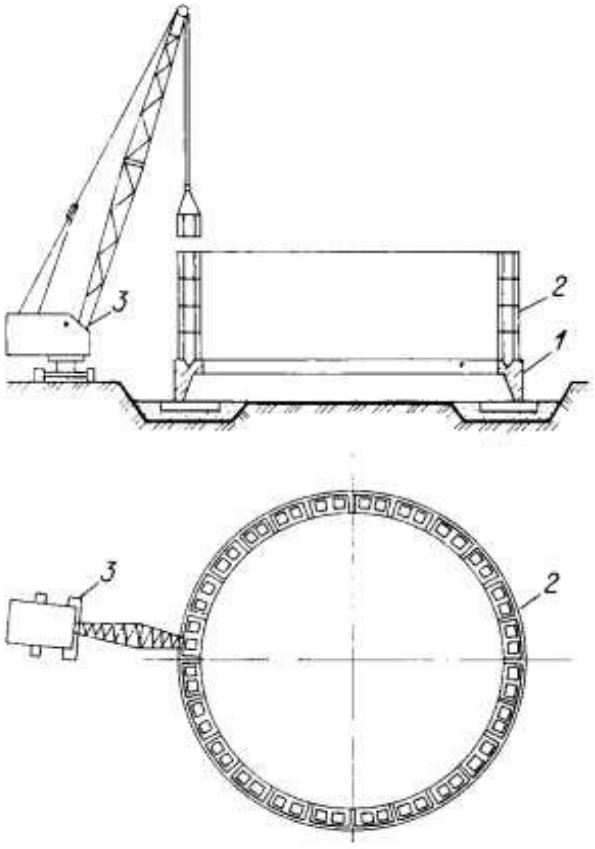


Рис. 8.3 - Монтаж колодязя із пустотілих блоків, що заповнюються монолітним бетоном:
1 – ніж із монолітного залізобетону; 2 – пустотілі блоки; 3 – кран

До початку монтажу блоків на монолітній частині роблять розбивання

місць монтажу блоків та закріплюють ці місця за допомогою рисок. Після завершення монтажу блоків другого ряду їх пустоти заповнюють бетоном на 400 – 500 мм. Подальший монтаж блоків здійснюється на цементно – піщаній суміші. Після закінчення монтажу блоків ярусу виконують монтаж арматури стиків та горизонтальних монолітних поясів та їх бетонування. Опускання колодязя можна починати тільки після набору бетоном проектної міцності.

Опускні колодязі погружають із водовідведенням та без у залежності від наявності та кількості води, що поступає всередину конструкції колодязя. Заглиблення із водовідливом здійснюється у випадках незначного підходу води та відсутністю поблизу будівель чутливих до осідання.

Заглиблення опускних колодязів починається із розбирання тимчасової основи із піщано-гравійної суміші чи видалення дерев'яних підкладок. Суміш видаляється по усьому контуру банкети ножа за виключенням розрахункових зон спирання. Підкладки видаляються ділянками у діаметрально протилежних місцях за рахунок їх підкопування та виймання всередину колодязя. Після видалення підкладок їх місце одразу заповнюється піском.

Розбирання тимчасового залізобетонного кільця опори виконується поелементно тим же способом.

Вибір технології та комплектів машин для розробки ґрунту залежить від способу опускання колодязя, його розмірів та виду ґрунту.

За опускання колодязя насухо використовують три способи розробки та видавання ґрунту із колодязів. За першою схемою ґрунт розробляється екскаваторами чи бульдозерами і видається на поверхню за допомогою схеми кран – баддя (рис. 8.4).

За другою схемою ґрунт розробляється та подається на поверхню грейферами. За третьою схемою використовується гідро-механізований спосіб розробки ґрунту.

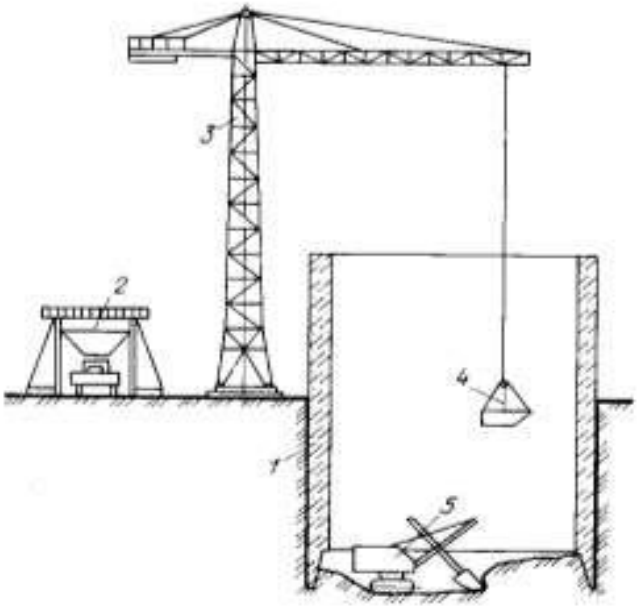


Рис. 8.4 – Схема розробки ґрунту із використанням баштового крану та екскаватору:
1 – опускний колодязь; 2 – бункер; 3 – баштовий кран; 4 – баддя; 5 – екскаватор

У ґрунтах, де виключається напливи ґрунту із під ножа, опускання колодязя може здійснюватися із відкритим водовідливом, для чого відкопують траншею по контуру колодязя, збирають її у зумпф заглиблений на 1 – 2 м нижче позначки розробки ґрунту та відкачують центробіжними насосами.

За великого підходу води, опускання колодязя здійснюється із використанням глибинного водопониження.

Ґрунт розробляється у наступній послідовності: спочатку у серединній частині колодязя на глибину 1.5 – 2 м (інколи до 4 м), залишаючи з боку ножа берму шириною 1 – 3 м, потім розробляють берму шарами по 10 – 15 см та шириною по 20 – 30 см рівномірно по усьому периметру колодязя. Розробка ґрунту під ножом ведеться одночасно між усіма фіксованими зонами або у двох діаметрально протилежних ділянках починаючи від середини ділянки у напрямку до фіксованих зон. Якщо після розробки даного ґрунту колодязь не опускається починають розробку фіксованих зон які розробляють від країв до середини. По мірі заглиблення колодязя фіксовані зони зменшують, а на останніх метрах опускання виключають зовсім. Ґрунт під ножовою частиною розробляється вручну.

За заглиблення без водовідливу необхідно підтримувати рівень води у колодязі на одному рівні із рівнем ґрунтової води.

Для полегшення заглиблення колодязя використовують один або декілька уступів, підмив ґрунту, використання електроосмосу або тиксотропних сорочок.

Тиксотропна сорочка являє собою глинистий розчин яким заповнюють зовнішній виступ вище ножа. Розчин запобігає рушенню ґрунту та таким чином ґрунт не контактує із конструкцією колодязя. Сили тертя залишаються тільки у межах поверхні ножа. Для запобігання прориву глинистого розчину в середину колодязя використовують ущільнювач із листової резини товщиною 10 – 15 мм та шириною 40 – 50 см (рис. 8.5).

Для запобігання ґрунту з зовні на діафрагму із глинистого розчину, у верхй частині по периметру колодязя на бетонній основі закріплюють форшахту із листової сталі чи деревини (рис. 8.5. б).

Використання тиксотропної сорочки дозволяє знизити витрати праці на опускні колодязя на 30 – 35 %, а вартість робіт на 15 – 20 %.

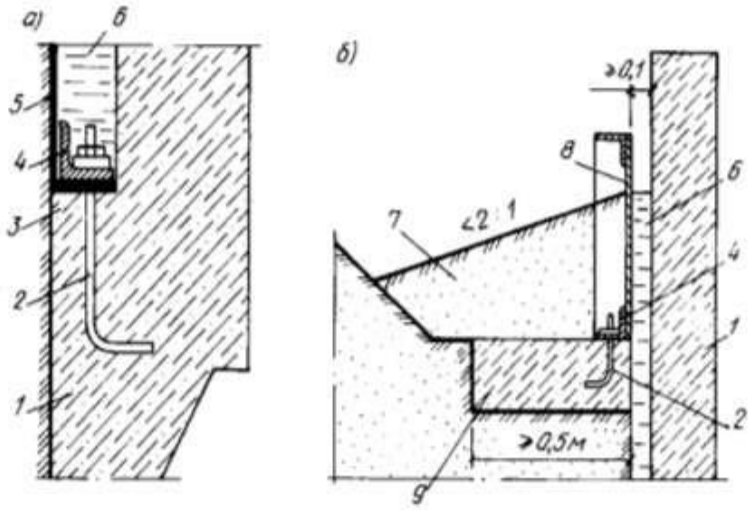


Рис. 8.5 – Деталі опускного колодязя, що заглиблюється у тиксотропній сорочці:
а – резиновий ущільнювач на уступі ножа; б – конструкція форшахту; 1 – стіна колодязя; 2 – анкерний гвинт; 3 – уступ; 4 – кутник; 5 – листова резина; 6 – глиняний розчин; 7 – ґрунтова засипка; 8 – форшахту; 9 – залізобетонне кільце

Електроосмос використовується у ґрунтах із коефіцієнтом фільтрації менше 0.05 м/добу. Сутність електроосмосу полягає у періодичному притягненні до зовнішньої поверхні колодязя води із ґрунту. Для цього до зовнішньої поверхні кріпляться металеві пояси (катоди), а аноді – металеві труби забиваються у ґрунт на певній відстані від колодязя.

Для **вдавлювання** колодязів використовують навантаження колодязю збірними елементами.

Заглиблені до проектної позначки колодязі, в залежності від їх призначення, частково чи повністю заповнюються бетоном. Частіше всього бетонують днище. Для цього зачищають основу від ілуватих ґрунтів, вирівнюють його та улаштовують щебінчату основу. Бетонування ведуть в один ярус, чи, якщо товщина днища більше 1.5 м, у два. Кожний ярус у плані розбивають на блоки. У цьому випадку необхідно забезпечити перев'язку швів між блоками як у плані так і по висоті.

Для захисту підвального приміщення від води нижче гідроізолюють торкретбетоном, металом, бітумом, оклеюванням чи просоченням кальмуючими розчинами.

За значного підходження води всередину колодязя під час його зведення використовують **кесонний метод** який полягає у тому, що в зоні розробки ґрунту створюється надлишковий тиск який видавлює воду та утримує наплив ґрунту. Кесон складається із кесонної камери, під кесонної будови та шлюзу. Стінки камери, як правило закінчуються ножем (рис. 8.6.).

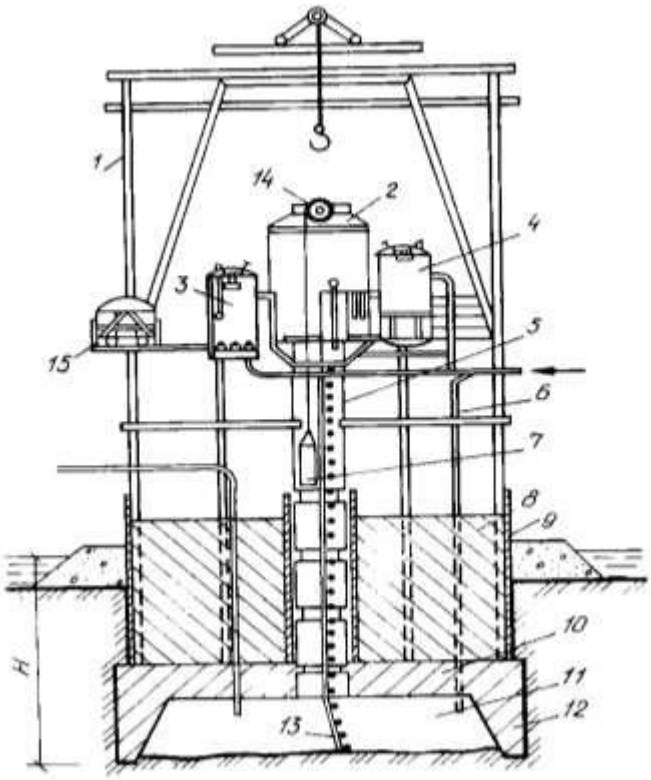


Рис. 8.6 – Загальний вигляд кесону:
1 – підмості; 2 – шлюзовий апарат; 3 – матеріальний шлюзовий докамерок; 4 – людський шлюзовий докамерок; 5 – шахтні труби; 6 – трубопровід стисненого повітря; 7 – баддя із ґрунтом; 8 – над кесонна кладка; 9 – над кесонна обшивка; 10 – стеля кесону; 11 – кесонна камера; 12 – стіни кесону; 13 – драбина; 14 – тельфер; 15 – вагонетка із ґрунтом

Зведення заглиблених споруд методом «шпунтової стінки»

Зведення підземних споруд методом шпунтової стінки включає зведення шпунтової стінки із збірних залізобетонних конструкцій чи металевих (паль), буро набивних паль. При цьому палі заглиблюються чи улаштовуються у ґрунтові відомими способами але розташовуються одна біля одної утворюючи суцільну стінку. За підземної споруди значних розмірів у плані закріплення стінки на період розробки ґрунту здійснюється кріпленням її до якорів розташованих по периметру споруди, або забезпечення роботи паль як консоль за рахунок того, що нижня частина палі знаходиться на дві третини у ґрунтові нижче рівня дна розробки котловану (рис. 2.7).

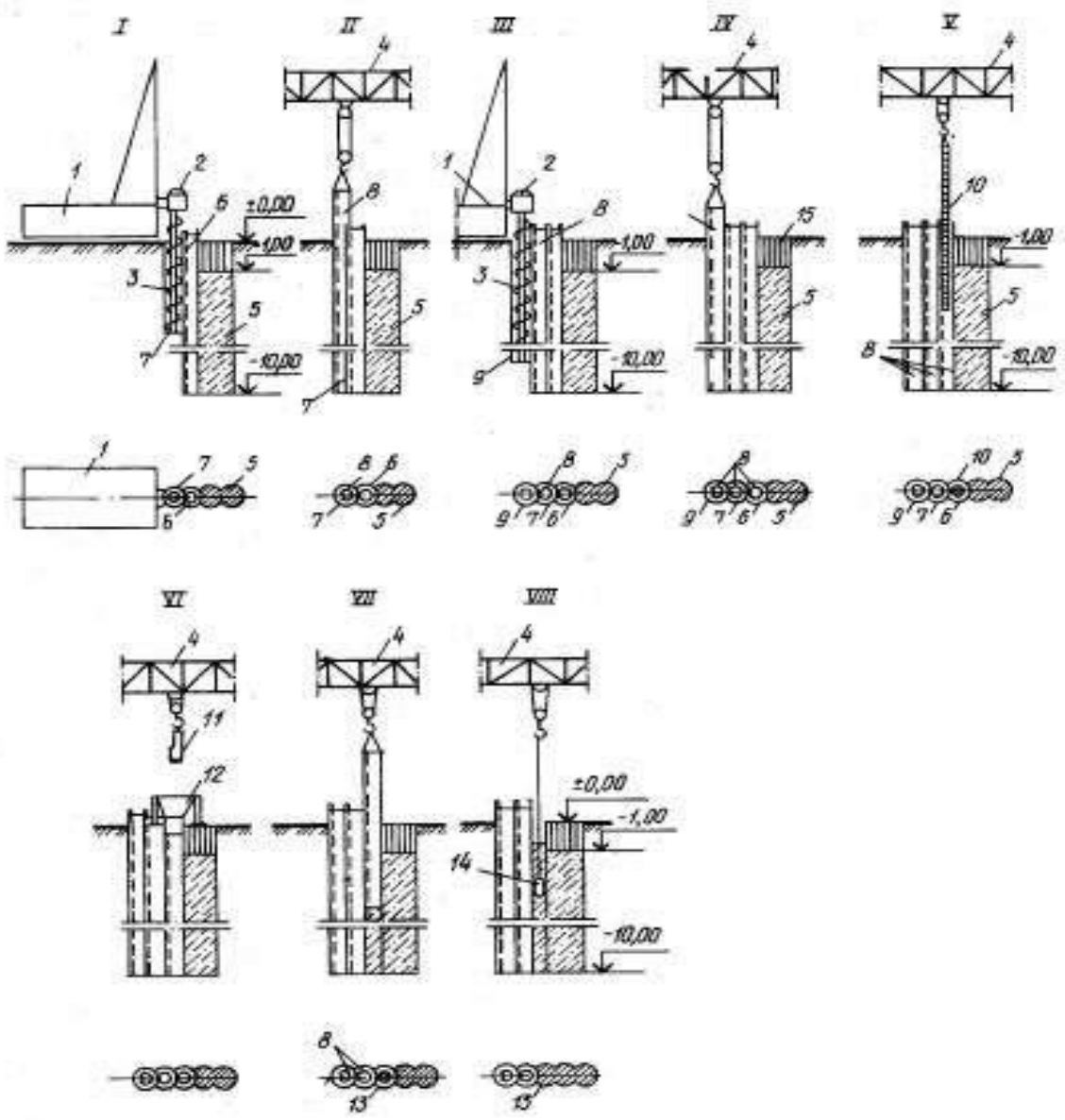


Рис. 8.7 – Технологія улаштування стіни у ґрунті методом буронабивних паль:

I – буріння першої свердловини; II – установлення труби – лідера; III – буріння другої свердловини; IV – установлення труби – лідера у другу свердловину; V – установлення арматурного каркасу; VI – бетонування свердловини; VII – витягування труби – лідера; VIII – ущільнення бетонної суміші; 1 – бурова установка; 2 – ротор станку; 3 – шнек; 4 – кран; 5 – готові палі попередньої секції; 6 – свердловина попередньої секції із трубою лідером; 7 – перша свердловина нової секції; 8 – труба-лідер; 9 – друга свердловина даної секції; 10 – арматурний каркас; 11 – вібробаддя для подавання бетонної суміші; 12 – бункер для приймання бетонної суміші; 13 – свіжовкладена бетонна суміш; 14 – глибинний вібратор; 15 – місто улаштування залізобетонного поясу

При заглиблені паль та їх роботи як консоль на перед розробки ґрунту, остання третина заглиблення повинна здійснюватися лише забиванням, вдавлюванням, загвинчуванням, що б забезпечити необхідну спільну роботу палі із ґрунтом.

Розробка ґрунту здійснюється механізованим чи гідро механізованим способами. Для запобігання додаткового навантаження на стінку відвал ґрунту, техніка та матеріали необхідно розташовувати всередині майбутньої споруди чи з зовні за призмою рушення ґрунту.

Питання для самоперевірки:

1. Опишіть технологію зведення підземних споруд методом «Стіна у ґрунті»?

2. Опишіть технологію зведення підземних споруд методом «Опускного колодязя»?

3. Опишіть технологію зведення підземних споруд методом «Кесону»?

4. Опишіть технологію зведення підземних споруд методом «Шпунтової стінки»?

Інформаційні джерела:

1. Зведення і монтаж будівель і споруд: навч. посібник / В. Д. Жван, М. Д. Помазан, О.В. Жван; Харк. нац. акад. міськ. госпва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 395 с.

2. Технологія будівельного виробництва. За ред. М.Г. Єрмоленка. - К.: «Вища школа», 2008.

3. В.О. Панченко, М.Г. Костюк, А.О. Качура, Л.М. Окуневський - Технологія і механізація будівельних процесів - Харків, 2005.

4. Єрмоленко М.Г., Терновий В.І. та ін. Технологія будівельного виробництва: Підручник. - К.: Вища школа, 1993.

5. Технология строительного производства: Учебник для вузов / А.А. Афанасьев, Н.Н. Данилов и др. -М.: Высш. шк., 1997.