

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

А. О. КАЧУРА
О. М. БОЛОТСЬКИХ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

МЕХАНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА І РЕМОНТНО-БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

(для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напряму 0921 (6.060101) «Будівництво» спеціальності «Міське будівництво і господарство»)

Харків
ХНАМГ
2010

Качура А. О. Конспект лекцій з дисципліни «Механізація та автоматизація будівництва і ремонтно-будівельних робіт» (для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напряму 0921 (6.060101) «Будівництво» спеціальності «Міське будівництво і господарство»). / А. О. Качура, О. М. Болотських; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; – Х.: ХНАМГ, 2010. - 136 с.

Автори: А.О. Качура
О. М. Болотських

Рецензент: доц. М. Г. Костюк

Рекомендовано кафедрою технології будівельного виробництва та будівельних матеріалів, протокол № 1 від 01.09.2009 р.

ЗМІСТ

Лекція 1. Комплексна механізація і автоматизація будівельних процесів..	4
Лекція 2. Комплексна механізація транспортних процесів.....	15
Лекція 3. Комплексна механізація та автоматизація земляних робіт.....	23
Лекція 4. Комплексна механізація закритих способів розробки ґрунтів. Вибір машин і механізмів.....	33
Лекція 5. Механізація земляних робіт при розробленні мерзлих та скальних ґрунтів.....	39
Лекція 6. Механізація паливних робіт при заглибленні заздалегідь виготовлених палів.....	45
Лекція 7. Влаштування монолітних палів, механізація робіт.....	55
Лекція 8. Комплексна механізація монтажних робіт.....	62
Лекція 9. Методи монтажу будівельних конструкцій, класифікація.....	69
Лекція 10. Механізація демонтажних робіт при ремонті та реконструкції будівель та споруд. Вибір машин та механізмів.....	81
Лекція 11. Комплексна механізація та автоматизація бетонних робіт при бетонуванні конструкцій.....	88
Лекція 12. Вибір комплектів машин та механізмів для приготування, транспортування і подавання бетонних сумішей.....	97
Лекція 13. Ущільнення бетонних сумішей, механізація робіт. Вибір обладнання, оцінка продуктивності.....	107
Лекція 14. Сучасні методи механізації опоряджувальних робіт. Механізація штукатурних робіт.....	117
Лекція 15. Малярні та декоративно-опоряджувальні роботи, механізація робіт.....	127
Список літератури.....	136

Лекція 1. КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ І АВТОМАТИЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

Мета і завдання дисципліни

Комплексна механізація і автоматизація будівництва і ремонтно-будівельних робіт – це прикладна наукова дисципліна, яка охоплює знання щодо технології будівельного виробництва, механізації (техніки), організації та економіки виробничих процесів. При вивченні дисципліни розглядаються основні принципи механізації та автоматизації будівельних процесів, вибір комплектів машин, організація їх роботи з урахуванням прийнятої технології виконання будівельно-монтажних робіт.

Базовою основою для вивчення дисципліни служать: будівельна техніка, будівельні матеріали, інженерна геодезія, геологія, архітектура, будівельні конструкції, технологія будівельного виробництва.

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів знань про сучасні методи та форми впровадження механізації, автоматизації і роботизації основних видів будівельних процесів.

Предметом вивчення дисципліни є методи механізації, схеми і структура сучасних комплексів машин, форми механізації основних видів робіт, методики вибору машин та механізмів.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен знати: види будівельних процесів та способи їх виконання при зведенні ремонті та реконструкції будівель і споруд; методики вибору технологічних рішень та форм впровадження механізації при виконанні робіт і розрахунку основних технічних показників.

Конспект лекцій написано відповідно до програми та робочої програми навчальної дисципліни «Механізація та автоматизація будівництва і ремонтно-будівельних робіт» для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня підготовки бакалавр, напряму підготовки 0921 – «Будівництво», спеціальності МБГ (Міське будівництво і господарство).

Для поглибленого вивчення курсу наведена рекомендована література.

При вивченні дисципліни слід самостійно ознайомитись з програмними документами з механізації та автоматизації будівельних процесів, будівельної технології, сайтами будівельних компаній та фірм в мережі Інтернет.

1.1. Загальні відомості

Одним із основних напрямів науково-технічного прогресу в будівництві є підвищення рівня механізації і автоматизації будівельних процесів через впровадження сучасних комплектів машин і механізмів, автоматизованих систем з урахуванням принципів сучасного потокового будівництва.

Комплексна механізація і автоматизація будівельного виробництва – це впровадження вискоефективних систем машин і устаткувань на підставі прогресивних технологій і організаційних заходів, що комплексно механізують і автоматизують як основні, так і допоміжні процеси в будівництві.

Будівництво – це область виробництва, що виконує процеси, пов'язані із зведенням, ремонтом та реконструкцією будинків та споруд.

Будівельні процеси – це взаємозв'язані виробничі процеси, які спрямовані на отримання будівельної продукції (наприклад: екскавація ґрунту – розроблення ґрунту екскаватором; монтаж збірних конструкцій каркасу; фарбування стін тощо).

За складністю виконання будівельні процеси поділяють на окремі робочі операції й на прості і комплексні робочі трудові процеси.

Основою класифікації процесів будівельного виробництва є розподіл їх за технологічними ознаками: на заготівельні; транспортні; підготовчі та монтажно-укладальні.

Заготівельні процеси – це процеси виготовлення і забезпечення об'єкта, що зводиться, необхідними деталями, виробами, матеріалами підвищеного ступеню готовності до застосування.

Ці процеси виконують на спеціалізованих підприємствах (заводах збірного залізобетону, заводах товарного бетону та ін.), або в умовах будівельного майданчика (об'єктні бетонно-розчинові вузли, арматурні цехи та ін.).

Транспортні процеси включають доставку (переміщення) будівельних матеріалів, виробів та технічних засобів, включаючи вантажно-розвантажувальні операції.

При виборі машин необхідно враховувати, що процеси переміщення будівельних матеріалів і виробів у межах будівельного майданчика до робочих місць здійснюють з використанням спеціального технологічного транспорту: монтажних кранів, бетононасосів, бетоноукладальних комплексів, транспортерів. Процеси переміщення будівельних вантажів до будівельного майданчика здійснюється з використанням транспортних засобів загально-будівельного призначення або спеціалізованих засобів.

Підготовчі процеси розпочинають до початку виконання основних будівельно-монтажних робіт і забезпечують їх ефективність (штучне закріплення ґрунтів, укрупнене складання конструкції, облаштуваність конструкцій, які монтують допоміжними пристроями та ін.).

Монтажно-укладальні процеси забезпечують створення продукції будівельного виробництва. Вони полягають у переробці, зміні форми чи доданні нових властивостей матеріальним елементам будівельних об'єктів, унаслідок чого створюються будинки, споруди або їхні частини.

Ці процеси можуть бути *основними* (цегельна кладка, штукатурні роботи, улаштування підлог, прокладка комунікацій) і *допоміжними* (кріплення стінок траншей, огорожування встановлення решетування тощо).

За значенням у виробництві будівельні процеси підрозділяють на провідні й сумісні.

Провідні (ведучі) процеси входять до безперервного технологічного циклу і визначають тривалість будівництва об'єкта. *Сумісні* процеси виконують паралельно з ведучими (поза потоком), що дозволяє значно скоротити тривалість будівництва.

1.2. Механізація та автоматизація будівельних процесів

У сучасному будівництві з метою інтенсифікації будівельного виробництва та забезпечення високої продуктивності використовують комплекси засобів механізації та автоматизації технологічних процесів.

Усі будівельні процеси класифікують за ступенем участі машин і засобів механізації та автоматизації при їх виконанні.

Механізація будівництва – сукупність технічних засобів, які застосовують в будівельному виробництві для комплексно-механізованого виконання будівельно-монтажних або інших видів робіт.

Технічні засоби – це будівельні машини, обладнання малої механізації, силове устаткування, автотранспортне обладнання. Вони складають основну активну частину виробничих фондів будівельних організацій і підрозділів малої механізації.

Механізація будівельних процесів – це заміна ручної праці роботою машин і механізмів під керуванням і контролем робітників-операторів.

Комплексна механізація будівельних робіт – це спосіб виконання будівельних робіт, при якому основні і допоміжні, важкі і трудомісткі процеси виконуються машинами, або комплектом машин, що мають взаємозв'язані основні параметри (продуктивність, вантажопідйомність, швидкість, режим роботи тощо). При поточному виробництві робіт забезпечується висока продуктивність ведучих і допоміжних машин та техніко-економічні показники механізації.

За ступенем використання засобів механізації та характером праці будівельних робітників при виготовленні будівельної продукції процеси поділяють на:

ручні процеси – коли всі робочі операції будівельного процесу виконують робітники вручну, з використанням ручного або механізованого інструменту. Механізований інструмент – це ручні машини з влаштованим двигуном;

механізовані процеси – коли одну або деяку частку робочих операцій будівельного процесу виконують за допомогою машин і механізмів під керуванням і контролем робітників-операторів, а інші робочі операції виконують вручну;

комплексно-механізовані процеси – коли всі робочі операції будівельного процесу виконують за допомогою раціонально підібраних комплектів машин і механізмів, а всі будівельні робітники, які зайняті в цьому процесі, виконують лише функції керування і контролю за роботою машин і механізмів;

автоматизація будівельних процесів – це таке оснащення механізованого будівельного процесу, при якому функції керування машин і контролю передаються приборам і автоматичним пристроям;

комплексно-автоматизовані (автоматичні) процеси – коли всі робочі операції будівельного процесу виконують і керують ними за допомогою машин-автоматів, які працюють за спеціальної програмою.

Сукупність засобів малої механізації, ручного і механізованого інструмента, пристроїв та технологічної оснастки, узгоджених між собою за призначенням, продуктивністю та іншими параметрами (ємкістю ковша, вантажопідйомністю, швидкістю робочих переміщень тощо), складає технологічний комплект засобів малої механізації (нормокомплект).

Нормативний комплект розраховано на виконання конкретного виду ручних процесів і операції відповідно до прийнятої технології, визначеною кількісно-кваліфікаційним складом виконавців – бригадою робітників.

Комплект машин – це сукупність взаємозв'язаних машин і механізмів, які взаємоузгодженні між собою за технологічним призначенням, технічним рівнем та продуктивністю. Застосовують комплекти для механізації простих

робочих процесів: розроблення ґрунту; укладання бетонної суміші; монтажу конструкцій.

До комплекту входять одна або кілька *ведучих машин*, за допомогою яких виконують основні робочі операції (монтажно-укладальні та ін.), і кілька (іноді одна) *допоміжних машин*, за допомогою яких виконують транспортні процеси і операції та ін., і *резервних машин*.

Наприклад, для механізованої екскавації ґрунту і планування майданчика, формується комплект машин у складі: екскаватора (землерийної машини), який є ведучою машиною комплекту; автосамоскидів (допоміжних машин) для вивезення ґрунту; катків (допоміжних машин) для ущільнення ґрунту. Комплекти підбирають за продуктивністю та основними робочими параметрами ведучої машини (екскаватору).

Комплекс машин – це сукупність комплектів машин і механізмів, що взаємоузгодженні єдністю кінцевої продукції і застосовують для комплексної механізації складних будівельних процесів: монтаж збірних конструкцій каркаса будинку; виконання монолітних бетонних і залізобетонних робіт тощо.

Наприклад, комплекс машин у складі: комплект машин для екскавації і транспортування ґрунту (екскаватор-автосамоскиди); комплект машин для укладання ґрунтів в насип (бульдозер, автогрейдер, скрепер, ґрунтоущільнювальна машина тощо), що сформовані для комплексної механізації складного процесу кінцевою продукцією, який є земляний насип.

- *Основні напрями розвитку комплексної механізації та автоматизації будівельного виробництва*

Сучасні будівельні технології ґрунтуються на виконанні будівельних процесів комплексно-механізованими методами з використанням систем автоматизації окремих технологічних процесів і операцій.

У будівництво впроваджує використання роботизованих технологічних комплексів під час виконання земляних, монтажних,

бетонних, опоряджувальних та інших робіт і процесів. Для приготування напівфабрикатів (сухих сумішей будівельних розчинів і бетонних, фарб, арматурних виробів, опалубок тощо) використовують гнучкі автоматизовані виробництва – заводи і установки. Поширюється також використання будівельних машин багатofункціонального призначення, які обладнані спеціальним робочим пристроєм (іноді двома і більш), що дає змогу виконувати однією машиною декілька робочих операцій.

Впровадження машин та механізмів здійснюють за такими формами: часткова та комплексна механізація; автоматизація і роботизація процесів, що забезпечує рівень механізації земляних робіт понад 95%; монтажних – 80%; штукатурних та малярних – 70%; опоряджувальних робіт – до 60%.

1.3. Вибір комплектів машин, оцінка продуктивності, рівня механізації та автоматизації робіт

- *Комплексна механізація*

Вибір машин і механізмів для комплексної механізації будівельних процесів та робіт здійснюється на підставі зіставлення їх робочих і експлуатаційних параметрів з відповідними конструктивно-технологічними характеристиками та вимогами прийнятої технології виконання певного виду робіт, а також з урахуванням основних форм впровадження машин у будівельне виробництво.

- *Основні форми впровадження машин*

За формою – *часткова механізація*, машинами виконується лише частка загального комплексу процесу, також використовують і ручну працю.

За формою – *комплексна механізація*, всі основні й допоміжні операції та процеси виконуються комплектами машин.

Комплект машин складається із ведучою або ведучих машин, допоміжних і резервних.

Усі машини комплекту для певного виду робіт повинні бути взаємоузгодженні за продуктивністю, технічними показниками та технологічним призначенням.

При виборі комплекту машин, які забезпечують комплексну механізацію, необхідно враховувати, що для досягнення ведучою машиною найвищої продуктивності, необхідно щоб будь-яка машина з комплекту, порівняно з ведучою, на кожному допоміжному процесі мала продуктивність на 10-15% вищу.

Ефективність комплектної механізації забезпечується не кількістю машин в комплекті, а раціональним їх використанням за призначенням та своєчасним оновленням комплекту сучасними машинами та обладнаннями.

Ступінь впровадження механізації робіт у будівництві оцінюють: рівнями механізації P_m та комплексної механізації $P_{к.м.}$; механооснащеністю праці M_n ; енергооснащеністю E .

Рівень механізації P_m характеризується відсотковим відношенням обсягу будівельно–монтажних робіт у натуральному вимірі V_m , виконаних механізованим способом, до загального обсягу V будівельно – монтажних робіт і визначають за формулою

$$P_{m.} = \frac{V_{m.}}{V} \cdot 100 .$$

Рівень комплексної механізації $P_{к.м.}$ характеризується відсотковим відношенням обсягу будівельних робіт у натуральному вимірі $V_{к.м.}$, виконаних комплексно-механізованим способом, до загального обсягу будівельно-монтажних робіт V і визначають за формулою

$$P_{к.м.} = \frac{V_{к.м.}}{V} \cdot 100 .$$

Механооснащеність праці M_n – визначена у відсотках відносно балансової вартості машин та механізмів B_m до середньої кількості робітників n_p

$$M_n = \frac{B_m}{n_p} \cdot 100 .$$

Енергооснащеність праці E – відношення сумарної потужності двигунів N (кВт.), машин на будівництві до середньої кількості робітників n_p , які зайняті на даному будівельному об'єкті

$$E = \frac{N}{n_p} .$$

- *Автоматизація і роботизація*

За формою впровадження в будівництво автоматизації і роботизації будівельних процесів забезпечує заміну ручної праці автоматичними приладами. Розрізняють часткову і комплексну автоматизацію.

Рівень автоматизації робіт визначають коефіцієнтом автоматизації:

$$K_a = \frac{t_a}{t_a + t_n} \cdot 100 ,$$

де t_a , t_n – відповідно, тривалість виконання автоматизованих та неавтоматизованих операцій керування, год.

При $K_a \geq 0.98$ - рівень автоматизації високий; при $K_a \geq 0.5$ - середній; при $K_a \leq 0.5$ - низький.

На сучасному рівні при виконанні малярних робіт, монтажних, зварювальних, підйомно-транспортних та ін. в будівництві, можливо використовувати *роботи або маніпулятори*.

При виборі комплектів машин необхідно враховувати, що головним параметром конструктивно-експлуатаційної характеристики машини є продуктивність, тобто кількість продукції, яку машина виробляє за одиницю часу (годину, зміну, рік). Розрізняють три категорії продуктивності машин: *теоретичну* (конструктивно-розрахункову), *технічну* та *експлуатаційну*.

Теоретична продуктивність P_p – це розрахункова кількість продукції, що виробляється за одну годину чистої (безперервної) роботи при умовному матеріалі й розрахункових швидкостях. Вона застосовується для зіставлення машин різних типорозмірів.

Технічна продуктивність P_T – це кількість продукції, що виробляється за одну годину безперервної роботи, але з урахуванням виробничих (конкретних) умов роботи.

Технічна продуктивність виражається залежністю:

$$P_T = P_p \cdot K_y,$$

де K_y – коефіцієнт технічного використання, який враховує конкретні умови роботи (для екскаваторів – це група ґрунту, висота забою, коефіцієнт наповнення ковша, кут повороту).

За цією продуктивністю оцінюють ступінь наближення до максимального виробітку в конкретних умовах роботи машини.

Для машини циклічної дії технічна продуктивність:

$$P_T = 3600 \cdot \frac{q}{t_{\text{ц}}} \cdot K_y,$$

де q – кількість продукції, що виробляється за один робочий цикл (шт., м^3 або т); $t_{\text{ц}}$ – тривалість робочого циклу, с.

Для машини безперервної дії, яка переміщує сипучі вантажі:

$$P_T = 3600 \cdot S \cdot V \cdot K_y,$$

або

$$P_T = 3600 \cdot S \cdot V \cdot \rho \cdot K_y,$$

штучні вантажі відповідно:

$$P_m = \frac{3600 \cdot b \cdot V}{a} \cdot K_y,$$

де S – розрахункова площа перерізу матеріалу, що переміщується, м^2 ; V – швидкість руху матеріалу, $\text{м}/\text{с}$; ρ – щільність матеріалу, $\text{т}/\text{м}^3$; b – кількість однієї порції матеріалу, м^3 або т; a – відстань між окремими порціями матеріалу, м.

Експлуатаційна продуктивність P_e – кількість продукції, що виробляється за одиницю часу з урахуванням конкретних умов, усіх перерв у роботі, пов'язаних з вимогами експлуатації, організаційними причинами та

неналагодженнями. Розрізняють три норми експлуатаційної продуктивності: годинну, змінну й річну.

Годинна експлуатаційна продуктивність P_e – виробнича норма виробітку ($\text{м}^3/\text{год}$; $\text{т}/\text{год}$; $\text{шт}/\text{год}$), яка враховує перерви лише за конструктивно – технічними і технологічними причинами в межах робочої зони, при цьому не враховують простої через метеорологічні та організаційні причини:

$$P_e = P_T \cdot K_e \cdot K_m,$$

де K_e, K_m – відповідно коефіцієнти використання робочого часу та продуктивності (останній враховує стан машини, кваліфікацію машиніста та ін.).

Змінну експлуатаційну продуктивність P_z визначають за формулою

$$P_z = P_e \cdot T,$$

де T – тривалість зміни, год.

Продуктивність основної машини має забезпечувати заданий темп виконання ведучого будівельного процесу, а продуктивність допоміжних машин комплекту – безперервну роботу основної машини без зниження її продуктивності, тобто їх продуктивність має бути рівною або дещо більшою (на 10-15%) ніж продуктивність основної машини:

$$I_n = P_k \leq P_o \leq P_d,$$

де I_n – заданий темп виконання ведучого будівельного процесу, виражений у одиницях будівельної продукції (м^3 ; т ; шт .), що випускається за одиницю часу (год., зміну); P_k, P_o, P_d – експлуатаційні продуктивності відповідно до комплекту машин, основної машини і допоміжних машин комплекту, які розраховані в одиницях виміру продукції на одиницю часу ($\text{м}^3/\text{год}$; $\text{т}/\text{зміну}$).

Оптимальний варіант механізації будівельних процесів вибирають на основі порівняння основних і допоміжних показників.

Лекція 2. КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ

2.1. Загальні відомості

Один з основних етапів технологічного процесу сучасного індустріального будівництва – доставка до місця роботи будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та обладнання. Витрати на транспортні і вантажно-розвантажувальні роботи становлять 20-25% загальної вартості будівельно-монтажних робіт, а їх трудомісткість – 40-50% загальної трудомісткості будівництва. Тому раціональний вибір транспортних засобів при комплексній механізації не тільки сприяє зменшенню витрат на перевезення вантажів, а й забезпечує мінімальні загальні витрати на технологічні процеси, забезпечує підвищення продуктивності.

У будівництві використовують всі види транспорту: залізничний, автомобільний, водний повітряний, трубопровідний тощо. Вибір виду транспорту залежить від наявності й стану доріг, характеру й кількості переміщуваного вантажу, відстані перевезення і часу, необхідних для його доставки. Обов'язкова умова ефективності транспортування вантажу – забезпечення його початкової якості.

Транспортні засоби класифікують таким чином:

за відстанню дії транспортні засоби поділяють на два види: будівельні і загального призначення;

за режимом роботи транспортні засоби можуть бути циклічними та безперервними;

за видом шляху – безрейкові, рейкові, водні, повітряні, трубопровідні засоби;

за видом тяги транспортні засоби поділяють на чотири групи: з автономними двигунами; з двигунами, що працюють від зовнішніх енергетичних джерел; причіпні та гравітаційні;

за напрямком руху робочих органів транспортні засоби можуть бути тільки для горизонтального переміщення (автомобілі, залізничні вагони тощо), тільки для вертикально-горизонтального переміщення (баштові крани, бетононасоси тощо);

за спеціалізацією транспортні засоби поділяють на спеціалізовані та загального призначення;

за суміщенням транспортні засоби поділяють на дві групи, до першої групи належать засоби, призначені тільки для перевезення вантажів, до другої групи належать засоби, які разом з переміщенням здійснюють і технологічні операції (баштові крани, автобетонозмішувачі, скрепери).

2.2. Механізація доставки будівельного вантажу

На сучасному рівні механізація доставки будівельного вантажу становить понад 90%.

Техніко-економічні показники та ефективність перевезень в сучасному будівництві суттєво залежать від раціонального вибору, з урахуванням конкретних умов, транспортних засобів доставки будівельного вантажу та прийнятої схеми перевезень.

Транспорт в будівництві можна класифікувати: за призначенням (загальний та технологічний); за взаємозв'язками з основним виробництвом (зовнішні і внутрішні); за функціональним призначенням (горизонтальний та вертикальний).

Зовнішнім транспортом будівельні вантажі доставляють на будівельний майданчик, а подальше переміщення їх виконують внутрішньобудівельним транспортом. У будівництві зовнішні перевезення здійснюють залізничним, автомобільним, водним та повітряним транспортом.

Внутрішньобудівельний транспорт використовують у межах будівельного майданчика для доставлення матеріалів, напівфабрикатів та

конструкцій безпосередньо на робоче місце. За функціональним призначенням ці транспортні засоби поділяють на *горизонтальні* та *вертикальні*.

Горизонтальні засоби транспортування застосовують для переміщення вантажів по території будівельного майданчика. До них належать автомобілі різного призначення, автопоїзди, залізничні вагони, стрічкові конвеєри, трубопроводи. За допомогою вертикальних засобів матеріали, конструкції та деталі подають безпосередньо на робочі місця; до них належать різноманітні крани, промислові ліфти, бетононасоси, лебідки, підйомники.

Вибір виду транспорту залежить від відстані, обсягу перевезень, наявності шляхів, виду вантажів, розташування баз відправлення, собівартості перевезення 1 т вантажів. При визначенні найбільш раціонального виду транспорту та при виборі транспортних засобів обов'язково повинно враховувати транспортабельність вантажів, які перевозять.

Транспортабельність – здатність вантажів зберігати в процесі перевезення свою первісну якість. Так, бетонні суміші та розчини під час транспортування здатні до розшарування. Тому при зовнішніх перевезеннях бетонних сумішей та розчинів потрібно застосовувати такий технологічний транспорт, як бетоновози, автомобільні бетонозмішувачі, розчиновози.

У межах населеного пункту при спорудженні будівель у зоні існуючої забудови, або в місцях масового будівництва, найбільш доцільним може бути сучасний автомобільний транспорт.

Використовують автомобілі загального призначення (бортові автомобілі, самоскиди, тягачі) та спеціального – панелевози, колоновози, фермовози, цементовози, автомобільні бетонозмішувачі тощо.

У будівництві широко застосовують систему централізованих перевезень, це така організація роботи автотранспорту, при якій він зосереджений у великих спеціалізованих автотранспортних підприємствах, а перевезення вантажів здійснюють за замовленням будівельних організацій.

Перевагою такої системи є більш раціональне використання транспортних засобів через скорочення холостих пробігів та зменшення простоїв під час вантажно-розвантажувальних робіт. Робота транспорту має бути організована так, щоб кожна транспортна одиниця була спроможна перевезти найбільшу кількість вантажів за скорочений час, дотримуючись при цьому технічних, технологічних та економічних умов. На усіх видах транспортування передбачається впровадження раціональних комплектів машин і механізмів та схем перевезень з метою поліпшення умов праці, зменшення ручної праці.

- *Вибір машин, оцінка рівня механізації*

При виборі машин для транспортування, будівельних вантажів необхідно обґрунтувати схему перевезень.

У будівельному виробництві користуються *маятниковою* та *човниковою* схемами автотранспортних перевезень.

За *маятниковою* схемою причепа не відокремлюються від тягача. Ця схема доцільна у разі розвантаження матеріалів на об'єктні склади та спорудження будівель з однакових конструктивних елементів.

За *човниковою* схемою один тягач використовують для обслуговування кількох причепів. Ця схема ефективна під час виконання монтажних робіт із транспортних засобів, тобто збірні конструкції не розвантажують на об'єктному складі, а зразу з транспортних засобів подають на робочі місця, де їх встановлюють у проектне положення. У процесі проектування потокових методів роботи автотранспорту слід дотримуватися таких умов: своєчасне завантаження транспорту на підприємстві-постачальнику; вчасне доставлення вантажів на будівельний майданчик; швидке розвантаження транспорту.

Роботу транспорту в різних транспортно-технологічних ситуаціях показано на графіках, наведеними на рис. 2.1.

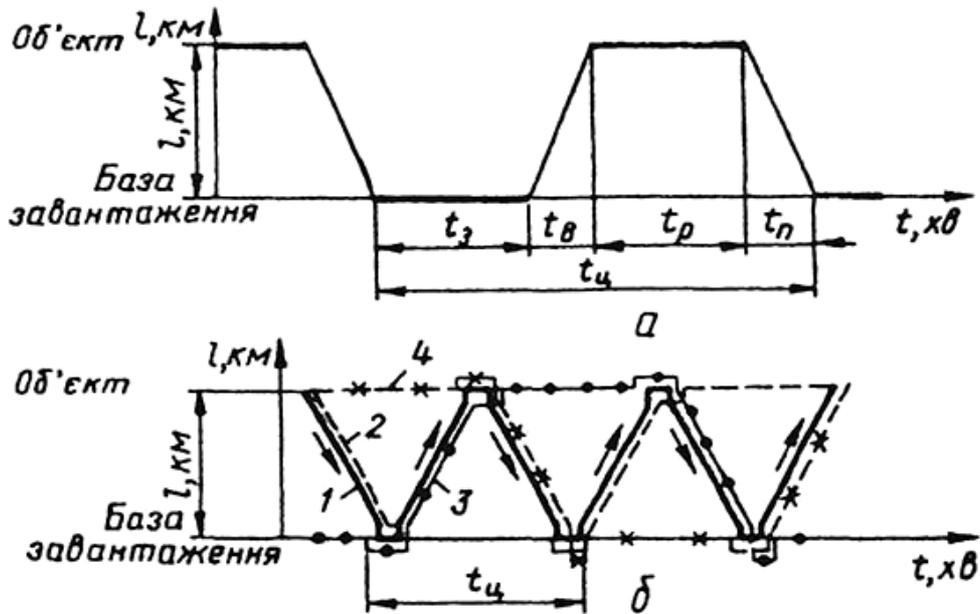


Рис. 2.1 – Графік роботи транспорту:

a – за маятниковою схемою; *б* – за човниковою схемою; *1* – графік роботи тягача;
2-4 – графік роботи причепів

Найбільш ефективною являється така схема, яка забезпечує найбільшу продуктивність автотранспорту і своєчасну доставку матеріалів на об'єкт.

Цикл роботи транспортної одиниці $t_{\text{ц}}$, хв, за маятниковою схемою:

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5.$$

За човниковою схемою:

для причепа

$$t_{\text{ц}} = t_2 + t_4 + 2 \cdot t_6 + 2 \cdot t_7;$$

для тягача

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5,$$

де t_1 – час завантаження машин; t_2 – час на перевезення вантажу; t_3 – час на розвантаження машин; t_4 – час на повернення машин під завантаження; t_5 – час на маневри машин; t_6 – час на причеплення причепа до тягача; t_7 – час на відчеплення причепа від тягача.

Продуктивність автомобільного транспорту (автомобіля або автопоїзду), змінну в тонно-кілометрах, та необхідну кількість транспортних засобів визначають для кожного вантажопотоку за формулою

$$\Pi = \frac{g \cdot T_1 \cdot K_1}{\left(t + 2 \frac{l}{V}\right)},$$

де g – вантажопідйомність транспортної машини;

T_1 – тривалість роботи за зміну, год.;

K_1 – коефіцієнт використання за вантажопідйомність;

t – час простою під навантаженням і розвантаженням, год.;

l – відстань транспортування вантажу в один кінець, км;

V – середня швидкість руху автотранспорту, км/хв.

Необхідну кількість автосамоскидів, що забезпечують безперервну роботу ведучих машин, визначають за формулою

$$N = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{t_1},$$

де N – кількість автосамоскидів.

Якщо відстань транспортування перевищує 4 км, то t_2 розраховують за формулою

$$t_2 = \frac{2 \cdot l}{V}.$$

- *Механізація вантажно-розвантажувальних робіт*

Транспортування будівельних вантажів охоплюють трудомісткі процеси завантаження і розвантаження транспортних засобів. Для зменшення витрат праці та собівартості вантажно-розвантажувальних робіт застосовують комплексно-механізовані методи їх виконання. Раціонально, де це можливо, використовувати транспортування вантажів без додаткового їх перевантаження.

Під комплексною механізацією вантажно-розвантажувальних робіт розуміють таку, при якій усі основні процеси та операції завантаження і

розвантаження транспортних засобів виконуються комплексом взаємозв'язаних за продуктивністю та технічними параметрами машин.

Механізація завантаження і розвантаження транспортних засобів у будівництві переважно здійснюється за допомогою кранів різних типів. Практика використання кранів на вантажно-розвантажувальних роботах показує, що значні витрати часу припадають на ручні операції по зачепленню та відчепленню вантажів. Тому велике значення в підвищенні продуктивності праці кранів має застосування автоматичних захоплюючих пристосувань, контейнеризації та пакування вантажу.

Для роботи зі штучними і сипкими вантажами значне поширення набули мобільні та універсальні навантажувачі. Їх ефективно використовувати на об'єктах з малим обсягом робіт при розосередженому будівництві, також на підйимально-транспортних роботах у межах будівельного майданчика. Це переважно колісна або гусенично-підйимально-транспортна машина, оснащена одним або (найчастіше) кількома змінними робочими органами.

За принципом дії розрізняють навантажувачі циклічної (одноківшеві та виделкові) і безперервної (багатоківшеві) дії.

За призначенням навантажувально-розвантажувальні машини поділяються на навантажувачі для штучних вантажів (виделкові) та сипких і дрібно-кускових матеріалів (одно- й багатоківшеві).

- *Продуктивність навантажувальних машин*

Технічна продуктивність м³/год. одноківшевих навантажувачів при роботі з сипкими матеріалами розраховують за формулою

$$P_T = \frac{3600 \cdot q \cdot K_H}{t_{\text{ц}} \cdot K_P},$$

де q – ємкість ковша, м³; K_H – коефіцієнт наповнення ковша; K_P – коефіцієнт розпушення матеріалу; $t_{\text{ц}}$ – тривалість циклу, с.

При роботі зі штучним вантажем технічну продуктивність т/год. розраховують за формулою

$$P_T = \frac{3600 \cdot G \cdot K_g}{t_{\text{ц}}},$$

де G – вантажопідйомність навантажувача, т; K_g – коефіцієнт використання за вантажопідйомністю.

Тривалість циклу складається з часу наповнення ковша, від'їзду від забою, під'їзду до транспорту чи відвалу, розвантаження і часу зворотного ходу.

Експлуатаційну змінну продуктивність багатоківшевого навантажувача, що належить до машин безперервної дії, розраховують за формулою

$$P_e = 60 \cdot n \cdot q \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot T,$$

де n – кількість ковшів розвантажених за хвилину; $K_1 = \frac{K_n}{K_p}$; $K_2=0,8$;

T – тривалість зміни, год.

Продуктивність багатоківшевих навантажувачів при тій самій встановленій потужності на 40-60% вища, ніж одноківшевих, і становить, 40-250 м³/год, висота розвантаження 2,4-4,2 м.

Багатоківшеві навантажувачі розрізняють за типом ходового обладнання, живильника й транспортуючих органів.

Як транспортуючий орган часто використовують ківшеві, скребкові й стрічкові конвеєри. Найпоширенішим у будівництві є пневмоколісний навантажувач із живильником шнекового типу і ківшовим конвеєром.

У разі завантаження сипких, кускових і дрібно штучних вантажів застосовують також стрічкові конвеєри. Конвеєри можуть переміщувати вантажі на висоту до 5 м під кутом до 30°. Їх можна перевозити в частково розібраному вигляді на причепі до автомашини.

Конвеєри, що застосовують в будівництві, за конструкцією поділяються на стрічкові, пластинчаті, скребкові, ківшеві, гвинтові та інерційні.

Вибір найраціональніших схем і способів механізації вантажно-розвантажувальних та транспортуючих робіт ґрунтується на порівняльних техніко-економічних розрахунках варіантів.

Основними показниками оцінки варіантів є: вартість та трудомісткість механізованої переробки вантажів; одноразові витрати; простої транспортних засобів під час вантажно-розвантажувальних операцій.

При значних обсягах транспортних перевезень доцільно вибрати транспортну схему поставки будівельних матеріалів, конструкцій, деталей і виробів, обґрунтувати потребу в транспортних засобах, розробити графіки їх роботи в технологічній ув'язці з графіками будівництва об'єктів, діяльністю перевалочних баз, залізничних станцій, річкових і морських портів і пристаней, повітряних портів.

При значних обсягах робіт з перевезення можуть розробляти окремий проект виконання транспортних робіт.

Лекція 3. КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ

3.1. Загальні відомості

Практика показала, що виконання будівельно-монтажних робіт завжди пов'язано з великими обсягами земляних робіт.

Земляні роботи виконують в різних умовах: в стислих; в зимовий період; в умовах щільної забудови міста; при реконструкції будівель і споруд. В процесі розробляють ґрунти обводнені; напівскальні; скальні та мерзлі.

Мерзлі ґрунти в декілька раз міцніші немерзлих, що суттєво затрудняє їх розробку і потребує спеціальних технологічних схем то засобів механізації.

Скальні ґрунти потребують додаткового розпушування вибуховим або механічним способом. Від підготовки скальних або напівскальних ґрунтів

до їх розробки суттєво залежить ефективність роботи прийнятих землерийних машин і допоміжного обладнання. При виборі раціональних комплектів і технологій виконання робіт необхідно враховувати фізико-механічні властивості та стан ґрунтів, що впливають на продуктивність та ефективність роботи машин, а також – розміри земляних споруд та обсяг земляних робіт.

При виконанні земляних робіт, пов'язаних з розробкою, переміщенням, укладанням і ущільненням ґрунтів, зводять земляні споруди, які відрізняються за розміщенням їх відносно поверхні землі (виїмки, насипи), та за функціональним призначенням.

Усі земляні споруди за своїм функціональним призначенням можна поділити на постійні й тимчасові.

Постійними вважаються такі споруди, що призначаються для експлуатації протягом тривалого періоду. Це – сплановані майданчики, земляне полотно доріг, греблі, дамби, канали, штучні водойми, відстійники тощо.

Тимчасові земляні споруди влаштовують до початку наступних будівельно-монтажних робіт. До них налужать котловани, траншеї, перемички, тимчасові нагріні та водоперехоплювальні канали та ін.

Котловани – це тимчасові виїмки для зведення фундаментів, окремих частин будівель чи споруд, розташованих нижче поверхні землі. Котловани бувають із вертикальним або похилими стінами (укосами), з установленим кріпленням чи без нього.

Траншеї – тимчасові виїмки для укладення труб та інших інженерних мереж, а також зведення стрічкових фундаментів. Улаштовують траншеї з вертикальними закріпленнями або незакріпленими стінками, з укосами та змішаного профілю.

У житлово-громадському та промисловому будівництві найбільшого поширення набули роботи, пов'язані з плануванням майданчиків, улаштуванням котлованів та всіх видів траншей.

3.2. Способи виконання земляних робіт

Земляні роботи залежно від будівельних властивостей ґрунту виконують в основному з механічним, гідромеханічним або вибуховим способами.

Механічний спосіб полягає у розробленні ґрунту копанням за допомогою землерийних (одноківшевих та багатоківшевих екскаваторів) та землерийно-транспортних (бульдозерів, скреперів, грейдерів, грейдерів-елеваторів) машин. У будівельному виробництві цим способом виконують понад 85% земляних робіт, у тому числі із застосуванням одноківшевих екскаваторів – 39%, бульдозерів – 29, скреперів – 15, багатоківшевих екскаваторів – 6, навантажувачів – 6, інших машин – 5%.

Гідромеханічний спосіб полягає у розробленні ґрунту за допомогою напірного водяного струменя гідромеханічних установок або всмоктування ґрунту з дна водоймищ плавучими землесосними снарядами.

Вибуховий спосіб заснований на використанні сили вибухової хвилі, що виникає внаслідок різних вибухових речовин, закладених у спеціально влаштовані шпури, свердловини чи шурфи. Цей спосіб є одним з ефективних засобів механізації трудомістких та тяжких робіт.

Механічний спосіб на сучасному рівні здійснюють з використанням універсальних землерийних та землерийно-транспортних машин, що мають додаткове навісне обладнання.

Одноківшеві екскаватори – універсальні землерийні машини, за допомогою яких копають котловани, траншеї, канали, влаштовують насипи та інші землерийні споруди. Екскаватори обладнують: *прямою лопатою* – для розроблення ґрунту вище рівня стоянки екскаватора; *зворотною лопатою* – для розроблення ґрунту нижче рівня стоянки екскаватора; *драглайном* – для розроблення ґрунту нижче рівня стоянки екскаватора, при копанні глибоких котлованів, широких траншей, зведення насипів; *грейфером* – для копання невеликих, але глибоких котлованів, а також

виконання вантажно-розвантажувальних робіт; *телескопічним обладнанням* – для планувальних робіт.

Найбільш поширені екскаватори, обладнані прямою чи зворотною лопатами та драглайном.

У промисловому і цивільному будівництві застосовують прямі та зворотні лопати з ковшем місткістю 0,4...1,25 м³, а також драглайни та грейфери з ковшем місткістю 0,4...1,0 м³.

Багатоківшевыми екскаваторами (ланцюгові і роторні) розробляють ґрунт нижче рівня стоянки (траншеї під фундаменти, інженерні та трубопровідні мережі).

Для копання окремими шарами, транспортування, відсипання та планування ґрунтів призначаються землерийно-транспортні машини.

Для копання ґрунту, переміщення та планування його, а також зачищення ґрунту в котлованах, що були розроблені землерийними машинами використовують бульдозери. Сучасні бульдозери обладнані навісним розпушувачем, який призначається для розпушування мерзлих та напівсальних ґрунтів. Надпотужні бульдозери пристосовані для ефективного розпушування дуже промерзлих глинистих та напівскальних, а також тріщинуватих скельних ґрунтів.

Для виїмки та транспортування мерзлих, напівскальних та тріщинуватих скельних ґрунтів, після попереднього розпушування навісними статичними розпушувачами, широко застосовують скрепери. Вони пошарово копають, транспортують м'які та сипкі ґрунти і відсипають окремими шарами. Скрепери бувають *причіпні* та *самохідні*. Для навантаження самохідних скреперів застосовують трактори-штовхачі.

Завдяки високій мобільності та значній продуктивності в будівництві знайшли застосування *одноківшеві навантажувачі*, особливо на пневмоколісному ході. Їх використовують як навантажувальне, вантажно-транспортне та допоміжне устаткування.

Гідромеханічний спосіб розробки ґрунтів – це комплексно-механізований спосіб виконання земляних робіт при якому розробка, транспортування та укладання ґрунту виконують одночасно і безперервно з використанням енергії рухомого потоку води. Спосіб високоефективний при значних обсягах земляних робіт та поблизу водойм. Цим способом намивають території, споруджують греблі, захисні дамби, водойми і водосховища, канали, траншеї, поглиблюють річки та водойми, добувають пісок і гравій для будівництва. В процесі ґрунт розробляють гідромоніторами та земснарядами (рис. 3.1, 3.2).

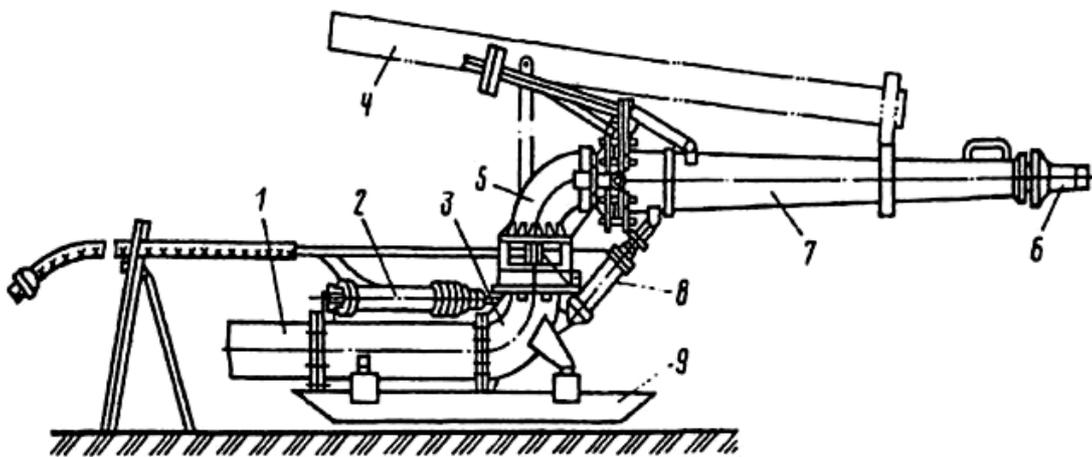


Рис. 3.1 – Схема гідромонітора:

1 – напірний трубопровід; 2, 8 – гідроциліндри повороту ствола відповідно в горизонтальній і вертикальній площинах; 3, 5 – нижнє і верхнє коліна; 4 – важіль;
6 – змінна насадка; 7 – стовбур; 9 – полозки

Гідромонітор має нижнє нерухоме коліно 3, до якого по напірному трубопроводу 1 подається вода на колесо. На нижньому коліні встановлено верхнє коліно 5, що обертається відносно вертикальної осі. З верхнім коліном з'єднується стовбур 7, на останньому розміщуються змінні насадки 6. Стовбур і верхнє коліно можуть повертатися вручну важелем 4 або дистанційно гідроциліндрами 2 та 8.

Усю конструкцію монтують на полозках 9 або самохідному гусеничному шасі. В процесі роботи до гідромонітора подається вода під

тиском 0,7-2,0 МПа. При проходженні через стовбур і насадку, що звужуються, швидкість потоку води збільшується.

Оптимальна руйнівна швидкість потоку води, яку подає гідромонітор, становить 10-12 м/с для піску, 18-35 – для суглинків та супісків і 30-35 м/с – для середніх та важких глин. Струмінь води потрапляє на поверхню забою і руйнує ґрунт, що переміщується з водою, утворюючи пульпу – суспензію з ґрунту і води. Пульпа самопливом стікає до спеціального заглиблення (зумпфа), звідки перекачується до місця укладання землесосами.

Земснаряди використовують для підводної розробки ґрунту. Все обладнання монтується на секційному понтоні б (рис. 3.2, а).

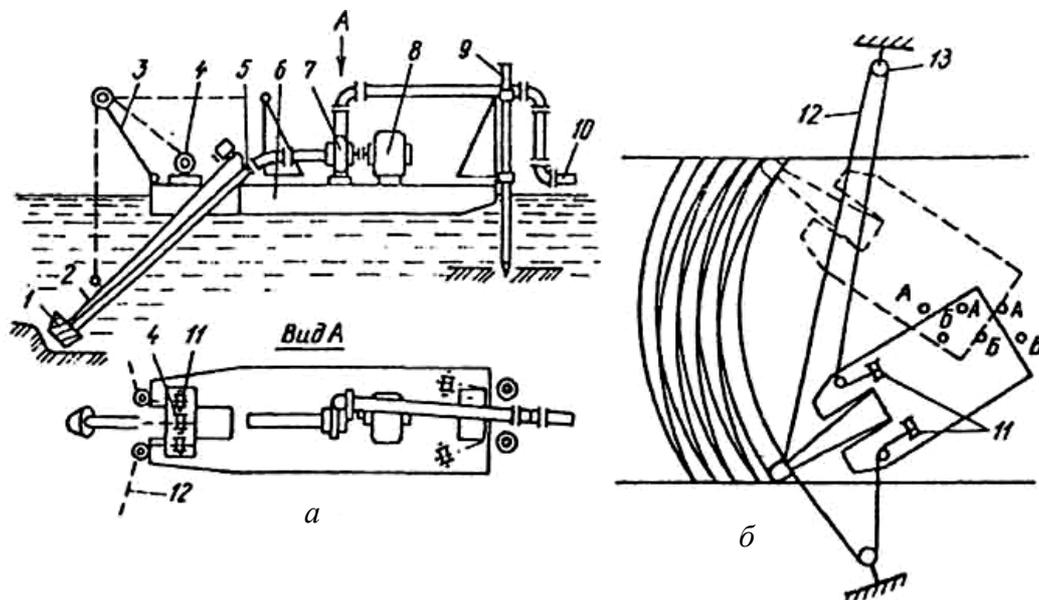


Рис. 3.2 – Земснаряд:

а – конструктивна схема; б – схема папільонування; 1 – фреза; 2 – рама; 3 – стояк;
4 – лебідка; 5 – всмоктуючий трубопровід; 6 – понтон; 7 – землесос; 8 – електродвигун;
9 – паля; 10 – пульпопровід; 11 – лебідкам для переміщення земснаряду; 12 – канат;
13 – блок; А, Б – місця встановлення паль при папільонуванні

Земснаряд містить дизельне або дизельно-електричне силове обладнання. У попередній частині понтона шарнірно закріплена рама 2, яка несе всмоктуючий трубопровід 5, у нижній частині останнього розміщено ґрунтозбірник. Ґрунт розробляють переважно фрезою 1, розташованою у нижній частині рами 2. Вона рухається за допомогою системи передач та

карданних валів від електродвигуна 8, встановленого на понтоні. На деяких земснарядах, крім фрези, додатково монтують гідромонітор. Ґрунт, що розробляється фрезою і гідромонітором, потрапляє через ґрунтозбірник у всмоктуючий трубопровід за допомогою землесоса 7. Далі пульпа подається до місця розвантаження по пульпопроводу 10, що проходить по водоймі на поплавках, а берегом – по інвентарних опорах.

Залежно від глибини розробки раму 2 опускають і піднімають лебідкою 4 за допомогою поліспасти, верхні блоки якого закріплені на стоянку 3. Напірний пульпопровід 10 виготовляють із шарнірно з'єднаних елементів. У процесі роботи земснаряд може переміщуватися вздовж або поперек своєї поздовжньої осі, або здійснювати віялоподібні рухи в плані – папільонування (рис. 3.2, б). Земснаряд встановлюють на одну з розміщених у його кормовій частині паль 9. Канати 12, які звисають із барабанів лебідок 11, за допомогою блоків 13 закріплюють на дні або берегах водойми. При роботі земснаряд повертається лебідками 11 відносно однієї з паль (при цьому друга паля піднята), розроблюючи дугоподібний забій.

Для розробки ґрунту на глибині 10-12 м застосовують земснаряди з ґрунтовими насосами, а на глибині до 20 м – гідроежекторний пристрій або комбіноване землесосне-ежекторне обладнання.

- *Вибуховий спосіб розробки ґрунту*

Вибуховий спосіб розробки ґрунту раціонально використати при відкритій розробці міцних гірських порід, які не піддаються відділенню від масиву безпосередньо робочими органами машини без попередньої їх підготовки до розробки.

Розробку порід буропідричним способом виконують в основному на рудних кар'єрах за рахунок вибуху зарядів вибухової речовини.

Вибухові свердловини бурять механічними та термічними (вогневе) способами.

Під час буріння створюють бурову свердловину або шпур в гірських породах.

Свердловина – отвір в ґрунті, зроблений буровим інструментом діаметром більше 75 мм, глибина більше 5 м.

Шпур – має глибину до 5 м і діаметр до 75 мм.

При механічному способі буріння свердловини в масиві гірської породи здійснюється буровими установами.

Вибір способу механізації бурових робіт суттєво залежить від фізико-механічних властивостей гірських порід, рельєфу місцевості, необхідного ступеня дроблення гірської маси.

3.3. Механізація підготовчих та планувальних робіт

Перед виконанням *основних земляних робіт* треба виконати ряд *підготовчих робіт*: очищення території, зняття рослинного шару ґрунту, відведення поверхневих вод, геодезичне розбивання, улаштування шляхів, освітлення тощо. У процесі виконання земляних робіт проводять *допоміжні роботи* з водовідливу, водозниження, штучного закріплення ґрунтів, захищення виїмок від ґрунтових вод, улаштування кріплень виїмок та ін.

Основні та допоміжні земляні роботи максимально механізовані, рівень механізації становить 95%.

Зняття рослинного шару. Будівельні організації під час підготовки території до будівельних робіт повинні зняти рослинний шар ґрунту з метою його подальшого використання для благоустрою території. Витрати та виконання цих робіт входять у вартість об'єктів будівництва.

Рослинний шар ґрунту знімають за допомогою бульдозерів, грейдерів та скреперів.

Бульдозером зрізають та переміщують ґрунт, укладаючи його в проміжні валки, які підгортають для завантаження у автосамоскиди екскаватором чи тракторним навантажувачем. *Грейдером* ґрунт зрізають та зсувають у бік. Під час наступних проходок збільшений об'єм ґрунту

переміщують ще далі, утворюючи поздовжній валик ґрунту, який потім піднімають бульдозером. *Скреперами* рослинний шар ґрунту після виїмки переміщують у тимчасові відвали чи вивозять та укладають шаром потрібної товщини на площах, які підлягають рекультивації.

При улаштуванні виїмок виконують геодезичний контроль. Розбивання виїмки (наприклад, котловану) починають з виносу та закріплення в натурі основних осей будівлі відповідно до робочих креслень.

Навколо майбутньої виїмки поза її габаритами влаштовують огорожу із стовпчиків. На огорожу переносять за допомогою теодоліта основні розбивні осі і закріплюють їх.

- *Відведення поверхневих вод*

Відкритий водовідлив є найбільш простим та економічним способом водозниження, але має обмежене застосування внаслідок того, що у виїмці майже завжди є вода, яка ускладнює виконання робіт.

Відкритий водовідлив здійснюють в щільних, добре дреновальних ґрунтах, викачування води здійснюють насосами безпосередньо з виїмки під час розроблення ґрунту нижче рівня ґрунтових вод, а також після досягнення проектного рівня.

Для збирання води дну виїмки надають незначного уклону в бік зумпфів, які влаштовують у самій виїмці або поза нею.

Для цього використовують легкі голкофільтрові установки.

Легкі голкофільтрові установки (ЛГУ) застосовують переважно для осушення піщаних ґрунтів з коефіцієнтом фільтрації 1,5...2 м/добу. До комплексу ЛГУ належать голкофільтри (до 100 шт.), водозбірний колектор діаметром 100...200 мм та два центробіжних насоси для забезпечення безперебійної роботи установки, один із яких є резервним (рис. 3.3).

Голкофільтр – це труба діаметром 38 чи 50 мм, до 8,5 м завдовжки. Складається голкофільтр з двох труб: внутрішньої – подовження загальної труби діаметром 38 мм – та зовнішньої діаметром 60 мм з рівномірно розподіленими отворами для пропускання води.

Голкофільтри частіше за все занурюють у ґрунт гідравлічним способом. Вода, що нагнітається по внутрішній трубі під тиском до 0,3 МПа, відштовхує шаровий клапан (кільцевий клапан у цей час піднімається й закриває проміжок між зовнішньою та внутрішньою трубами). Виходячи з наконечника, вода розмиває ґрунт навколо голкофільтра й виносить його частинки на поверхню.

Голкофільтри встановлюють по периметру осушуваної виїмки на відстань 0,5 м від бровки укосу. Якщо потрібно знизити рівень ґрунтових вод як на 4...5 м, голкофільтри монтують у два ряди, але при двоярусній установці значно збільшується обсяг земляних робіт за рахунок улаштування ряду берм.

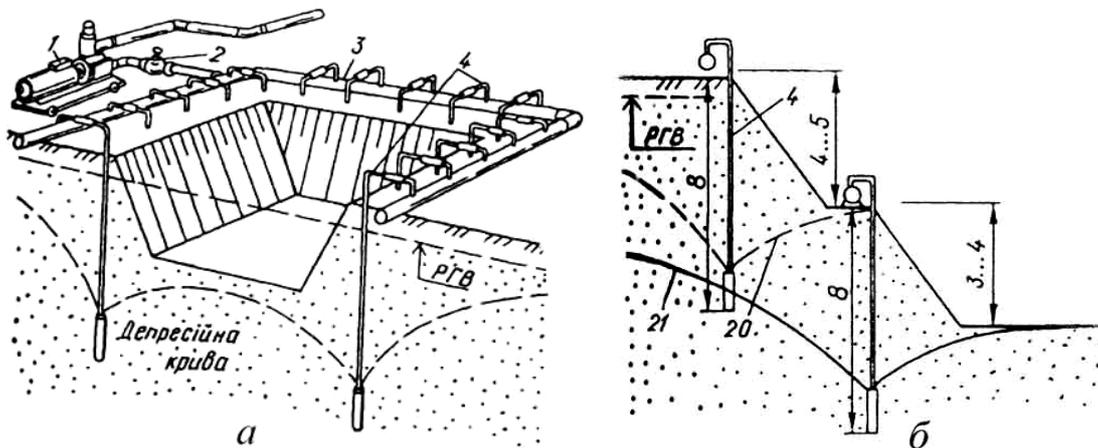


Рис. 3.3 – Зниження рівня ґрунтових вод легкими голкофільтровими установками:

a – котлован з голкофільтрами, встановленими в один ярус; *б* – встановлення голкофільтрів у два яруси; 1 – відцентровий насос; 2 – засувка; 3 – колектор; 4 – голкофільтри

Водознижувальні свердловини з глибини насосами застосовують для зниження рівня ґрунтових вод на глибину 20 м, у разі великої товщини водоносного шару та тривалих термінів відкачування.

По периметру майбутньої виїмки пробурюють свердловини, в які опускають обсадні труби діаметром 90...400 мм, улаштовуючи піщано-гравійний фільтр заввишки 0,2...0,3 м. У кожен колодязь опускають насоси, що мають довгий вал і електропривод, розміщений над устям свердловини.

Лекція 4. КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ ЗАКРИТИХ СПОСОБІВ РОЗРОБКИ ГРУНТІВ. ВИБІР МАШИН І МЕХАНІЗМІВ

4.1. Загальні відомості

При зведенні будівель та споруд, під час ремонту й реконструкції (водопровід, каналізація, водовідведення, теплові й кабельні мережі) прокладка нових і заміна старих підземних мереж відкритим способом дуже трудомістка робота. Прокладання відкритим способом комунікацій під трамвайними та залізничними путями, вулицями міста з інтенсивним рухом транспорту практично виключено.

У зв'язку з цим, в останні роки при прокладанні комунікацій стали широко використовувати закриті безтраншейні способи розробки ґрунтів.

Використання закритих способів суттєво зменшує обсяг земляних робіт до 60-80 % і дає можливість виконувати будівельні роботи в зимових умовах дозволяє виключити ручні роботи.

4.2. Закриті способи розробки ґрунту, механізація робіт

Широке використання під час ремонту й реконструкції будівель і споруд знайшли закриті (безтраншейні) способи прокладання комунікацій. Їх використовують при необхідності прокладання підземних комунікацій під полотном існуючих доріг, будівлями і спорудами, а у деяких випадках і під річками.

Закритий спосіб прокладання трубопроводів дозволяє: виключити ручну працю при розробках ґрунту в місцях перетину комунікацій; не проводити роботи з кріпленням траншей; скоротити роботи по транспортуванню ґрунту, час виконання робіт, та максимально механізувати процес. До основних способів відносяться: прокол, продавлювання та горизонтальне буріння, щитова проходка, вібровакуумний та гідромеханічний способи.

Метод проколу заснований на утворенні отворів за рахунок радіального ущільнення ґрунту при втискуванні в нього труби з конічним наконечником. Найбільш розповсюдженим є метод проколу труби з використанням гідравлічного домкратного устаткування (рис. 4.1, а).

Для здійснення проколу відривають робочий котлован, в який встановлюють домкратне устаткування з секцією (довжина робочої труби дорівнює 6 м). У котловані вкладають трубу з конічним наконечником і після вивірення домкратом втискують її в ґрунт на довжину по ходу штоку. Після повернення штока в початковий стан на його місце вводять натискний патрубок (шомпол) і процеси повторюють доти, поки не проведуть проколювання для всього кільця труби. Далі вводять нове кільце труби, яке стискають з уже втиснутим у ґрунт за допомогою зварювання. Всі операції повторюють до закінчення проколу необхідної довжини.

Проколом здійснюють прокладання труб діаметром від 50 до 400 мм і більше в суглинистих і глинистих ґрунтах будь-якої вологості на відстань до 60 м. У ґрунтах, що ущільнюються погано (пісок, супісок), цей метод мало ефективний.

Вібропрокол використовують у піщаних ґрунтах. Засновано метод на застосуванні вібраційних устаткувань для переміщення робочої труби при утворенні отворів за рахунок зменшення сил тертя від дії вібраторів на трубу та ґрунт.

Метод продавлювання використовують для прокладання сталевих труб діаметром 500-2000 мм, залізобетонних колекторів круглого, квадратного і прямокутного перерізу на відстань до 80 м. Установка для механізації робіт складається з 200-300-тонних домкратів, що має хід поршня 15 см. Зусилля від домкратів на трубу передається через шомпол і шток, швидкість проходження – 1,5 м/год.

Засновано метод на послідовному стискуванні в ґрунт кільця труб, розробці ґрунту всередині труби і вилученні його через трубу, що прокладається за допомогою шнекової установки (рис 4.1, б), або гідромеханічним методом. Ґрунт розмивається всередині труби струменем

води з подальшим відкачуванням пульпи насосом (в легкокорозивних грунтах) або вилучають желонками.

Горизонтальне буріння використовують для прокладання в різних грунтах (крім скельних і пливунів) сталевих трубопроводів діаметром 325-1720 мм на довжину до 120 м. При такому бурінні кінець труби має різальну коронку збільшеного діаметра. Трубу від двигуна приводять в обертальний рух. Двигун встановлюють на бровці котловану. Поступальний рух труби забезпечується рейковим домкратом з упором в задню стінку котловану. Грунт, що заповнює трубу, видаляють (рис. 4.1, в) шнековим конвеєром або совковим обладнанням.

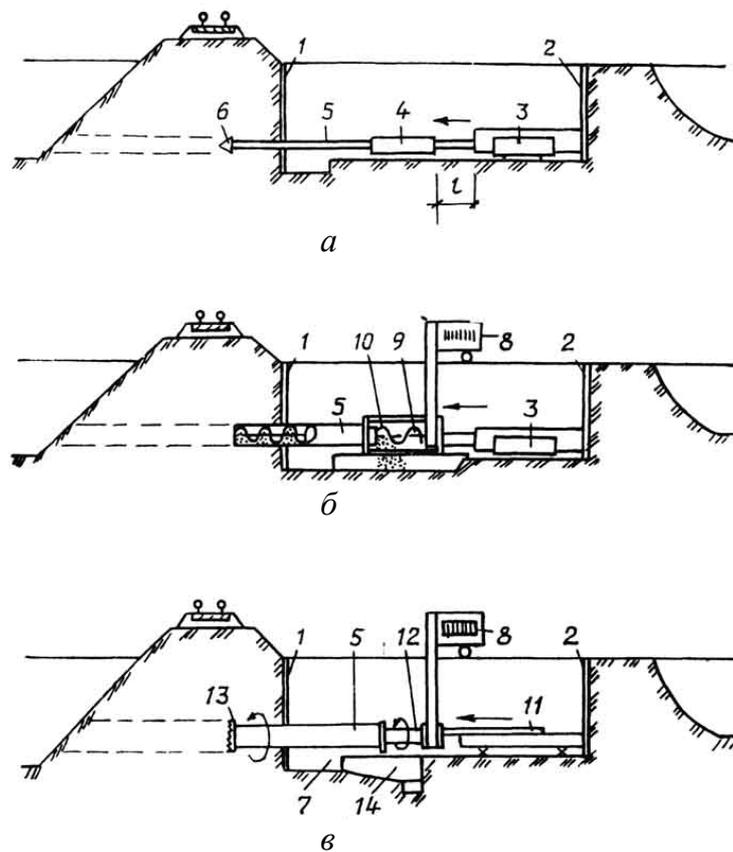


Рис. 4.1 – Закриті способи розробки ґрунту:

а – прокол; *б* – продавлювання; *в* – горизонтальне буріння; 1 – кріплення передньої стінки робочого котловану; 2 – упор, що встановлюється на задній стінці котловану; 3 – гідравлічний домкрат; 4 – шомпол; 5 – труба; 6 – конічний наконечник; 7 – приямок для нарощування труби; 8 – привод; 9 – шнековий пристрій для вилучення ґрунту з труби; 10 – рама, що передає тиск; 11 – рейковий домкрат; 12 – обертовий шпindel; 13 – різальна коронка; 14 – лоток і приямок для пульпи

Метод «щитова проходка» здійснюють за допомогою сталевого круглого щита з внутрішнім діаметром 1,5-3,6 м. Зараз розроблені щити (Німеччина) діаметром 13 м. Ріжуча частина щита вдавлюється з відкритої вертикальної шахти у ґрунт домкратами, що упираються в обкладку виробітки. В міру видалення ґрунту і руху щита за периметром тунелю установлюють обкладку із залізобетонних, металевих або керамічних тубінгів. Потім за обкладку під тиском подають цементний розчин і виконують зачеканку швів та улаштовують основу з блоків.

Методом продавлювання прокладають труби діаметром 700-1800 мм довжиною до 80 м. Установка для механізації робіт складається з домкратів.

Вібровакуумний спосіб використовують для проходження свердловини довжиною до 25 м. Діаметр труб, що прокладають становить від 200-500 мм. Проходження і виймання ґрунту здійснюють за допомогою вібровакуумного станка, який відкритим кінцем заглиблюється у ґрунт.

Під час будівництва на слабких ґрунтах виникає необхідність у їх почасовому або постійному закріпленні.

- *Способи закріплення ґрунтів*

Закріплення ґрунтів передбачає комплекс дій, спрямованих на підвищення несучої здатності основ. У результаті здійснення такого процесу підвищується міцність ґрунту, він стає нерозмивним, а за певних умов і водонепроникним.

Відомі такі способи штучного закріплення ґрунтів: силікатизація, цементація, бітумізація, заморожування, електричний і електрохімічний.

Силікатизацію (дво- і однорозчинну) застосовують для закріплення лесових, просадних і піщаних ґрунтів.

Цей спосіб передбачає наступні операції: очищення ділянки, занурення ін'єкторів, приготування і нагнітання розчину, витягування ін'єкторів і тампонаж свердловин.

Для закріплення добре дренуючих ґрунтів, з високим коефіцієнтом фільтрації (більше 2 м/доб) використовують дворозчинну силікатизацію. Такий варіант процесу передбачає нагнітання у ґрунт послідовно водяного розчину силікату натрію Na_2SiO_3 (рідке скло) і хлористого кальцію CaCl_2 . У результаті взаємодії розчинів утвориться кремнієва кислота, що при затвердінні зв'язує частки ґрунту, створюючи моноліт (міцність ґрунту досягає 1,5...3 МПа).

Слабкодренуючі ґрунти (коефіцієнт фільтрації менше 0,3 м/доб) закріплюють, застосовуючи однорозчинне закріплення ґрунту, що передбачає нагнітання суміші силікату натрію й затвердника.

Цементация і бітумізація полягає в нагнітанні в тріщиновидні й крупнопористі (пухкі) піщані ґрунти, з коефіцієнтом фільтрації більше 80 м/доб, відповідно розчину або розігрітого бітуму. У результаті кальматації, термопластичних та інших процесів основа стає монолітною і водонепроникною.

Процес цементації передбачає: розчищення поверхні, під якою здійснюють закріплення, буріння свердловин, їх продування і промивання, встановлення ін'єкторів, гідравлічне випробування свердловин (визначають ступінь водопоглинення, за яким підбирають склад і консистенцію розчину), нагнітання тампонажного розчину, витяг ін'єкторів.

Розчин нагнітають такими способами: гідравлічним, використовуючи насоси високого тиску (до 10 МПа), і пневматичним – компресори.

Залежно від діаметра пор і тріщин у ґрунті застосовують цементний або цементно-піщаний розчин, який приготують з використанням шлакових, пуцоланових, глиноземистих цементів марки не нижче 300.

Термічний спосіб застосовують для закріплення лесових і пористих суглинних ґрунтів за умови залягання їх вище рівня ґрунтових вод. У свердловину по термостійких трубах подають паливо, спалюючи його при тиску повітря, що нагнітається, 0,1...0,15 МПа. Закріплення ґрунту свердловини й у масиві відбувається під дією полум'я і розпечених газів, що

проникають у пори ґрунту. При цьому навколо свердловини утворюється стовп обпаленого ґрунту діаметром 4...8 м, міцність якого підвищується до 1МПа при закріпленні масиву на глибину до 15 м.

Електричним методом закріплюють глинисті ґрунти. Суть його полягає в застосуванні електроосмосу. Для цього через ґрунт пропускають постійний електричний струм з напругою поля 1 В/см і щільністю 1...5 А/м². Такий процес забезпечує ущільнення глини, її осушення і втрату здатності до збільшення об'єму.

Електрохімічний спосіб відрізняється тим, що одночасно з дією електричного струму через трубу, що являє собою катод, і ін'єктором у ґрунт уводять розчини хімічних добавок (силікату натрію, хлористого кальцію, хлористого заліза). У результаті процес закріплення ґрунту інтенсифікується.

Заморожування ґрунтів полягає у створенні міцного водонепроникного огородження із замороженого ґрунту, що виключає проникнення ґрунтових вод і водонасичених ґрунтів у котлован, траншею чи вибій. Застосовують такий метод у ґрунтах з високим ступенем водонасичення (з великими швидкостями фільтрації ґрунтових вод). Для виконання процесу заморожування по периметру котловану бурять свердловини і встановлюють охолоджуючі колонки з труб, з'єднані трубопроводом, по якому циркулює розчин хлористого кальцію.

Розчин охолоджують на заморожувальній станції і насосом по трубах розподіляють по колонках, в яких він піднімається під тиском нагору по зазору між живильною трубою і заморожувальною колонкою. При цьому відбувається теплообмін – забір тепла з ґрунту, в результаті чого він замерзає концентричними колами, утворюючи масив замороженого ґрунту у вигляді циліндра. У процесі подальшого заморожування об'єм циліндрів збільшується і вони, змерзаючись, утворюють суцільний і замкнутий масив замороженого ґрунту навколо котловану.

Використання того чи іншого методу залежить від типу, стану, фізико-механічних властивостей, рівня ґрунтових вод та необхідної міцності закріплення ґрунтів.

Лекція 5. МЕХАНІЗАЦІЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ ПРИ РОЗРОБЛЕННІ МЕРЗЛИХ ТА СКАЛЬНИХ ҐРУНТІВ

5.1. Виконання земляних робіт у зимових умовах

За своїм станом мерзлі ґрунти підрозділяють на: твердо мерзлі (міцно зцементовані льодом); пластично-мерзлі (зв'язні ґрунти); міцно мерзлі (незв'язні ґрунти).

До основних властивостей мерзлих ґрунтів можна віднести підвищену механічну міцність, наявність пластичних деформацій, пучність, випинання та підвищений електроопір. Виявлення цих характеристик і глибина промерзання залежать в основному від тривалості промерзання, температури, вологості, виду ґрунту, товщини снігового покриву.

З пониженням температури механічна міцність, а також питомий опір різанню і копанню ґрунту збільшуються у п'ять-вісім разів. Оскільки температура мерзлого ґрунту змінюється з глибиною, відповідно змінюються характеристики ґрунту за міцністю: найбільше значення питомого опору копанню фіксується у верхній та зовнішній частині мерзлого шару і найменше – на межі мерзлого й не мерзлого (талого) ґрунту.

Розробку мерзлого ґрунту проводять: механічним руйнуванням (динамічними і статичними розпушеннями); вибуховим розпушенням і розморозуванням. Для успішної розробки ґрунту взимку використовують запобігання промерзання ґрунту.

При порівняно невеликому об'єму земляних споруд мерзлий ґрунт розпушують за допомогою навісного обладнання, однокішчевими екскаваторами (молотами вільного падіння). Молот може мати форму кулі, що діє за принципом подрібнення, або клину, що сколює ґрунт в процесі розробки.

При можливості допуску динамічної дії на ґрунт в стиснених умовах ефективно застосовувати підвісні гідро- й пневмомолоти, як змінне робоче обладнання до гідравлічних екскаваторів. Мерзлий ґрунт розробляють шарами товщиною 40-60 см.

Для розробки мерзлих ґрунтів на глибину до 1,3 м використовують навісне захватно-кліщове обладнання, яке закріплюють на екскаватор ЕО-4121А. Пристрій складається з рами, один кінець якої шарнірно кріпиться до рукоятки стріли екскаватора, а другий кінець має один або три зуби (один центральний і два підрізних), направлених назустріч зубам ковша. Рама із зубами приводиться в дію додатковим гідроциліндром. Статичне розпушування мерзлих ґрунтів можна використовувати також зубом-розпушувачем, що є змінним робочим обладнанням гідравлічного екскаватора.

Методи механічного розпушування широко застосовують у будівництві, через те, що вони дають можливість комплексно механізувати процес, не потребують використання допоміжних теплоізоляційних матеріалів. Для розпушування застосовують навісні (статичні) розпушувачі, бурові та землерийно-фрезерні машини, молоти вільного падіння або молоти спрямованої дії.

Розроблення ґрунту в мерзлому стані полягає у нарізанні в мерзлому шарі блоків взаємно перпендикулярними борознами і видаленні цих блоків за межі виїмки механізованими способами, з використанням бульдозерів, екскаваторів кранового типу обладнаними спеціальними ковшами та фрикційним захватами (рис. 5.1).

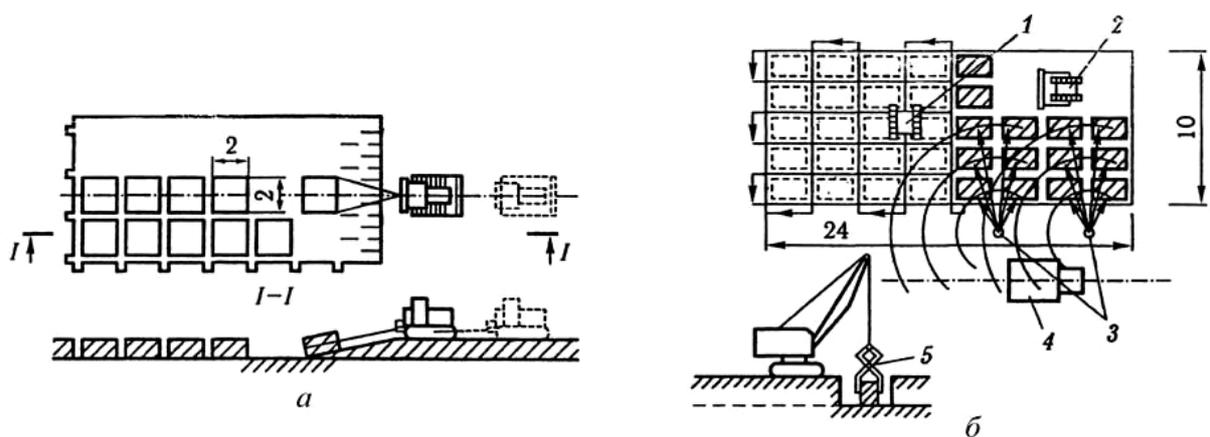


Рис. 5.1 – Розроблення мерзлого ґрунту великими блоками:

а – переміщення блоків бульдозером на базі трактора; б – видалення блоків із забою екскаватором кранового типу з фрикційним захватом; 1 – барова машина на базі екскаватора; 2 – бульдозер; 3 – стоянки екскаватора кранового типу; 4 – автосамоскиди;

5 – фрикційний захват

Вибуховий метод розпушування мерзлих ґрунтів найбільш ефективний при глибині промерзання понад 0,8 м. Його використовують у складних умовах із застосуванням різних пристроїв і сховищ, що не дають розлітатися кускам ґрунту під час вибуху. Серед таких пристроїв найбільш ефективні пересувні локалізатори вибуху (санного типу і на колесах), що пересуваються за допомогою трактора.

Висаджування мерзлих ґрунтів здійснюється трьома основними методами: за допомогою шпурових, щілинних або малокамерних зарядів.

У разі утворення виїмок великого об'єму вибухами на викид, або при відбиванні уступів виїмок, розпушуванні ґрунтів, що промерзли на значну глибину (понад 2...2,5 м), руйнуванні великих бетонних фундаментів застосовують метод свердловинних (колонкових) зарядів.

Методом шпурових зарядів (рис. 5.2, а) розпушують ґрунти при глибині промерзання до 1,5 м. Глибина шпурів дорівнює 0,8-0,9 глибини промерзання ґрунту H_n . Віддаль між шпурами в ряді $b = (0,9...1) \cdot H_n$. На ґрунті шпури розміщують у шаховому порядку. Для зменшення сейсмічної дії вибуху по контуру виїмки нарізають щілини.

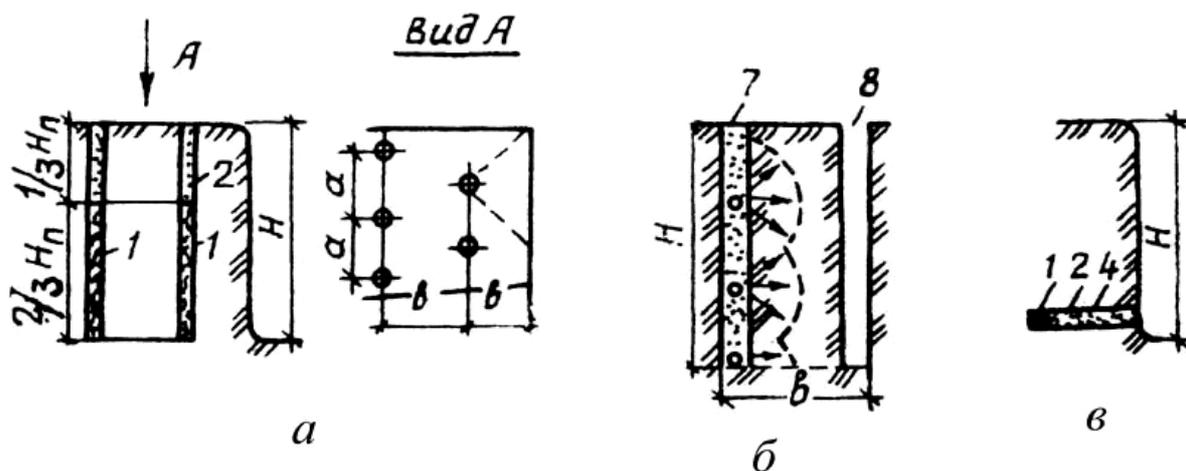


Рис. 5.2 – Методи ведення вибухових робіт

При методі щілинних зарядів (рис. 5.2, б) нарізають щілини на глибину $(0,9...0,95) \cdot H_n$. Відстань між ними вибирають з умови одержання габаритних кусків ґрунту відповідно до землерийного обладнання.

Використання цього методу порівняно з методом шпурових зарядів дозволяє знизити трудомісткість робіт і вартість їх проведення на 20-30%.

Метод малокамерних зарядів застосовують для розширення траншей і виїмок (рис. 5.2, в). Відстань між зарядами в ряді беруть рівною $(1...1,5) \cdot H_n$.

При розробці мерзлих ґрунтів використовують також розморожування ґрунту. Класифікація способів розморожування: поверхнєве, радіальне з використанням ефекту нагрівання, з використанням ефекту електропровідності.

Поверхнєве розморожування ґрунту ефективне при глибині промерзання до 0,6 м. При вогневому способі розморожування можуть застосовуватися тверде паливо (дрова, торф, кокс, кам'яне вугілля), рідке (мазут, нафта), а також газоподібне. Проте паливо у вогнищах витрачається неекономно – лише незначна частина виділяємої теплової енергії використовується на розморожування ґрунту. Для розморожування застосовують металеві короби у формі розрізаних по поздовжній осі зрізаних конусів, з яких потім монтується суцільна галерея. Перший короб являє собою камеру горіння, де спалюють паливо. Витяжна труба останнього короба забезпечує тягу, за рахунок якої продукти горіння проходять через галерею і прогрівають ґрунт під нею. Смугу талого ґрунту засипають тирсою і подальше розморожування углиб продовжується за рахунок акумульованої в ґрунті теплоти.

Розморожування ґрунту за принципом «зверху вниз» можна за допомогою парових або водяних реєстрів, що укладаються безпосередньо на розчищену від снігу поверхню ґрунту і закриваються термоізоляційним шаром з тирси або піску. Розморожування ґрунту паром може бути поверхнєвим, або глибинним. Останні використовують при глибині промерзання ґрунту до 1,5 м. Їх встановлюють в попередньо пробурені в ґрунті шпури глибиною 0,7 м глибиною розморожування на відстані 1-1,5 м один від одного в один ряд (при розробці траншеї) або в декілька

паралельних рядів у шаховому порядку (при розробці котлованів). Сverdловини закривають захисними ковпаками, що забезпечуються сальниками для пропуску голок. Пар подається під тиском 0,06-0,07 МПа. Розморожування мерзлого ґрунту паровими голками здійснюється з перервами протягом 1-1,5 г при загальній тривалості процесу 2-3 г в піщаних ґрунтах 3-5 г в суглинистих і глинистих. Недоліком методу розморожування мерзлого ґрунту паром є висока вартість робіт.

При достатній кількості електроенергії мерзлу кірку ґрунту можна розморожувати горизонтальними електродами. При цьому поверхневому методі розморожування теплота поширюється зверху вниз. Електроди виготовляють з штабової сталі з розмірами перерізу 50x5 мм довжиною 2-3 м. Їх укладають на очищену від снігу поверхню ґрунту і засипають шаром (20-25 см) тирси, яку перед цим змочують 1-2%-м розчином кухонної солі. Спочатку змочена тирса є струмопровідним елементом, бо замерзлий ґрунт не проводить струму. Під дією теплоти, що генерує шар тирси, верхній шар ґрунту розморожується і перетворюється в провідник струму від електроду до електроду. Після цього під дією теплоти починають розморожуватись нижні шари ґрунту. Щоб попередити витрати теплоти в атмосферу, шар тирси додатково вкривають толем. При напрузі 220 В відстань між електродами беруть 40-50 см, при 380 В – 70-80 см.

Цей метод використовують при глибині промерзання ґрунту до 0,7 м. Витрати електроенергії на відігрівання 1м³ ґрунту становлять 150-300 МДж, температура тирси не перевищує 90° С.

Вертикальні стержньові електроди застосовують для розморожування ґрунту зверху вниз, знизу доверху, а також комбінованим способом – одночасно зверху вниз і знизу вгору. Електроди-стержні виготовляються з арматурної сталі із загостреними нижніми кінцями. Якщо глибина промерзання більша 0,7 м, їх забивають у ґрунт в шаховому порядку на глибину 20-25 см і в міру розмерзання верхніх шарів поступово заглиблюють. Повне занурення електродів здійснюється на глибину 1,3-1,5 м.

Режим прогрівання такий самий, як і при прогріванні штабовими електродами, причому періоди відключення використовують для додаткового занурювання електродів.

Трубчасті електронагрівачі (ТЕНи) відносяться до електроприладів, за допомогою яких ґрунт розморожують в радіальному і горизонтальному напрямках. Електронагрівачі розраховані на напругу 220 або 380 В, силу струму 5 А і температуру нагріву 300-600° С. ТЕНи включають в електричне поле послідовно, опускають в попередньо просвердлені шпури діаметром до 500 мм. Шпури розміщують у шаховому порядку на відстані 0,5-1,0 м.

Місцеві тепляки також використовують для розморожування ґрунту. Вони являють собою відкриті знизу коробки з утепленими стінками, в середині яких розміщено нагрівальні пристрої з електричними спіралями.

Якщо виїмка має невелику площу, то захист від замерзання можна виконати дешевими місцевими матеріалами: можуть бути використані листя дерев, сухий мох, солом'яні мати, тирса. Утеплювач укладають шаром висотою 20-40 см безпосередньо на ґрунті.

5.2. Техніка безпеки праці при виконанні земляних робіт

Земляні роботи при зведенні будівель та споруд при капітальних ремонтах і реконструкції будівель і споруд в більшості виконують на вулицях, на території діючих підприємств, в цехах і в інших місцях, де, як правило, є багато людей, здійснюється інтенсивний рух транспорту. При виконанні земляних робіт необхідно дотримуватися всіх правил і вимог Сніп III-4 – 80 «Техніка безпеки в будівництві», а також правил, пов'язаних із специфікою і вимогами проведення даних робіт.

Перед початком робіт встановлюють знаки, що вказують місцезнаходження підземних комунікацій, а в нічний час створюють огорожену зону, що повинна освітлюватись червоними сигнальними ліхтарями.

Щоб не пошкодити інженерні мережі й комунікації, розробку ґрунту поблизу цих місць треба вести тільки лопатами, уникаючи різких ударів і підкопів.

При виконанні земляних робіт поблизу фундаментів будівель і споруд не можна розробляти ґрунт нижче подошви закладання фундаментів.

Кріплення котлованів і траншей необхідно виконувати інвентарними деталями, а для спускання робітників у виїмки та піднімання їх треба користуватися драбинками шириною не менше 0,6 м з поручнями або приставними драбинками, що встановлюються на вирівняній основі.

Після закінчення робіт по ремонту фундаментів або заміні інженерних мереж траншеї засипають поярусно, розбирають кріплення знизу вверху і переставляють розпірки послідовно в міру розбирання кріплень. Особливо обережними повинні бути робітники при розробці ґрунту екскаваторами й іншими землерийними механізмами.

Землерийні машини слід обладнати звуковою сигналізацією; зміст сигналів повинні знати робітники, які зв'язані з роботою механізмів.

Лекція 6. МЕХАНІЗАЦІЯ ПАЛЬОВИХ РОБІТ ПРИ ЗАГЛИБЛЕННІ ЗАЗДАЛЕГІДЬ ВИГОТОВЛЕНИХ ПАЛЬ

6.1. Загальні відомості

Палі призначені для влаштування фундаментів під будинки і споруди для посилення основ. Вони здатні передавати навантаження від фундаменту на щільні й слабкі ґрунти. У зв'язку з цим застосовують палі-стояки і висячі палі.

Проходячи крізь шар слабких ґрунтів, палі-стояки своєю нижньою частиною передають навантаження на підстави, що знаходяться на більшій глибині і володіють достатньою несучою здатністю. Висячі палі, розташовані в слабких ґрунтах, розподіляють на нього навантаження за рахунок сил тертя між поверхнями і ґрунтом.

Для виготовлення палів застосовують дерево, метал і залізобетон. Дерев'яні палі виконують у вигляді стояків круглої чи квадратної форми. Нижню частину дерев'яної палі постачають сталевим наконечником-башмаком, а верхню зміцнюють кільцем-бугелем. Такі деталі забезпечують ефективне їх занурення.

За способом зведення розрізняють палі забивні (що занурюються) і набивні. Перші виготовляють на заводах і впроваджують у ґрунт різними способами, другі зводять безпосередньо на місці експлуатації в попередньо розроблених шпурах, послідовно виконуючи буріння, установку армокаркасів і бетонування.

6.2. Способи занурення палів, вибір комплектів машин

Палі занурюють, застосовуючи різні види впливу навантажень: статичні, динамічні й комбіновані. Вони визначають способи занурення: ударний, що передбачає забивання палів; безударний, заснований на застосуванні вібрації; вдавнення, загвинчування, підмиву, комбінований, здійснюваний за умови інтегрування впливів. Прийнятий спосіб занурення палів суттєво впливає на вибір комплектів машин для механізації процесу.

- *Занурення палів ударним способом, механізація робіт*

Ударний спосіб занурення є найбільш розповсюдженим, що обумовлено ефективністю застосованого обладнання.

Для занурення палів використовують різні молоти: механічні, пароповітряні й дизель-молоти. Такі механізми встановлюють на копрових установках різної конструкції. За способом пересування розрізняють палейні установки на рейковому шляху і мобільні, які відзначаються тим, що як базову машину використовують екскаватор, трактор і автомобіль. Схеми самохідних палейних установок наведені на рис. 6.1.

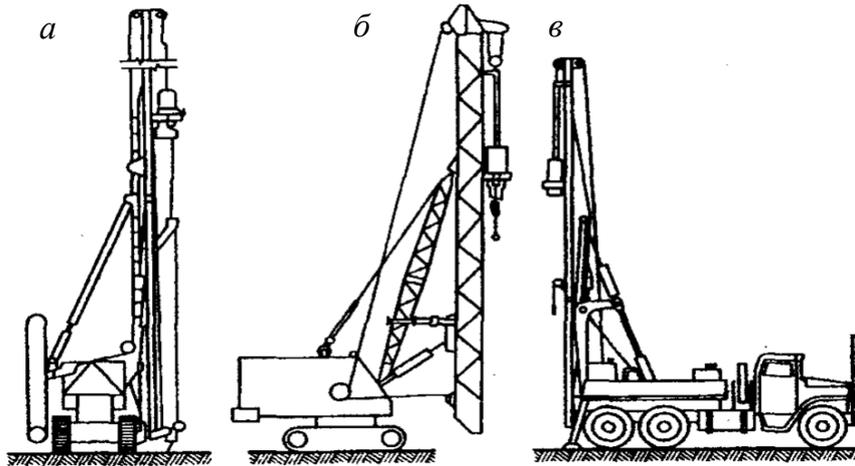


Рис. 6.1 – Схеми самохідних палейних агрегатів:

a – на тракторі; *б* – на екскаваторі; *в* – на автомобілі

Ударним способом занурюють, широко застосовуючи дизель-молоти. За конструктивним виконанням їх розділяють на штангові й трубчасті. До більш ефективного способу слід віднести трубчасті, що обумовлено енергією удару, який у 2,5 рази більше ніж у штангових. Вибір устаткування залежить від співвідношення маси молота і палі, а також виду ґрунту, в який занурюють палю.

Технологічний процес занурення палей виконують у наступній послідовності: підготовляють будівельний майданчик; очищають його і виконують планування; влаштовують шлях для переміщення палейної установки і транспорту, а також передбачають місця складування палей; потім здійснюють винесення осей палейних полів і рядів, а також розмітку розташування кожної палі. Після закінчення цих робіт палейну установку розташовують у необхідній робочій позиції. Копер центрують по осі палі, яка занурюється. Вертикальність копрової щогли вивіряють у двох площинах (або встановлюють необхідний кут нахилу при зануренні похилих палей) і закріплюють. Молот піднімають і фіксують у верхньому положенні. Далі підтягують і піднімають палю за допомогою канатно-блокової системи і встановлюють у положення для забивання (рис. 6.2).

Для фіксування палі в напрямних копрової щогли і запобігання руйнуванню оголовка використовують наголовник. Перші удари треба здійснювати при невеликій енергії удару молота. У противному разі паля може відхилитися від необхідного напрямку. Далі виконують основний процес занурення при повній енергії удару.

Палю занурюють до проектної розрахункової оцінки відмови, передбаченої проектом. Відмовлення палі встановлюють шляхом виміру глибини занурення за 1 хв. і визначають за результатами статичних та динамічних випробувань декількох палей.

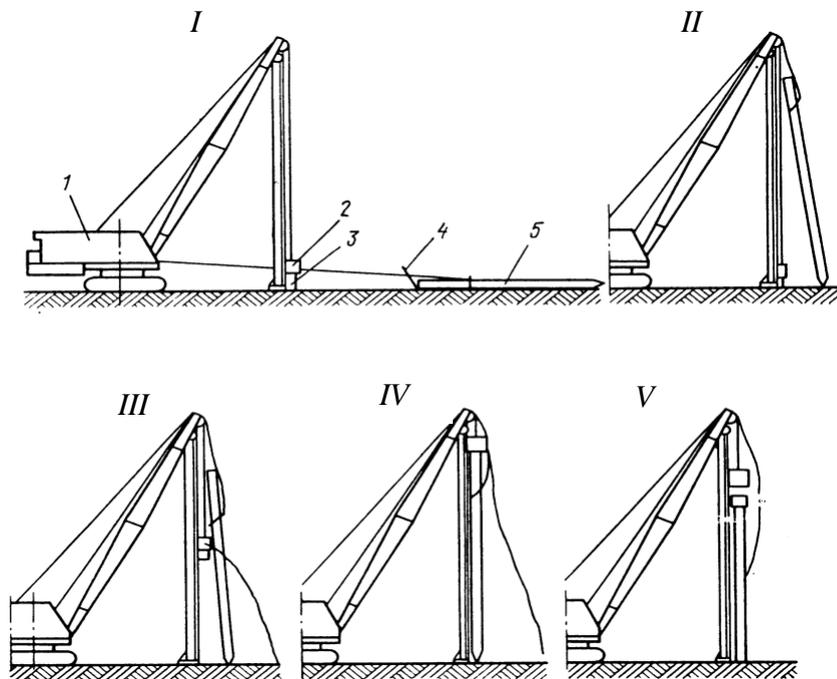


Рис. 6.2 – Схеми виконання технологічних операцій копровим обладнанням з підвісною стрілою типу "свічка":

I – підтягування палі; II – підйом палі на копер; III – підйом молота; IV – установка палі на місце забивання і наголовника на неї; V – забивання палі; 1 – відвідний блок; 2 – молот; 3 – наголовник; 4 – металевий лист; 5 – паля

По закінченні процесу занурення верхню частину палі зрізають, використовуючи спеціальні установки для зрізання кінців, або вирубують вогневим способом чи за допомогою газових пальників і відбійних молотків.

Роботи зі зрізання паль виконують таким чином, щоб з'єднати зварюванням армування палі й ростверку і таким способом об'єднати в монолітну конструкцію.

Схеми занурення. Технологією занурення паль передбачено три схеми: рядова, секційна і спіральна (див. рис. 6.3).

Вибір схеми залежить від розмірів будинку чи споруди, що зводиться, розташування паль щодо осей і властивостей ґрунту.

При зведенні фундаментів у незв'язних ґрунтах палебійні установки переміщують згідно зі схемою, наведеною на рис. 6.3, *а*. Така схема передбачає поділ об'єкта на захватки, на яких занурення паль роблять послідовно по рядах. По закінченні останнього ряду установку переміщують на другу захватку і після закінчення робіт – на третю.

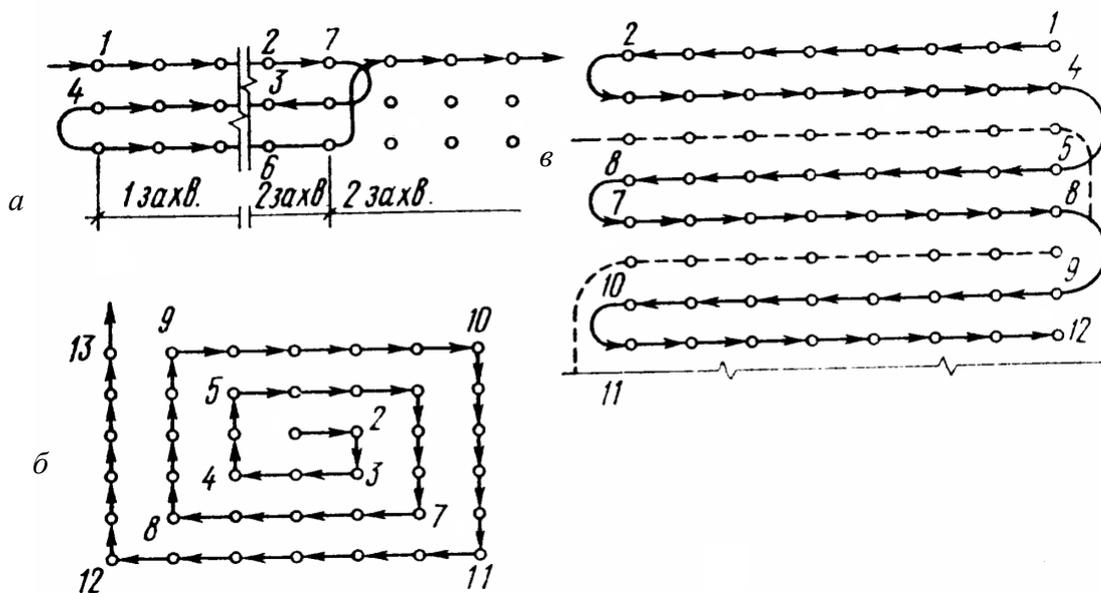


Рис. 6.3 – Схеми забивання паль:

а – рядова; *б* – спіральна; *в* – секційна; 1 - 13 – послідовність забивання паль

Занурення паль у зв'язних ґрунтах при зведенні фундаментів на великій площі під багатопрогонові й секційні будинки і споруди виконують, використовуючи секційну схему, показану на рис. 6.3, *в*.

Починають з першого ряду крайнього прольоту (секції). Послідовно забивають палі на другому ряду. Потім пропускають один ряд і переходять на

наступні два ряди. Завершують роботу заглибленням палей у пропущених рядах при рухові установки в протилежному напрямку.

Спіральну схему застосовують у тому випадку, коли необхідно створити куш (групу) палей у слабкостислих ґрунтах, під розвинуті в плані фундаменти чи опори різних споруд. Забивання починають з палі, розташованої всередині середнього ряду, і ведуть роботи в напрямку спіралі, що розвивається, як це показано на рис. 6.3, б.

- *Безударні способи заглиблення палей*

Безударна технологія занурення палей заснована на використанні таких способів заглиблення: віброзанурення, вдавнення, загвинчування, віброударний, підмив.

Кожен перерахований спосіб застосовують, виходячи з конкретних геологічних умов з урахуванням властивостей ґрунтів, у яких заглиблюють палі, і результатів техніко-економічних порівнянь.

Віброзаглиблення передбачає використання віброзаглиблювачів з різними технічними характеристиками. Розрізняють низькочастотні (300...500 коливань за 1 хв.) і високочастотні (600...1500 за 1 хв.).

Низькочастотними віброзанурювачами занурюють важкі палі й оболонки великого діаметра, а високочастотними – легкі у водонасичених піщаних ґрунтах.

Палезаглиблювальна установка компонується на базі екскаватора, обладнаного щоглою і віброзаглиблювачем (рис. 6.4, а).

Процес заглиблення виконують у такій послідовності. Палю через наголовник жорстко з'єднують з віброзаглиблювачем, виставляють у вихідне положення, вивіряють по вертикалі, включають віброзаглиблювач (рис. 6.4, б), щоб не допустити можливого відхилення палі, на початку заглиблення виконують з невеликою швидкістю. При цьому канат, на якому закріплений віброзаглиблювач, не повинен мати сильної натяжки. У той же час його не

можна прослабити. Суть процесу полягає в тому, що під впливом вібрації сили тертя між поверхнями палі і ґрунтом, а також зчеплення ґрунту зменшуються. Це створює умови, при яких паля під дією мас власної і віброзаглиблювача, що сумуються, проникає в ґрунт.

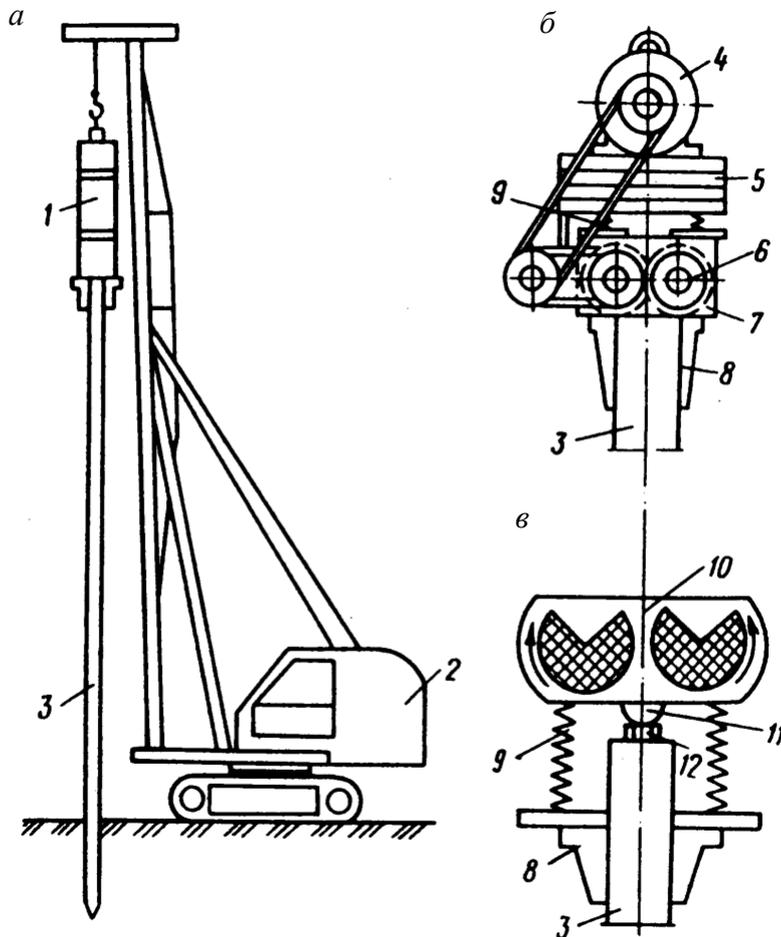


Рис. 6.4 – Заглиблення палі з використанням вібраційних машин:

а – палезаглиблювальна установка; *б* – віброзаглиблювач з підресорним привантаженням;
в – вібромолот; 1 – віброзаглиблювач (вібромолот); 2 – екскаватор; 3 – паля;
 4 – електродвигун; 5 – привантажні плити; 6 – вібратор; 7 – дисбаланси; 8 – наголовник;
 9 – пружини; 10 – ударна частина з електродвигунами; 11 – бойок; 12 – ковадло

З метою прискорення процесу заглиблення палі застосовують пальові заглиблювачі комбінованої дії вібрації й удару – вібромолоти (рис. 6.4, *в*). У процесі роботи такої установки два дисбаланси, обертаючись в протилежному напрямку, створюють вертикальні коливальні рухи. Під їхньою дією бойок наносить по ковадлу удари, які через наголовник

передаються на палю. При цьому заглибленню палі сприяють її маса і вібрація.

Спосіб підмиву застосовують у непрasadних ґрунтах у сполученні з різними установками, які заглиблюють, що дозволяє інтенсифікувати процес заглиблення. Ґрунт розмивають і частково вимивають в області вістря палі струменем води під тиском не менше 0,5 МПа. Воду подають по трубах, укріплених на палі. У результаті підмиву, під дією власної маси і маси встановленого устаткування, що занурює, паля осаджується. При гальмуванні процесу палю забивають легкими ударами (або впливом віброзаглиблювача), не припиняючи підмиву. По досягненні визначеної глибини подачу води припиняють, труби витягають, після чого палю добивають до відмови установкою, що заглиблює.

- *Механізація занурення палей загвинчуванням*

Палі, що загвинчуються у ґрунт, застосовують при будівництві фундаментів, які у процесі експлуатації здатні сприймати висмикувальні зусилля. У зв'язку з цим такі конструкції використовують при зведенні ліній ЛЕП, вантових кріплень, мостів, підпірних стін та інших споруд, фундаменти яких піддані навантаженням, що висмикують.

Палі, що загвинчуються у ґрунт, відрізняються тим, що виконують їх складовими. Нижня частина – сталевий башмак, а верхня – залізобетонний стержень або стовбур із сталеві труби. Башмак виготовляють у вигляді конічного наконечника з лопатами, розташованими на його поверхні в напрямку гвинтової лінії. Зовнішній діаметр такого пристрою в 2-3 рази більше відповідного розміру стержня палі, що дозволяє збільшити несучу здатність.

Занурення палей здійснюють мобільними установками на базі автомобілів (рис. 6.6) підвищеної прохідності. За допомогою трансмісії крутний момент від двигуна автомобіля передають на палю.

Процес заглиблення виконують у такій послідовності: палю закріплюють в інвентарній оболонці, а потім подають у привод, що виконує загвинчування, виводять палю у вихідне положення над місцем заглиблення і, включивши привод, загвинчують у ґрунт на передбачену глибину. По завершенні процесу установку готують до перестановки для наступного заглиблення.

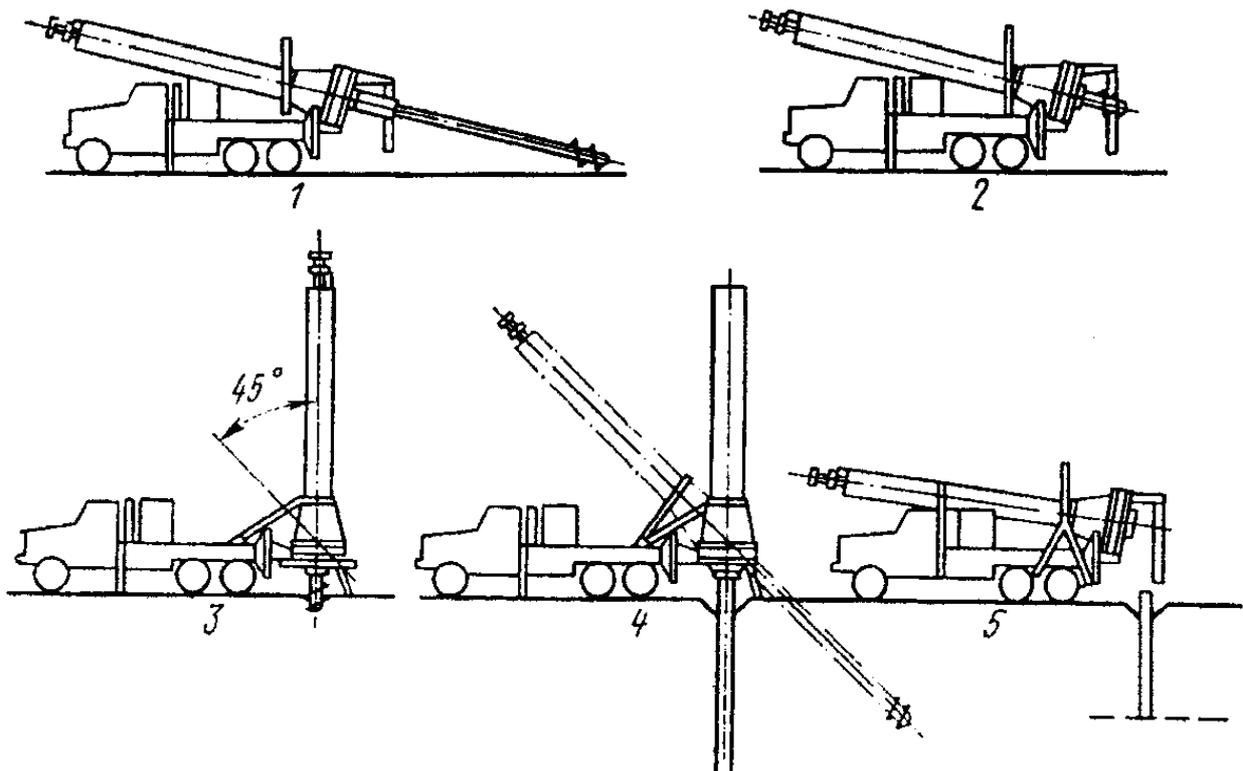


Рис. 6.6 – Заглиблення палі загвинчуванням:

1 – кріплення палі в інвентарній оболонці; 2 – установка оболонки в робочий орган машини; 3 – установка агрегату над місцем заглиблення палі; 4 – загвинчування палі у вертикальному або похилому положенні; 5 – підготовка машини до переміщення на нову позицію

- *Заглиблення палі вдавлюванням*

Спосіб вдавлювання успішно використовують для палі, які заглиблюють на невелику глибину (до 6 м), в умовах вологих глинистих і суглинних ґрунтів.

Статичне вдавлення передбачає передачу на палю навантаження від установки, що заглиблює, а при вібраційному вдавненні доповнюють одночасний вплив вібрацією.

Процес заглиблення палей виконують установкою (рис. 6.5), яка здатна створювати зусилля до 350 кН.

З метою підвищення продуктивності за умови виконання робіт у щільних ґрунтах пробурюють лідери-шпури, що полегшують процес вдавнення і одночасно визначають необхідний напрямок палей, що заглиблюються.

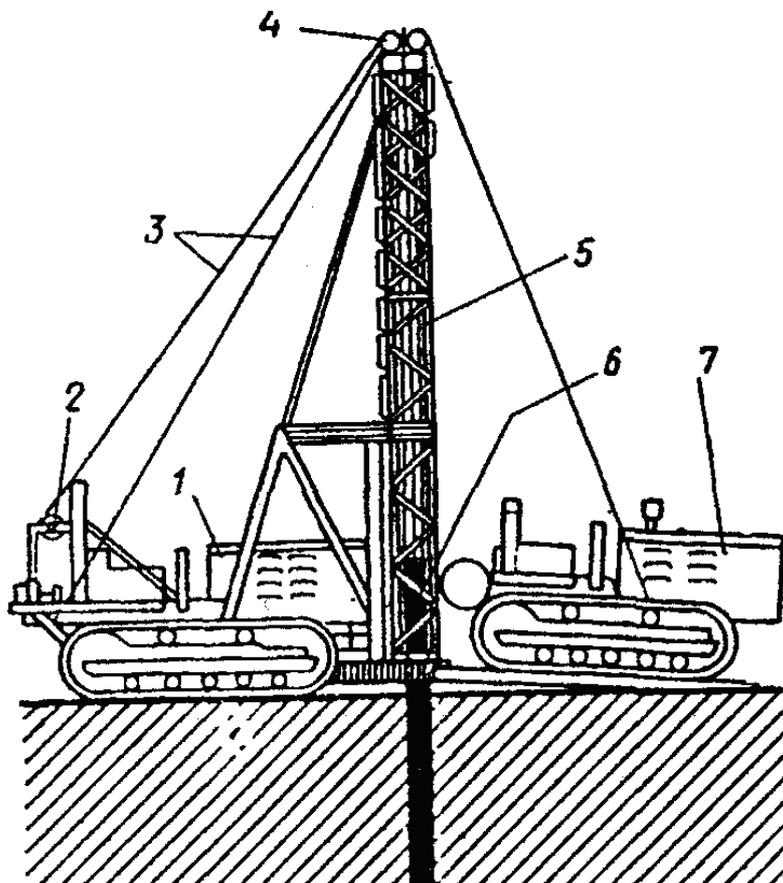


Рис. 6.5 – Схема вдавнення палей:

- 1 – трактор з направляючою рамою; 2 – лебідка; 3 – трос; 4 – відвідні блоки;
5 – направляюча рама; 6 – палля, що вдавлюється; 7 – трактор, що заглиблює

Лекція 7. ВЛАШТУВАННЯ МОНОЛІТНИХ ПАЛЬ, МЕХАНІЗАЦІЯ РОБІТ

7.1. Загальні відомості

Палі, що встановлюються безпосередньо на місці їхньої експлуатації, розділяють на набивні й буронабивні. Вони відрізняються способом утворення свердловин, а також виконанням процесу формовання.

Стовбури свердловин розробляють, широко використовуючи буріння з витягуванням ґрунту і гвинтове продавлення, що створює стінки свердловини за рахунок послідовного ущільнення шарів і переміщення їх у радіальному напрямку. Такий спосіб створює можливість зміцнити стовбур свердловини і цим виключити кріплення інвентарними трубами чи глинистим розчином.

Пробурені свердловини часто виконують розширеннями різної форми, застосовуючи кілька способів їхнього влаштування. Після бетонування такі порожнини збільшують несучу здатність палі.

Набивні трамбовані палі встановлюють у попередньо підготовлених свердловинах із застосуванням обсадної труби, яку у процесі укладання і трамбування бетонної суміші піднімають до завершення процесу бетонування.

7.2. Механізація робіт при влаштуванні монолітних палі

Влаштування буронабивних палі. Такі палі в сухих ґрунтах влаштовують, застосовуючи комплект механізованих засобів. Технологічна схема зведення буронабивних палі наведена на рис. 7.1.

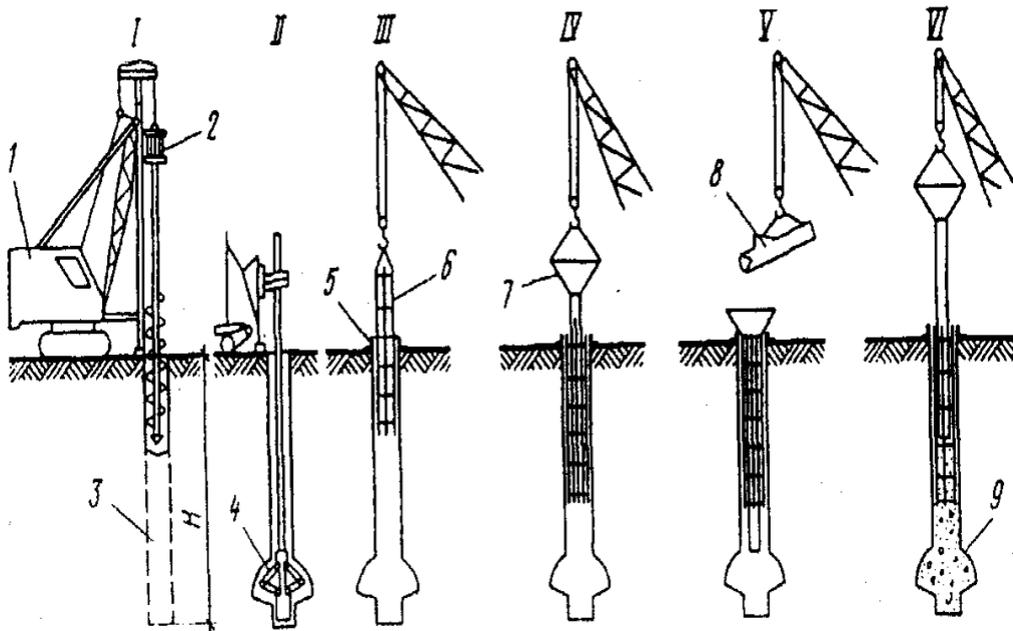


Рис. 7.1 – Технологічна схема влаштування буронабивних паль з розширеної п'яти сухим способом:

I – буріння свердловини; II – влаштування розширеної порожнини; III – установка обсадного патрубку й арматурного каркаса ; IV – установка лійки; V – заповнення свердловини бетонною сумішшю; VI – витягування обсадного патрубку і лійки; 1 – бурова установка; 2 – електропривод; 3 – свердловина; 4 – уширювач; 5 – обсадний патрубок; 6 – арматурний каркас; 7 – лійка; 8 – баддя; 9 – бетонна суміш

Процес виконують у наступній послідовності. Свердловини розробляють шнековими і ковшовими бурами. Порожнину для влаштування розширення розкурюють спеціальним уширювачем. Потім свердловину очищають, перевіряють, опускають арматурний каркас і приступають до бетонування. Формування здійснюють в міру подачі бетонної суміші й ущільнення за допомогою лійки (обладнаної вібратором) із закріпленням на ній обсадним патрубком. У міру формування стовбура палі лійку з патрубком піднімають.

Влаштування набивних паль способом гвинтового продавлення. Таку технологію влаштування доцільно застосовувати в слабких водонасичених, а також пористих пилювато-глинистих ґрунтах. Спосіб (рис. 7.2, а) передбачає використання двох спеціальних снарядів.

Свердловину розробляють прохідницьким снарядом, виконаним у вигляді усіченого конуса спіральної форми, а укладання та ущільнення бетонної суміші іншим зі спіральними поверхнями і наскрізним осьовим отвором.

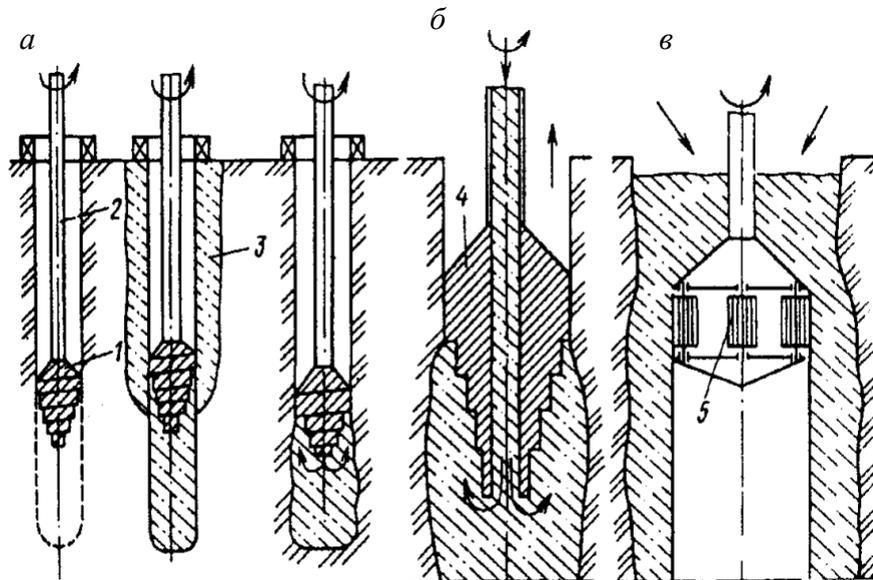


Рис. 7.2 – Технологічні схеми влаштування паль:

a – методом гвинтового продавлення; *б, в* – подача й ущільнення бетонних сумішей гвинтовим снарядом і системою радіального пресування; 1 – гвинтовий снаряд; 2 – штанга; 3 – ущільнена бетонна суміш; 4 – гвинтовий снаряд з осьовим отвором для нагнітання бетонної суміші; 5 – пресувальні ролики

Свердловину розробляють за рахунок ущільнення шарів ґрунту і послідовного переміщення в радіальному напрямку. У результаті щільність у стінці в порівнянні з ґрунтом у природному стані збільшується в 1,5 рази. Швидкість занурення при розробці досягає 1,3 м/хв, а осьове зусилля – 20...30 кН. По досягненні необхідної глибини устаткування витягують. Потім у свердловину опускають снаряд для формування і через осьовий отвір з бурової штанги нагнітають бетонну суміш, що ущільнюється під впливом осьових зусиль, створюваних поверхнями снаряда і його масою. Виникаючий тиск приводить до часткового проникнення бетонної суміші в стінки свердловини. Відповідно до швидкості укладання та ущільнення бетонної суміші снаряд поступово піднімають.

Пустотні циліндричні палі (оболонки) влаштовують, застосовуючи системи радіального пресування з використанням твердих бетонних сумішей. Спочатку влаштовують свердловину способом гвинтового продавлення. Укладання та ущільнення бетонної суміші виконують роликовою пресуючою голівкою діаметром, відповідним внутрішньому розміру оболонки. Бетонна суміш, потрапляючи в зону дії обертових роликів, ущільнюється і загладжується, утворюючи внутрішню поверхню палі. Система радіального пресування передбачає використання дрібнозернистих бетонних сумішей твердістю 40...60 с. Ролики створюють тиск 0,4...0,8 МПа, що визначає ефективне ущільнення суміші в стінки свердловини. Спосіб гвинтового продавлення і роликового ущільнення можна ефективно використовувати в слабкообводнених стійких ґрунтах.

Крім цього, відома технологія виготовлення паль методом "Алькон" ("Фундекс", Польща), заснована на застосуванні гвинтового наконечника, що втрачається, і обсадної труби (рис. 7.3).

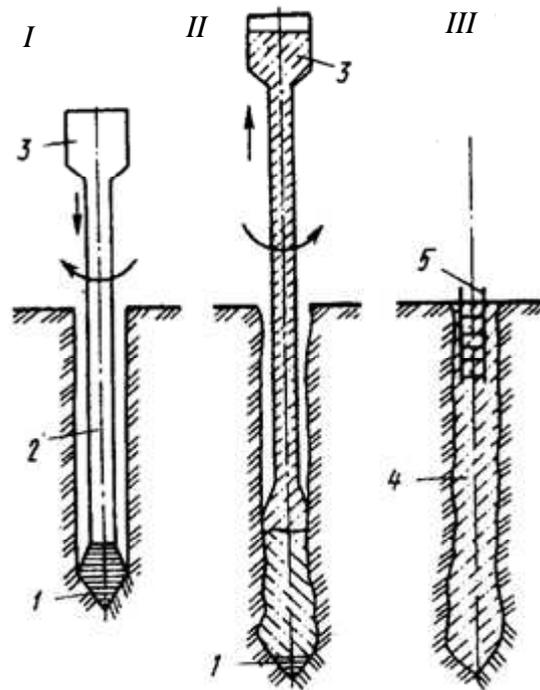


Рис. 7.3 – Технологічна схема виготовлення паль методом "Алькон":

I – занурення обсадної труби методом загвинчування; II – витягування обсадної труби з одночасним бетонуванням палі; III – готова палі; 1 – гвинтовий наконечник, що втрачається; 2 – обсадна труба; 3 – прийомна лійка; 4 – палі; 5 – арматурний каркас

Таке устаткування дозволяє зводити палі діаметром до 800 мм, глибиною не більше 30 м.

Однак порівняно висока енергоємність занурення обсадної труби і приводних механізмів, а також вартість гвинтових наконечників, що втрачаються, стримують застосування таких способів.

- *Влаштування буроін'єкційних паль*

Буроін'єкційні палі застосовують для посилення фундаментів існуючих, а також будинків і споруд, які реконструюють. Можливі варіанти технологічних рішень наведені на рис. 7.4 і передбачають буріння фундаменту.

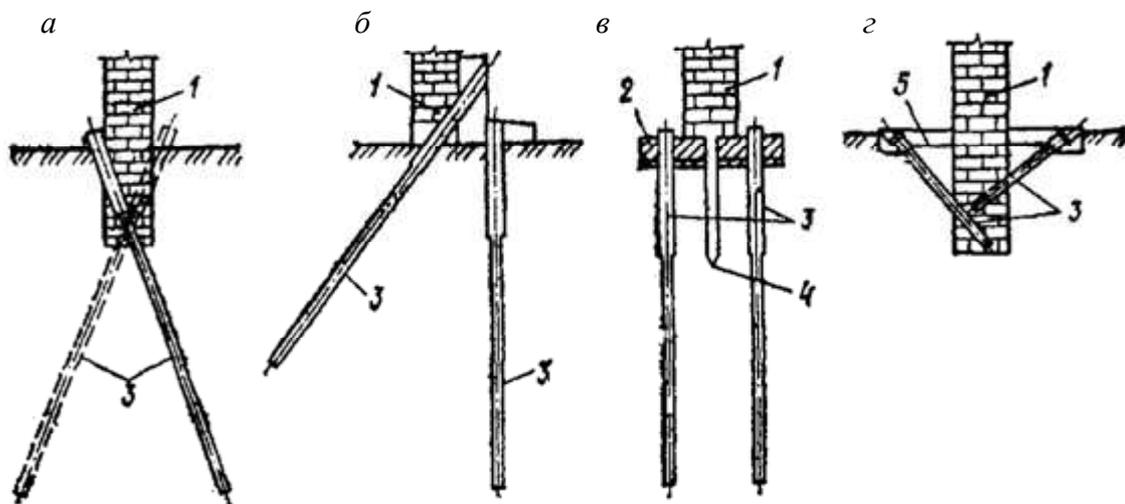


Рис. 7.4 – Варіанти посилення існуючих фундаментів:

а – безростверковий; *б* – ростверковий; *в* – проведення нового фундаменту; *г* – розвиток площі фундаменту; 1 – стіна будинку; 2 – підвідний фундамент; 3 – буроін'єкційні палі; 4 – існуючі палі; 5 – розподільні плити

Палі такого типу відрізняються невеликим діаметром (від 10 до 25 см) відносно великим заглибленням (15...30 м) і підвищеною твердістю стовбура, який виконують із дрібнозернистого армованого бетону. Процес влаштування буроін'єкційних паль (рис. 7.5) передбачає буріння фундаменту, установку труби-кондуктора, буріння свердловини в ґрунті до проектної оцінки, заповнення стовбура дрібнозернистою бетонною сумішшю під

тиском 0,1...0,2 МПа, занурення в суміш арматурного каркаса й обпресування свердловини.

Роботи із зведення палових фундаментів виконують, керуючись організаційно-технологічними вимогами, викладеними у проекті проведення робіт (ППР). Така документація розробляється спеціалізованою проектною організацією чи безпосередньо виконавцем робіт.

ППР містить: характеристику фундаментів, що зводяться, розрахунки обсягів робіт, обґрунтування методу їхнього виконання (звичайно потоковий), розрахунки на вибір типу палейної установки, крана, автобетононасоса, а також прийнятих технологічних рішень. Залежно від варіанта палей, що зводяться, (заглиблюються, буронабивні) розробляють схему палевого поля і руху палейної установки або схему проведення робіт по бурінню і бетонуванню буронабивних палей. Крім напрямку переміщення ведучих машин, обидва варіанти передбачають послідовність виконання робіт, організацію робочих місць, а також вказівки щодо виконання процесу, графік його виконання і техніко-економічні показники.

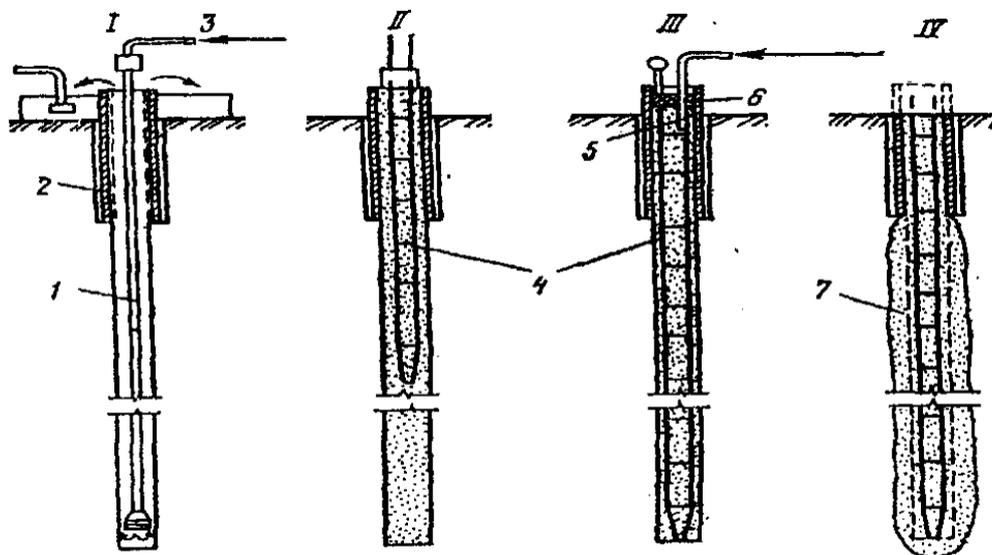


Рис. .7.5 – Технологія виготовлення бурін'єкційних палей:

I – буріння свердловини; II – заповнення свердловини розчином, установка арматурного каркаса; III - обпресування; IV – готова палей; 1 – ін'єктор; 2 – кондуктор; 3 – цементний розчин; 4 – арматурний каркас; 5 – труба для обпресування; 6 – тампон; 7 – цементний камінь

7.3. Контроль якості влаштування паль

Процес влаштування паль слід контролювати на всіх етапах його виконання. Відповідно до розбивочних осей перевіряють відповідність розташування паль вимогам проекту. При здійсненні основного процесу – заглиблення контролюють його режим і показники відмови, які записують у журналі проведення робіт. Отримані результати зіставляють з умовами діючих будівельних нормативних вимог на влаштування палових фундаментів. При неприпустимих відхиленнях палі її витягують і заглиблюють поруч нову. Несучу здатність паль визначають випробуванням окремих паль динамічним чи статичним навантаженням.

При зведенні буронабивних паль контролюють: відповідність свердловини вимогам проекту, технологічні властивості бетонної суміші, яку укладають, міцність бетону, а також виконання всіх етапів процесу бетонування.

Стан свердловини перевіряють візуально, опускаючи в свердловину електролампи, а в глинистих розчинах – застосовуючи шаблони різної конструкції. Ґрунт, що обрушився, видаляють. Потім у вибої свердловину ущільнюють.

Проектне положення арматурного каркаса забезпечують фіксаторами. Величина захисного шару має бути не менше 70 мм. Якість бетону контролюють за зразками, а також застосовуючи методи радіоізотопів і ультразвуку. Для забезпечення роботи приладів попередньо на всю довжину в свердловину закладають труби. Несучу здатність буронабивних паль визначають за результатами статичних випробувань.

- *Безпека при виконанні палових робіт*

Для безпечного виконання заглиблення паль слід керуватися умовами діючих будівельних нормативних вимог на проведення робіт. Заходи щодо безпечних методів палових робіт розробляють з урахуванням прийнятої технології, виходячи з їх конкретних умов будівельного майданчика. Такі вимоги відбивають у проекті проведення робіт.

Згідно з основними вимогами безпеки передбачають наступне. Палейну установку до заглиблення паль за актом приймає комісія. Заборонено виконувати роботи, не зв'язані з влаштуванням палейних фундаментів. Небезпечна зона визначається радіусом дії палейної установки плюс 5 м, її переміщення з піднятим палеаглиблювачем і палею не допускається. Крани й установки, застосовувані для витягу паль, повинні обладнуватися обмежувачами вантажопідйомності.

Лекція 8. КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ МОНТАЖНИХ РОБІТ

8.1. Організаційно-технологічна структура монтажу

Монтаж будівельних конструкцій – це комплексно-механізований процес потокової зборки будинків і споруд з елементів і конструктивних вузлів заводського виготовлення, що включає транспортні операції, підготовчі й монтажні процеси. До транспортних процесів належать: доставка; розвантаження; складування; приймання конструкцій. До підготовчих процесів належать: укрупнююча зборка; тимчасове посилення; обладнання конструкцій; подача на монтаж. До монтажних процесів належать: підготовка місць установки; стропування (захват); установка за тимчасовим кріпленням; остаточна вивірка й закріплення.

Організаційно-технологічна структура монтажу характеризується особливостями її складових і структурних елементів, які розкривають: організацію процесу; механізацію; послідовність та режим виконання окремих операцій.

На організаційно-технологічну структуру монтажу впливають: будівельні габарити об'єкта; монтажна маса конструкцій; висота піднімання й глибина подавання.

Організаційно монтаж будівельних конструкцій може бути виконаний за двома схемами: монтаж "зі складу" і монтаж "із транспортних засобів".

При організації монтажу "зі складу" усі зазначені технологічні процеси й операції виконують безпосередньо на будівельному майданчику. При організації монтажу "із транспортних засобів" на будівельному майданчику виконують тільки власне монтажні процеси.

8.2. Схеми визначення монтажних характеристик вантажно-підйомних машин і механізмів

- *Типи і технологічні можливості монтажних механізмів*

На монтажі будівельних конструкцій застосовують самохідні стрілові, баштові, козлові, спеціальні крани, а також вантажопідйомні механізми – щогли, шеври, портали, домкрати та лебідки.

Самохідні стрілові крани завдяки своїй мобільності і маневреності широко застосовують на монтажних роботах. Більшість їх оснащена обладнанням у вигляді вставок для збільшення довжини стріли, а також гуськами, що дозволяють збільшити виліт гака при невеликому нахилі стріли. Це додає стріловим кранам універсальності – дозволяє монтувати будинки різної висоти, піднімати елементи різної маси і встановлювати їх на різних вильотах гака. Існують крани і з телескопічними стрілами.

Значно розширена сфера застосування стрілових кранів у зв'язку з оснащенням їх баштово-стріловим обладнанням, що останнє дозволяє застосовувати крани на монтажі конструкцій високих і об'ємних будинків, здійснювати монтаж конструкцій через раніше змонтовані конструкції і вести монтаж, не заходячи в прольот будинку, що монтується.

Як стрілові крани на монтажних і вантажно-розвантажувальних роботах застосовують також екскаватори з крановим обладнанням.

Стрілові крани на гусеничному ході широко використовують при монтажі конструкцій промислових будинків і споруд, при монтажі цивільних будинків (монтаж конструкцій нульового і наземного циклу). Такі крани роблять малий питомий тиск на ґрунт (до 0,15 МПа), що дозволяє використовувати їх при переміщенні по спланованому й ущільненому ґрунті

з ухилом до 3° для кранів зі стрілами довжиною до 25 м і до 1° для кранів зі стрілами більшої довжини і при баштово-стріловому обладнанні. Крани можна легко перебазувати з об'єкта на об'єкт.

Стрілові крани на пневмоколісному ході мобільніші за гусеничні. Застосовують їх в основному на монтажі конструкцій промислових і цивільних будинків, фундаментів під промислові й цивільні будинки, а також при обслуговуванні складів конструкцій і майданчиків укрупненої зборки.

Стрілові автомобільні крани характеризуються високою мобільністю при перебазуванні з одного будівельного майданчика на інший і високою маневреністю при гарних дорожніх умовах. Недоліки автомобільних кранів: неможливість керувати механізмом підйому і пересування крана з одного робочого місця (з однієї кабіни), необхідність у більшості випадків вести роботу при постановці крана на виносні опори.

Автомобільні крани застосовують в основному на вантажно-розвантажувальних роботах і монтажі будинків невеликої висоти і з елементів невеликої маси. Доцільно використовувати такі крани при розосередженому розташуванні об'єктів і в сільському будівництві.

Баштові крани широко застосовують у цивільному багатоповерховому і промисловому будівництві при зведенні великих інженерних споруд – доменних цехів та інших важких промислових будинків і ТЕЦ, елементи збірних конструкцій яких мають велику масу і монтувати які доводиться на великій висоті. В основному застосовують самохідні баштові крани, що переміщуються підкрановими коліями. В особливих умовах використовують стаціонарні (приставні) баштові крани і самопіднімальні крани баштового типу.

Козлові крани використовують у будівництві на вантажно-розвантажувальних роботах на складах і майданчиках укрупненого збирання, при зведенні одноповерхових промислових будинків, у прольотах яких улаштовуються великого об'єму фундаменти під устаткування і виконуються інші підземні споруди, а також монтується складне устаткування. У

цивільному будівництві такі крани застосовують при монтажі будинків з об'ємних елементів.

Спеціальні крани використовують для монтажу елементів конструкцій деяких споруд. Наприклад, висотні споруди монтують за допомогою переставних кранів. Для монтажу радіощогл і веж застосовують самопіднімальні (повзучі) крани. Важкі конструкції піднімають у проектне положення стрічковими або стояковими підйомниками, які обладнані гідравлічними домкратами. У деяких випадках на монтажі будівельних конструкцій використовують спеціальні крани-вертольоти.

Щогли, шеври і портали в зв'язку із забезпеченістю сучасного будівництва самохідними і баштовими кранами в даний час застосовують рідко. Іноді їх використовують для підйому конструкцій великої маси, що встановлювані у невеликих кількостях, коли економічно недоцільно використовувати крани великої вантажопідйомності, а також в особливих умовах монтажу, коли крани не можуть бути застосовані.

- *Вибір монтажного крану*

Монтаж будівельних конструкцій будинків і споруд здійснюють монтажним комплектом, до складу якого входять: ведуча машина (монтажний кран або інші монтажні механізми), допоміжні машини (допоміжні крани, вантажно-розвантажувальні й транспортні машини) і технологічне устаткування: вантажозахватні пристрої, кондуктори, пристрої для тимчасового закріплення, вивірки та ін.).

При виборі монтажних комплектів визначають технічну можливість використання для конкретного об'єкта, як ведучу машину – крана даного типу і марки, та комплектуючих машин.

Вибір ведучого монтажного крана базується на необхідності відповідності монтажно-конструктивної характеристики об'єкта, що монтується (конструктивної схеми і розмірів будівлі: маси і розташування елементів на будинку; рельєфу будівельного майданчика та інших

особливостей, що визначають вибір технічних засобів монтажу) параметрам монтажного крана.

До основних параметрів монтажних кранів відносяться:

вантажопідйомність – найбільша маса вантажу, що може бути піднята краном за умови збереження його стійкості й міцності конструкції;

швидкість підйому чи опускання вантажу, пересування крана, обертання поворотної платформи. При цьому слід ураховувати, що для плавної і точної "посадки" збірного елемента швидкість опускання вантажу не повинна перевищувати 5 м/хв, а швидкість обертання крана – 1,5 м/хв;

продуктивність – кількість вантажу переміщуваного і монтованого за одиницю часу. Продуктивність монтажного крана можна також вимірювати числом циклів за одиницю часу;

довжина стріли – відстань між центром осі п'яти стріли й осі обойми вантажного поліспада;

виліт гака – відстань між віссю обертання поворотної платформи крана і вертикальною віссю, що проходить через центр обойми вантажного гака. При визначенні корисного вильоту гака відстань відраховують від найбільше виступаючої частини крана;

висота підйому гака – відстань від рівня стоянки крана до центру вантажного гака в його верхньому положенні;

колія - відстань між центрами передніх і задніх коліс пневмоколісних кранів, ширина гусеничного ходу чи відстань між осями голівок рейок;

база – відстань між осями передніх і задніх коліс пневмоколісних чи рейкових кранів. Для технічної характеристики гусеничних кранів указують довжину гусеничного ходу;

радіус повороту хвостової частини поворотної платформи – відстань між віссю обертання крана і найбільш віддаленої від неї точкою платформи чи противаги;

установлена потужність – сумарна потужність силової установки крана.

Вибір монтажного крана за технічними параметрами починають з уточнення наступних даних: маси елементів, що монтуються; монтажного оснащення і вантажозахватних пристроїв; габаритів і проектних положень елементів у повнозбірній будівлі. На підставі цих даних вибирають групу елементів, що характеризується максимальними монтажними параметрами, для яких визначають мінімальні необхідні параметри крана (рис. 8.1).

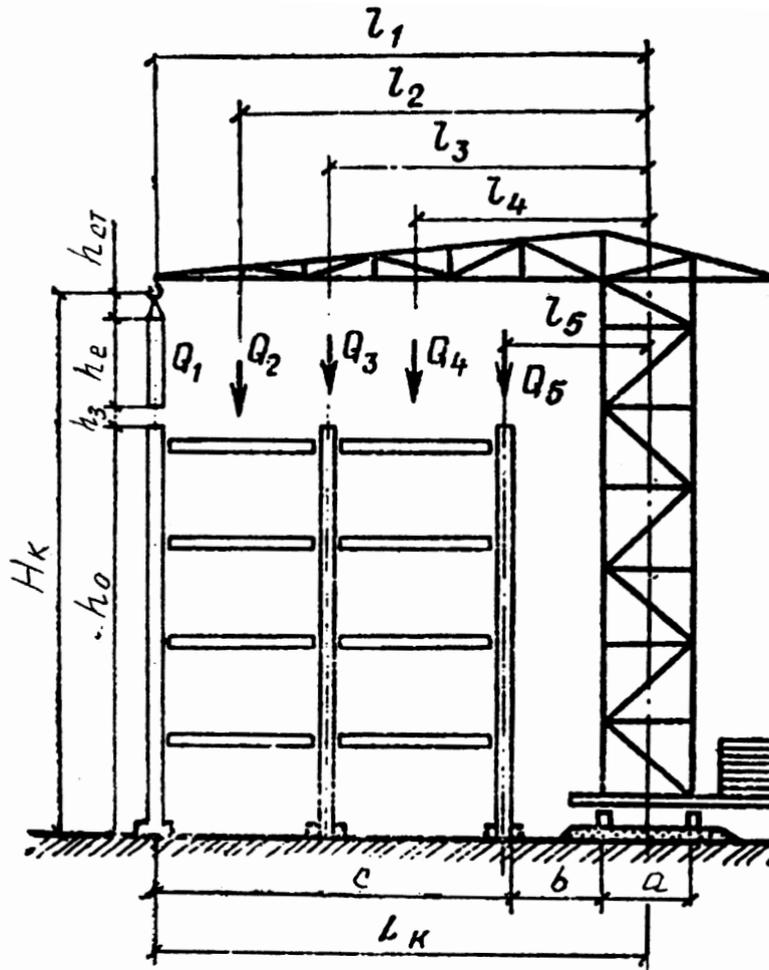


Рис. 8.1 – До визначення технічних параметрів баштового крана:

$Q_1 \dots Q_5$ – маси конструкцій, що монтуються; $l_1 \dots l_5$ – видалення центрів ваги конструкцій від осі крана; h_0 – перевищення місця установки (монтажного горизонту) над рівнем стоянки баштового крана; $h_з$ – запас за висотою, що вимагається за умовами безпеки монтажу; $h_е$ – висота чи товщина елемента; $h_{ст}$ – висота стропування; a – ширина підкранової колії; b – відстань від осі рейки підкранової колії до найближчої частини будівлі; c – відстань від центру ваги елемента, що монтується, до найбільш виступаючої частини будинку

Необхідну вантажопідйомність крана визначають за виразом:

$$Q_k = Q_m + Q_{oc} + Q_{вт},$$

де Q_k – необхідна мінімальна вантажопідйомність крана, т; Q_m – маса елемента, що монтується, т; Q_{oc} – маса монтажного оснащення, т; $Q_{вт}$ – маса вантажозахватних пристроїв, т.

Баштові крани. Висоту підйому вантажного гака над рівнем стоянки крана H_k , м, визначають за формулою:

$$H_k = h_0 + h_z + h_e + h_{cm}.$$

Виліт гака крана L_k , м, визначають за формулою:

$$L_k = \frac{a}{2} + b + c.$$

Стрілові крани. Для стрілових самохідних кранів (на автомобільному, пневмоколісному і гусеничному ході) з баштовим стріловим обладнанням параметри (висоту підйому гака H_k , довжину стріли L_c і виліт гака L_k). H_k встановлюють так само, як для баштових кранів.

Після виявлення необхідних технічних параметрів за таблицями або графіками взаємозалежних кривих вантажопідйомності, вильоту і висоти підйому гака крана наведених у довідковій літературі, визначають відповідні марки кранів.

Остаточню вибирають монтажні крани при порівнянні можливих варіантів виконання монтажних робіт за техніко-економічними показниками: T_1 – загальна тривалість монтажу змін; T_2 – кількість змін роботи крана; q – трудомісткість монтажу 1т конструкцій, люд.-зм/т.

Якщо можливий монтаж будинку або споруди кранами декількох марок і навіть типів, то визначають економічну ефективність використання підібраних кранів в умовах даного будівництва. Економічну ефективність використання того чи іншого крана (чи комплекту кранів) визначають порівнянням техніко-економічних показників, основні з яких – тривалість монтажу та трудомісткість конструкції. У цих показниках відбиваються фактори, що характеризують конструктивні особливості кранів (продуктивність, число обслуговуючого персоналу та ін.), ступінь охоплення

краном монтажних робіт і використання його за часом і вантажопідйомністю, продуктивність праці робітників, експлуатаційні витрати на транспортування, монтаж і демонтаж, а також витрата електроенергії, палива, мастильних матеріалів та ін.

Лекція 9. МЕТОДИ МОНТАЖУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ, КЛАСИФІКАЦІЯ

9.1. Класифікація методів монтажу будівельних конструкцій

Залежно від ступеня укрупнення розрізняють поелементний монтаж, монтаж укрупненими блоками і монтаж споруд цілком.

Поелементний монтаж – монтаж конструктивними елементами (колони, плити, форми і т.д.). Цей метод має найбільше розповсюдження, тому що вимагає мінімальних витрат на підготовчі роботи і більш зручний для монтажу з транспортних засобів. Але число монтажних підйомів при цьому є максимальним.

Монтаж блоками – з геометрично незмінних блоків, попередньо зібраних з окремих елементів. Такі блоки можуть бути плоскими (блоки оболонки) і просторовими (блоки покриття промислових будинків). За цього методу знижується число монтажних підйомів, виключається виконання на висоті більшості монтажних операцій, але необхідні для монтажу крани великої вантажопідйомності.

Монтаж споруд повністю полягає в зборці всієї споруди в нижньому положенні, одночасному підйомі й установці в проектне положення. Цим методом в основному монтують опори ліній електропередач, труб, етажерок і т.д.

Метод нарощування полягає в тому, що окремі поверхи чи яруси споруд зводять послідовно знизу догори, а при будівництві багатоповерхових будинків вищерозташовані конструкції послідовно установлюють на раніше змонтовані й закріплюють нижче конструкції.

Метод підрощування полягає в тому, що зведення будинку чи споруди починають з монтажу верхнього ярусу, який збирають на землі і піднімають до проектного або проміжного положення. Потім піднімають другий від верху ярус, третій і т.д. За цим методом збирають яруси будинку чи споруди в сприятливих умовах стаціонару, але для їхнього підйому потрібно потужне і найчастіше унікальне устаткування. А для забезпечення стійкості під час підйому потрібні спеціальні пристрої. Метод застосовують при зведенні висотних споруд і багатоповерхових будинків.

Метод повороту. Споруду чи конструкцію збирають у горизонтальному положенні. Нижній елемент споруди з'єднують з фундаментом за допомогою поворотного шарніра. Повертають конструкцію краном чи за допомогою спеціального монтажного оснащення так, щоб після виведення споруди або конструкції у вертикальне положення нижній елемент став на фундамент у проектне положення і міг бути одразу закріплений постійним з'єднанням. Метод застосовують в основному для висотних споруд.

Метод насуву. Зборку конструкцій до монтажного елемента виконують осторонь від постійних опор. У проектне положення зібраний елемент (блок) насувають спеціальним наочуючим шляхом. Метод широко застосовують при монтажі конструкцій промислових будинків.

Залежно від послідовності установки окремих монтажних елементів розрізняють роздільний, комплексний і комбінований метод монтажу.

Роздільний диференційований монтаж. Установлюють, вивіряють і остаточно закріплюють послідовно однойменні конструктивні елементи. Наприклад, при монтажі конструкцій одноповерхового промислового будинку спочатку встановлюють колони, потім балки ферми чи балки покриття і т.д.

Комплексний (зосереджений) монтаж. Установлюють, вивіряють і закріплюють усі конструкції одного осередку будинку.

Комбінований (змішаний) монтаж – це поєднання роздільного і комплексного методу. Наприклад, при монтажі конструкцій одноповерхового

промислового будинку спочатку встановлюють колони (як за роздільним методом), а потім усі інші конструкції по осередках (як за комплексним методом). Метод ефективний за наявності на монтажному майданчику декількох типів монтажних механізмів і застосовують з метою поліпшення їхнього використання.

Залежно від конструктивних особливостей будинків та споруд і умов роботи в процесі монтажу розрізняють такі методи монтажу: на підмостках; з використанням тимчасових опор; напівнавісне складання і навісне складання.

На суцільних підмостках, що підтримують конструкцію у процесі монтажу і сприймають навантаження від її маси, монтують деякі арки, зводи, оболонки і т. ін.

З використання тимчасових опор монтують вроздріб конструкції (в основному великих проектів і великої маси), якщо неможливо чи недоцільно встановлювати їх повністю.

Напівнавісне складання характеризується тим, що в процесі монтажу конструкція утримується тимчасовими розтяжками або встановлюється на проміжні опори. Цим способом монтують куполи, деякі конструкції арок і т. ін.

Навісне складання виконують без додаткових опор. Конструкцію кріплять одним боком на постійній опорі змонтованої частини або крані, утворюючи тимчасову консольну систему.

Залежно від способу наведення конструкції на опори розрізняють: вільний, обмежено вільний і примусовий методи монтажу.

Вільний метод. Наведення конструкції на опору здійснюють направляючими рухами (маніпуляціями) при вільному її переміщенні.

При *обмежено вільному методі* застосовують монтажні пристрої, які полегшують наведення, орієнтири, упори, фіксатори, зв'язки.

Примусовий (трафаретний) метод. Монтований елемент наводять на опори за допомогою кондукторів.

Якщо метод монтажу забезпечує установку конструкцій у проектне положення без подальшої вивірки, монтаж називають безвивірочним.

- *Технологічні операції установки конструкцій у проектне положення*

За технологічними ознаками монтажні операції поділяють на три групи: *такелажні*, що зв'язані з підготовкою конструкцій до підйому, оснастки і стропування (захоплення); *власне монтажні*, що включають підйом, наведення, орієнтування, установку, вивірку і закріплення конструкцій; *супутні*, що передбачають антикорозійний захист, герметизацію, бетонування стиків, установку кріпильних деталей і т.п. Склад і послідовність операцій залежать від типу монтованих елементів, будівельно-технологічних і монтажних характеристик об'єкта, який зводять.

- *Оснащення і захоплення конструкцій*

Оснащення – операція з обладнання монтованих конструкцій пристроями й устаткуванням, що необхідні для створення зручних, надійних і безпечних умов провадження робіт. До елементів оснащення відносять: різні канати, що виконують роль стропів, вантів, розтяжок або відтяжок; розпірки, тяги, підкоси, які застосовують для вивірки і кріплення конструкцій; начіпні сходи, підмости і колиски.

Сукупність елементів оснащення, що призначені для підтримки, підйому й опускання конструкцій, а також для наведення та орієнтування, називають *такелажем* (стропи і траверси).

Захоплення (стропування) – операція, що забезпечує тимчасове зачеплення монтованих конструкцій з монтажними машинами і механізмами.

Стропуючі пристрої підрозділяють: на гнучкі й тверді; на дистанційно керовані; механічні; вакуумні; електромашини.

Гнучкі встановлюють з канатів які бувають універсальними, полегшеними і багатовитковими. Тверді у вигляді металевих стрічок чи захваток застосовують у тих випадках, коли конструкції, що піднімаються, не можуть сприймати зусиль, які виникають від гнучких стропів при обмеженій висоті підйому гака монтажного крана або для зручності проведення робіт.

- *Підйом і подача конструкцій до місця установки*

Підйом полягає в переміщенні конструкцій у просторі. Піднімати конструкцію рекомендують у тому положенні, в якому вона буде знаходитися в будинку чи споруді, плавно, без ривків, розкачування й обертання.

Для утримання конструкцій від розгойдування та обертання до них прив'язують відтяжки. Кожний горизонтальний елемент повинен мати дві відтяжки, закріплені на його кінцях. При монтажі вертикальних елементів достатня одна відтяжка.

Важкі елементи і конструкції піднімають у два прийоми: спочатку на 20...30 см із затримкою у висячому положенні для додаткової перевірки надійності стропування, потім остаточно.

9.2. Вільний та примусовий метод монтажу

- *Установка конструкцій*

Установка – операція, що забезпечує проектне положення монтованої конструкції (повний контакт стикових поверхонь конструкцій при забезпеченні необхідної точності їхнього положення).

При *вільному методі монтажу* (вільна установка) – монтажники встановлюють конструкцію, зіставляючи візуально ризики-орієнтири на її поверхні з ризиками-орієнтирами на опорі без використання обмежуючих вільне переміщення конструкції засобів і пристроїв.

Обмежено вільну установку виконують з використанням спеціальних конструкцій чи пристроїв, що частково обмежують свободу переміщення монтованих елементів в одному чи декількох переміщеннях.

Примусову установку конструкцій у проектне положення роблять накладанням обмежень на переміщення конструкцій у всіх напрямках, крім одного. Це досягається застосуванням спеціальних пристосувань, що само фіксують, замкових з'єднань та інших пристроїв.

Вивірка конструкцій – це операція, що забезпечує точну відповідність положення монтованих конструкцій проектному. Вивірка може бути візуальною чи інструментальною.

- *Тимчасове закріплення конструкцій*

Тимчасове закріплення конструкцій – операція, що забезпечує їхню стійкість у проектному положенні на період вивірки і постійного закріплення.

Засоби тимчасового кріплення підрозділяються на індивідуальні й групові.

Індивідуальні засоби кріплення – клини, розчалки, підкоси, розпірки, кондуктори, фіксатори (рис. 9.1) застосовують для закріплення одиночних статично хитких монтажних елементів і конструкцій.

Групові засоби кріплення передбачають закріплення декількох статично хитких монтажних елементів і конструкцій. До цих засобів відносяться групові кондуктори і спеціальні пристрої.

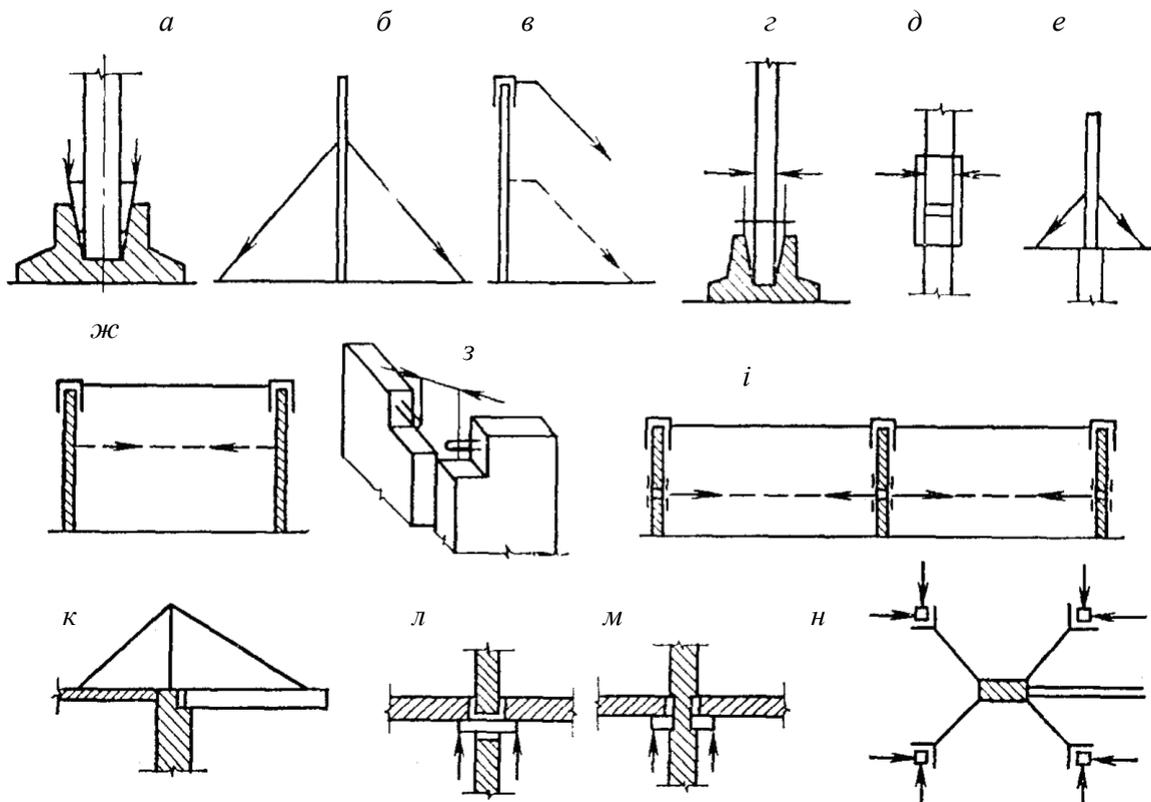


Рис. 9.1 – Тимчасове кріплення:

а – клинами; *б* – розчалюванням; *в* – підкосами; *г*, *д*, *е* – кондукторами; *ж* – розпірками;

з – розсувною скобою; *и* – горизонтальними шпангами з осьовими затисками, встановленими зверху конструкцій і через отвори; *к* – спеціальними пристроями; *л* – обпиранням на колону шляхом установки в отвір колони балки-чеки; *м* – те ж установкою обтискних пристроїв чи клинових опор; *н* – груповим кондуктором

- *Постійне закріплення конструкцій*

Постійне закріплення конструкцій забезпечує стійкість конструкції у проектному положенні на період виконання післямонтажних робіт і експлуатації. Постійне закріплення конструкцій (влаштування стиків) можна виконувати електрозварюванням заставних частин чи арматури, постановкою болтів або заклепок, замонолічуванням стиків бетоном і т.п.

- *Замонолічування стиків і швів. Механізація робіт*

Замонолічування стиків і швів виконують переважно при монтажі залізобетонних конструкцій для закріплення їх у проектному положенні, збереження міцності й стійкості на тривалий час і захисту конструкцій.

До замонолічування стиків приступають після перевірки правильності установки конструкцій, влаштування зв'язків між ними і проведення необхідного антикорозійного захисту металевих закладних деталей і з'єднань.

Способи замонолічування стиків і швів залежать від конструктивних особливостей елементів, що з'єднуються, і температури навколишнього повітря.

Традиційний спосіб замонолічування стиків і швів передбачає укладання бетонної або розчинної суміші безпосередньо встик чи опалубку розчинонасосами, баддями, поданими кранами, або вручну з наступним вібруванням.

Суміш, подану встик вільно (тобто не під тиском), ущільнюють глибинними і рідше зовнішніми вібраторами, що прикріплюються. Враховуючи невеликі розміри зазорів у з'єднаннях, застосовують глибинні вібратори з вібронаконечником діаметром 28 і 38 мм.

- *Вибір оптимального варіанта монтажного крана*

Прийнятий метод монтажу суттєво впливає на тривалість монтажних робіт.

Тривалість робіт. При визначенні тривалості робіт враховують витрати часу на установку конструкції кранами в проектне положення,

процес якого закінчується їх тимчасовим закріпленням, витрати часу на монтаж і демонтаж кранів, допоміжні пристрої, технологічні перерви в установці конструкцій (час на монтаж, пересування чи перестановку кондукторів, виконання інших видів робіт, для яких необхідно перервати установку конструкцій). Тривалість робіт у змінах можна визначити за формулою

$$T = T_m + T_n + T_y + T_m + T_\delta,$$

де T_m – тривалість монтажу, випробування крана, змін; T_n – тривалість монтажу допоміжних пристроїв, необхідних для роботи крана (шляхів, фундаментів, анкерів, естакад та ін.), якщо їхнє виконання затримує введення крана в експлуатацію чи перериває процес установки конструкцій, змін; T_y – тривалість установки конструкцій, змін; T_m – технологічні перерви в роботі, зв'язані з виробництвом інших видів робіт, змін; T_δ – тривалість демонтажу кранів і розбирання допоміжних пристроїв, застосовуваних для забезпечення роботи кранів, якщо виконання цих робіт затримує відкриття фронту для наступного виду робіт, змін.

У разі послідовної роботи декількох кранів значення T_m і T_δ при встановленні загальної тривалості робіт враховують для першого крана за умови, що тривалість T_m і T_δ наступних кранів сполучається з установкою конструкцій попередніми кранами. Якщо ж таке сполучення неможливе, значення цих величин враховують, крім першого, для тих наступних кранів, для яких такі процеси не можуть бути сполучені з установкою конструкцій попереднім краном. Значення T_m враховують для кожного крана, якщо технологічні перерви необхідні.

При сполученій роботі декількох кранів значення T_m і T_δ враховують тільки для першого крана. Для інших кранів ці процеси сполучають з установкою конструкцій попередніми кранами і на загальну тривалість робіт

не впливають. Значення T_m у цьому випадку враховують для першого крана, якщо технологічна перерва виникає на першій захватці, і в період роботи останнього крана. Тривалість установки конструкцій T_y визначають залежно від кількості кранів, послідовності й сполучення їхньої роботи.

З урахуванням впливу цих факторів розрізняють тривалість T_{yi} установки конструкцій одним краном, тривалість $T_{y ni}$ установки конструкцій декількома кранами, які працюють послідовно, тривалість $T_{y ej}$ установки конструкцій декількома j кранами, що включаються послідовно, після закінчення роботи попереднього крана на початковій захватці, які працюють сумісно.

Тривалість установки конструкцій одним краном визначають за формулою

$$T_{y1} = \sum \frac{P}{k \cdot Q_{ei}},$$

де P_i – обсяг робіт з монтажу конструкцій різного виду, шт.; k – коефіцієнт перевиконання норм приймається рівним 1,2; Q_{ei} – відповідна експлуатаційна продуктивність монтажного крана в зміну при установці конструкцій даного виду.

Використовуючи значення Q_{ei} ,

$$T_{yi} = \sum \frac{P_i \cdot t_{yi}}{1,2 \cdot 60 \cdot t_3 \cdot k_6} = \sum \frac{P_i \cdot t_{yi}}{590 \cdot k_6},$$

де P_i – обсяг робіт, які монтують, краном конструкцій, шт.; t_{yi} – тривалість циклу роботи крана при установці конструкцій даного виду, хв.; 1,2 – коефіцієнт перевиконання норм; t_3 – тривалість зміни, год.; при п'ятиденному робочому тижні – 8,2; k_6 – коефіцієнт використання робочого часу крана в зміну приймають для баштових кранів рівним 0,8, для стрілових

самохідних кранів – 0,85. Тривалість циклу роботи крана визначають за формулою

$$t_{\text{ци}} = \frac{H_{\text{кpi}}}{V_{\text{ни}}} + \frac{H_{\text{кpi}}}{V_{\text{oi}}} + \left(\frac{\alpha_i}{180 \cdot n} + \frac{L_{\text{ri}}}{V_{\text{ri}}} \right) \cdot k_c + \frac{L_{\text{ni}}}{P_i \cdot V_{\text{ki}}} + t_{\text{pi}},$$

де $H_{\text{кpi}}$ – висота підйому гака при установці кожного з видів конструкцій, м; $V_{\text{ни}}, V_{\text{oi}}, V_{\text{zi}}, V_{\text{ki}}$ – відповідно швидкість підйому та опускання гака, пересування вантажу по горизонталі чи пересування вантажного візка, пересування крана, м/хв.; α_i – середній кут повороту крана при монтажі кожного виду конструкцій, град; n – швидкість повороту крана, об/хв.; k_c – коефіцієнт сполучення операцій, рівний 0,75; L_{ri} – відстань переміщення вантажу по горизонталі, м;

L_{ni} – загальна довжина шляху пересування крана, включаючи холостий хід при виконанні даного обсягу робіт, м; t_{pi} – тривалість виконання ручних операцій, хв.

У разі послідовної роботи i кранів, коли кожний наступний кран починає роботу після закінчення роботи попереднього, тривалість установки конструкції кранами

$$T_{\text{yni}} = \sum \frac{P_{\text{ji}} \cdot t_{\text{uji}}}{590 \cdot k_{\text{ej}}},$$

де P_{ji} – обсяг робіт, шт., монттованих краном видів конструкцій; t_{uji} – відповідна тривалість циклу роботи крана, хв.; k_{ej} – коефіцієнт використання робочого часу крана.

При сполученій роботі j кранів, які включають послідовно, тривалість установки конструкцій визначають з урахуванням сполучення їх роботи. Можуть бути два випадки: тривалість роботи наступного крана більше або дорівнює тривалості попереднього, чи тривалість роботи наступного крана менше або дорівнює тривалості попереднього. У першому випадку наступні

крани включають відповідно через час t_1, t_2, \dots, t_{j-1} , роботи попереднього на початковій захватці (рис. 9.2, а). Якщо $T_{y1} \leq (t_1 + T_{y2}) \leq \dots \leq (t_{j-1} + T_{yj})$, то тривалість установки конструкції при сполученні роботи j кранів $T_{ycj} = t_1 + t_2 + \dots + t_{j-1} + T_{ycj}$ – тривалість установки конструкцій при суміщеній роботі j кранів, змін; t_1 – тривалість установки конструкцій на початковій захватці першим краном, змін; t_2 – тривалість установки конструкцій $j-1$ краном на початковій захватці, змін; T_{yj} – тривалість установки конструкцій останнім краном j сполучення на всій ділянці:

$$T_{ycj} = \sum \frac{P_{1i} \cdot t_{y1i}}{590 \cdot k_{e1}} + \sum \frac{P_{2i} \cdot t_{y2i}}{590 \cdot k_{e2}} + \dots + \sum \frac{P \cdot (j-1) \cdot it_y \cdot (j-1) \cdot i}{590 \cdot k_e \cdot (j-1)} + \sum \frac{P_{ji} \cdot t_{yji}}{590 \cdot k_{ej}},$$

де P_{1i}, \dots, P_{ji} – обсяг робіт, шт., елементів, які монтують, $1, 2, \dots, (j-1)$ кранами видів конструкцій на одній захватці і j краном на своїй ділянці; при підйомі конструкцій пакетами – кількість підйомів; t_{y1i}, \dots, t_{yji} – тривалість циклів роботи кранів при установці відповідних видів конструкцій; k_e, \dots, k_{ej} – коефіцієнти використання робочого часу відповідних кранів.

Якщо крани працюють послідовно, один за одним, у формулу вставляють

повні обсяги P_{ji} , виконувані цими кранами, всі інші дробові члени будуть рівні 0. Якщо $T_{y1} \geq (t_1 + T_{y2}) \geq \dots \geq (t_{j-1} + T_{yi})$, то початок роботи наступного крана повинен бути відповідно зрушений відносно початкової захватки на величину $t_{x1}, t_{x2}, \dots, t_x \cdot (j-1)$ з метою забезпечення для нього фронту робіт на кінцевій захватці (рис. 9.2, б).

У цьому разі $T_{ycj} = T_{y1} + t_1 + \dots + t_{j-1}$, тобто тривалість установки конструкцій визначають залежно від тривалості установки конструкцій першим краном і тривалості роботи інших кранів на кінцевих захватках.

Трудомісткість одиниці обсягу робіт (1 т; 1м³) у люд.-змін. Установки конструкцій j кранами

$$\theta_c = \frac{\sum_j \cdot (\theta_{y_j} + \theta_{T_j} + \theta_{m_j} + \theta_{\epsilon_j} + \theta_{\delta_j} + \theta_{n_j})}{\sum_j \cdot \sum_i \cdot P_{ji} \cdot G_i},$$

де θ_{y_j} – трудомісткість установки конструкцій, люд.-змін.; θ_{T_j} – трудомісткість транспортування (перебазування) крана до місця робіт, люд.-змін.; θ_{m_j} – трудомісткість монтажу крана, люд.-змін.; θ_{ϵ_j} – трудомісткість монтажу і розбирання пристроїв, люд.-змін.; θ_{δ_j} – трудомісткість пробного пуску крана, люд.-змін.; P_{ji} – кількість видів конструкцій, монттованих кожним краном, шт.; G – маса, т, або обсяг, м³, одного елемента

$$\theta_{y_j} = \sum_i \frac{P_{ji} \cdot N_i}{1,2 \cdot Q_{\epsilon_{ji}}} = \sum_i \frac{P_{ji} \cdot t_{y_{ji}} \cdot N_i}{590 \cdot k_{\epsilon_j}},$$

де N_i – кількість робітників у ланці при установці відповідного виду конструкцій, в тому числі машиністів кранів.

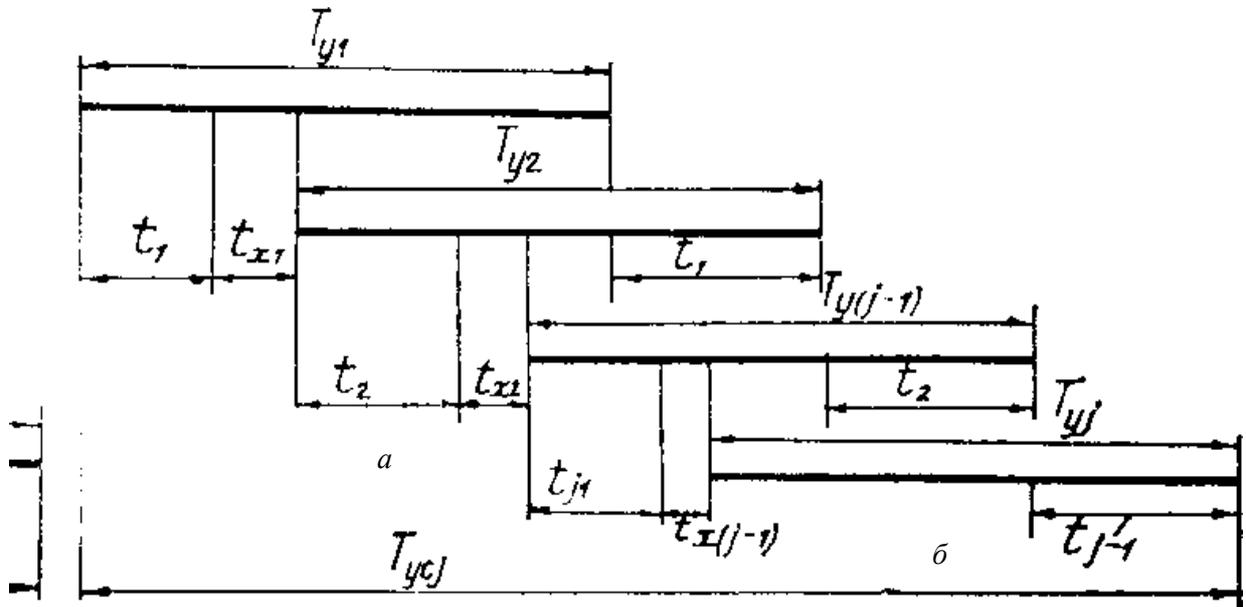


Рис. 9.2 – Визначення тривалості установки конструкцій при сполученій роботі кранів:

a – з умов роботи на початковій хватці; b – на кінцевій хватці

Лекція 10. МЕХАНІЗАЦІЯ ДЕМОНТАЖНИХ РОБІТ ПРИ РЕМОНТІ І РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД. ВИБІР МАШИН ТА МЕХАНІЗМІВ

10.1. Загальний порядок демонтажу

При ремонті і реконструкції будівель та споруд, демонтаж і розбирання будівельних конструкцій виконують у зв'язку з їх фізичним, моральним станом, або відновленням окремих частин та цілих конструкцій.

Під фізичним зношенням конструкцій розуміють втрату будівлею або спорудою протягом часу стійкості, міцності, теплоізоляційних та інших властивостей.

Фізичне зношення будівель і споруд є важливим фактором при встановленні обсягу витрат на проведення ремонтних робіт.

Моральне зношення будинків, споруд, інженерного устаткування настає незалежно від фізичного стану, а в основному залежить від науково-технічного прогресу в галузі, де використовують споруду, і в будівництві.

Реконструкція будівель або споруд – це комплекс ремонтно-будівельних робіт, які направлені на перевлаштування або відтворення окремих конструктивів, можливо всієї будівлі, з метою подовження строку подальшої дії експлуатації, або заміну функціонального призначення.

За характером ремонтно-будівельних і монтажних робіт, які виконують, реконструкцію розділяють: зі зміною і без зміни об'ємно-планувального рішення; без заміни і зміцненням несучих конструкцій; із заміною та зміцненням несучих конструкцій; з необмеженою та обмеженою можливостями застосування засобів механізації; зі значним і незначним обсягом ручних робіт.

10.2. Способи демонтажу будівельних конструкцій

Демонтаж будівельних конструкцій при ремонті і реконструкції будівель та споруд – це процес видалення конструкцій в незруйнованому вигляді з використанням вантажопідійомних, такелажних, транспортних засобів та ручних механізмів.

Розбирання і демонтаж будівельних конструкцій з урахуванням умов проведення робіт здійснюють двома способами: поелементно або укрупненими блоками.

Поелементно конструкції розбирають з метою їх повторного використання, для чого застосовують ручні машини або виконують роботу вручну.

Вручну розбирають інженерне обладнання, або конструкції, які виконані із матеріалів, які можливо повторно використати. Процес демонтажу трудомісткий і мало продуктивний, рівень механізації низький.

Розбирання і демонтаж укрупненими блоками порівняно з поелементним розбиранням має ряд переваг: знижується трудомісткість робіт на 10-15%, зменшується час виконання робіт, підвищується рівень безпеки та механізація робіт. Але конструктивні та архітектурно-планувальні рішення щодо будинку чи споруди обмежують застосування цього методу. Не завжди можливо раціонально вирішити питання механізації демонтажних робіт.

Виконання робіт демонтажу з конструкції відносять до робіт з підвищеною небезпекою.

Демонтаж будівельних конструкцій та інженерного устаткування будівель повинен виконуватися відповідно до проекту виконання робіт з дотриманням вимог безпеки.

Проект виконання робіт з демонтажу конструкцій та устаткування включають до загального проекту виконання робіт з капітального ремонту об'єкта.

У календарному плані проекту виконання робіт на капітальний ремонт будівель та споруд необхідно вказувати обсяг демонтажних робіт, трудомісткість, послідовність та термін їх виконання. Обґрунтовується потреба в машинах, інструментах та обладнанні для демонтажних робіт і проводиться в загальній відомості потреб в машинах, інструментах та обладнанні. Місця складування матеріалів від демонтажу та розробки вказується на будівельному плані.

Прийняті методи виконання демонтажних робіт складаються в пояснювальній записці і обґрунтовуються.

До початку робіт з демонтажу повинні проводитися наступні підготовчі роботи: улаштування огорожі об'єкта капітального ремонту тимчасовою огорожею з козирком; визначення місця входу робітників; відключення інженерних мереж; влаштування необхідних для ведення робіт під'їзних шляхів; установлення, налагодження будівельних машин; обладнання санітарно-побутових приміщень для робітників.

Перед початком роботи необхідно провести огляд будівельних конструкцій та елементів інженерного обладнання, що підлягають демонтажу, а також прийняти рішення, щодо запобігання обваленню конструкцій в процесі виконання робіт.

Особливу увагу слід звернути на стан конструкцій та елементів споруди суміжних та тих, що підлягають розбиранню, на стан зв'язків між ними, їх стійкість та надійність.

Демонтаж будівельних конструкцій – це складний будівельний процес, який виконують у стислих умовах, коли не завжди можливо використати вантажопідйомну техніку.

До демонтажу і розбирання конструкцій слід приступати після передачі об'єкта ремонту замовником підрядчику, по завершенні необхідних підготовчих заходів: встановлення місць; поелементного або блокового демонтажу конструкцій; розробка схеми їх видалення; влаштування тимчасових кріплень конструкцій, тимчасових огорож, настилів і захисних козирків.

У першу чергу демонтують технологічне і спеціальне обладнання, електричні й слабкострумові мережі.

Розбирання конструкцій проводять зверху вниз у такому порядку: 1 – інженерні комунікації, трубопроводи; 2 – горизонтальні конструкції (дахові перекриття, підлоги); 3 – вертикальні конструкції (перегородки, двері, вікна); 4 – спеціальні конструкції (сходи, площадки, пандуси); 5 – несучі

конструкції горизонтальні (ферми, перекриття, ригелі, балки); 6 – несучі конструкції вертикальні (стілки, колони, стояки); 7 – фундаменти.

- *Технологія демонтажу конструкцій*

Дахи. Демонтаж конструкцій даху починається з демонтажу теле- й радіоантен, ліній зв'язку та інших надбудов, якщо вони в аварійному стані, чи створюють складності при проведенні робіт. Далі починають розбирати покрівлю.

- *Розбирання сталеві покрівлі*

Розбирання сталеві покрівлі починають зі зняття покриття біля труб та інших частин, що виступають. Потім знімають покриття лазів та слухових вікон. Після цього розбирають рядове покриття. Рядове покриття розбирають двома способами: розкривають стоячий фальц по коньку, потім розкривають стоячий фальц крайнього ряду або один із середніх фальців по всьому скату покрівлі. Якісні листи покрівельної сталі можна повторно використати.

За наявності парпетної решітки, рядове покриття розбирають до місця його встановлення. Демонтаж парпетної решітки, зняття покрівельного покриття від решітки до піддашся, включаючи лотки та розжолобки, рекомендується виконувати з рівня дахового перекриття після розбирання лаг.

- *Розбирання покрівлі із хвилястих асбесто-цементних листів*

Покрівлю із хвилястих асбесто-цементних листів розбирають в послідовності, зворотні їх влаштуванню. В зоні роботи укладають дерев'яні сходи й майданчики. Роботи виконують ланками з двох робітників, один робітник знаходиться на даху, а другий внизу, на даховому перекритті. Розбирання перекриття починається із звільнення листів від кріплення, здійсненого шурупами. Після видалення кріплення знімають елементи гребеня.

Покриття елементів асбесто-цементної покрівлі виконані з покрівельної сталі, знімають після видалення асбесто-цементних деталей. Усі

асбесто-цементні деталі спускають на дахове перекриття, сортують та після укладки контейнери вивозять.

- *Розбирання рулонного покриття даху*

Рулонну покрівлю знімають разом з утеплювачем. Для зняття рулонного покриття на бітумній мастиці його нарізають на смуги завширшки 80-100 см. Нарізання здійснюють від конька до карнизу незалежно від того, в якому напрямку укладені смуги покрівлі. Смуги скачують у рулони і транспортують до місця складування.

- *Демонтаж даху*

Початок демонтажу даху виконують таким чином – після розбирання покрівлі розбирають обрешітку, лаги, стропила.

Розбирання нахилених стропил проводиться за принципом видалення елементів даху в такій послідовності: розбирають підкоси; стропильні ноги; верхній опорний брус; стійки; нижній опорний брус; мауерлат.

Висячі стропила ферми розбирають після того, як по чергово проведено звільнення від зв'язок, брусків, лаг. Дерев'яні будівельні конструкції можна демонтувати повністю за допомогою вантажопідйомних машин та механізмів з використанням стропуючих пристроїв.

- *Демонтаж перекриття*

При ремонті будинків заміну старих дерев'яних, бетонних та інших перекриттів новими, починають з розбирання чистої підлоги (попередньо знявши плінтуси), видалення лаг. Демонтаж дерев'яних перекриттів складається з видалення засипки, укладаючи її в бункер приймача, розбирання накату, підшивки стелі та балок. Балки, не закладені в стінах стропують та прибирають, як елементи, що лежать вільно. Балки, закладені в стіни, розбирають в такій послідовності: розширюють гнізда; звільняють кінці балок, відгинаючи металеві анкери; стропують балку двовитковим стропом за допомогою баштового крану і виводять із гнізд.

Демонтаж перекриття можливо виконувати блоками або елементами. Блок створюється шляхом відділення його деталей від закріплювальних елементів. Блок з двох балок стропують чотиривітковими стропами з захватами, обрізають кінці балок і транспортують до місця складування або на транспорт.

- *Демонтаж залізобетонних перекриттів*

До початку робіт встановлюють конструкцію перекриття, що демонтується, напрямком робочого прольоту, головні та другорядні балки.

Під час демонтажу залізобетонних перекриттів повинен дотримуватися наступний порядок розбирання елементів: розбирають плити; другорядні балки; головні балки. Розбирання плит проводять смугами розміром до 300 мм. В напрямку робочого прольоту спочатку відбійними молотками розвалюють бетон. Розбирання балок може починатися тільки після розбирання для другорядних балок плити, а для головних – плити і другорядні балки.

Послідовність розбирання балок: спочатку під балку підводять тимчасові опори; пневматичними молотками біля опор розривають арматуру; перерізають відкриту арматуру; балку стропують двовітковими стропами та видаляють баштовим краном.

- *Розбирання підлоги*

Розбирання дощатої підлоги починають з відриву плінтусів. Розпочинають розбирання покриття підлоги з боку найбільш віддаленого від входу. Під час розбирання дощатих підлог на перекриттях по дерев'яних балках і вкладених на них лагах демонтаж лаг здійснюють з переносного дощатого настилу. Під час розбирання підлоги з бетонним перекриттям, після зняття лаг, повинні зніматися та видалятися з перекриття звукоізоляційні стрічкові прокладки.

Розбирання підлоги зі щитового паркету повинно виконуватися цілими щитами, починаючи зі сторони, яка має відкритий паз. Розбирання лаг розпочинають з відривання ригелів від лаг, потім розбирають лаги. При

розбиранні використовують механізований ручний інструмент. Розбирання підлоги з окремих паркетних планок розпочинають з відривання плінтусів, потім відривають паркетні планки першого ряду; а потім – наступних рядів. Монолітну цементно-піщану або асфальтобетонну стяжку розбивають відбійним молотом або молотом.

- *Демонтаж стін*

Стіни розбирають у випадках, коли необхідно зробити додатково дверні або віконні прорізи, або зміцнити окремі ділянки. Цегляні стінки раціонально розбирати блоками. Блоки стін відокремлюють відбійними молотками, підтримуючи їх вантажопідйомними механізмами.

Демонтаж стінових панелей багатопверхових будинків здійснюють за чергою на кожному поверсі. Спочатку відбійними молотками розбирають монолітний шов по контуру панелей. Потім її стропують, обрізають закладні деталі. Звільнену панель за допомогою монтажного крану укладають в транспортну машину.

10.3. Техніка безпеки при демонтажних роботах

При демонтажу конструкцій та розбиранні, забороняється проводити роботу в двох та більше ярусах по одній вертикалі.

Перебування людей на нижчих поверхах на захваті, де проводять роботи – забороняється.

Границі небезпечних зон визначають відстанню від горизонтальної проекції траєкторії максимальних габаритів вантажів, що переміщуються, або відстанню від споруди. При висоті можливого падіння предмета до 20 м – ці відстані складають 7,0 та 5,0 м.

Робочі місця та проходи до них на висоті 1,3 м і більше повинні бути огорожені інвентарним огороженням заввишки не менше 1,1 м.

Стропування елементів та конструкцій, що стропуються, повинно виконуватися інвентарними стропами.

Лекція 11. КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ І АВТОМАТИЗАЦІЯ БЕТОННИХ РОБІТ ПРИ БЕТОНУВАННІ КОНСТРУКЦІЙ

11.1. Загальні положення

Бетон і залізобетон знаходять широке застосування при зведенні будинків і споруд різного призначення. Конструкції з цього матеріалу мають високу міцність, довговічність і стійкість до впливу навколишнього середовища. За способом виконання робіт розрізняють збірні, монолітні й збірно-монолітні конструкції. Збірні монтують з деталей, виготовлених у заводських умовах. Монолітні конструкції зводять безпосередньо на будівельному майданчику, укладаючи бетонну суміш в опалубку з арматурою. Монолітний бетон ефективно застосовують при зведенні масивних споруд і конструкцій, багатоповерхових громадських і житлових будинків, споруд спеціального призначення, а також об'єктів у сейсмічно-небезпечних районах.

Зведення конструкцій з монолітного бетону пов'язане з істотними витратами праці. Найбільш трудомісткими є опалубні й бетонні роботи, що складають відповідно 35-40 і 20-30% від загальних витрат праці, арматурні – 15-20%. Тому важливим завданням є удосконалення проектних і конструктивних рішень, а також техніки і технології виконання бетонних і залізобетонних робіт.

11.2. Структура комплексного процесу зведення монолітних залізобетонних конструкцій

Комплексний процес бетонування конструкцій складається з взаємозалежних між собою заготівельних, транспортних і монтажних-укладальних робіт (рис. 11.1).

До складу заготівельних процесів входять роботи з: виготовлення елементів опалубки, додаткових механізмів і пристроїв до неї; заготівлі арматури; виготовлення каркасів і арматурно-опалубних блоків, а також приготування бетонної суміші. Такі процеси здійснюють на заводах або на спеціально оснащених ділянках в умовах будівельного майданчика.

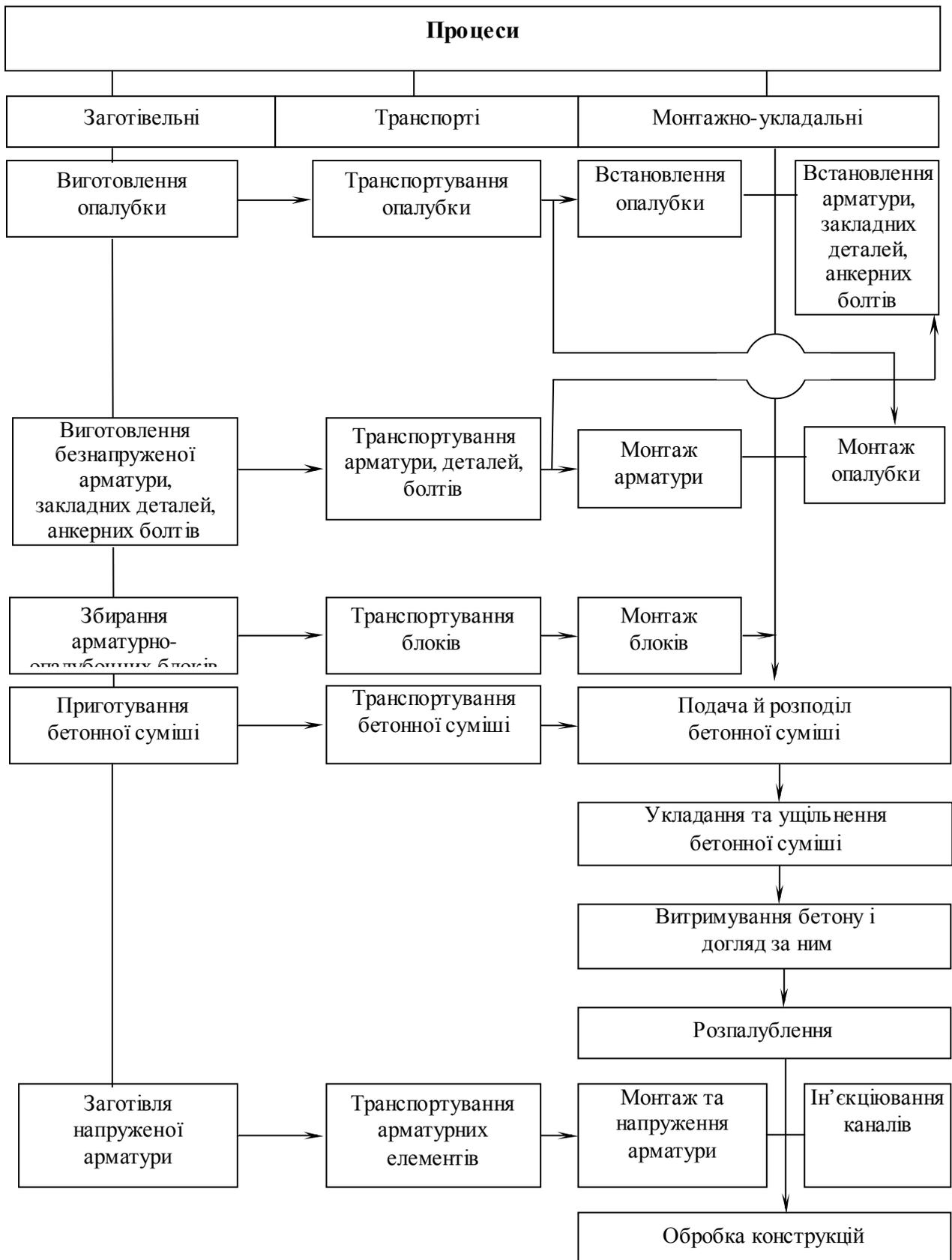


Рис. 11.1 – Схема комплексного процесу зведення монолітних залізобетонних конструкцій

Опалубку, арматуру і бетонну суміш до об'єктів, що зводяться, доставляють різними видами транспорту.

До основних монтажних-укладальних процесів, які виконують безпосередньо на будівельному майданчику, відносяться: установка опалубки, арматури, монтаж арматурних і арматурно-опалубних блоків, подача, розподіл, укладання та ущільнення бетонної суміші, догляд за бетоном, монтаж і натяг арматури, ін'єкціювання каналів (при зведенні попередньо напружених конструкцій), розпалублення, контроль якості та обробка поверхонь конструкцій.

- *Призначення, види опалубки і вимоги до неї*

Опалубку треба розглядати як допоміжну тимчасову конструкцію, яка забезпечує форму, розміри і розташування (відповідно до проекту) елементів будинків і споруд, які необхідно забетонувати.

Опалубка повинна відповідати таким вимогам: бути міцною і технологічною (легко встановлюватися, розбиватися, не створювати перешкод установці арматури й укладанню бетонної суміші), не змінювати форми в проектному положенні, сприймати технологічні навантаження і тиск бетонної суміші без зміни геометричних розмірів, не мати щілин і зазорів, забезпечувати високу якість поверхні.

У технології бетонних робіт слід розглядати "опалубні системи", які є сукупністю основних елементів опалубки і додаткових механізмів і пристроїв, що забезпечують задане геометричне положення і стійкість, необхідну швидкість бетонування, комплексну механізацію монтажу, демонтажу і розпалублення, транспортування по горизонталі й вертикалі, швидке збирання і роз'ємність елементів, необхідну оборотність (довговічність) і технологічну гнучкість – уніфікацію (модульність). Важливим показником опалубних систем є технологічність, що оцінюється трудомісткістю монтажу, демонтажу транспортування.

Залежно від конструктивних рішень, а головне від матеріалу опалубок, їх оборотність коливається в широких межах: 100 ... 200 циклів для опалубок з металу і пластмас, 30...50 циклів – з фанери і до 20 – з деревини.

Раціональними є комбіновані конструкції опалубок. Останнім чином використовують опалубки з алюмінію. Маса алюмінію на 65% менше сталі, тому опалубні щити з нього мають меншу масу, а межа міцності на розтяг в 6...10 разів вища, ніж у деревини.

Дерев'яні або фанерні опалубки мають високу матеріалоемність і невисоку оборотність. Тому недоцільно використовувати підтримуючі елементи опалубки з деревини.

З розвитком хімії полімерів широко використовують пластмасові опалубки. Вони мають високу міцність при статичному навантаженні, стійкість проти стирання і хімічну сумісність з бетоном. Цим вимогам найбільше відповідають пластмаси, армовані скловолокном. Опалубки з полімерних матеріалів відрізняються невеликою масою, стабільністю форми і стійкістю проти корозії.

За конструктивними ознаками опалубку розділяють на розбірно-переставну, дрібнощитову, уніфіковану розбірно-переставну, підйомно-переставну, ковзну, котючу, незйомну – опалубку-оздоблення (рис. 11.2).

Розбірно-переставна дрібнощитова опалубка складається з інвентарних щитів, коробів, хомутів, кружал, підтримуючих елементів і кріплень (рис. 11.2, *a*). Щити опалубки виготовляють з дошок (25...30 мм) з обшиванням внутрішньої формуючої поверхні водостійкою фанерою, покрівельною сталлю, пластиком і т.п. Збирання щитів опалубки виконують за допомогою хомутів, болтів або клинів. Таку опалубку використовують при зведенні різнотипних конструкцій різного обрису фундаментів, колон, балок, плит перекриття, перегородок та інших елементів будинків і споруд.

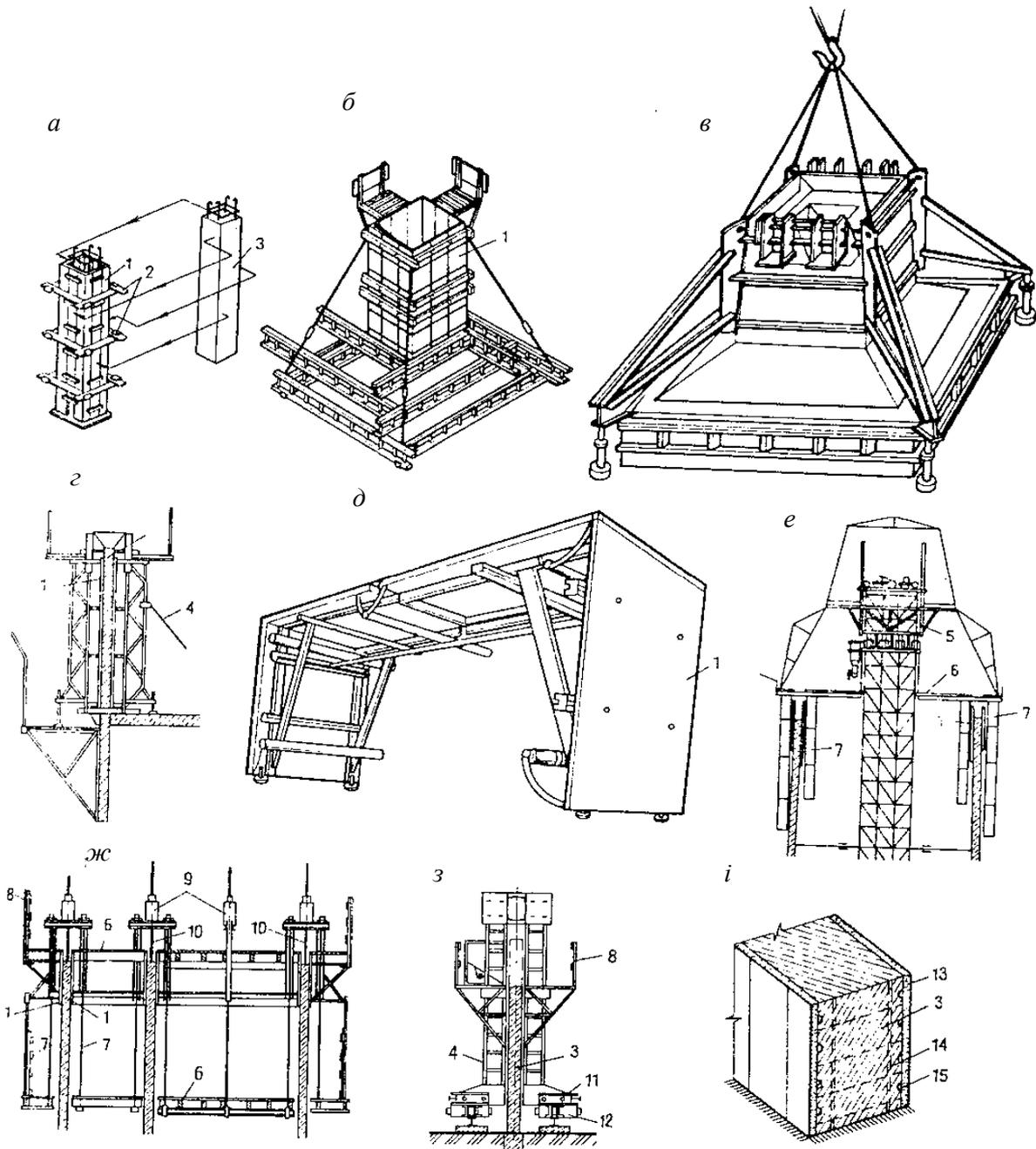


Рис. 11.2 – Види опалубки:

a – розбірно-переставна; *б* – опалубка ЦНДІОМТВ; *в* – блок-форма для влаштування фундаментів під колони; *г* – великощитова; *д* – об'ємно-переставна; *е* – підйомно-переставна; *ж* – пересувна ковзна; *з* – пересувна котюча; *и* – опалубка-оздоблення;

1 – щити опалубки; 2 – хомути; 3 – забетонowana частина конструкцій; 4 – підтримуючі конструкції; 5 – підйомник; 6 – робочий настил; 7 – підвісні риштування; 8 – огороження; 9 – домкрати; 10 – домкратні стержні; 11 – в'язки; 12 – котки; 13 – опалубка-облицювання; 14 – арматурний каркас; 15 – анкеруючі петлі

Уніфіковану розбірно-переставну опалубку конструкції ЦНДІОМТВ збирають з уніфікованих щитів (рис. 11.2, б), виготовлених з металу, деревини або сполучення цих матеріалів. Щити сталеві опалубки складаються з рами, виготовленої зі швелерів чи куточків, і опалубки, для виконання якої використовують листову сталь товщиною 2 мм. Оборотноість такої опалубки складає 200 разів, тоді як дерев'яної – не більше 15 разів.

Така конструкція дозволяє збирати великорозмірні площинні панелі площею до 35 м² і просторові блоки з окремих уніфікованих елементів. Застосування уніфікованої розбірно-переставної опалубки дозволяє знизити трудомісткість і скоротити терміни проведення опалубних робіт.

Блокова опалубка (рис. 11.2, в) являє собою тверду, суцільнозйомну сталеву блок-форму, виконану нероз'ємною і переналагоджуваною, застосовану при бетонуванні однотипних фундаментів, об'ємних елементів стін, ліфтових шахт, конструкцій, які стоять окремо у вигляді колон, ростверків і т.п. Таку опалубку встановлюють і знімають при розпалубленні краном.

Великощитову опалубку (рис. 11.2, г) збирають з великих опалубних панелей, розташовуваних за периметром стін, що бетонують, однієї захватки або всього поверху. Для зведення будинків з різними планувальними рішеннями виготовляють панелі декількох типорозмірів, які розрізняються за довжиною шириною й залежно від висоти поверху. Монтують і демонтують таку опалубку за допомогою стрілових і баштових кранів.

Об'ємно-переставна (тунельна) опалубка складається з *П*-подібних секцій, що збираються в блок, відповідно до ширини і висоти поверху будинку. Кожна секція складається з трьох шарнірно-з'єднаних панелей – дві бокові й одна верхня (рис. 11.2, д). Верхню панель використовують при бетонуванні перекриття, а бокові – для внутрішньої опалубки стін. У цьому випадку з фасадної сторони стін встановлюють великощитову опалубку. Секції об'ємно-переставної опалубки мають механізми для відриву від поверхні бетону, а також пристрої для викочування й установки їх у проектне положення. Монтують такі секції краном, а демонтують з висотних

риштувань, після їхнього викочування або через проріз у перекритті, використовуючи ту ж вантажопідйомну машину. Оборотноість опалубки досягає 200 циклів.

Об'ємно-переставну опалубку застосовують для зведення багатоповерхових житлових і громадських будівель великої довжини з поперечними несучими стінами і фасадними, які виконують зі збірних панелей.

Підйомно-переставну опалубку успішно використовують для зведення висотних споруд зі змінним поперечним перерізом. До таких об'єктів відносять димарі, градирні, телевежі та ін. (рис. 11.2, е). У середині таких споруд установлюють шахтний підйомник, що забезпечує подачу арматури, опалубки і бетонної суміші. На підйомник спирається підйомна голівка, що складається з робочої площадки опалубки, підвісних риштувань і огорожень. Опалубку збирають із зовнішніх і внутрішніх щитів, які утворюють кільцеву форму.

Стіни споруди бетонують поярусно (2,5 м).

Після того, як бетон досягне необхідної міцності, опалубку переставляють на розташований вище ярус, використовуючи шахтний підйомник. При зміні поперечного перерізу ярусу, що бетонується, в результаті підйому, елементи опалубки частково розбирають.

Ковзну опалубку застосовують для бетонування вертикальних конструкцій будинків і споруд з компактним периметром і незмінним перерізом по висоті (стін висотних будинків, ядер жорсткості, силосних банок елеваторів та ін.) Опалубка має внутрішні й зовнішні щити (рис. 11.2, ж), підвішені до домкратних рам, розташованих через 1,5...2 м за периметром будівлі, на яких улаштовують робочий настил і закріплені підвісні риштування. Таку систему піднімають за допомогою домкратів, які, переміщаючись нагору на домкратних стержнях, захоплюють за собою опалубку. Сталеві домкратні стержні встановлюють (на відстані 1,5...2 м один від одного) у товщі конструкції, яка бетонується.

Швидкість підйому опалубки визначають з умови досягнення бетоном необхідної розпалубочної міцності і може досягати 3...4 м/доб.

Котюча опалубка призначена для будівництва лінійно-протяжних споруд водоводів, колекторів, тунелів, циліндричних зводів і т.п. З набуттям бетоном заданої міцності опалубку пересувають на візках у горизонтальному напрямку (рис. 11.2, з). Такий процес виконують при зведенні бетонних і залізобетонних стін постійного і змінного перерізу товщиною 12...60 см і висотою до 6 м.

Незнімну опалубку використовують при зведенні конструкцій без розпалублення, створенні облицювання тепло- і гідроізоляційного призначення, архітектурної виразності і т.п. (рис. 11.2, і). Зовнішні грані опалубки встановлюють врівень з гранями конструкцій. Для надійного зчеплення з бетоном конструкції, внутрішні поверхні повинні бути шорсткуватими і зволожуватися перед бетонуванням, а також мати анкерні випуски. Протилежні щити конструкції з'єднують тяжами або скрутками.

- *Види арматури, арматурних виробів та їх монтаж*

У залізобетонних конструкціях арматуру розташовують у розтягнутій зоні для сприйняття розтягуючого напруження. Сполучення бетону і сталеві арматури забезпечує високу міцність конструкції при стиску, розтягу й вигині. У деяких випадках арматуру використовують для посилення бетону проти стискальних зусиль для сприйняття усадочних, температурних, транспортних та інших тимчасових і постійних навантажень.

За призначенням арматуру залізобетонних конструкцій поділяють на робочу, яка сприймає головним чином розтяжні зусилля, що виникають у процесі експлуатації конструкції, розподільну – для розподілу зусиль між робочою арматурою, закріплення стержнів у каркасі й забезпечення їхньої спільної роботи, а також для сприйняття поперечних зусиль.

Залізобетонні конструкції армують арматурними виробами заводського виробництва; плоскими й гнутими сітками, плоскими й просторовими каркасами й різними типами закладних деталей.

Деякі арматурні вироби уніфіковані, а їхнє виробництво централізоване. До них відносять важкі й легкі сітки. Їх виготовляють у вигляді плоских елементів і в рулонах. Довжина плоских сіток – до 9 м, рулонні сітки виконують шириною від 1 до 3,8 м і масою рулону від 900 до 1300 кг.

Зведення монолітних залізобетонних вертикальних конструкцій, фундаментів, стін, колон та ін. пов'язане з виконанням великого обсягу арматурних робіт. Їх армують просторовими чи плоскими каркасами.

Процес монтажу таких виробів передбачає такі технологічні операції: розвантаження і подача арматурних виробів у зону роботи крану, установка в проектне положення і з'єднання стиків зварюванням, перевірка якості робіт і здачі до наступних робіт.

Відомий ряд способів, які полегшують монтаж арматури. Так, арматурні каркаси колон установлюють при опалубці, відкритій з однієї чи з двох сторін.

Каркаси опускають в опалубку зверху. Вертикально стержні з'єднують з випусками арматури фундаменту, використовуючи отвори, розташовані в нижній бічній частині опалубки колон.

Важкі каркаси фундаментів монтують монтажними кранами згідно з технологічною схемою.

- *Основні схеми механізації бетонних робіт при зведенні монолітних конструкцій*

При зведенні монолітних конструкцій транспортування, подачу і укладання бетонної суміші можна виконувати з використанням комплектів машин та устаткувань за наступними схемами:

- автотранспортом з розвантаженням у бункери й бадді, з наступною їх подачею на захватку баштовим або стріловим краном;
- автотранспортом, який установлюють під невеликим нахилом до бетонної конструкції, суміш подають віброжолобом;

- автобетоновозами або автобетонозмішувачами з розвантаженням бетонної суміші в ківш самохідного бетоноукладача і наступною подачею конвеєром в опалубку;
- автобетоновозами або автобетонозмішувачами з розвантаженням бетонної суміші в бункер бетононасосу (пересувного, стаціонарного або автобетононасосу) і наступним транспортуванням суміші по трубопроводах на захватку в опалубку.

Вибір раціональної схеми залежить від прийнятої технології зведення монолітних залізобетонних конструкцій, їх виду, розташування у просторі геометричних розмірів та характеристик. Досвід показав, що транспортування бетонної суміші і подача її в опалубку за допомогою бетононасосних установок є найбільш ефективним способом в технології монолітного будівництва. Сучасні бетононасосні установки забезпечують безперервну подачу бетонної суміші по трубах, на відстань 2050...350 м по горизонталі, 50...100 м по вертикалі, продуктивність складає 3...30 м³/год.

Лекція 12. ВИБІР КОМПЛЕКТІВ МАШИН ТА МЕХАНІЗМІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ, ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ПОДАВАННЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ

12.1. Приготування бетонних сумішей, механізація робіт

Бетонну суміш готують на заводах або на інвентарних будівельних (приоб'єктних) і пересувних мобільних установках. Заводи забезпечують сумішшю будівельні об'єкти, що знаходяться в радіусі до 30 км. Їхня потужність складає 100-200 тис. м³ на рік. Такі підприємства економічно виправдані в умовах, при яких у районі їхньої дії гарантоване споживання продукції протягом 10-15 років. Можливе приготування сухих бетонних сумішей, які доставляють автотранспортом на зволожені об'єкти, переробляють їх в авто-бетонозмішувачах під час транспортування, або на

будівельних бетонозмішувальних установках.

Інвентарні будівельні бетонозмішувальні установки використовують при розташуванні об'єктів зведення будівель і споруд за межами радіуса дії бетонних заводів і їх потреби в бетонній суміші складає до 70 м³/доб. Такі установки містять бетонозмішувачі, вагові дозатори і склади заповнювачів.

Автоматизовані мобільні бетонозмішувальні установки скомпоновані на спеціальному напівпричепі, продуктивність яких становить до 30 м³/год, їх установки вигідно використовувати на великих розосереджених об'єктах, розташованих за межами технологічних можливостей бетонних заводів.

За способом компоновання технологічного устаткування і напрямком подачі складових бетонні заводи й установки мають одноступінчасту і двоступінчасту схеми (рис. 12.1). На заводах з одноступінчастою схемою використовується гравітаційний принцип руху складових бетонної суміші через систему дозаторів до бетонозмішувачів. Такі схеми вигідні при витраті бетонної суміші понад 25-35 м³/год. За способом приготування і видачі бетонної суміші розрізняють заводи й установки циклічної і безупинної дії. Останні мають велику продуктивність і використовують їх, як правило, при великих і зосереджених обсягах бетонних робіт.

Для забезпечення точної відповідності бетонної суміші проектним складам дозування роблять за масою.

Прогресивною є роздільна технологія приготування бетонної суміші. Суть її полягає в тому, що до існуючого устаткування додатково встановлюють швидкісні змішувачі-активатори, в яких приготують цементне тісто з використанням дрібно меленого мінерального наповнювача. Потім склад подають в основний бетонозмішувач і перемішують із заповнювачами. Роздільна технологія приготування бетонної суміші дозволяє заощаджувати від 10 до 30% цементу. Отримані суміші менше піддаються розшаруванню, мають більш високі показники щільності, однорідності, водонепроникності, морозостійкості, міцності на розтяг і вигин. Разом з тим суміші відзначаються уповільненим схоплюванням, тому їх треба витримувати протягом 2-3 год. до термообробки бетону.

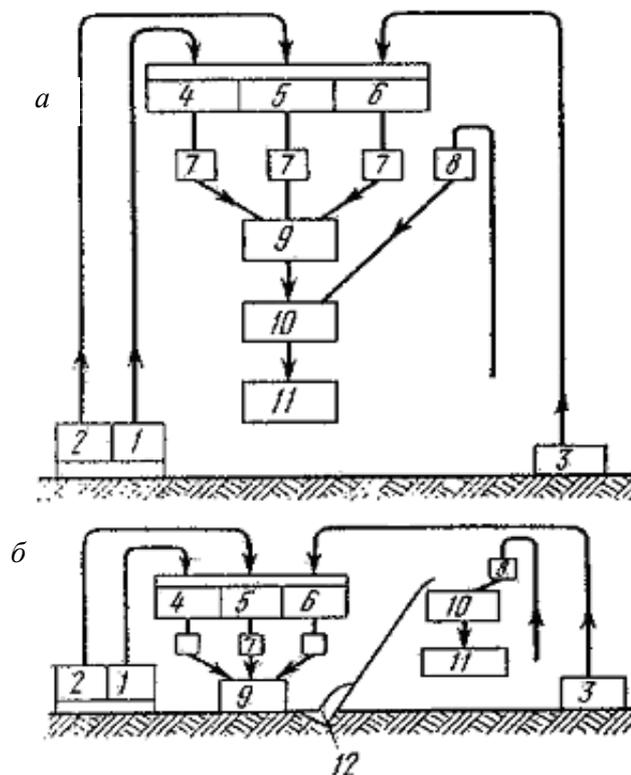


Рис. 12.1 – Компонування бетонозмішувальних заводів і установок:

- а – одноступінчата схема (вертикальна); б – двоступінчата схема (партерна);
 1 – склад щебеня; 2 – склад піску; 3 – склад цементу; 4 – видатковий бункер щебеня;
 5 – видатковий бункер піску; 6 – видатковий бункер цементу; 7 – дозатори;
 8 – дозатор для води; 9 – збірний бункер або завантажувальний ківш;
 10 – бетонозмішувачі; 11 – роздавальний бункер; 12 – ківш скіпового підйомника

12.2. Транспортування та подавання бетонних сумішей, механізація робіт

На будівельний майданчик бетонну суміш транспортують: спеціальними автомобілями, конструкція кузова яких повинна забезпечити схоронність суміші при рухові, зручне розвантаження і легке очищення. До них відносяться: автомобіль-самоскид, який застосовують при перевезенні бетонної суміші на відстань до 30 км і розвантаженні безпосередньо в опалубку бетонованої конструкції або в баддю з наступною подачею краном;

автобетоновози, які мають закритий перекидний кузов мультіподібної форми, що зменшує розшарування і виплескування бетонної суміші при рухові, забезпечує якісне транспортування бетонної суміші на значну відстань. На кузові такої машини встановлюють збуджувач, що скорочує час розвантаження і забезпечує порціонну видачу бетонної суміші. Раціональна відстань транспортування до 40 км.

Автобетонозмішувачі раціонально використовувати під час перевезення на значні відстані (більше 45 км) і подачі суміші бетононасосами в ковзну опалубку, а також у жарких кліматичних умовах їх застосовують для перевезення на відстань до 60 км готових бетонних сумішей, а також сухих, віддозованих на заводі з додаванням води при наближенні до об'єкта бетонування.

- *Подавання бетонних сумішей*

При бетонуванні автодоріг, улаштуванні, підготовок підлог, буронабивних паль, перекриттів, стін бетонну суміш можна подавати (розвантажувати) безпосередньо в конструкцію (рис. 12.2). Такий спосіб найбільш простий, який не потребує будь-яких додаткових пристроїв і пристосувань.

При бетонуванні окремо розташованих фундаментів і масивних стін бетонну суміш подають баддею за допомогою баштового чи стрілового крана (рис. 12.3) у будь-яку точку бетонування в радіусі дії крана. Опалубку оснащують майданчиками з огороженнями і драбинами. У конкретних умовах зведення будівель і споруд спосіб подачі бетонної суміші вибирають залежно від конструктивних особливостей зволоженої споруди і наявності засобів механізації. У результаті порівняння приймають найбільш прогресивний і менш дорогий комплект механізмів, що забезпечує зниження частки ручної праці.

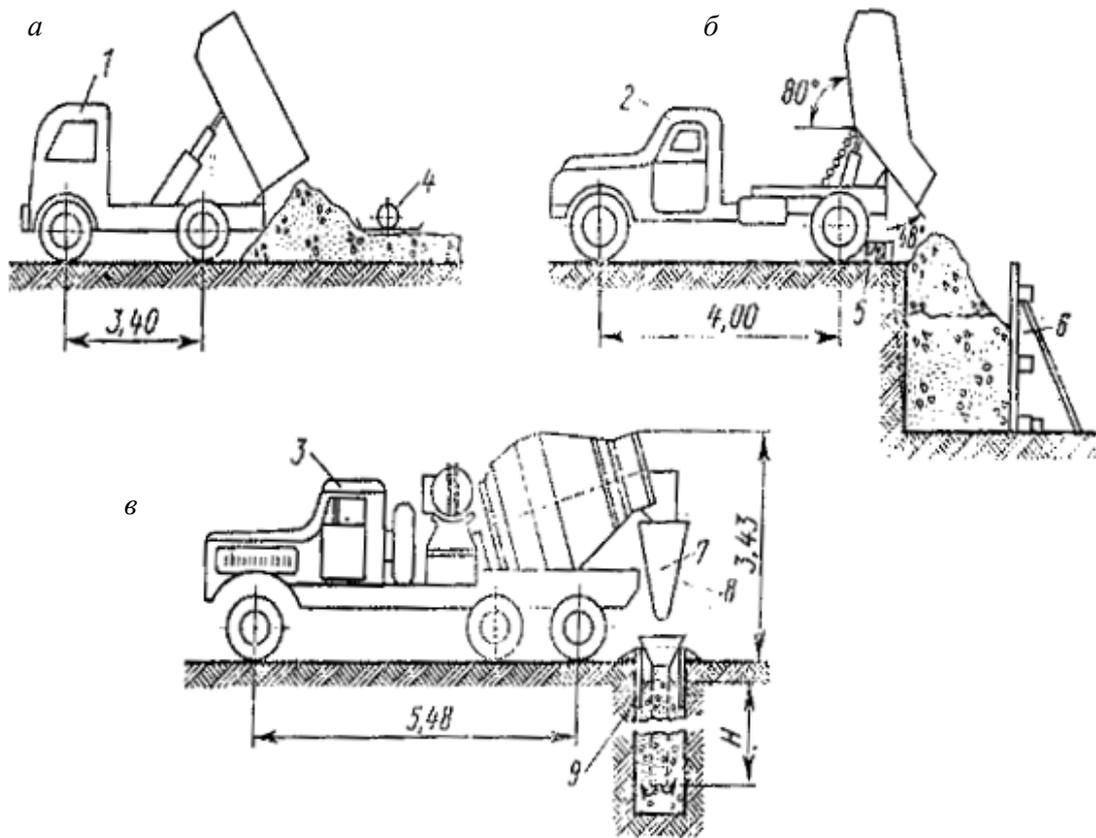


Рис. 12.2 – Схеми подачі суміші безпосередньо в конструкцію:

a – при бетонуванні підлог і автодоріг; *б* – те ж підбутки; *в* – те ж буронабивних паль; 1 – автосамоскид; 2 – автобетоновоз; 3 – автобетонозмішувач; 4 – вібратор; 5 – відбійний брус; 6 – опалубка; 7 – лоток; 8 – лійка; 9 – труба

В умовах зведення конструкцій нижче рівня землі бетонну суміш доцільно подавати через віброжолоби (рис. 12.3).

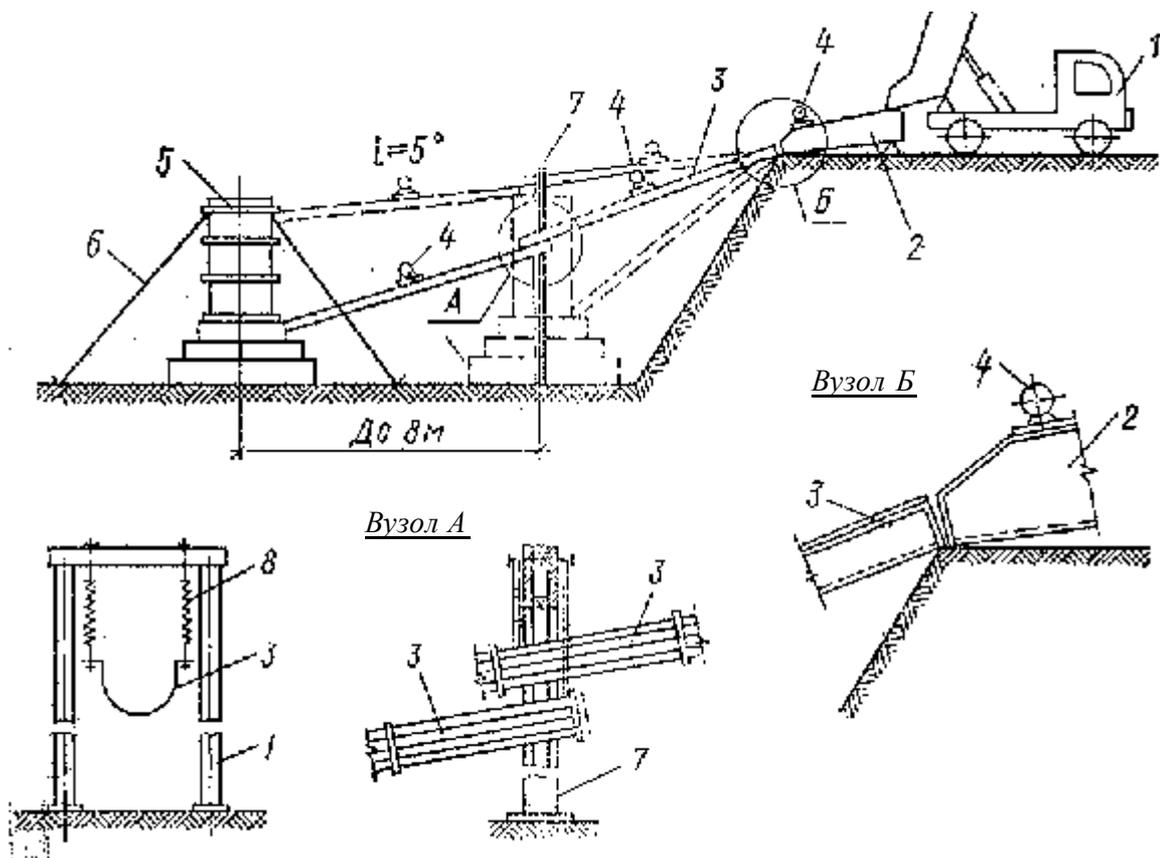


Рис. 12.3 – Подача бетонної суміші віброжолобами:

- 1 – автобетоновіз; 2 – віброживильник; 3 – віброжолоб (лоток); 4 – вібратор; 5 – опалубка;
6 – відтягнення; 7 – стояк; 8 – пружинна підвіска

Суміш розвантажують у віброживильник, який установлений під невеликим нахилом до бетонованої конструкції і з'єднаний з віброжолобом. Такий жолоб збирають із стандартних секцій (довжиною 4-6 м) і через пружинні підвіски кріплять до інвентарних стояків. Кут нахилу віброжолобів до обр'ю від 5 до 30°. У такий спосіб подають бетонну суміш з осіданням конуса 4-12 см. Тверді і малорухомі суміші можна транспортувати віброжолобами з невеликим нахилом (не більше 10°). Інтенсивність укладання залежно від складу й рухливості сумішей складає від 10 до 30 м³/год.

Масивні й великі об'ємні конструкції бетонують за допомогою спеціальних бетоновозних естакад і пересувних мостів. Бетоновози для розвантаження заїжджають на естакаду. Бетонну суміш вивантажують у конструкцію без додаткових пристроїв. Якщо висота падіння перевищує 3 м,

суміш подають за допомогою ланкових хоботів, щоб уникнути її розшарування. Застосування естакад з двостороннім в'їздом знижує трудомісткість робіт і забезпечує темп бетонування до 80 м³/год. Слід враховувати, що вартість естакад досить висока.

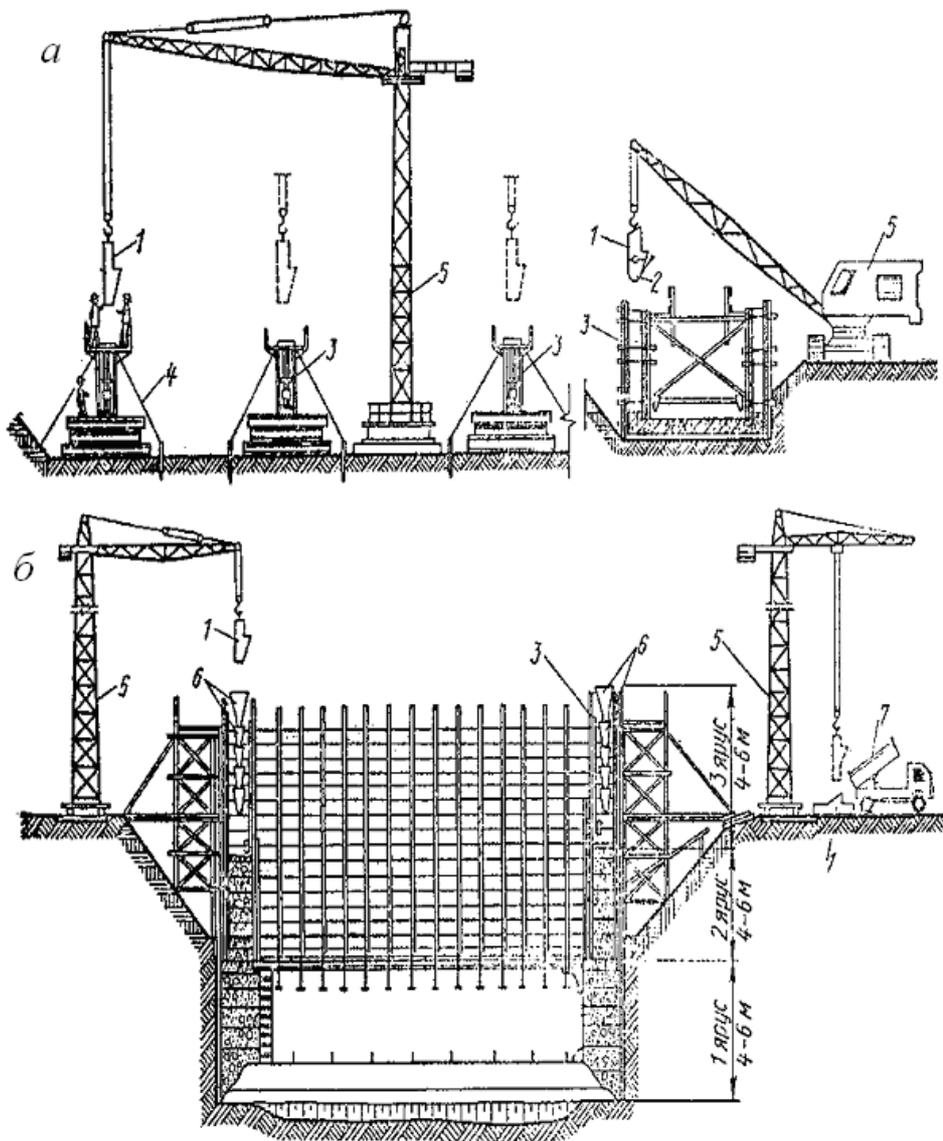


Рис. 12.4 – Подача бетонної суміші за допомогою кранів:

a – бетонування фундаментів і тунелів; *б* – те ж опускного колодязя; 1– баддя; 2 – затвор;
3 – опалубка; 4 – розтяжки; 5 – кран; 6 – ланковий хобот; 7 – авто бетоновоз

У комплексному технологічному процесі бетонування, що включає транспорт, подачу, розподіл і ущільнення бетонної суміші, кран є ведучою машиною. Продуктивність визначає темп бетонування, тобто продуктивність

усього технологічного процесу. Краном в бадях місткістю 0,5-3 м³ подають суміш для бетонування наземних та підземних конструкцій при зведенні будівель та споруд. Цей спосіб використовують також при зведенні заглиблених споруд - тунелів, опускних колодязів і конструкцій, розосереджених на деякій площі. Крани використовують на установці опалубки, монтажі арматури, закладних деталей і вантажно-розвантажувальних роботах.

Для подачі бетонної суміші тільки по вертикалі застосовують підйомники різних типів: шахтні, баштові, стоякові, вантажно-пасажирські.

Так для бетонування монолітних конструкцій стін і перекриттів будівель в обмежених умовах для подачі бетонної суміші по вертикалі раціонально використовувати стоякові підйомники, або вантажно-пасажирські.

При бетонуванні безупинним потоком масивних конструкцій великої довжини застосовують стрічкові конвеєри. Така система подачі ефективна в сполученні з бетонозмішувачами безупинної дії. Економічно вигідно транспортувати бетонну суміш за допомогою конвеєрів на відстань не більше 1,5 км. Для бетонної суміші з осіданням конуса 4-5 см нахил конвеєрної стрічки не повинен перевищувати 18°, а при спуску – 10...12°. Швидкість руху стрічки обмежується 1 м/с. Вплив атмосферних опадів на водоцементне співвідношення суміші виключають встановлювані над конвеєром козирки.

11.3. Подача бетонної суміші бетононасосами

Для подачі бетонної суміші усередині майданчика застосовують трубопроводи. У певних умовах такий вид транспорту має ряд переваг у порівнянні з іншими способами. Основним його технологічним достоїнством є можливість без перевантаження подавати бетонну суміш від бетонного вузла або від місця розвантаження на будівельному майданчику до місця укладання, а також можливість доставки сумішей у важкодоступні ділянки об'єкта.

По трубопроводах бетонну суміш транспортують, використовуючи бетононасоси (рис. 12.5 і рис. 12.6) і пневмонагнічувачі.

Бетононасосами перекачують пластичні бетонні суміші з осіданням конуса 5...8 см і литі – 12...15 см на відстань 200-400 см по горизонталі на висоту 50-100 м.

Бетоновод (трубопровід) збирають з окремих інвентарних трубчастих прямих ланок 0,3...3 м завдовжки діаметром 140, 219 і 283 мм і колін з кутом повороту 90°, 45°, 30°, 22°, 5° і 15°. Ланки з'єднують між собою за допомогою швидко роздільних замків з натяжними клинами і гумовими ущільнювачами. До комплекту входять прямі ланки, коліна і відводи. Трубопровід-бетоновод укладають на естакадах або дерев'яних прокладках у напрямку від бетононасоса до блоку бетонування. Наприкінці прямої ділянки, що примикає до бетононасоса, встановлюють голчастий клапан, що перешкоджає зворотному руху суміші при зупинці бетононасоса. На виході бетоновода розташовують гаситель і поворотний лоток, а при необхідності – ланкові хоботи.

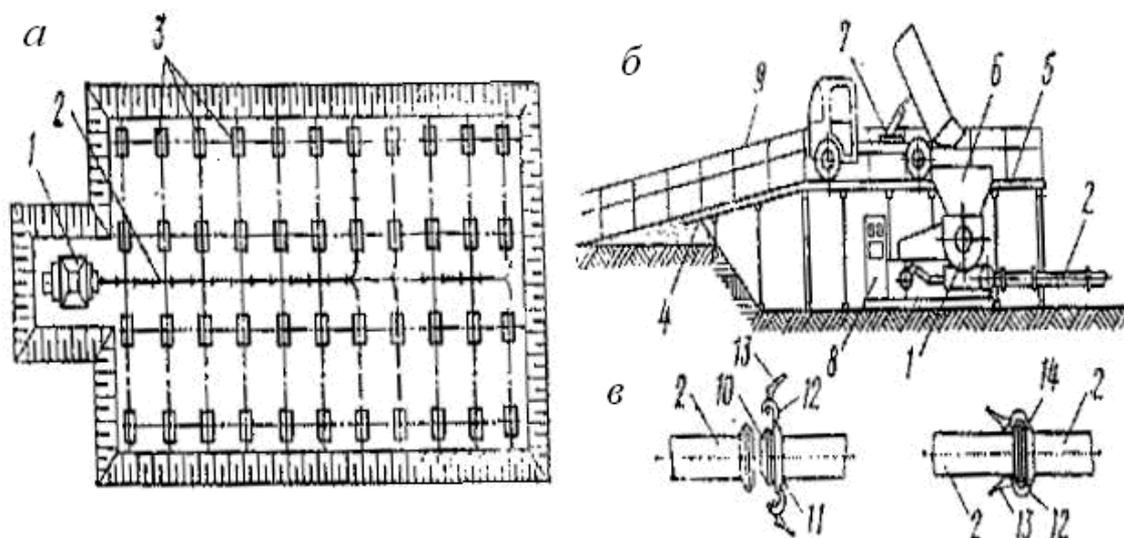


Рис. 12.6 – Подача бетонної суміші бетононасосами:

- a* – бетонування за допомогою бетононасосів; *б* – установка бетононасоса;
в – з'єднання бетоновода; 1 – бетононасос; 2 – бетоновод; 3 – фундаменти; 4, 5 – естакада;
 6 – приймальна лійка; 7 – автобетоновіз; 8 – пульт; 9 – огороження; 10 – фланець;
 11, 14 – замок у відкритому й закритому стані; 12 – серга; 13 – важіль

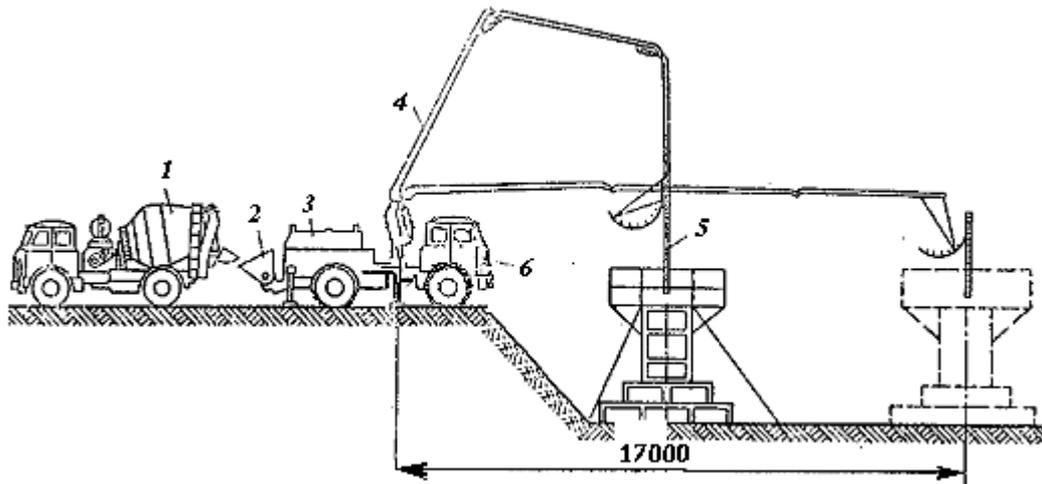


Рис. 12.7 – Самохідний бетононасос:

1 – автобетонозмішувач; 2 – прийомний бункер бетононасоса; 3 – бетононасос;
4 – шарнірно-з'єднана стріла; 5 – гнучкий шланг-бетоновод; 6 – базовий автомобіль

Пневмонагнічувачі застосовують для подачі бетонної суміші у важкодоступні ділянки споруд, при бетонуванні тунелів, закладанні стиків і т.д. При дальності подачі до 200 м і висоті підйому до 35 м продуктивність такої системи подачі складає 10...20 м³/год. У верхній частині звареного корпуса пневмонагнічувача є завантажувальна лійка з герметичним затвором, а в нижній – розташована горловина, до якої приєднують бетоновод. У верхню частину надходить повітря, витісняючи суміш у горловину і видавлюючи її в бетоновод. У струмені стиснутого повітря бетонна суміш транспортується зі швидкістю до 2,5 м/с. На кінці бетоноводу встановлюють гаситель швидкості. Потім через хобот суміш надходить у блок бетонування. Пневмотранспортування забезпечує подачу жорстких бетонних сумішей, в'язкопластичних і сухих.

Для бетонування (розосереджених об'єктів) фундаментів під колони, а також тунелів та інших споруд рекомендується застосовувати бетоноукладачі.

Конструктивне виконання і параметри бетоноукладача дозволяють вести бетонування в радіусі до 20 м з поворотом стріли з транспортером на 360°. Бетоноукладачі можуть подавати суміш на висоту 8 м і опускати її нижче рівня стоянки з нахилом транспортера до 10°.

Лекція 13. УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ, МЕХАНІЗАЦІЯ РОБІТ. ВИБІР ОБЛАДНАННЯ, ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ

13.1. Загальні положення

Ущільнення бетонної суміші – це найважливіший процес бетонних робіт, що забезпечує щільне заповнення сумішшю всіх проміжків між стрижнями арматури, між арматурою і опалубкою з метою рівномірного розподілу бетонної суміші в опалубці та забезпечення необхідної міцності, водонепроникності й морозостійкості бетону.

Бетонна суміш, що укладається в конструкції, ущільнюють вібруванням, трамбуванням, штикуванням і вакуумуванням та комбінованими способами. Призначення процесу ущільнення – забезпечити високу щільність і однорідність бетону.

13.2. Способи ущільнення бетонних сумішей, механізація робіт

Вібрування є основний спосіб ущільнення бетонних сумішей. Під дією вібрації частки заповнювача роблять коливальний рух, бетонна суміш, розріджуючись, здобуває підвищену плинність і рухливість. В результаті вона рівномірно розподіляється в опалубці, заповнюючи її і простір між арматурними стержнями.

У процесі вібрування енергія витрачається на подолання сил тертя і зчеплення між частками, які під дією гравітаційних сил перегруповуються, прагнучи зайняти більш стійке положення. У результаті відбувається щільне упакування часток бетонної суміші. У зоні вібрації виникає підвищений тиск, у результаті якого затиснені пухирці повітря витісняються із суміші, що ущільнюється, на поверхні з'являється цементне молочко. Це приводить до поліпшення структури бетону.

Бетонну суміш вібрують, використовуючи внутрішні (глибинні), поверхневі й зовнішні вібратори. Внутрішні вібратори занурюють в бетонну суміш на глибину 0,3-0,4 м, зовнішні – прикріплюють до опалубки, поверхневі – встановлюють на поверхні бетонної суміші, що ущільнюється. Вибір типу вібратора залежить від форми і розмірів конструкції, яку бетонують, ступеня її армування і необхідної інтенсивності бетонування, а також від реологічних якостей бетонних сумішей, які ущільнюють. При бетонуванні масивних конструкцій застосовують глибинні вібратори типу булави, а щільно армованих – внутрішні з гнучким валом та зовнішні вібратори. Поверхневими вібраторами ущільнюють тільки верхні шари бетону і використовують їх при бетонуванні підлог і плит.

Штикування бетонної суміші виконують вручну за допомогою шурників. У зв'язку з низькою продуктивністю і порівняно високою трудомісткістю такий спосіб ущільнення застосовують у виняткових випадках – при бетонуванні тонкостінних і щільно армованих конструкцій, а також при використанні високо рухомих і литих сумішей, з метою виключити розшарування їх від дії вібрації.

Вакуумування бетонної суміші є один з ефективних методів впливу на властивості отриманого бетону. Виконують вакуумування за допомогою вакуум-матів, або вакуум-трубок.

Трамбування здійснюють ручними і пневматичними трамбувальними пристроями для ущільнення малорухомих бетонних сумішей у конструкціях з низьким ступенем армування, коли неможливо застосовувати вібратори через негативний вплив вібрації на об'єкти (устаткування), розташовані поблизу.

13.3. Вібраційне ущільнення бетонної суміші, вибір обладнання, оцінка продуктивності

Вібруванням ущільнюють бетонну суміш рухливістю від 0 до 9 см. Тривалість вібрування становить 30...100 с, на поверхні бетону виникає цементне молочко, що свідчить про закінчення дії вібрації.

Так, при бетонуванні монолітних конструкцій та виробів (плити перекриття, ростверки і т.д.) для забезпечення безперервної укладки і ущільнення суміші, конструкцію розділяють на блоки бетонування, які бетонують у шаховому порядку.

Бетонну суміш укладають горизонтальними шарами по площі всієї конструкції, що бетонується. Товщина шару становить – 0,3-0,4 м при ущільненні вібраторами. При багат шаровому укладанні необхідно укладати свіжу суміш на ущільнений шар до того, як почнеться процес схоплювання бетонної суміші.

Товщина шарів бетонної суміші повинна відповідати: при внутрішньому вібруванні – довжині робочої частини вібратора, при поверхневому вібруванні неармованих і армованих одиночною арматурою конструкцій – 250 мм, у конструкціях з подвійною арматурою – 120 мм. Якщо розміри конструкції не дозволяють дотриматися такої умови, то застосовують ступінчастий спосіб укладання, при якому значно скорочується площа, що бетонується одночасно. Довжина ступені повинна бути не менше 3м.

Оптимальний режим вібрування бетонної суміші істотно впливає на якість конструкції. Зайва тривалість вібрування бетонної суміші може призвести до її розшарування, а недостатня – до нещільного укладання. Поверхневими вібраторами з однієї позиції суміш ущільнюють 20...60 с, глибинними – 20...40 с, зовнішніми – 50...90 с. Тривалість вібрування твердих бетонних сумішей має бути не менше показника жорсткості даної суміші.

Відстань переміщення глибинного вібратора з однієї позиції на іншу не повинна перевищувати 1,5 радіуса його дії (рис. 13.1). Для віброулави – радіус дії складає 45...50 см, для вібраторів із гнучким валом 25...50 см, а для зовнішніх вібраторів (у глибину) – 25 см. Внутрішній вібратор занурюють на 5...8 см у розташований нижче шар з метою обробки стику між шарами і забезпечення їхнього монолітного зв'язку. Перестановку поверхневого вібратора слід виконувати таким чином, щоб його робоча площадка перекривала суміжну ущільнену ділянку не менше ніж на 10 см.

Укладання і ущільнення бетонної суміші потрібно здійснювати безперервно, затримка у виконанні будь-якої операції суттєво знижує фізико-механічні характеристики бетону.

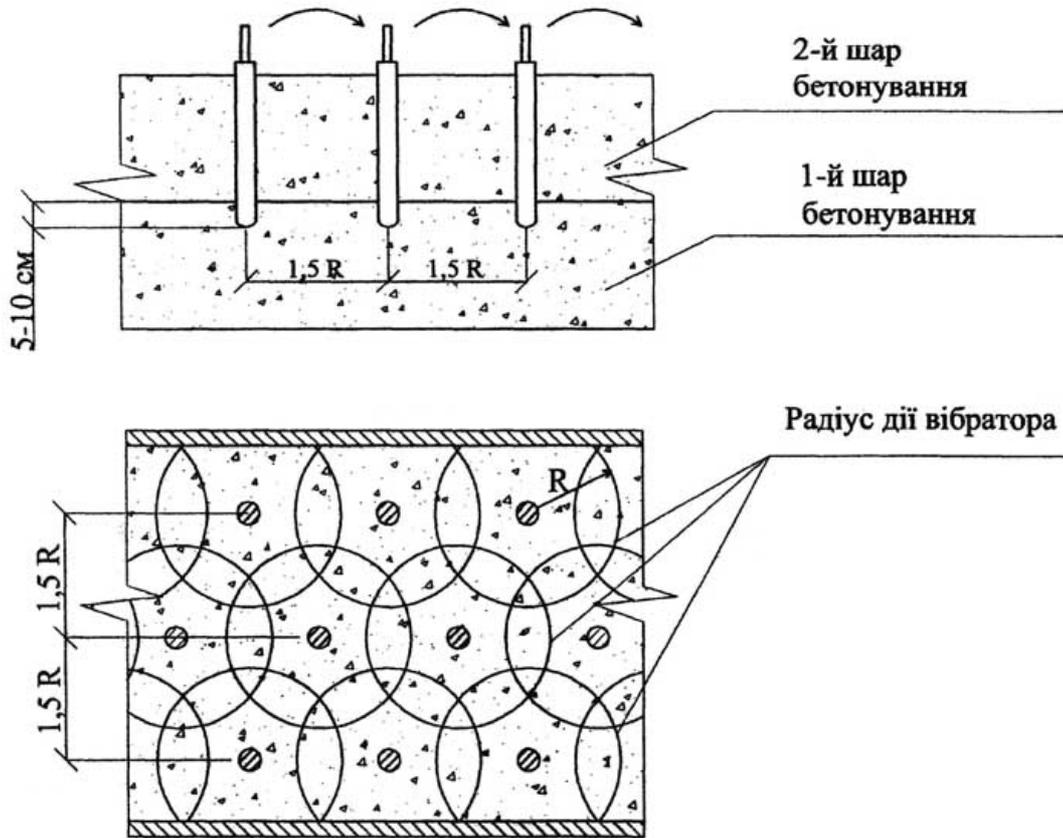


Рис. 13.1 – Схема ущільнення бетонної суміші

Необхідну кількість вібраторів з урахуванням їх надійності визначають за формулою

$$m = 1,35 \cdot \frac{I}{Q \cdot n},$$

де, 1,35 – коефіцієнт надійності; I – інтенсивність подавання бетонної суміші, м³/год; Q – експлуатаційна продуктивність внутрішнього вібратора, м³/год; n – кількість шарів бетонування.

Експлуатаційну продуктивність внутрішнього вібратора Q знаходять за формулою

$$Q = 0,7 \cdot \pi \cdot r \cdot h \cdot \frac{3600}{t_1 + t_2} \cdot K_1,$$

де, $0,7$ – коефіцієнт, що враховує перекриття площі ущільнення, виходячи з умов пересування вібраторів через $1,5 r$, r – радіус дії вібратора, м; h – товщина шару; t_1 – тривалість ущільнення, с; t_2 – тривалість перестановки вібратора, с; K_1 – коефіцієнт використання робочого часу вібратора впродовж зміни.

При використанні бетононасосного транспорту, який передбачає застосування високо рухомих бетонних сумішей, дозволяє сполучити процес її укладання з ущільненням. Таке бетонування називають напірним. Цим способом можна бетонувати плоскі конструкції з бетонів на щільних і пористих заповнювачах. Максимальна висота бетонованих елементів може складати $2,5 \dots 3,2$ м при робочому тиску в бетоноводі на виході $4 \dots 6$ МПа. При цьому досягаються висока однорідність матеріалу і зниження витрат праці на укладання та ущільнення сумішей. Ефективність напірного бетонування підвищується при використанні на виході з бетоновода віброзбуджувача, який забезпечує зниження в'язкості суміші й опір її руху між стінками опалубки. На крупних об'єктах гідротехнічного будівництва для ущільнення бетонних сумішей використовують пакети потужних вібраторів, які переміщують механізованим способом.

13.4. Технологічні схеми бетонування монолітних конструкцій

Зведення стін. Технологія бетонування стін (і перегородок) залежить від їхньої висоти і товщини, виду опалубної системи, використаної для зведення, ступеня армування, а також прийнятих способів ущільнення бетонної суміші (рис. 13.2).

При зведенні стін і перегородок широке застосування одержало пошарове бетонування шарами висотою $30 \dots 50$ см з ущільненням глибинними вібраторами (рис. 13.2, *a*). У стіни товщиною більше $0,5$ м при слабкому армуванні укладають бетонну суміш з осіданням конуса $4 \dots 6$ см. При довжині

більше 20 м їх поділяють на ділянки по 7...10 м і на межі ділянок установлюють розділову опалубку. Бетонну суміш подають безпосередньо в опалубку в декількох точках за довжиною бадьями, віброжолобами, бетононасосами. При висоті стін більше 3 м використовують ланкові хоботи і вібробункери з гнучким хоботом (рис. 13.2, *а*). Не допускається подача бетонної суміші в одну точку, тому що при цьому утворюються похилі пухкі шари, що знижують якість поверхні й однорідності бетону. У процесі бетонування стежать за положенням арматури і запобігають її зсуву від проектного положення. Відновлюють бетонування на наступній за висотою ділянці після утворення робочого шва і набору міцності бетону не менше 0,15 МПа. У тонкі й щільноармовані конструкції стін і перегородок укладають більш рухомі суміші (6...10 см).

При ущільненні бетонної суміші вібраторами вібратори не повинні торкатися частин опалубки, тому що передача від неї коливань може викликати руйнування раніше покладених шарів. Режим вібраційного впливу залежить від виду використовуваного бетону.

Для малорухомих сумішей на щільних заповнювачах доцільно застосовувати стандартні вібратори з частотою коливань 100 ... 200 Гц.

Особливу увагу приділяють процесу ущільнення бетонних сумішей з пластифікуючими додаваннями. Внаслідок високої рухливості таких сумішей вібраційний вплив повинен бути короткочасним і зі зниженою частотою коливань (15...20 Гц).

Для одержання високої якості лицьових поверхонь і однорідної структури бетону доцільно застосовувати бункери з пульсуючою стінкою і лопатеві вібратори (рис. 13.2, *б*).

Рівномірність і необхідна інтенсивність подачі бетонної суміші досягаються шляхом використання різних систем вібробункерів і бункерів з пульсуючими стінками. Підвищення однорідності структури бетонів і якості поверхонь досягається шляхом використання системи заглибних телескопічних лопатевих вібраторів, змонтованих у бункері (рис. 13.2, *в*).

Заслуговує на увагу практичний досвід використання методу рухомих щитів (рис. 13.2, з), розроблений ЦНДІЕБ житла. Він забезпечує рівномірність по всій площі і товщині конструкцій за рахунок інтенсивної вібраційної обробки суміші. Через відсутність внутрішньої огорожувальної поверхні опалубки використовують тверді бетонні суміші, що забезпечують збереження форми після її віброуцільнення.

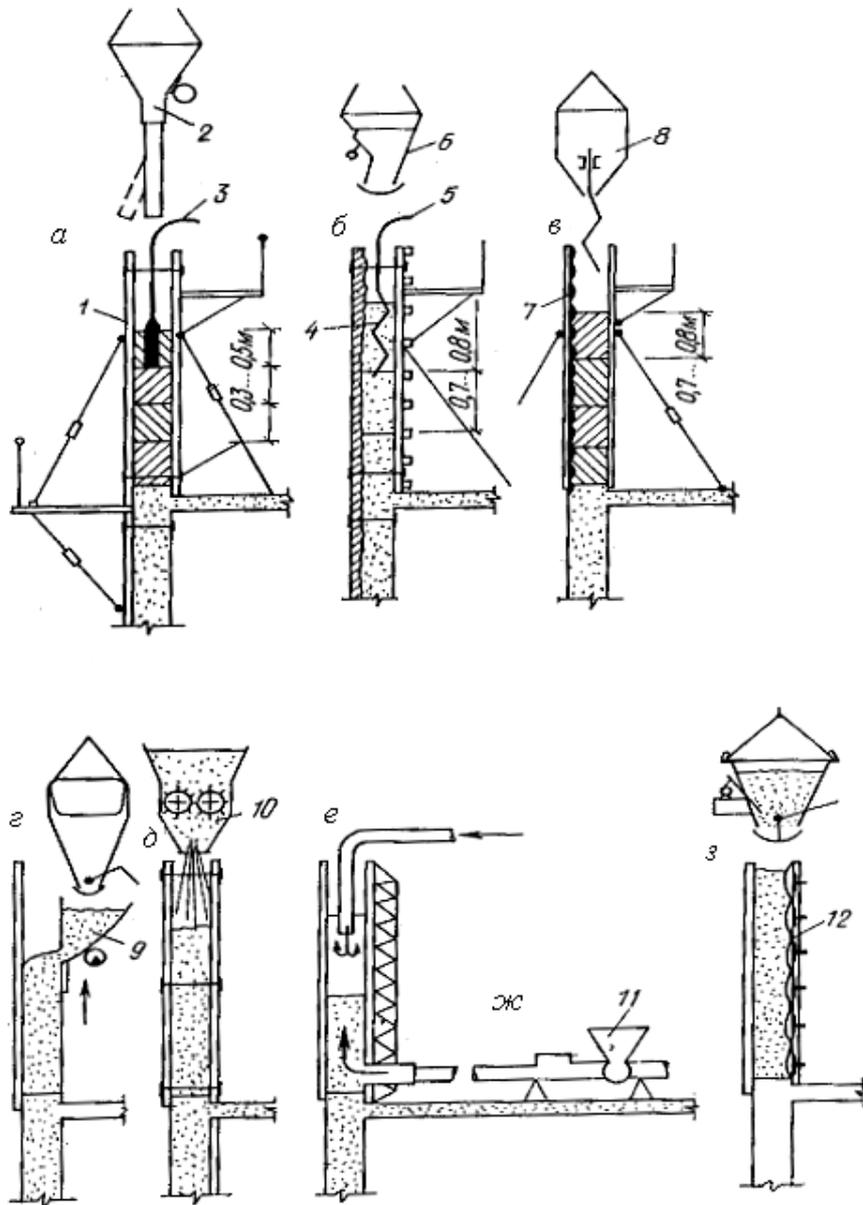


Рис. 13.2 – Технологічні схеми бетонування стін:

1 – великощитова опалубка; 2 – віробункер з гнучким хоботом; 3 – глибинний вібратор;
 4 – незнімна панель опалубки; 5 – лопатевий вібратор; 6 – бункер з пульсуючою стінкою;
 7 – матриця опалубки; 8 – бункер з телескопічними вібраторами; 9 – рухливий щит з віробункером; 10 – роторна метальна голівка; 11 – бетононасос; 12 – пульсуюча опалубка

Перспективним способом укладання і ущільнення малорухомих бетонних сумішей на щільних і пористих заповнювачах є метод механічного набризкування.

Використовуючи бункер з роторними металіками (рис. 13.2, *д*), можна об'єднати процес укладання і ущільнення сумішей в одному механізмі. Експериментальні й виробничі дослідження, виконані науковою групою під керівництвом проф. М.Г.Дюженка, показали високу ефективність цієї технології при бетонуванні слабо армованих вертикальних і горизонтальних конструкцій. При цьому досягаються необхідна щільність бетону і висока якість прилеглих до опалубки поверхонь. У даний час розроблено мобільні конструкції роторних металічних голівок, призначені для умов монолітного домобудівництва. Спосіб механічного набризкування дозволяє керувати режимом ущільнення сумішей за рахунок оптимізації руху металічних голівок, їхньої швидкості обертання та інтенсивності потоку частинок бетонної суміші.

Спосіб нагнітання (рис. 13.2, *е, ж*) заснований на подачі бетонної суміші під тиском 1...1,2 МПа в порожнину між щитами опалубки. Для створення необхідного тиску і транспортування сумішей використовують бетононасоси. Спосіб нагнітання дозволяє робити бетонування по висоті зі швидкістю до 0,5 м/хв, але вимагає застосування силових опалубних форм. Досвід виробництва об'ємних блоків з керамзитобетону показує його досить високу ефективність і можливість використання в монолітному домобудуванні.

Підвищення якості конструкцій та інтенсифікація бетонування досягаються шляхом використання пульсуючих опалубних систем (рис. 13.2, *з*). Пульсуючий щит опалубки дозволяє сполучити процеси укладання й ущільнення сумішей, збільшити швидкість бетонування. Режимми пульсації з частотою 10...12 Гц і амплітудою до 5 мм забезпечують інтенсивне ущільнення бетонних сумішей на щільних і пористих заповнювачах з осіданням конуса 4...6 см і вище. Такі системи раціонально використовувати при бетонуванні щільно армованих тонкостінних конструкцій.

Спосіб *бетонування колон* обумовлений їх розміром, ступенем армування, а також наявністю або відсутністю щільної арматури балок.

Щільна арматура балок і прогонів, розташованих над колоною ускладнює подачу бетонної суміші зверху. За таких умов дозволяється бетонувати колони до установки арматури балок.

Колони висотою до 5 м із сторонами перерізу до 0,8 м, що не мають перехресних хомутів, бетонують безупинно на всю висоту. Бетонну суміш обережно завантажують зверху й ущільнюють внутрішніми вібраторами, що опускаються в опалубку на мотузках (рис. 13.3, *а*).

Якщо висота колон великого перерізу перевищує 5 м і вони не мають перехресних хомутів, суміш для бетонування подають через лійки по хоботах, а ущільнюють її начіпними або внутрішніми вібраторами (рис. 13.3, *б*).

Високі й щільно армовані колони з перехресними хомутами бетонують через вікна в опалубці й спеціальні кишені. Віброущільнюють суміш за допомогою начіпних вібраторів (рис. 13.3, *в*). Колони, незалежно від їхньої висоти, перерізу й армування, слід бетонувати безупинно на всю висоту поверху.

Балки і плити перекриття, монолітно зв'язані з колонами, бетонують не раніше, ніж через 1...2 год. по завершенні зведення колон (рис. 13.3, *г*). Це пов'язано з осіданням бетону, покладеного в колони. При бетонуванні щільно армованих балок використовують рухливу бетонну суміш з осіданням конуса 6...8 см. Балки висотою більше 0,8 м бетонують окремо від плит з влаштуванням горизонтального робочого шва на рівні низу плити. Укладання та ущільнення бетонної суміші при бетонуванні плит ведуть у напрямку, паралельному головній або другорядній балкам. Подачу бетонної суміші виконують назустріч бетонуванню. Для влаштування робочих місць і запобігання деформаціям арматури зверху неї укладають легкі переносні плити.

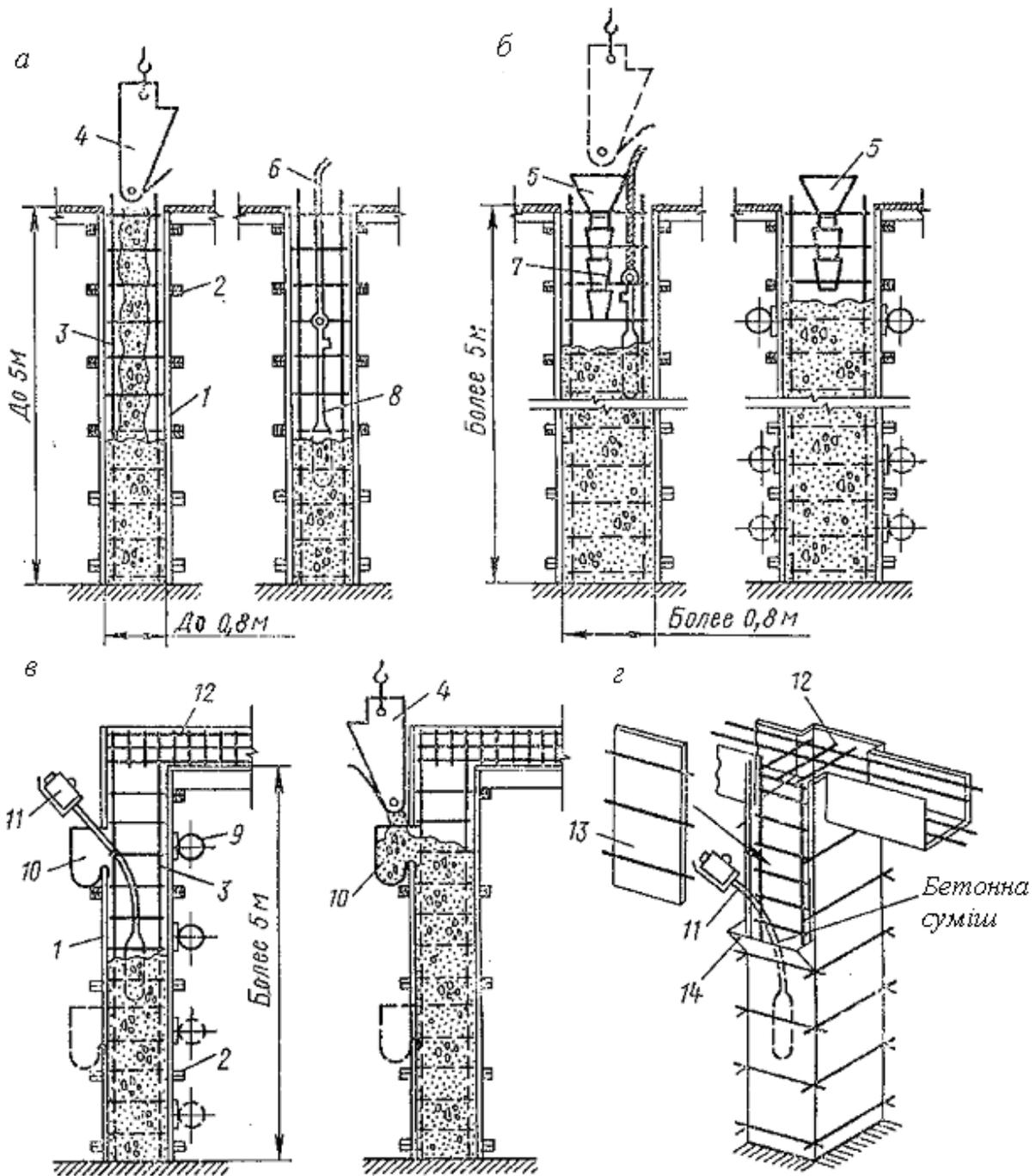


Рис. 13.3 – Бетонування колон:

а – бетонування колон висотою до 5 м; б – те ж при висоті більше 5 м; в,
 г – те ж з щільною арматурою балок; 1 – опалубка; 2 – хомут; 3 – арматура; 4 – баддя;
 5 – приймальна лійка; 6 – мотузка; 7 – ланковий хобот; 8 – віброулава; 9 – зовнішній
 вібратор; 10, 14 – кишені; 11 – вібратор з гнучким валом; 12 – арматура балки;
 13 – зйомний щит

Лекція 14. СУЧАСНІ МЕТОДИ МЕХАНІЗАЦІЇ ОПОРЯДЖУВАЛЬНИХ РОБІТ. КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ШТУКАТУРНИХ РОБІТ

14.1. Загальні відомості

Опоряджувальні роботи – це комплекс будівельних процесів, які виконують на завершальному етапі будівництва будинків чи споруд, або при їх реконструкції для надання архітектурно-естетичного вигляду та для захисту їх від дії атмосферних впливів. До комплексу опоряджувальних робіт входять: склярські, штукатурні, малярні, лицевальні роботи, а також роботи з улаштування підлог.

У комплексі опоряджувальних робіт з обробки будинків і споруд ведучу роль приділяють штукатурним роботам.

За способом виконання штукатурку розділяють на монолітну (мокру) і суху.

Монолітна штукатурка – це комплекс будівельних операцій по нанесенню шару штукатурного розчину на зовнішні та внутрішні поверхні будинків і споруд.

За призначенню монолітну штукатурку розподіляють на:

звичайну – для вирівнювання поверхонь і захисту їх від атмосферних впливів; *спеціальну* – гідроізоляційну, тепло-звукоізоляційну, вогнезахисну, кислототривку, рентгенозахисну і т.п.; *декоративну* – для архітектурно-естетичного оформлення інтер'єрів і фасадів будинків і споруд.

За вимогами до якості обробки штукатурка підрозділяється на: *просту* – для складських і допоміжних приміщень (товщина до 12 мм); *поліпшену* – для житлових і промислових будинків (товщина до 15 мм); *високоякісну* – для суспільних будинків (товщина шару 20 - 22 мм).

Загальний шар монолітної штукатурки складається з декількох шарів штукатурного намету: *набризк* – забезпечує зчеплення штукатурки з конструкцією, виконується товщиною 5-9 мм; *грунт* – для повного

вирівнювання поверхні, виконується товщиною до 7 мм в один чи два шари; *накривний шар* – для надання поверхні властивості необхідних для фарбування поверхні, або наклеювання шпалер, виконується товщиною 2-3 мм (за винятком декоративних штукатурок). Залежно від виду штукатурки вибирають штукатурний розчин.

Склад розчинів визначається призначенням штукатурки, якістю виконання і матеріалом поверхні, яку оштукатурюють.

Рухливість розчину до моменту оштукатурювання повинна бути для шару наблизку 9-14 см, для ґрунту і накривного шару 7-8 см. Штукатурні розчини варто готувати в спеціалізованих бетонно-розчинних підприємствах з доставкою їх на будівельний майданчик, або – на приоб'єктних установках. Приготування сухих розчинних сумішей належить до найефективніших технологій приготування штукатурних розчинів.

Суха штукатурка – це облицювання зовнішніх і внутрішніх поверхонь шаром обробки з плиток, плит, окремих архітектурних елементів у виді листів, панелей, щитів, виконаних зі штучних і природних матеріалів, що не вимагають, як правило, додаткової обробки.

14.2. Технологія виробництва штукатурних робіт

Склад і послідовність виконання технологічних операцій при оштукатурюванні поверхонь суттєво залежить від видів штукатурки та прийнятих засобів механізації робіт.

Технологія і організація штукатурних робіт включають такі процеси: підготовчі, транспортні, будівельні.

Підготовчий процес штукатурних робіт трудомісткий і відповідальний. Він містить такі основні операції, як: вибір технологічного нормативного комплексу, установку і монтаж засобів механізації, підготовка робочих місць необхідними пристроями, обладнаннями, інструментами, приготування розчинів із сухих сумішей.

Транспортні процеси містять такі основні операції, як: транспортування на будівельний майданчик засобів механізації, пристосувань, інструментів, матеріалів для штукатурних робіт і сухих сумішей на об'єкт.

Будівельні процеси містять: підготування поверхонь під оштукатурювання. Нанесення й обробка шарів штукатурного намету.

- *Підготовчі процеси*

Відповідно до умов передбаченими технологічною картою, бригади штукатурів оснащуються раціональними засобами механізації. До основних засобів механізації відносяться штукатурні станції.

Штукатурні станції призначені для: приймання товарного розчину чи сухих сумішей безпосередньо з кузова транспортного засобу, перемішування з метою доведення їх до необхідної рухливості, очищення від механічних домішок і великих фракцій заповнювача, збагачення розчину для спеціальних штукатурок добавками та подачі розчину до місць провадження робіт.

У сучасному будівництві найбільше широко застосовують штукатурні станції з продуктивністю $1,0\div 4 \text{ м}^3/\text{год}$, з робочим тиском розчину $1,5\div 3,5 \text{ МПа}$.

Потужність розчинонасоса дозволяє подати розчин на відстань: по горизонталі на $150\div 200 \text{ м}$, по вертикалі на $30\text{-}60 \text{ м}$ і забезпечити нанесення розчину на поверхню за допомогою спеціальних форсунок.

Розчиноводи – це інвентарні комплекти сталевих труб і гумотканевих шлангів діаметром $32\text{-}85 \text{ мм}$, зібраних у магістраль для подачі розчину до робочого місця.

Штукатурні станції влаштовуються стаціонарними, що встановлюються на весь період виробництва штукатурних робіт, і пересувними.

Устаткування пересувної станції змонтовано на закритій автомобільній платформі і може легко переміщатися від одного об'єкта до іншого.

Пристрій штукатурної станції для подачі розчину складається з: електроприводу; шнекового змішувача; вібросита; бункера з готовим розчином; розчинонасоса; гумотканевого рукава; металевого розчиноводу; форсунки.

Технологічний процес складається з чотирьох основних операцій: завантаження товарним розчином; подача розчину на вібросито; подача розчину до насоса; нанесення розчину на поверхню.

Механізоване нанесення розчину на поверхню виконується за допомогою форсунок, закріплених на кінцях гнучких гумотканевих шлангів розчиноводів.

Конструкція форсунок передбачає формування струменя розчину однорідної маси, яка викидається на поверхню зі швидкістю, що забезпечує щільне зчеплення з поверхнею.

Найбільш широке застосування для нанесення набризку та ґрунту одержали форсунки механічної і пневматичної дій.

У механічних форсунках нанесення розчину здійснюється за рахунок тиску, створюваного розчинонасосом.

У пневматичному – за допомогою стиснутого в компресорі повітря.

Пневматичні форсунки застосовують при оштукатурюванні будинків підвищеної поверховості (9 поверхів і вище) і для нанесення більш твердих шарів ґрунту рухливістю до 7 см.

До числа найбільш трудомістких операцій при оштукатурюванні поверхонь відноситься обробка накривного шару і доведення його до необхідної якості.

Ефективним засобом механізації, що входять у нормативний комплект, є затирочні електричні машини.

Продуктивність затирочних машин становить 40-50 м²/год, потужність електродвигуна 200 Вт, вага 2,5 - 2,2 кг, діаметр затирочного диска 200 мм.

Обробка поверхонь здійснюється шляхом переміщення інструмента з легким притисненням до поверхні і змочуванням.

Крім перерахованого, для виробництва штукатурних робіт передбачається застосування електрифікованих інструментів для підготовки поверхні до нанесення розчину.

Схема комплексної механізації штукатурних робіт приведена на рис. 14.1.

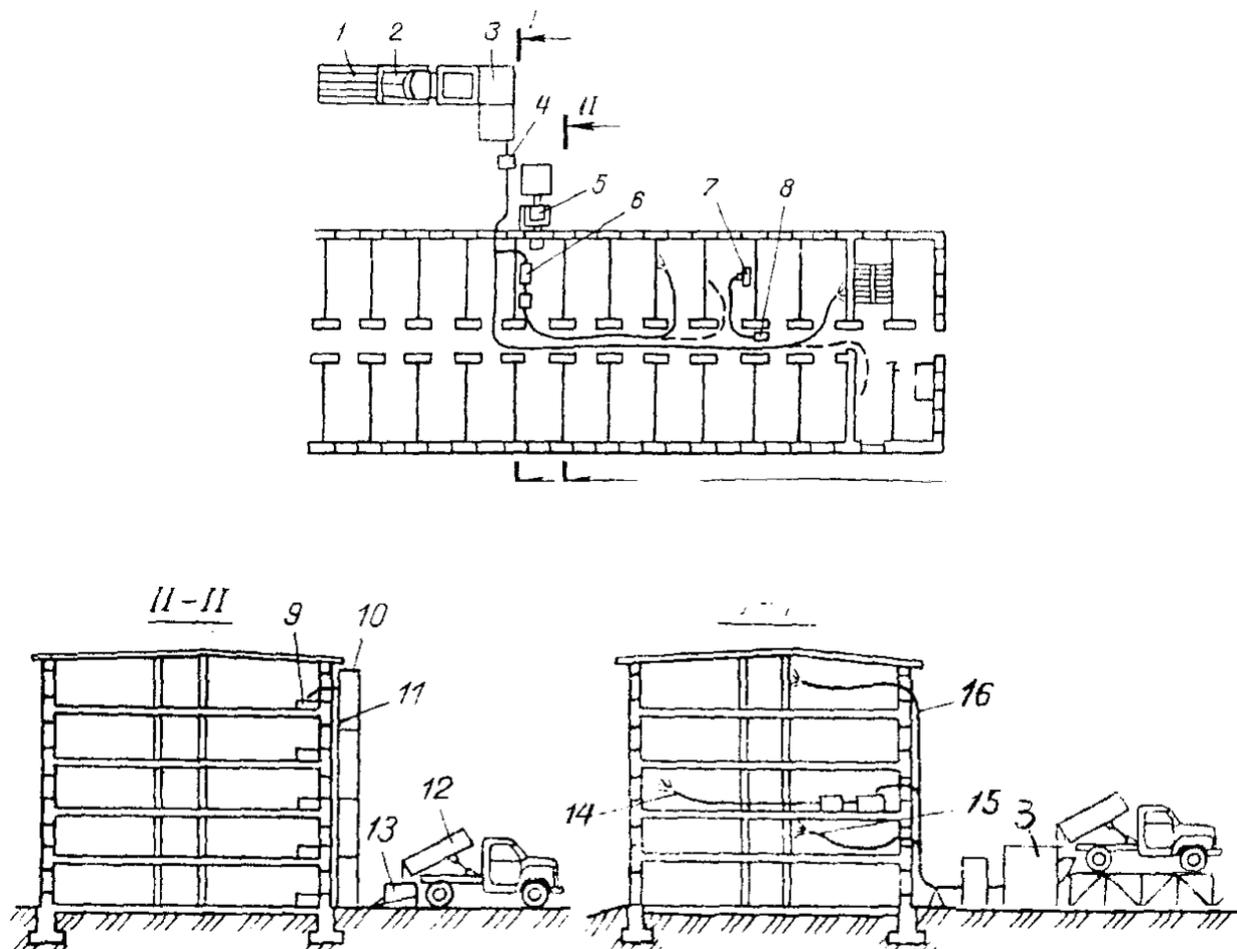


Рис. 14.1 – Схема комплексної механізації робіт:

1 - інвентарна естакада; 2 - автосамоскид для розчину; 3 - прийомний бункер розчину штукатурного агрегату; 4 - компенсатор пульсації розчину; 5 - установка для подачі гіпсу на поверхи; 6 - накривний агрегат; 7 - затирочна машина; 8 - перетворювач частоти струму; 9 - бункер для гіпсу; 10 - будівельний підйомник; 11 - шланг для подачі гіпсу; 12 - автосамоскид для гіпсу; 13 - бункер для гіпсу; 14 - вудка для накривки; 15 - сопло для розчину; 16 – розчинопровід

Крім засобів механізації передбачених технологічним нормативним комплектом, бригади штукатурів забезпечуються ручним інструментом, інвентарем і пристосуваннями (вишки, ліси, підмости, колиски).

- *Технологічні операції оштукатурювання поверхонь*

Склад і послідовність виконання технологічних операцій за видами якості штукатурки наступні: підготовка поверхні; провішування поверхні; установлення маяків; механізоване нанесення шару набризку; механізоване нанесення шару ґрунту; розрівнювання і загладжування шару ґрунту; нанесення другого шару ґрунту; розрівнювання і загладжування другого шару ґрунту; оброблення кутів; нанесення накривного шару; затирання поверхні; обробка укосів.

Підготовка поверхні під оштукатурювання залежить від матеріалу будинків чи споруд і якості їх виконання. У першу чергу перевіряється вертикальність і горизонтальність поверхні. Відхилення цегельних стін від вертикалі в межах оштукатурювання не повинне перевищувати 10 мм, для бетонних поверхонь відхилення від горизонталі допускається до 5 мм на 1 погонний метр довжини і на всю ділянку оштукатурювання не більш 10 мм.

Для кращого чеплення з основою дерев'яні поверхні оббивають драпкою, цегельні, бетонні, залізобетонні, шлакобетонні поверхні обробляються шляхом насічкою і нарізкою борозен. Шорсткість поверхонь може бути забезпечена за допомогою піскоструминного апарату.

Провішування поверхонь, установка маяків. Провішування – це визначення оптимальної товщини шару штукатурки на конкретній поверхні, виконаної з урахуванням вимоги до допусків по вертикалі і горизонталі.

Провішування виконують за допомогою схилу, рівня з рейкою, ватерпаса.

Установка маяків з гіпсового розчину гарантує товщину шару штукатурки.

Нанесення штукатурного розчину, як правило, виконують комплексно-механізованим методом з використанням штукатурних станцій або сучасних штукатурних установок, комплексів механізованих і ручних інструментів та пристроїв.

- *Одношарова штукатурка*

Мокрі технологічні процеси оштукатурювання зовнішніх і внутрішніх поверхонь будинків і споруд є найбільше розповсюдженим методом у сучасному будівництві. Однак, як це уже відзначалося, цей метод є найбільш трудомісткий в загальному комплексі опоряджувальних робіт.

Нові технології оштукатурювання передбачають використання нових растрових сумішей, здатних швидко схоплюватися і тим самим скоротити час процесу, поліпшити якість поверхні і зменшити кількість шарів, яку наносять на поверхню.

До числа економічних і високоякісних штукатурних складів необхідної консистенції слід віднести готові сухі штукатурні суміші.

Такі склади у вигляді готової сухої суміші для одношарової штукатурки (товщиною 8-10 мм) поверхонь приміщень, виконаних з різного матеріалу і різного призначення (житлові, суспільні, промислові будинки), широко випускають промисловістю в спеціалізованих упакуваннях і рецептурою з затворенням і використанням.

- *Оштукатурювання внутрішніх поверхонь. Організація робіт*

Одним із прогресивних способів організації штукатурних робіт є потоково-розчленований. Суть полягає в тому, що весь процес розчленується на окремі технологічні операції, що виконують спеціалізовані ланки штукатурів. Оштукатурювання будинків і споруд розділяється на захватки (поверх, секція, блок) з однаковими обсягами робіт.

Кількісний склад ланок штукатурів підбирається таким чином, щоб прості операції на кожній захватці виконувалися і здійснювалися за однаковий час. Це забезпечує рівномірність і безперервність робіт на об'єкті.

Керуючись викладеними принципами можливий варіант потоково-розчленованого способу організації робіт, ланок штукатурів може бути наступним:

Перша ланка – механізоване нанесення шару набризку, розрівнювання нерівностей, нанесення шару ґрунту, розрівнювання й ущільнення, перевірка якості контрольним правилом, обробка кутів. Склад ланки 5 чоловік, включаючи машиніста штукатурної станції (див. рис. 14.2).

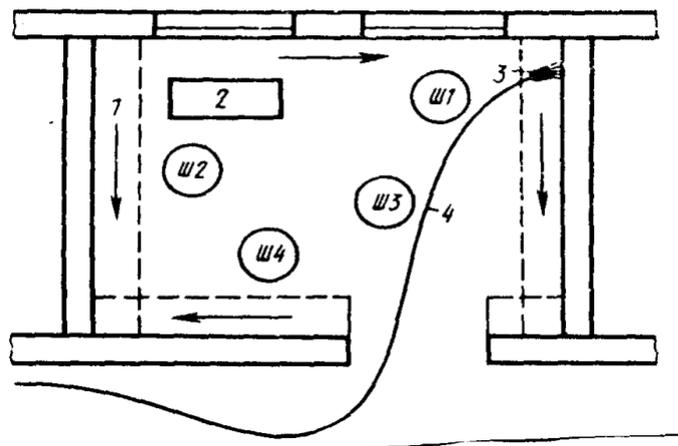


Рис. 14.2 – Схема організації робочого місця штукатурів при нанесенні механізованим способом набризку і ґрунту:

1 - лотки; 2 - шухляда для розчину; 3 - сопло; 4 - шланг; Ш1...Ш4 - робочі місця штукатурів (стрілками показаний напрямок руху робітників)

Друга ланка – механізоване нанесення накривного шару, обробка його затиральними машинами, контроль якості правилами, обробка начисто кутів. Склад ланки 5 - 8 чол. (див. рис. 14.3).

Третя ланка – провішування, установка направляючих рейок на поверхнях віконних і дверних прорізів, нанесення набризку і ґрунту, розрівнювання й загладжування, нанесення, вирівнювання і затирання накривного шару. Склад ланки 3-5 чоловік.

Число ланок і кількість штукатурів у бригаді залежить від виду штукатурки за призначенням і якості поверхні, яку оштукатурюють, термінів, визначених проектом провадження робіт.

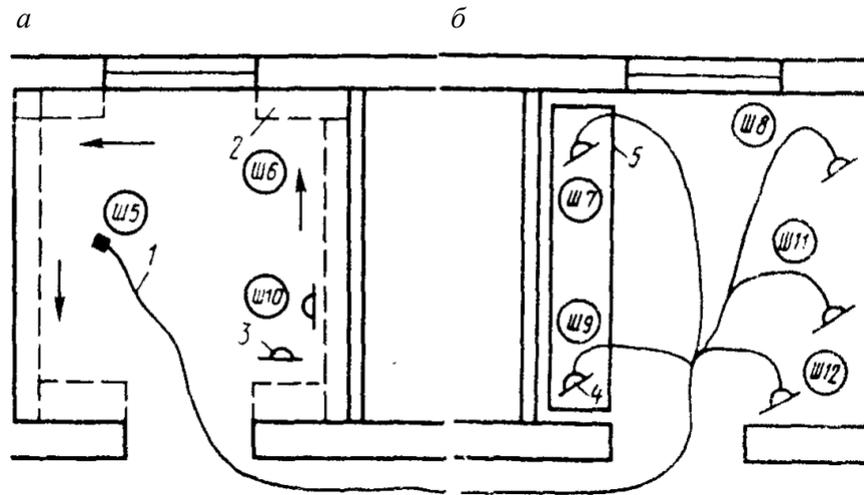


Рис. 14.3 – Схема організації робочого місця штукатурів при нанесенні (а) і затірки (б) накривного шару механізованим способом:

1 - вудка; 2 - лотки; 3 - напівтерки; 4 - затиральні машини; 5 - столик-підмости;
Ш5...Ш12 - робочі місця штукатурів

- *Облицювання стін листовими виробами. Технологічний процес*

У практиці будівництва для облицювання стін і стель знайшли широке застосування гіпсокартонні листи і панелі, як один із напрямків зниження мокрих процесів і скорочення терміну виконання штукатурних робіт.

Гіпсокартонні листи (ГКЛ) виготовляють за прокатною технологією з будівельного гіпсу армованого мінеральним і синтетичним волокнами і обклеєного по обидва боки високоякісним пресованим картоном.

Гіпсокартонні листи випускають товщиною 10-14 мм, товщина утеплювального шару 20÷60 мм. Ширина листів 600, 1200, 1250 мм.

Технологічний процес обробки внутрішніх поверхонь листовими матеріалами здійснюють в наступній послідовності: провішування і підготовка поверхні під облицювання; розмітка місць установки; установка каркасів, марок і маяків; заготівля листів, кріпильних виробів і мастик; кріплення листів; обробка поверхні облицювання.

- *Організація робіт з оштукатурюванням фасадів*

Раціональним методом впровадження робіт при оштукатурюванні фасадів, як і при оштукатурюванні внутрішніх поверхонь, є потоково-розчленований метод. Поверхні, що оштукатурюються, поділяються на захватки (див. рис. 14.4), обмежені настилами лісів у межах кожного етапу. Роботи виконують зверху вниз, по всій довжині будинку.

Підготовку поверхні до оштукатурювання – насічка, розчистка швів, провішування, виконують усі ланки бригади.

Нанесення й обробку шарів штукатурного намету механізовано і виконують спеціалізовані ланки.

Роботу починають з оштукатурювання карниза по всій довжині захватки, далі обробляють віконні і дверні укоси, останніми – стіни.

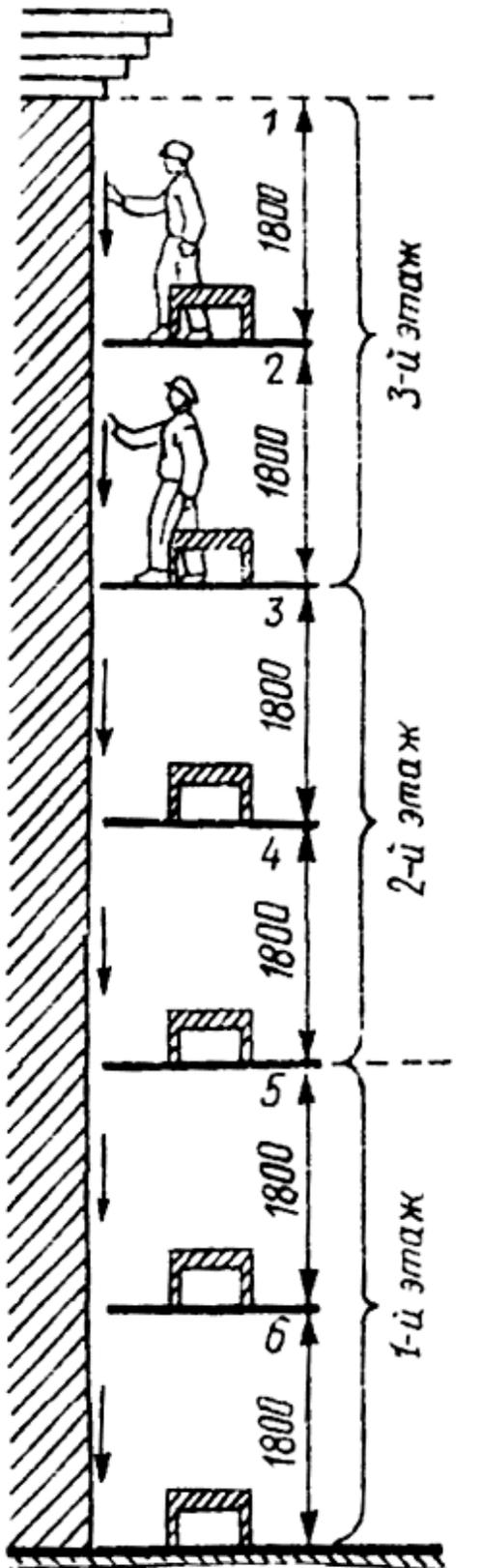


Рис. 14.4 – Розподіл захвату при оштукатурюванні фасаду

1-6 – захватки по вертикалі

Лекція 15. МАЛЯРНІ ТА ДЕКОРАТИВНО-ОПОРЯДЖУВАЛЬНІ РОБОТИ, МЕХАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ

15.1. Загальні відомості

Малярні роботи – комплекс технологічних операцій з нанесенням на конструктивні елементи будинків і споруд фарбувального покриття, здатного утворювати міцну і добре скріплену з поверхнею плівку. Малярні роботи належать до завершальних видів внутрішнього і зовнішнього опорядження будинків.

Їх призначення: забезпечити довговічність і вогнестійкість конструкціям, захистити середовища від агресивних й атмосферних впливів; виконати в процесі експлуатації будинків і споруд необхідні санітарно-гігієнічні і архітектурно-естетичні функції.

До опоряджувальних робіт відносять: скління, оштукатурювання, лицювання, малярні роботи, улаштування підлог, а також декоративна обробка інтер'єрів і фасадів.

Опоряджувальні роботи виконуються на завершальному етапі будівництва, у визначеній технологічній послідовності: скління, штукатурні роботи, лицювальні роботи, малярні роботи (початок), пристрій підлог, малярні роботи (закінчення).

Послідовність виконання опоряджувальних робіт наступна:

скління – підготовка плетінь, розкрій і різання скла за розмірами, підготовка кріпильних елементів і ущільнювального матеріалу, скління прорізів;

штукатурні роботи – підготовка і провішування поверхонь, виправлення дефектів, оштукатурювання місць установки приладів, устаткування і прокладки комунікацій, оштукатурювання стель, стін, перегородок, віконних і дверних укосів, пристрій стяжок під підлоги;

лицювальні роботи – облицювання зовнішніх і внутрішніх поверхонь штучними і природними матеріалами, настилення підлог зі штучних і природних матеріалів;

малярні роботи (початок) – підготовка поверхонь під різні види фарбування (стелі, стіни, перегородки, столярні вироби, металеві конструкції і т.п.), фарбування стель;

пристрій підлог – пристрій покрить підлог монолітних, зі штучних матеріалів (крім підлог з рулонних матеріалів), кріплення плінтусів;

Малярні роботи (закінчення) – останнє фарбування й обробка поверхонь стін, перегородок, столярних виробів, металевих конструкцій, підлог і плінтусів;

підлоги (закінчення) – пристрій підлог з рулонних матеріалів, кріплення та фарбування плінтусів.

Слід зазначити, що при підготовці до виробництва опоряджувальних робіт розробляється проект виробництва робіт (ПВОР).

Проектом передбачаються прогресивні форми організації опоряджувальних робіт, сучасні технології і методи виконання процесів обробки за термінами передбаченими календарним планом.

Основною частиною ПВОР є технологічна карта. Технологічну карту розробляють на конкретний вид обробки, для якої регламентується технологічна послідовність виконання процесу по складових його операціях.

Відповідно до технологічних операцій визначають чисельність і кваліфікацію робітників, їхній розподіл за робочими місцями на відведених захватках.

Для комплексного оснащення призначеної бригади робітників, відповідно до прийнятої в технологічній карті технології, визначають технологічні нормо-комплекти. Нормативний *комплект* – це набір раціональних засобів механізації, пристосувань і інструментів для виконання запроектованих технологічних операцій.

Технологічна карта є обов'язковим робочим документом для керівника виробництвом опоряджувальних робіт. Керівник повинний забезпечити виконання технологічного процесу відповідно графіку виробництва робіт, з урахуванням обсягу і трудомісткості робіт.

Обробка будинків і споруд відноситься до трудомістких і тривалих за часом процесів, що перевищують у ряді випадків, 30-35% трудовитрат від загальної кількості розрахованих на будівництво.

15.2. Малярні роботи та організація їх виконання

Малярні роботи – це процес нанесення на поверхні будинків, споруд чи будівельних конструкцій фарб або лаків. Фарба є основним матеріалом у малярних роботах.

Малярні роботи починають тільки тоді, коли закінчені всі попередні роботи: санітарно-технічні, електромонтажні, штукатурні, облицювальні.

Операції малярних робіт поділяють на дві основні групи: підготовки поверхні та фарбування.

Технологія і організація малярних робіт включає такі процеси: підготовчі, транспортні, будівельні. Усі процеси на сучасному рівні максимально механізовані.

Підготовчі процеси під фарбування дуже трудомісткий і відповідальний процес. Він містить такі основні операції: вибір і підготування технологічного нормо-комплекту, підготування до роботи, монтаж опробування засобів механізації і енергетичного устаткування, підготовку робочих місць, пристроїв, пристосувань інструментів.

Транспортні процеси містять такі основні операції: транспортування на будівельний майданчик засобів механізації, пристосувань, інструментів, матеріалів для малярних робіт.

Будівельні процеси містять: підготування поверхонь під фарбування, підготування й обробка основи під фарбування (грунтовка, шпаклівка), нанесення фарбувального складу, обробка фарбувального шару.

Підготування поверхні містить такі операції: очищення поверхні, її заглажування, розшивання тріщин, ґрунтування, шпаклювання та шліфування.

На сучасному рівні виконання малярних робіт забезпечується раціонально підібраним технологічним нормативним комплектом, що включає набір устаткування механізованого і ручного інструменту, інвентарю і пристосувань.

У сучасних умовах будівництва компоненти малярного покриття доставляють на будівельний майданчик у готовому для застосування виді або у вигляді напівфабрикатів.

В умовах будівельного майданчику часто малярні склади доводять до необхідної консистенції.

Так водні фарбувальні склади (клейові, силікатні, водоемульсійні) мають невелику життєстійкість від 2-24 год., тому їх доцільно готувати безпосередньо на будівельному майданчику. З цією метою використовують приоб'єктні малярні майстерні або пересувні малярні станції.

Досвід виконання малярних робіт показує ефективність використання пересувних малярних станцій, особливо в умовах розосереджених об'єктів. Устаткування пересувної малярної станції встановлюють на двоосьовому шасі автомобільного причепа.

Пересувна малярна станція містить: лабораторний стіл і інструменти, розчинонасоси, фарбозмішувачі, пристрій для підігріву води, клеєварку, ваги, вібросито, фарботерку, фарбонагнітальні ємкості, електрощит; фарборозпилювальні вудки; шланги та різні запаси для ремонту деталі і механізми.

Встановлено, що технологічні операції з підготовки поверхонь під фарбування, нанесенню й обробці шарів фарбувального складу становить понад 60% у комплексі трудомісткості опоряджувальних робіт.

Зниження трудовитрат досягається шляхом комплексної механізації малярних робіт в цілому, застосування раціонально підібраних інструментів, пристосувань для виконання окремих операцій: підготовки поверхонь; нанесення й обробка шарів ґрунту; шпаклівка і фарбування шару.

Для механізації робіт використовують сучасні шпаклювальні агрегати та фарборозпилювальні установки. Використання машин і механізмів для виконання окремих малярних операцій в цілому позитивно впливає на технологічний процес опоряджувальних робіт: скорочує строки; знижує трудомісткість; поліпшує умови праці робітників. Але, щоб ефективно використовувати малярні машини і механізми, треба забезпечити такий фронт робіт, який забезпечує роботу машин безперервно. На рис. 15.1 приведена схема комплексної механізації малярних робіт.

- *Підготовка поверхонь під фарбування*

Після підготовки поверхонь під фарбування виконують технологічні операції з підготовки основи для нанесення фарбувального шару. Для цього ґрунтують поверхні ручними та електричними фарбопультами, агрегатами з компресором, або щітками чи валиками, якщо обсяги невеликі.

Шар ґрунту наноситься на поверхню за допомогою засобів механізації, для цього використовують пневматичні й електричні фарборозпилювачі.

Після ґрунтування поверхонь виконується підмазка очищених і розрізаних тріщин і окремих ушкоджень з наступною зачисткою, згладжуванням і ґрунтуванням.

Шпаклювання поверхні здійснюють послідовно за допомогою шпаклювальних установок, які є в комплектах малярних станцій, або вручну за допомогою шпателів.

При шпаклюванні поверхні шліфують електричними шліфувальними машинами. Пил, який з'являється під час шпаклювання поверхні, прибирають за допомогою пилососа.

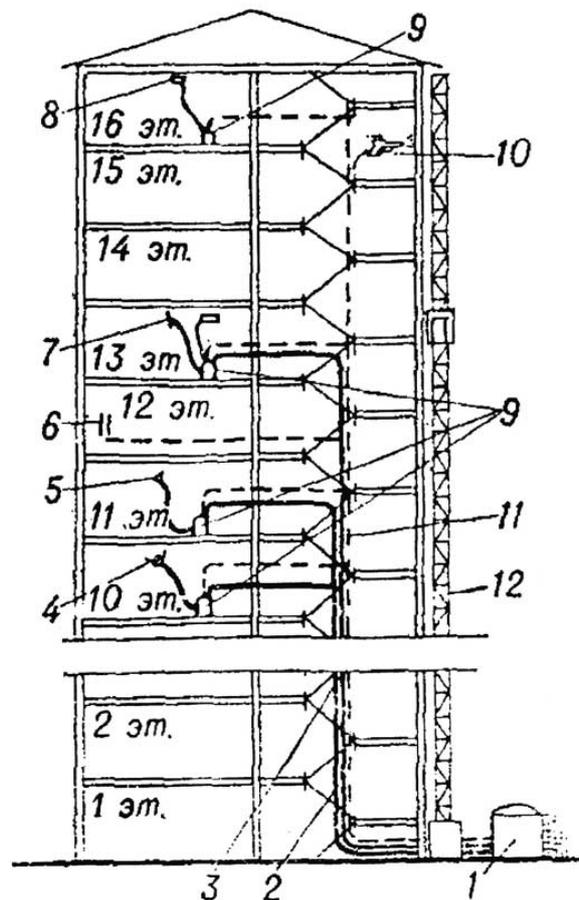


Рис. 15.1 – Схема розміщення машин і механізованого інструмента для комплексної механізації малярних робіт при обробці:

- 1 – малярна станція; 2 – шланги для подачі малярних складів; 3 – шланг для подачі шпаклівки; 4 – комбінований валик; 5 – шпатель; 6 – затилично-шліфувальна машинка;
- 7 – вудка; 8 – валики для фарбування; 9 – пневмобачки; 10 – пістолети-розпилювачі;
- 11 – стояки стиснутого повітря; 12 – вантажно-пасажирські підйомники

- *Фарбування внутрішніх поверхонь*

Фарбувальні склади перед нанесенням на підготовлену основу повинні бути доведені до робочої консистенції і по своєму кольору відповідно до проекту. Технологічні операції і прийоми нанесення фарбувального складу залежать від виду фарбування по в'язкості (клейові, масляні, лаки) і якості обробки поверхонь. В'язкість визначають за допомогою віскозиметра, вона може бути 15...300 с. Найвищу в'язкість мають лаки та полімерні фарби.

У будівництві використовують спеціальні сучасні малярні покриття. До них належать: багатоколірні малярні покриття, накатування, оформлення поверхні під цінні породи дерев, об'ємна фактура – сніжок, фактура «кропил», фактура «під шагрень».

Незалежно від виду фарбування поверхні мають бути без виправлень – однотонні.

При фарбуванні спочатку фарбують стелі першим шаром у напрямку від вікна, потім перпендикулярно йому. При фарбуванні стін перший шар наносять вертикально, другий – горизонтально.

Фарбування здійснюється за допомогою фарбопультів, переміщаючи форсунку по зазначених напрямках колоподібними рухами вудки для рівномірного нанесення фарбувального складу.

Нанесення лаку на поверхню виконується як вручну (валиками і кистями), так і механічним інструментом. Залежно від вимоги до якості поверхню покривають лаком у 3-7 шарів. Кожен наступний шар наносять після повного висихання попереднього.

- *Фарбування фасадів*

Перелік технологічних операцій при фарбуванні фасадів визначається технічними умовами.

Підбір фарбувального покриття залежить від матеріалу поверхні: стіни цегельні, цегельні оштукатурені, залізобетонні, дерев'яні.

Конструкції будинків і споруд підлягають як внутрішнім, так і зовнішнім фізико-механічним впливам (тепло, газ, пари, атмосферним, сонячним та ін.). Тому фарбувальне покриття повинне мати якості, що дозволяють забезпечити довговічність служби будівель і споруд.

Технологічні операції при нанесенні фарбувального покриття застосовують інструменти і пристрої такі, що і при фарбуванні внутрішніх поверхонь.

- *Організація виконання малярних робіт*

Малярні роботи виконують відповідно до запроектованих технологічних карт, де розробляється весь технологічний процес малярної роботи з конкретною послідовністю виконання робочих операцій, їх тривалістю і забезпеченням матеріально-технічними ресурсами.

Малярні роботи виконуються зі застосуванням тих же пристроїв, що і штукатурні (підмости, столики, ліси, колиски). Як правило, малярні роботи виконують починаючи з верхній поверхів (зверху вниз).

У приміщеннях спочатку фарбують стелі, потім стіни, вікна і двері, інженерне устаткування і пристрої (радіатори, трубопроводи і т.п.), потім підлоги і плінтуси.

У практиці організації малярних робіт прийняті в основному два методи: потоково-розчленований та потоково-циклічний. При цих методах будинок поділяється на рівні захватки (секція, поверх, блок і т.п.), а бригади малярів на спеціалізовані ланки. Чисельність ланок залежить від обсягів робіт і тривалості роботи кожної ланки на захватці. Ланки повинні переміщатися з захватки на захватку з однаковою тривалістю робіт на кожній захватці, створюючи безупинний потік на всьому об'єкті.

Потоково-розчленований метод – коли кожна ланка бригади спеціалізується на виконанні комплексу операцій. Наприклад, перша ланка спеціалізується на фарбуванні водяними складами стель, стін, перегородок,

друга ланка – на фарбуванні масляними складами панелей, столярних виробів, трубопроводів.

Перша ланка, виконавши роботу на захваті, переходить на наступну, забезпечивши фронт робіт другій ланці і т.д. Кількісний склад ланок підбирається з розрахунком однакового часу роботи на захваті.

Потоково-циклічний метод – це коли кожна ланка виконує на захватці весь комплекс технологічних операцій по підготовці поверхні, нанесенню і обробці шарів ґрунту, шпаклівці і фарбувального складу. Тривалість роботи ланок на захватці однакова. Переміщаючись з захватки на захватку, ланки створюють безупинний потік малярних робіт на об'єкті.

Вимоги до якості малярних робіт при їх виконанні: поверхні, що фарбуються, повинні відповідати проекту за якістю робіт, кольору і фактурі і бути однотипні за фактурою (матові або глянцеві); на пофарбованій поверхні не допускається: просвічування нижніх шарів фарбування, підтйоки, плями, крупинки пігменту, тріщини; бордюри, фільонки, що розділяють різні по кольору поверхні, повинні бути однакової ширини і не мати видимих стиків.

Вимоги по техніці безпеки: виробництво малярних робіт повинно відповідати нормативному документу БНіП III-4-80; до малярних робіт дозволяється приступати тільки після проведення інструктажу на робочому місці; до роботи з токсичними малярними складами допускаються робітники не молодше 18 років, які мають медичне свідчення про стан здоров'я; при роботі на висоті більш 1,3 м робоче місце має бути відгороджене; при фарбуванні фасадів з лісів, колисok і вишок, робітники повинні мати запобіжний пояс; засоби механізації й електрифікованих інструментів мають бути заземлені, напруга струму не повинна перевищувати 36 В.

Список літератури

1. В.А. Евдокимов. Механизация и автоматизация строительного производства. – Л.; Стройиздат, 1985. – 292 с.
2. С.С. Атаев и др. Технология, механизация и автоматизация строительства. – М., «Высшая школа», 1990. – 585 с.
3. О.Г. Онищенко, Є.Ф. Данченко, О.В. Головкін та ін. Механізація опоряджувальних робіт у будівництві. – К., Урожай, 1998. – 315 с.
4. В.А. Панченко, М.Г. Костюк, А.О. Качура. // Навч. Посібник: Технологія і механізація будівельних процесів – Х., ХНАМГ, 2005. – 241 с.
5. В.П. Станевский. «Строительные краны»: спр. – К.; Будівельник. 1989 г.
6. Строительные машины. Справочник. т.І. / Под ред. Кузина Э.Н. – М., Машиностроение, 1991. – 486 с.
7. А.П. Дегтярев, Г.И. Руденский. Комплексная механизация земляных работ. // М., Стройиздат, 1987. – 330 с.
8. А.В. Резуник и др. Технология и комплексная механизация строительномонтажных работ // К., «Высшая школа», 1987. – 297 с.
9. В.К. Черненко, М.Г. Ярмоленко. Технологія будівельного виробництва. // К., «Вища школа», 2002. – 427 с.
10. Т.М. Штоль, В.И. Теличко, В.И. Теклин. Технология возведения подземной части зданий и сооружений. // Уч. пособие для ВУЗов. – М., Стройиздат, 1990. – 288 с.

Навчальне видання

КАЧУРА Алла Олексіївна

БОЛОТСЬКИХ Олег Миколайович

Конспект лекцій з дисципліни **«Механізація та автоматизація будівництва і ремонтно-будівельних робіт»** (для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напряму 0921 (6.060101) «Будівництво» спеціальності «Міське будівництво і господарство»)

Редактор : *З. І. Зайцева*

Комп'ютерне верстання *А. О. Качура*

План 2010, поз. 25 Л

Підп. до друку 17.06.10

Друк на ризографі.

Зам. №

Формат 60x84 1/16

Ум. друк. арк. 6,0

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: ДК №731 від 19.12.2001