

ЗАТВЕРДЖЕНО
Директор ЗПО «ДПТК»
Олександр СТРИЛЕЦЬ
« 28 » серпня 2026 р.

ПОГОДЖЕНО
Заступник директора ЗПО «ДПТК»
Сергій ГОРДІЄНКО
« 28 » серпня 2026 р.



КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з навчальної дисципліни

«ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА»

для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня
«фаховий молодший бакалавр»
спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія»
II курс · 3-4 семестр
Частина 2

ВСТУП

Технологія будівельного виробництва – наукова дисципліна, що ґрунтується на сукупності знань щодо механізації (техніки), організації, економіки виробничих процесів і операцій та розглядає методи виконання їх на будівельних майданчиках.

Вивчення курсу “Технологія будівельного виробництва” у комплексі із суміжними дисциплінами, що вивчають архітектуру, будівельні матеріали, конструкції, машини (техніку), будівельну механіку, економіку будівництва, інженерну геодезію, геологію та інші є основою для формування і підготовки фахівців у галузі будівництва – сфери матеріального, яка охоплює нове будівництво, реконструкцію, ремонт і реставрацію будинків і споруд.

Економічні реформи, що нині відбуваються в Україні, зумовили значні зміни у будівництві. Воно повинно трансформуватися у бік адаптації до нових соціально-економічних умов з урахуванням потреб ринку. Відомо, що **конкуренто-спроможність**, яка є головним чинником розвитку економіки, забезпечується досконалістю матеріалів, техніки, технологій та професійною компетенцією виконавців та їх ставленням до справи.

Як засвідчує досвід роботи з сучасними матеріалами, без професійних фахівців реалізувати їх можливості у будівництві досить складно. Величезний асортимент будівельних матеріалів, що прийшов на зміну традиційному, потребує від фахівців зовсім іншого рівня знань, професійних навичок, обґрунтованого підходу до реалізації того чи іншого конструктивного вирішення. Тому на сучасному етапі розвитку будівельного виробництва, коли старі технології, що далеко не завжди відповідали потребам щодо якості і термінів виконання робіт, інтенсивно замінюються на нові, дуже важливо не допустити дискредитації останніх через їх непрофесійне застосування.

Перехід будівництва на якісно новий рівень можливий за рахунок послідовного проведення курсу на подальшу його індустріалізацію, суттєве скорочення ручної праці, вдосконалення структури і організації будівельного виробництва, застосування величезного асортименту нових будівельних матеріалів і новітніх технологій. На сучасному етапі розвитку будівельного виробництва старі технології інтенсивно змінюються на нові двома шляхами.

Перший потребує значних матеріальних затрат як матеріалів, так і технологій, набуття досвіду, досягнення належного технічного рівня. Другий спрямований на максимальне використання досвіду відомих компаній – виробників будівельної продукції – його трансформування як у будівельне виробництво, так і в систему підготовки та перепідготовки фахівців для будівельної галузі.

1. ТЕМА 1. ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

1.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Будівництво – це галузь матеріального виробництва, яка охоплює нове будівництво, реконструкцію, ремонт і реставрацію будинків і споруд.

Нове будівництво – це зведення будинків і споруд за вперше розробленим проектом.

Реконструкція – перебудова існуючих будинків і споруд для поліпшення їхнього функціонування або використання їх за новим призначенням.

Ремонт – оновлення (часткове або повне) будинків і споруд із додержанням основних рішень щодо первісного проекту, спрямоване на підтримання та підвищення їхніх експлуатаційних показників.

Реставрація – відновлення, укріплення зруйнованих, пошкоджених пам'яток історії (архітектурних споруд) задля збереження їхнього історичного та художнього значення. Як окремий випадок – відбудова будинків і споруд з метою повернення їхнього первісного вигляду.

Будівельна галузь об'єднує підрядні, проектні, інженерно-пошукові та науково-дослідні організації і установи. Основу галузі складають будівельно-монтажні організації і обслуговуючі їх транспортні та промислові підприємства.

Основним завданням будівельної галузі є створення будівельної продукції та забезпечення високої ефективності будівельного виробництва.

Будівельне виробництво – комплекс взаємопов'язаних трудових процесів і виробничих стосунків, спрямованих на отримання будівельної продукції.

У трудовому процесі беруть участь виконавці, засоби і предмети праці. **Кінцевим результатом трудового процесу** є готовий продукт – будівельна продукція.

Будівельна продукція – це закінчені будівництвом і введені в експлуатацію будинки і споруди або їхні частини. Будівельна продукція може мати промислове, цивільне, сільськогосподарське та інше призначення у вигляді промислового підприємства, цеху, комплексу житлових будинків і споруд, окремих будинків, інженерних споруд або окремих конструктивних частин чи закінчених робіт.

Будинки і споруди як об'єкти будівельного виробництва мають

свої будівельно-технологічні особливості, які визначаються тим, що вони різноманітні за призначенням, експлуатаційними характеристиками і довговічністю; різноманітні за архітектурно-конструктивними та інженерно-технічними рішеннями; індивідуальні за природними і кліматичними умовами використання; мають значні габарити і масу, потребують значних затрат праці і часу.

Ознаками будівельного виробництва є такі: будівельна продукція нерухома і залишається на місці в процесі як створення, так і експлуатації, а робітники і технічні засоби переміщуються по фронту робіт; більшість будівельних процесів виконується на відкритому повітрі в умовах впливу погодно-кліматичних чинників і природних процесів; будівельна продукція створюється у визначених промислово-економічних умовах регіону, організаційно-технічних умовах певної будівельно-монтажної організації та у виробничих умовах конкретного будівельного майданчика.

Будівельний об'єкт – будинок або споруда в процесі зведення – постійно змінює свої властивості й ступінь готовності, бо він знаходиться у безперервному процесі поступової реалізації проекту, що обумовлює зміну умов виробництва на конкретному будівельному майданчику.

Будівельний майданчик – простір, у якому розташовано будівельний об'єкт, існуючі й тимчасові споруди, інженерні мережі й матеріально-технічні ресурси, необхідні для виконання будівельних робіт.

Під час створення будівельної продукції споживається значна кількість матеріальних ресурсів – предметів праці – будівельні матеріали, напівфабрикати, вироби і конструкції.

Будівельні матеріали, як правило, характеризуються сталими за часом властивостями і поділяються на природні (пиломатеріали, камінь, пісок, глина) і штучні (цемент, вапно, скло) матеріали, а за умовами роботи і призначенням – на конструкційні (природні та штучні кам'яні матеріали, в'язучі речовини, метали, полімери, деревина, композиційні матеріали) і матеріали спеціального призначення (теплоізоляційні, акустичні, гідроізоляційні, покрівельні, антикорозійні, опоряджувальні).

Для напівфабрикатів характерна нестабільність фізико-хімічних і механічних властивостей у часі та необхідність їхньої обробки протягом регламентованого часу – це бетонні суміші, будівельні розчини, покрівельні мастики тощо.

До будівельних виробів належать попередньо виготовлені

конструктивні елементи будинків і споруд – закладні деталі, арматурні сітки, двірні та віконні блоки, ферми, колони, балки, блок-кімнати тощо. Вироби, що мають найбільший технічно можливий ступінь укрупнення і готовності, називаються будівельними конструкціями.

Основна маса будівельних матеріалів, виробів і напівфабрикатів виготовляється на підприємствах промисловості будівельних матеріалів і підприємствах будівельної індустрії або постачається іншими галузями народного господарства, а деяка частина – безпосередньо на будівельному майданчику, приоб'єктних полігонах чи виробничих базах.

Використання будівельних матеріалів і виробів, які не мають супроводжувальних документів (паспорта, сертифіката), що підтверджують відповідність їх якісних показників вимогам державних стандартів або технічних умов, а також товарного знака (заводської марки), заборонено.

Для створення будівельної продукції потрібно мати засоби праці – спеціальні технічні засоби, які за призначенням і характером використання поділяють на знаряддя праці, будівельну оснастку та інвентар.

Знаряддя праці – будівельні машини, ручний та механізований інструмент. За допомогою знарядь праці робітники безпосередньо впливають на предмети праці для зміни їхнього положення, форми, внутрішнього стану, властивостей тощо.

Будівельна оснастка – це допоміжні технічні засоби, за допомогою яких забезпечують потрібне положення робітників, предметів та знарядь праці у просторі – допоміжні пристрої (риштування, помости, естакади та ін.) – або надають необхідної форми, розмірів і положення у просторі матеріальним елементам під час їхнього перетворення у будівельну продукцію – пристосування (траверси, крокви, захоплювачі, шнури, розчалки, підкоси, кондуктори, шаблони).

Будівельний інвентар – засоби технічного оснащення робочих місць і будівельного майданчика, за допомогою яких гарантують безпечні й зручні умови праці (освітлювальні пристрої, тимчасова огорожа, елементи заземлення та захисту від блискавки); збереження матеріалів і підручного інструменту (бункери, контейнери, касети); технологічні потреби у енергоносіях (парові і водонагрівні котли, трансформатори, зарядні апарати); умови для безпечної і нормальної експлуатації будівельних машин і механізмів (сигнальні пристрої і обмежувачі руху, пристрої для очищення і миття будівельної техніки) тощо.

Важливими чинниками підвищення ефективності будівельного виробництва є раціональне використання матеріально-технічних і енергетичних ресурсів, удосконалення форм і методів праці та впровадження ефективних методів технологічної підготовки виконання будівельних процесів.

Комплекс цих питань є складовою частиною технології будівельного виробництва. Технологія – сукупність методів обробки, виготовлення, зміни внутрішнього стану, властивостей, форми матеріалу, напівфабрикатів у процесі виробництва продукції.

Будівельні технології формуються за результатами прикладних досліджень, які розкривають закономірності ефективного застосування фізичних, хімічних, біологічних, соціально-економічних та інших природних і штучних процесів або явищ. Такі дослідження є предметом технології будівельних процесів як науки.

Технологія будівельних процесів – прикладна наукова дисципліна, що охоплює знання про методи і режими виконання будівельних процесів. Теоретичною основою технології будівельних процесів є природничо-наукова сутність механічних, фізичних, хімічних, біологічних та інших процесів або явищ, які лежать в основі перетворення матеріальних елементів у будівельну продукцію, та принципи і закономірності цілеспрямованого їхнього використання. **Завданням технології будівельних процесів** є обґрунтування і розроблення технічно доцільних і економічно ефективних прийомів, методів і режимів оброблення, зміни положення, форми, фізико-хімічного стану та інших властивостей матеріальних елементів у процесі отримання будівельної продукції.

Тому загальною **метою технології будівельних процесів** як прикладної наукової дисципліни є: висвітлення загального змісту і структури будівельних процесів, їх трудових, матеріально-технічних, нормативно-правових й інших складових та їх взаємозв'язків; розкриття природничо-наукової сутності процесів і явищ, які лежать в основі перетворення матеріальних елементів на будівельну продукцію; дослідження закономірностей і меж ефективного застосування методів виконання і механізації будівельних процесів, зокрема в екстремальних умовах (взимку, в суху і жарку погоду, в сейсмічних умовах тощо); розроблення оптимізаційних процедур і методик технологічних розрахунків, методів проектування будівельних процесів.

1.2. БУДІВЕЛЬНІ ПРОЦЕСИ

Будівельними процесами називають виробничі процеси, які спрямовані на отримання будівельної продукції (наприклад, екскавація ґрунту, монтаж збірних конструкцій, фарбування стін тощо).

Будівельний процес як трудовий процес – це єдина взаємообумовлена і взаємозв'язана сукупність цілеспрямованих дій, регламентованих певною послідовністю (у вигляді визначених правил чергування окремих дій) і режимами їх виконання (точно встановлений розпорядок, тривалість та значення допустимих параметрів окремих дій).

За складністю виконання будівельні процеси поділяють на робочі операції та на прості й складні (комплексні) робочі трудові процеси.

Робоча операція – це технологічно однорідний і організаційно неподільний елемент будівельного процесу, що забезпечує створення первинної будівельної продукції. Робочу операцію виконує постійний склад виконавців зі сталим складом предметів та знарядь праці.

Робочу операцію може виконувати один або кілька робітників, які діють сумісно, – ланка робітників.

Кожна окрема робоча операція складається з кількох робочих прийомів, а робочі прийоми – із сукупності послідовних робочих рухів. Робочі прийоми і робочі рухи виконує один робітник.

Простим робочим процесом називають сукупність технологічно пов'язаних робочих операцій, які виконує один і той самий склад виконавців (ланка або бригада). Назва простого процесу залежить від предметів та знарядь праці. Наприклад, монтаж залізобетонних колон – установлення у проектне положення збірних залізобетонних колон за допомогою монтажного крана; екскавація ґрунту – розроблення ґрунту екскаватором. Прості робочі процеси характеризуються сталим складом виконавців, предметів та знарядь праці.

Складним (комплексним) робочим процесом називають сукупність простих процесів, які організаційно і технологічно взаємозалежні і пов'язані єдиною кінцевою продукцією. До складних процесів, наприклад, належать процеси, пов'язані зі зведенням монолітних залізобетонних конструкцій, монтажем збірних конструкцій каркаса тощо. Комплексні процеси характеризуються змінним складом виконавців, предметів та знарядь праці.

За технологічними ознаками будівельні процеси поділяють на заготівельні, транспортні та монтажно-укладальні (рис. 1.1).

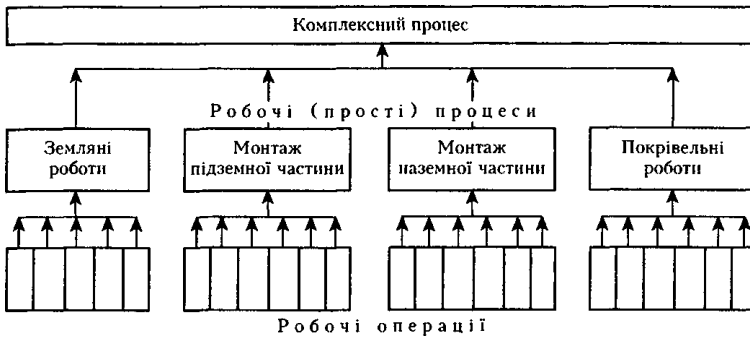


Рис. 1.1. Схема комплексного процесу

Заготівельні процеси – це процеси виготовлення будівельних конструкцій і виробів, приготування розчинів і бетонної суміші та інших напівфабрикатів, виготовлення будівельної оснастки та інвентарю, а також процеси, що підвищують ступінь їх готовності до застосування – укрупнення і проектне оснащення конструкцій допоміжними пристроями, пристосуваннями, приймання і приготування розчину і бетонної суміші у розчинозмішувальних агрегатах, різка, гнуття, антикорозійна та інша обробка арматурних виробів і деталей. Заготівельні процеси, звичайно, виконують на спеціалізованих підприємствах, базах, площадках, стендах та безпосередньо на будівельному майданчику.

Транспортні процеси – будівельні процеси переміщення будівельних матеріалів, виробів та технічних засобів, включаючи вантажно-розвантажувальні операції. Процеси переміщення будівельних вантажів до будівельного майданчика (так звані зовнішньо-майданчикові транспортні процеси) здійснюють з використанням транспортних засобів загально-будівельного призначення. Процеси переміщення будівельних матеріалів і виробів у межах будівельного майданчика до робочих місць (внутрішньо-майданчикові транспортні процеси) здійснюють з використанням спеціального технологічного транспорту – монтажних кранів, бетононасосів, транспортерів тощо. Внутрішньо-майданчикові транспортні процеси завжди виконуються разом з монтажно-укладальними процесами.

Монтажно-укладальні процеси – це процеси переробки, зміни стану, властивостей, форми або положення предметів праці, внаслідок чого створюється будівельна продукція у вигляді частин будинків та

споруд. Монтажно-укладальні процеси виконують на будівельному майданчику і поділяють на основні (кладка стін, монтаж конструкцій, укладання бетонної суміші тощо) та допоміжні. **Допоміжні процеси** виконують перед або одночасно з монтажно-укладальними процесами – це контрольно-вимірювальні операції та робочі процеси й операції, які гарантують безпечні й нормативні умови праці (огорожування, переставлення риштувань і помостів, монтаж тимчасового освітлення), поліпшують технологічні властивості предметів праці (водопониження, заморожування ґрунтів, пробудження розчинів і т. ін.).

За режимом виконання розрізняють неперервні й переривчасті процеси. У неперервних процесах (наприклад, кам'яна кладка, монтаж конструкцій) робочі операції виконують одну за одною без перерв незалежно від місцевих виробничих умов. Переривчасті процеси – це процеси, під час виконання або після закінчення яких спостерігаються технологічні перерви, зумовлені природою внутрішніх процесів і явищ та властивостями матеріальних елементів, які укладаються, або особливостями технологічного процесу (твердіння бетону, нанесення шарів вапняно-піщаної штукатурки з висушуванням кожного окремого шару тощо).

За значенням у виробництві будівельні процеси поділяють на ведучі та сумісні. **Ведучі (провідні) процеси** входять до безперервного ланцюга технологічного циклу і визначають його загальну тривалість. **Сумісні (другорядні) процеси** виконують паралельно з ведучими. **Технологічний цикл** – сукупність процесів (провідних і другорядних) від першого до завершального, результатом яких є первинна будівельна продукція. Правильне суміщення процесів з дотриманням технологічних умов і правил безпеки праці дає змогу значно скоротити тривалість технологічних циклів і терміни будівництва.

За ступенем механізації будівельні процеси поділяють на автоматичні, автоматизовані, комплексно-механізовані, механізовані та ручні.

Для створення будівельної продукції здійснюється певне комбінування й об'єднання будівельних процесів різної складності в єдину упорядковану сукупність. Таку сукупність процесів називають будівельними роботами. Розрізняють загальнобудівельні й спеціальні роботи. Упорядкована й об'єднана на технологічній основі сукупність загальнобудівельних і спеціальних робіт має назву – **будівельно-монтажні роботи**.

Будівельні роботи розрізняють за видом матеріалів, які переробляються (земляні, кам'яні, бетонні й залізобетонні), або за

конструктивними елементами, які є продукцією даного виду робіт (покрівельні, ізоляційні, опоряджувальні).

Сукупність виробничих процесів і операцій, що пов'язані з встановленням у проектне положення і з'єднанням у єдине ціле окремих конструктивних елементів, називаються **монтажними роботами**. Монтажні роботи включають в себе монтаж будівельних конструкцій (залізобетонних, металевих, дерев'яних), монтаж внутрішніх санітарно-технічних мереж і пристроїв, технологічного обладнання та інших інженерно-технічних систем.

До загально-будівельних робіт належать земляні, бетонні, залізобетонні, кам'яні, опоряджувальні, покрівельні та інші роботи, а також монтаж будівельних конструкцій.

Спеціальні роботи, що виконуються, як правило, спеціалізованими організаціями, – це роботи з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем (водопроводу, каналізації, опалення, вентиляції і кондиціювання), систем енерго- й електропостачання, зв'язку, автоматики, технологічного обладнання тощо.

Будівельні процеси і роботи ще прийнято об'єднувати за виробничими стадіями. Стадія виробництва – це комплекс технологічно закінчених робіт, результатом виконання яких є створення окремої частини будинку або споруди. Звичайно відокремлюють три стадії: роботи першої стадії, результатом здійснення яких є створення підземної частини будинку або споруди; роботи другої стадії – наземна частина; роботи третьої стадії – опоряджувальні й покрівельні роботи, внутрішні санітарно-технічні й електромонтажні роботи, монтаж технологічного обладнання тощо.

1.3. БУДІВЕЛЬНІ РОБІТНИКИ. ОРГАНІЗАЦІЯ І ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРАЦІ

Для створення високоякісної будівельної продукції потрібна наявність певної категорії виконавців (робітників), які мають спеціальні знання і практичні навички для ефективного та безпечного виконання будівельних процесів.

Таких виконавців називають будівельними робітниками. Їх розрізняють за фахом, спеціальністю і кваліфікацією.

Фах будівельного працівника визначається видом роботи, яку він виконує (наприклад, муляр, покрівельник, опоряджувальник).

Будівельні робітники, які мають певний фах, можуть спеціалізуватись на виконанні окремих видів процесів у межах свого

фаху, тобто мати спеціальність. Наприклад, покрівельник може бути покрівельником-бляхаром, покрівельником м'яких покрівель; опоряджувальник може мати спеціальність штукатура, маляра, паркетника.

Для виконання будівельних процесів потрібні робітники з різним рівнем підготовки, тобто різної кваліфікації, яка визначається наявністю у робітника певних знань і умінь для виконання прийомів і операцій певної складності за визначений час з додержанням нормативних вимог щодо якості продукції.

Показником кваліфікації робітника є його кваліфікаційний розряд, який встановлюється відповідно до тарифно-кваліфікаційної характеристики, що наведена для кожного фаху і кожного розряду в “Єдиному тарифно-кваліфікаційному довіднику робіт і фахів робітників”, розділ “Будівельні, монтажні і ремонтно-будівельні роботи”. Цей довідник містить характеристики фахів та переліки необхідних знань і професійних навичок і їх обсяги відповідно до заданої складності робіт (робітник повинен знати технологію процесу, правила і засоби перевірки його якості, правила техніки безпеки і вимоги до ступеня готовності і якості попередніх і сумісних процесів).

Присвоєння кваліфікаційного розряду відбувається за результатами перевірки кваліфікаційною комісією знань і умінь робітника, яка при цьому бере до уваги тарифно-кваліфікаційні вимоги до роботи, що виконується. У будівництві існує шість кваліфікаційних розрядів (шостий – найвищий).

Безперервне вдосконалення форм і методів праці є однією із найважливіших умов раціонального використання трудових ресурсів, підвищення ефективності виконання будівельних процесів та якісних показників будівельної продукції. Форми і методи праці безперервно вдосконалюються на основі впровадження прикладних досліджень у галузі фізіології, гігієни і психології праці, соціології і трудового права, ергономіки, виробничої естетики і професійної педагогіки тощо.

Планомірна реалізація результатів цих досліджень здійснюється як взаємообумовлений і взаємозв'язаний комплекс заходів науково-технічного й організаційно-технологічного характеру, що охоплює такі основні напрями: вдосконалення форм організації праці, нормування й оплати праці, раціоналізацію робочих місць та підвищення безпеки праці, вдосконалення режимів і умов праці, підвищення загального рівня професійної і кваліфікаційної підготовки будівельних робітників.

Організація праці в будівництві заснована на розподілі й кооперації праці виконавців. Розподіл праці здійснюється за умов додержання поопераційного принципу виконання будівельних процесів. Це означає, що будівельний процес поділяється на однорідні робочі операції, що виконуються кількома робітниками, кожний з яких здійснює робочі прийоми, складність яких відповідає його професії, спеціальності та кваліфікації.

Кооперація праці передбачає об'єднання зусиль групи виконавців для виконання одного і того ж процесу чи комплексу взаємозв'язаних процесів. Основними формами кооперації в будівництві є ланка і бригада. **Ланка** – це найменша група виконавців, кількісний склад якої має обґрунтовану виробничо-технологічну доцільність. До складу ланки, звичайно, входять кілька робітників однієї спеціальності й обов'язково різної кваліфікації. Кілька ланок об'єднуються у бригади, на чолі яких стоять бригадири – досвідчені робітники V чи VI розрядів. Кількісний і кваліфікаційний склад ланок і бригад встановлюється залежно від обсягів робіт та складності процесів, що виконуються. **Ланково-бригадна форма** організації праці робітників забезпечує єдність принципів розподілу і кооперації праці. При цьому досягається раціональна диференціація праці будівельних робітників за умов виконання ними робіт, властивих їх спеціальності й кваліфікації, та об'єднання зусиль груп виконавців для здійснення простих і комплексних робочих процесів.

У будівництві найбільш поширені спеціалізовані й комплексні бригади. Спеціалізовані бригади формують для виконання великих обсягів робіт, які складаються з однорідних простих робочих процесів. Комплектують ці бригади з ланок робітників однієї або суміжних спеціальностей (бригади паркетників, малярів), загальний кількісний склад таких бригад становить 25–30 осіб.

Комплексні бригади формують для виконання складних робочих процесів, щоб забезпечити технологічну та організаційну узгодженість виконання простих робочих процесів, які складають комплексний (складний) процес. Склад комплексних бригад формують ланки робітників різного фаху і спеціальностей. Так, під час зведення монолітних залізобетонних конструкцій формують комплексну бригаду, до складу якої входять ланки теслярів, арматурників, бетонників, слюсарів тощо, що виконують процеси встановлення і розбирання опалубки, монтажу арматури, укладання бетонної суміші, догляду за бетоном та інші прості процеси, які організаційно і технологічно взаємозалежні і пов'язані єдиною кінцевою продукцією.

Комплектують комплексні бригади із 40–30 робітників.

Для підвищення ефективності праці та ступеня готовності будинку в цілому або його окремих частин іноді комплексні бригади перетворюють у бригади кінцевої продукції, які виконують всі будівельно-монтажні роботи і процеси на частині будинку або в цілому на об'єкті. Такі бригади забезпечують виконання не тільки комплексу взаємоузгоджених робіт, а й виконання сумісних процесів, що ліквідують недоробки і підвищують загальний ступінь готовності об'єкта.

Одним із основних критеріїв оцінки трудової діяльності робітників є продуктивність праці, яка має найважливіше народно-господарське значення. У будівництві продуктивність праці робітників оцінюється за їх виробітком (кількістю будівельної продукції, виробленої за одиницю часу – годину (люд.-год), робочу зміну (люд.-зміну) тощо – в одиницях виміру продукції або в грошовому еквіваленті), відповідно до середнього складу виконавців, що були зайняті виробленням продукції протягом відповідної одиниці часу:

$$P = V / T \cdot N,$$

де P – виробіток на одну люд.-год (люд.-зміну);

V – обсяг робіт, виконаний під час вироблення певної кількості продукції за визначений час (m^2 ; т; шт.);

T – фактично затрачений час на вироблення певної кількості продукції (люд.-год);

N – середня кількість виконавців.

Рівень продуктивності праці можна також охарактеризувати затратами праці (люд.-год; люд.-змін) на вироблення одиниці будівельної продукції – трудомісткістю одиниці продукції (Q). Q – величина обернена до показника продуктивності праці, визначається за формулами

$$Q = V/P \text{ або (з урахуванням виразу) } Q = tn.$$

Продуктивність праці та трудомісткість одиниці продукції – величини змінні і залежать від кваліфікації виконавців, рівня знань технологічного процесу, досконалості техніки виконання процесу, місцевих умов виробництва, впливу погодно-кліматичних чинників тощо.

Розрізняють фактичні, планові й нормативні показники продуктивності праці.

Фактична трудомісткість і виробіток розраховуються на основі фактичних затрат праці і часу на вироблення відповідно будівельної продукції.

Планові показники трудомісткості і продуктивності визначаються з урахуванням перевиконання виробничих норм, які очікуються.

Нормативна трудомісткість і продуктивність праці розраховуються на основі чинних виробничих норм затрат часу на комплекс будівельних процесів, необхідних для вироблення відповідної будівельної продукції.

Технічне нормування – встановлення кількісних норм затрат праці, машинного часу та матеріальних ресурсів на одиницю будівельної продукції. Норми затрат праці встановлюють у вигляді норм часу і виробітку.

Норма часу – це час, який встановлено на виконання одиниці продукції робітником відповідного фаху і кваліфікації за умов раціональної організації праці і виробництва. Норма часу, що встановлює тривалість роботи робітника для вироблення одиниці продукції, називається нормою часу роботи робітника ($H_{\text{ч}}$). Відповідно норма часу, що встановлює час використання машини для вироблення одиниці продукції, називається нормою часу роботи машини ($H_{\text{мч}}$). За технічного нормування праці у будівництві норма часу виражається в годинах на одиницю виміру продукції ($\text{год}/\text{м}^2$; $\text{год}/\text{т}$).

З нормою часу пов'язані норми затрат праці, виробітку робітників та машин.

Норма затрат праці ($H_{\text{з.п}}$) – це затрати праці, які встановлено на виконання одиниці продукції робітниками (ланкою) відповідного фаху і кваліфікації в умовах раціональної організації праці і виробництва. За технічного нормування праці норма затрат праці вимірюється в людино-годинах на одиницю виміру (люд.-год/ м^2 тощо).

Норма виробітку робітників ($H_{\text{вир.}}$) – кількість продукції, що має бути вироблена за одиницю часу робітником відповідного фаху і кваліфікації в умовах раціональної організації праці і виробництва. Обчислюють в одиницях виміру продукції на одиницю часу ($\text{м}^2/\text{год}$; $\text{м}^3/\text{змін}$). Норма виробітку визначається нормою виробітку ланки, якщо будівельний процес виконує ланка робітників, або робітника, якщо будівельний процес виконує один робітник.

Норма виробітку (продуктивності) машин – кількість продукції, що має бути вироблена машиною за одиницю часу під керуванням робітників відповідного фаху і кваліфікації в умовах правильної організації праці і виробництва. Визначається в одиницях

виміру продукції за одиницю часу ($\text{м}^2/\text{год}$; $\text{т}/\text{зіну}$).

Норма виробітку обернено пропорційна нормі часу:

$$N_{\text{вир}} = 1/n_{\text{ч}}.$$

Кожна норма праці має не тільки кількісну характеристику, що встановлює кількість затрат праці (часу) на вироблення одиниці продукції або продукції за одиницю часу, а й характеризує будівельний процес і умови праці та виробництва, за яких ця норма може бути дійсна. Така характеристика називається будівельно-технологічною нормаллю – сукупністю технічних, технологічних і організаційних характеристик, санітарно-технічних, фізіологічних і соціальних чинників умов праці і виробництва, що встановлені з урахуванням сучасного рівня будівельної техніки і технологічного процесу, раціональної організації і безпеки праці, ефективного використання технічних засобів і кваліфікації виконавців.

Використання матеріальних ресурсів регламентується нормами витрат матеріалів – кількістю матеріалів потрібних на виготовлення одиниці продукції за відповідного рівня техніки і організації виробництва.

Технічні норми встановлюють на основі досягнутого загального рівня розвитку техніки і технології з урахуванням перспектив запровадження нової техніки, технології і організації будівельного виробництва, а також властивостей і якісних показників нових будівельних матеріалів і методів їх обробки. Технічні норми систематично переглядаються для упорядкування згідно з науково-технічними досягненнями у цій галузі.

Залежно від призначення технічні норми поділяють на виробничі норми (первісні норми – призначені для виробничого планування, контролю за витрачанням ресурсів безпосередньо під час будівництва, а також проектування і розробки документації щодо виробництва робіт та обґрунтування технологічних рішень), кошторисні норми (складання кошторисів на будівництво), укрупнені, комплексні норми тощо.

Технічні норми затрат праці поряд з розрядами робіт і тарифними ставками є основою тарифного нормування й оплати праці.

Тарифне нормування – це якісна оцінка праці виконавців, кількістю якої встановлено у технічних нормах. Тарифне нормування диференціює оплату праці залежно від складності і трудомісткості робіт. Основа тарифного нормування – тарифна система, елементами

якої є тарифна сітка і тарифні коефіцієнти.

Тарифна сітка – це шкала, в якій наведено співвідношення в оплаті праці робітників різної кваліфікації, що визначається кваліфікаційним розрядом. Розряду відповідає тарифний коефіцієнт, який вказує, у скільки разів відпрацьований час робітника певного розряду (C_i) оплачується вище порівняно з робітником першого розряду C_1 .

$$K_i = C_i / C_1$$

Розряд	I	II	III	IV	V	VI
Тарифні коефіцієнти (K_i)	1	1,125	1,265	1,427	1,602	1,803

За допомогою тарифних коефіцієнтів встановлюють тарифні ставки, які залежно від вибраної одиниці робочого часу можуть бути часові, добові та місячні. Тарифну ставку робітникам першого розряду встановлює уряд з урахуванням мінімуму заробітної плати робітників цієї галузі промисловості і будівництва.

Оплата праці кожного працівника визначається кінцевим результатом роботи й індивідуальним трудовим внеском. У будівництві діють дві форми оплати праці: відрядна і погодинна.

Відрядна оплата праці здійснюється за кількість виготовленої продукції за умови додержання вимог щодо її якісних показників. Розрізняють пряму відрядну оплату – під час нарахування заробітної плати за кожну одиницю виготовленої продукції – і акордну – під час нарахування заробітної плати за виконання комплексу робіт і процесів на закінченій частині будинку чи споруди або за кожну одиницю (структурну одиницю) кінцевої продукції, наприклад, за всі електромонтажні роботи або комплекс малярних робіт на секції будинку чи будинку в цілому.

За погодинної оплати праці заробітна плата робітників визначається на основі тарифних ставок і фактично відпрацьованого часу.

Для підвищення ефективності праці, поліпшення якості будівельної продукції, підвищення ступеня використання засобів механізації, зменшення тривалості робіт, матеріаломісткості й енергоємності будівельної продукції застосовують відрядно-преміальну і погодинно-преміальну оплату праці, за яких як винагороду за якісні результати нараховують премію.

Рационалізація робочих місць і підвищення безпеки праці передбачає забезпечення нормативних і безпечних умов праці за рахунок оснащення робочих місць потрібними засобами праці, допоміжними пристроями, пристосуваннями і будівельним інвентарем та раціонального переміщення їх у межах робочого місця; забезпечення робочих місць засобами колективного захисту, а робітників – засобами індивідуального захисту; створення потрібного запасу будівельних матеріалів, напівфабрикатів і конструкцій та забезпечення його своєчасного поповнення в процесі виконання робіт.

1.4. МЕХАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

Одним із основних напрямів розвитку науково-технічного прогресу у будівництві є підвищення рівня механізації і автоматизації будівельних процесів через застосування досконалішої системи машин і механізмів, сучасних засобів автоматизації і систем інформаційного забезпечення.

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

За ступенем використання засобів механізації та характером виконання будівельних робіт робітниками будівельні процеси поділяють на:

- **ручні процеси** – всі робочі операції будівельного процесу виконують робітники вручну з використанням ручного або механізованого інструменту;
- **механізовані процеси** – одна або декілька частин робочих операцій будівельного процесу виконуються за допомогою машин і механізмів під керуванням і контролем робітників-операторів, а інші – виконуються вручну;
- **комплексно-механізовані процеси** – всі робочі операції будівельного процесу виконуються за допомогою машин і механізмів, а робітники виконують функції керування і контролю за роботою машин і механізмів;
- **автоматизовані процеси** – всі робочі операції будівельного процесу виконуються за допомогою машин і механізмів з автоматизацією окремих операцій керування і контролю за роботою машин і механізмів;
- **комплексно-автоматизовані (автоматичні) процеси** – всі робочі операції будівельного процесу виконують і зкеровують машинами-автоматами, які працюють на основі відповідного програмного забезпечення.

Для механізації і автоматизації будівельних процесів промисловість випускає різні види машин і механізмів, які у будівельному виробництві застосовують у вигляді певної системи взаємопов'язаних машин і механізмів.

Технологічний комплект засобів малої механізації (нормокомплект) – сукупність засобів малої механізації, ручного і механізованого інструменту, допоміжних пристроїв і пристосувань та технологічного оснащення, узгоджених між собою за призначенням і продуктивністю. Нормокомплект розраховано на виконання конкретного виду ручних робіт і операцій відповідно до прийнятої технології визначеним кількісно-кваліфікаційним складом виконавців – бригадою робітників.

Комплект машин – сукупність взаємопов'язаних машин і механізмів, які взаємоузгоджені між собою за технологічним призначенням, технічним рівнем та продуктивністю. Комплекти машин застосовують для комплексної механізації простих робочих процесів: розроблення ґрунту, укладання бетонної суміші, монтаж колон тощо. До комплекту належать одна або кілька ведучих (основних) машин, за допомогою яких виконують основні монтажні, укладальні робочі операції, і кілька (іноді одна) допоміжних машин, за допомогою яких виконують допоміжні або транспортні процеси та операції.

Технологічне призначення і продуктивність комплекту визначається основною машиною. Наприклад, для механізованої екскавації ґрунту формується комплект машин у складі екскаватора, який є ведучою машиною комплекту та автосамоскидів (допоміжні машини) для вивезення ґрунту, що підбираються за продуктивністю і робочими параметрами екскаватора.

Комплекс машин – сукупність комплектів машин і механізмів, які взаємопов'язані виконанням кінцевої продукції і застосовуються для комплексної механізації складних будівельних процесів, (монтаж збірних конструкцій каркаса будинку, виконання монолітних бетонних і залізобетонних робіт тощо). Наприклад, комплекс машин у складі комплекту машин для екскавації і транспортування ґрунту (екскаватор – автосамоскиди) та комплекту машин для укладання ґрунту внасип (ґрунтоутворювальна машина – бульдозер, автогрейдер тощо), який сформовано для комплексної механізації складного процесу, кінцевою продукцією якого є земляний насип.

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

машини:

$$I_{\Pi} = \Pi_K \leq \Pi_0 \leq \Pi_D$$

де I_{Π} – встановлений час виконання ведучого будівельного процесу, який визначається у одиницях будівельної продукції (м^3 ; т; шт.), що випускається за одиницю часу (год, зміну);

Π_K , Π_0 , Π_D – експлуатаційні продуктивності відповідно комплекту машин, основної машини і допоміжних машин комплекту, які визначаються в одиницях виміру продукції на одиницю часу ($\text{м}^2/\text{год}$; т/зміну).

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

До основних показників належать: собівартість і трудомісткість одиниці продукції механізованого процесу, тривалість робіт, терміни окупності капітальних вкладень на механізацію й автоматизацію процесів, **до допоміжних** – питомі показники ваги, метало- і енергоємності, розраховані на одиницю продуктивності комплекту машин або на інший параметр, рівень механізації або автоматизації будівельних процесів.

Рівень механізації будівельних процесів (K_M) визначається часткою участі людини в керуванні виробничим процесом, а рівень автоматизації (K_A) показує, яка частка участі людини в керуванні виробничим процесом передана засобам автоматизації:

$$K_{M(A)} = I : (I + T_n : t_{M(A)}),$$

де T_n – середній час виконання немеханізованих (неавтоматизованих) операцій;

$t_{M(A)}$ – середній час виконання механізованих (автоматизованих) операцій.

Рівень механізації (P_M) або рівень комплексної механізації (P_{KM}) будівельно-монтажних робіт обчислюють за формулами:

$$P_M = (V_M : V); P_{KM} = (V_{KM} : V) \cdot 100,$$

де V – загальний обсяг виконаних будівельно-монтажних робіт в одиницях виміру відповідної продукції;

V_M , V_{KM} – обсяг робіт, виконаний відповідно механізованим або комплексно-механізованим методом у одиницях виміру відповідної продукції.

Сучасні будівельні технології ґрунтуються на виконанні будівельних процесів комплексно-механізованими методами з широким використанням систем автоматизації окремих технологічних процесів і операцій, діагностиці технічного стану машин та оптимізації параметрів їх використання. Збільшується використання роботизованих технологічних комплексів під час виконання земляних, монтажних, бетонних, малярних та інших робіт і процесів, гнучких автоматизованих виробництв – заводів і установок з приготування напівфабрикатів (будівельних розчинів, бетонних сумішей, шпаклівок, фарб тощо), виготовлення арматурних виробів і конструкцій тощо. Також збільшується використання будівельних машин багатофункціонального призначення, які обладнані спеціальним робочим органом (іноді двома і більше), що дає змогу виконувати однією машиною кілька робочих операцій.

Автоматизація і роботизація будівельних процесів має важливе економічне і соціальне значення та забезпечує підвищення продуктивності машин і механізмів за рахунок скорочення простоїв при оптимізації режимів їхньої роботи і робочого навантаження; зниження затрат праці за рахунок скорочення кількості робітників, що обслуговують машини і будівельні процеси; покращення умов і підвищення безпеки праці за рахунок виконання важких і небезпечних операцій і процесів автоматизованими і роботизованими комплексами машин; підвищення якості будівельно-монтажних робіт та скорочення витрат матеріальних ресурсів і енергії на одиницю будівельної продукції за рахунок точного додержання заданих параметрів і режимів будівельного процесу засобами автоматизації.

Велике значення у подальшому вдосконаленні технології будівельного процесу (як взаємовизначеної сукупності прийомів праці і технічних засобів) надається також вдосконаленню і впровадженню у виробництво ефективних високопродуктивних засобів малої механізації і механізованого інструменту.

1.5. НОРМАТИВНА І ПРОЕКТНА ДОКУМЕНТАЦІЯ. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОНАННЯ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ

Основними нормативними документами в будівництві є **Державні будівельні норми**. Вони є обов'язковими для використання всіма проектно-вишукувальними і будівельно-монтажними організаціями, підприємствами будівельної індустрії, іншими організаціями і установами, що здійснюють будівництво незалежно від відомчого підпорядкування або форми власності.

Будівельні норми і правила встановлюють:

- вимоги до організації, управління і економіки під час проектування, інженерних пошуків і будівництва;
- норми проектування населених пунктів, міст, підприємств промислового, сільськогосподарського та іншого призначення, будинків та інженерних споруд, будівельних конструкцій, основ і фундаментів;
- правила організації, управління, виконання і приймання робіт;
- правила ціноутворення у будівництві і кошторисні норми;
- норми витрат матеріальних і трудових ресурсів.

Система нормативно-правового забезпечення будівництва постійно вдосконалюється з метою приведення її у відповідність до останніх досягнень науково-технічного прогресу у будівництві, а також до змін виробничих відносин і форм господарювання.

Будь-яке будівництво здійснюється за спеціальним проектом, який розробляється з дотриманням будівельних норм і правил та затверджується у встановленому порядку.

Проект – це система розрахунків, робочих креслень, макетів та інших документів, яка обґрунтовує економічну і технічну доцільність будівництва об'єкта та визначає його архітектурно-конструктивні рішення і оптимальні будівельно-технологічні умови виконання будівельних процесів, що забезпечують закінчення робіт у визначені терміни з мінімальними витратами матеріально-технічних і трудових ресурсів.

Проекти розробляються як на будівництво невеликих будинків або їхніх елементів (наприклад, окремих конструкцій, технологічного обладнання, інтер'єрів тощо), так і на будівництво великих міст, житлових масивів, промислових підприємств, електростанцій, залізниць тощо.

Кожний проект складається з кількох частин (розділів) – архітектурно-будівельної, технологічної, енергетичної й інженерного обладнання, організації будівництва, кошторисних розрахунків,

техніко-економічних показників тощо.

Проектування починається з обґрунтування соціально-економічної або господарської необхідності будівництва даного об'єкта в тому чи іншому регіоні, населеному пункті, місті. Потім розробляється техніко-економічне обґрунтування – передпроектний документ, в якому зазначаються основні техніко-економічні показники, конструктивно-технічні й експлуатаційні характеристики об'єкта, що планується будувати. Після затвердження розробляється завдання на проектування, яке передається проектній організації, після чого остання розпочинає проектування об'єкта будівництва.

Залежно від складності об'єктів проектування виконують у дві або одну стадії. При проектуванні в дві стадії для складних і великих об'єктів спочатку розробляється технічний проект (перша стадія), а потім – робочі креслення (друга стадія). У разі проектування в одну стадію будівництва невеликих та нескладних об'єктів розробляють техноробочий проект – технічний проект, суміщений з робочими кресленнями у скороченому вигляді.

Основною проектною документацією, що регламентує організацію і технологію виробництва будівельно-монтажних робіт, є проекти організації будівництва і виконання робіт.

Проект організації будівництва – невід'ємна частина робочого проекту, що розробляється одночасно з іншими його розділами з узгодженням об'ємно-планувальних, конструкційних і технологічних рішень об'єкта з можливими методами організації і виконання робіт. Розробляється генеральною проектною організацією або за її дорученням проектною організацією, що спеціалізується на будівельному проектуванні та складається з комплексу взаємозв'язаних проектних рішень організаційно-технологічного, технічного, нормативного та планово-економічного характеру щодо виконання підготовчих і основних виробничих процесів на будівельному майданчику, які забезпечують своєчасне розгортання, здійснення та завершення будівництва в затверджені терміни.

Проект виконання робіт розробляється на основі робочого проекту і спрямований на забезпечення прийняття обґрунтованих рішень щодо технології виконання будівельних процесів у конкретних виробничих і погодно-кліматичних умовах. Його розробляє генпідрядна установа (за необхідності із залученням субпідрядних та проектних спеціалізованих установ).

Проект виконання робіт розробляється на основний і підготовчий періоди будівництва, на окремі стадії і види робіт (наприклад, на зведення підземної частини будинку або на монолітні бетонні і залізобетонні роботи, на опоряджувальні або покрівельні роботи), а також окремо на роботи, які виконуються в екстремальних

умовах (взимку, в умовах підтоплення території тощо).

1.6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Основними техніко-економічними показниками ефективності будівельних процесів і будівельно-монтажних робіт є:

- **собівартість** – це грошові витрати на виконання будівельного процесу або одиниці будівельної продукції. Собівартість виконання будівельного процесу складається з прямих і накладних витрат. **Прямі витрати** включають заробітну плату робітників, вартість матеріалів і конструкцій з урахуванням заготівельно-складських витрат і вартості доставки їх на приоб'єктний склад, витрати на експлуатацію машин, механізмів і устаткування, а також транспортні витрати. **Накладні витрати** складаються з адміністративно-господарських витрат, витрат на утримання пожежної і сторожової охорони, значення інвентарю та інструментів, випробування матеріалів і конструкцій тощо.

Визначення загальної собівартості механізованих робіт

Загальна собівартість механізованих робіт з врахуванням загальноновиробничих витрат визначається за формулою, грн:

$$C_0 = 1,08(\sum C_{\text{маш-год}} \cdot T_i + C_{\text{дод}}) + 1,5 \sum Z_i,$$

де 1,08 та 1,5 – коефіцієнти загальноновиробничих витрат відповідно на експлуатацію машин і механізмів та на заробітну плату;

$C_{\text{маш-год}}$ – розрахункова вартість роботи машино-години відповідної машини, грн/год;

T_i – тривалість роботи відповідної машини на об'єкті, год;

$C_{\text{дод}}$ – додаткові одноразові витрати, пов'язані з організацією механізованих робіт і невраховані в собівартості машино-години при виконанні даного процесу, грн (якщо ці витрати в порівнюваних варіантах є однакові, то в цих розрахунках їх не враховують);

$\sum Z_i$ – заробітна плата робітників, які виконують ручні операції, грн.

Розрахункову вартість машино-години визначають за формулою (монтажники):

$$C_{\text{маш-год}} = \frac{O}{T_i} + \frac{M \cdot A}{100 \cdot T_p} + C_e,$$

де O – одноразові витрати на доставку машини на об'єкт, її монтаж, попередній запуск та ін., грн.

T_i – тривалість роботи відповідної машини на об'єкті, год;

M – розрахункова вартість машини, тис. грн;

A – річні амортизаційні відрахування і витрати на капітальний ремонт машини у відсотках від розрахункової вартості машини, %;

T_p – нормативне число годин використання машини в році відповідно до режиму її роботи год;

C_e – експлуатаційні витрати однієї години роботи крана, в тому числі витрати, які пов'язані з проведенням всіх видів ремонтів (крім капітального); енергоматеріалів, а також на заробітну плату машиніста, грн.

Приведенні витрати.

Приведені витрати на одиницю об'єму монтажу обчислюють за формулою грн/т. або (м³):

$$P_v = \frac{C_0 + E_n \sum_{i=1}^n \frac{M_i T_{0i}}{T_{pi}}}{P},$$

де C_0 – загальна собівартість механізованих робіт з врахуванням накладних витрат, грн;

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень (встановлений в будівництві в розмірі 0,12 або 0,15 при використанні нової техніки, винаходів і раціональних пропозицій);

M_i – розрахункова вартість i -ї машини ($i=1, 2, 3 \dots n$), яка бере участь в механізованому процесі, грн; T_{0i} – тривалість роботи i -ї машини на об'єкті;

T_{pi} – нормативна кількість годин використання i -ї машини в році відповідності режиму її роботи; P – загальний об'єм монтажних робіт, тн.

трудомісткість – це затрати праці на одиницю будівельної продукції (наприклад, на 1 м³ монолітного залізобетону) або на загальний обсяг виконаних робіт (на екскавацію ґрунту під час улаштування котловану);

Трудомісткість монтажних робіт визначають за формулою, люд-год/м³ або тн.:

$$q_v = \frac{Q_{\text{монт}} + \sum_{i=1}^n (Q_{\text{монт}} + Q_{\text{м.д}} + Q_{\text{п.к.}} + Q_{\text{д.к.}})}{P},$$

де $Q_{\text{монт}}$ – витрати праці монтажників (береться з калькуляції), люд-год.;

$Q_{\text{маш}}$ – витрати праці машиністів і робочих, які обслуговують крани (калькуляція), люд-год.;

$Q_{\text{м.д}}$ – витрати праці на монтаж і демонтаж кранів;

$Q_{\text{п.к.}}$ – витрати праці на підкранові колії;

$Q_{\text{д.к.}}$ – витрати праці на доставку кранів;

P – загальний об'єм монтажних робіт, тн. або м³

- **тривалість виконання процесу.**

Тривалість монтажних робіт визначають за формулою, змін:

$$T_n = \frac{P}{P_{\text{екс}}},$$

де P – об'єм монтажних робіт, тн. або м³;

$P_{\text{екс}}$ – експлуатаційна продуктивність машини відповідного

процесу, тн/год;

Нормативна продуктивність машини відповідного процесу визначається з використанням економічних нормативів за формулою:

$$\Pi_n = \frac{a_e \cdot c}{H_{n, \text{час}}}$$

де a_e – одиниця об'єму, для якої в приведені норми витрат часу, люд-год;

c – тривалість зміни, год; $H_{n, \text{час}}$ – норма часу використання машини згідно.

У разі потреби можна застосовувати допоміжні техніко-економічні показники: виробіток одного робітника за годину (день чи рік), затрати часу на одиницю будівельної продукції, рівень механізації або автоматизації трудових процесів, рівень механізації (комплексної механізації) будівельно-монтажних робіт, показники використання машин за часом або основними технологічними параметрами (вантажопідйомністю), виробіток машини за одиницю часу, вартість машино-зміни тощо.

1.7. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ І ПРОДУКЦІЇ

Якість будівельної продукції – властивість, яка визначає відповідність виробленої продукції вимогам щодо її призначення – архітектурно-естетичним, конструктивно-технічним, експлуатаційно-технологічним, санітарно-гігієнічним, техніко-економічним, а також іншим характеристикам і параметрам.

Якість будівельної продукції визначається загальним рівнем проектних рішень, відповідності цих рішень сучасним вимогам науково-технічного прогресу та будівельним нормам і правилам; якістю будівельних матеріалів, виробів і конструкцій, які мають відповідати вимогам державних стандартів або технічних умов та виконання будівельно-монтажних робіт.

Забезпечення відповідного рівня якості та відповідності виконаних робіт або закінчених будівництвом об'єктів вимогам нормативно-технічної документації здійснюється через контроль і нагляд у будівництві відповідними установами, організаціями і підрозділами.

До системи контролю і нагляду у будівництві входять органи державного і відомчого контролю, відповідні служби генерального проектувальника та замовника, що здійснюють авторський і технічний нагляд за додержанням умов проекту та вимог нормативної документації, а також служби будівельно-монтажних організацій, які здійснюють виробничий контроль якості будівельно-монтажних робіт.

Виробничий контроль якості виконують під час підготовки і виконання будівельно-монтажних робіт. Він спрямований на

отримання об'єктивної і повної інформації щодо фактичної якості вихідних будівельних матеріалів, робочої документації та технології і техніки виконання будівельних процесів для виявлення причин відхилення від вимог нормативно-проектної документації і виправлення та попередження їх у майбутньому.

Виробничий контроль якості будівельно-монтажних робіт включає вхідний контроль робочої документації, будівельних матеріалів, виробів, напівфабрикатів та обладнання, операційний контроль окремих будівельних процесів і операцій; приймальний контроль закінчених робіт і конструкцій.

Вхідний контроль – це перевірка якості конструкцій заводського виготовлення, будівельних матеріалів і виробів, які постачаються на будівельний майданчик, а також проектно- кошторисної документації, яка передається будівельній організації. **Основна його мета** – попередження використання під час виробництва будівельної продукції матеріалів і виробів, які не відповідають вимогам проекту, чинних норм та стандартів; перевірка проектно-кошторисної документації на комплектність і відповідність нормативним вимогам.

Під час вхідного контролю будівельних конструкцій, виробів і напівфабрикатів здійснюють їх зовнішній огляд, співставлення з вимогами проекту, стандартів і нормативних документів, а також перевірку наявності і змісту супроводжувальних документів, паспортів і сертифікатів.

Операційний контроль здійснюють під час виконання окремих будівельних процесів і операцій або після їхнього безпосереднього завершення. Він спрямований на забезпечення своєчасного виявлення дефектів, та їх попередження. Під час контрольних заходів перевіряють додержання технології виконання виробничих процесів і операцій; відповідність закінчених робіт і конструкцій проекту, будівельним нормам, правилам і стандартам. При цьому контролюють просторове положення, форму та геометричні розміри конструктивних елементів, порядок чергування окремих процесів і операцій, конструктивних шарів та інших елементів, фізичні, міцнісні, електрохімічні, інші властивості матеріальних елементів у процесі перетворення їх на будівельну продукцію.

Операційний контроль здійснюють відповідно до вимог будівельних норм, технологічних карт і схем, що регламентують номенклатуру операцій і процесів, які підлягають контролю відповідальних осіб і служби, межі допустимих значень конструктивно-технологічних параметрів (допуски), методи і технічні засоби контролю, а також обсяги контролю і його періодичність.

Приймальний контроль – це перевірка якості виконаних робіт

із встановленням відповідності їх проекту і нормативним вимогам.

У процесі приймального контролю перевіряють додержання технологічних допусків, правил виконання робіт та вимог будівельних норм, технічних умов і проекту; наявність паспортів і сертифікатів на будівельні матеріали, вироби і напівфабрикати та відповідність їх якісних характеристик державним стандартам та вимогам проекту, здійснені лабораторні випробування і їхні результати; наявність і правильність заповнення журналів виконання робіт; точність геодезичного розбивання і фактичне положення конструктивних частин та інші параметри і вимоги.

Прийманню підлягають як закінчені роботи, окремі конструкції, так і приховані роботи.

Оцінку якості і приймання закінчених робіт і конструктивних частин здійснюють спеціальні служби будівельних організацій за допомогою відповідних засобів. Результати оцінки фіксуються на виконавчих схемах і кресленнях, у журналах робіт та в інших виконавчих документах.

Приймання прихованих робіт оформлюють актами й оцінюють разом з представниками технічного нагляду замовника. Акти складають на закінчений процес і безпосередньо перед початком наступних робіт. Виконання робіт забороняється, якщо відсутні акти огляду попередніх прихованих робіт.

1.8. ОХОРОНА ПРАЦІ І ПРОТИПОЖЕЖНИЙ ЗАХИСТ ОБ'ЄКТІВ БУДІВНИЦТВА

Охорона праці – це комплекс взаємопов'язаних між собою технічних, санітарно-гігієнічних, організаційних заходів, спрямованих на забезпечення нешкідливих і безпечних умов праці у будівельному виробництві. **Основними завданнями** є захист працюючих від можливого впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників, профілактика травматизму і професійних захворювань, а також збереження працездатності і попередження перевтомлення робітників у процесі виконання робіт.

Нагляд за охороною праці у промисловості і будівництві здійснюють державні органи й установи: Державний департамент з нагляду за охороною праці, галузеві міністерства, відповідні органи державної виконавчої влади, місцеві державні адміністрації і місцеві ради народних депутатів.

Заходи з техніки безпеки в будівництві спрямовані на попередження травматизму, нещасних випадків на виробництві. Правила техніки безпеки в будівництві визначаються у відповідних будівельних нормах, технічних умовах та інструкціях з безпечної

експлуатації будівельних машин, механізмів та технологічного оснащення, вимогах з електро-, пожежо- та вибухобезпеки і мають бути обов'язково зазначені у технологічній документації (проекти організації будівництва, проекти виконання робіт).

Для попередження впливу небезпечних та шкідливих чинників на робітників (руху технологічного транспорту, будівельних машин, робочих органів машин і рухливих частин машин, механізмів; високої напруги електричного струму, падіння будівельних вантажів, обвалення ґрунту, безпосереднього впливу відкритого вогню, гарячого пару тощо) у робочих проектах і за необхідності проектах виконання робіт визначаються інженерні рішення й організаційно-технологічні заходи, спрямовані на гарантування безпеки праці у виробничих умовах.

Будівельні майданчики і робочі місця мають бути оснащені відповідними (у необхідній кількості) засобами праці, допоміжними пристроями, інвентарем, будівельною оснасткою, засобами сигналізації і зв'язку; технічними засобами для огорожування небезпечних зон, рухливих частин будівельних машин, механізмів тощо; пристроями для колективного захисту від падаючих предметів, пристосуваннями для заземлення будівельних механізмів, риштуваннями і помостами тощо.

Робітники мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту та спецодягом, ознайомлені з правилами безпеки праці, зокрема, під час виконання робіт в екстремальних умовах взимку, на висоті, у разі застосування токсичних хімічних речовин, при виконанні процесів і робіт, де використовують електричні й електрохімічні та інші небезпечні й шкідливі для людини механізми і матеріали.

Правила охорони праці включають також протипожежні заходи, спрямовані на попередження виникнення пожеж на будівельному майданчику і заходи швидкої евакуації робітників під час пожеж і вибухів.

Питання пожежної безпеки мають бути наведені у відповідних розділах технічного і робочого проектів, де визначається складування й умови збереження легkozаймистих, горючих і вибухонебезпечних матеріалів, правила їх використання, а також видалення з робочих місць і будівельного майданчика залишків цих матеріалів та їх відходів, розташування й огорожування місць виконання зварювальних робіт, розташування засобів пожежогасіння – пожежного інвентарю, гідрантів, вогнегасників.

2. ПІДГОТОВЧІ РОБОТИ НА БУДІВЕЛЬНОМУ МАЙДАНЧИКУ

2.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

До початку виконання основних будівельно-монтажних робіт при зведенні будинків і споруд мають бути здійснені **підготовчі роботи**. Склад підготовчих робіт залежить від виду споруди, умов будівельного майданчика, його розташування відповідно до оточуючого середовища.

Підготовчі роботи розподіляють на дві групи: позамайданчикові і внутрішньо-майданчикові.

До позамайданчикових робіт належать процеси будівництва зовнішніх під'їзних доріг до будівельного майданчика, мереж і споруд із забезпечення електроенергією, водою, засобами зв'язку, спорудження за потреби виробничої бази.

До внутрішньо-майданчикових робіт належать створення геодезичної розбивної основи будівлі, огорожування будівельного майданчика, очищення території від дерев, корчів, валунів, знесення будинків і споруд, які заважають виконанню основних робіт, забезпечення стоків поверхневих та ґрунтових вод, осушення заболочених ділянок, улаштування тимчасових будівель, доріг, інженерних мереж; створення майданчиків для складування вантажів та укрупнення будівельних конструкцій; улаштування тимчасового освітлення. Обсяги робіт з підготовки майданчика визначаються в проекті виконання робіт.

2.2. ПІДГОТОВКА МАЙДАНЧИКА

Створення геодезичної розбивної основи. Геодезична розбивна основа забезпечує планове і висотне прив'язування на місцевості проектів будинків і споруд та геодезичні заходи на весь період будівництва.

Геодезичну розбивну основу виконують у вигляді сітки квадратів розмірами 50, 100, 200 м, осі якої є прямокутними координатами, що визначають положення будинку або споруди на місцевості. Для окремих будівель геодезичною розбивною основою можуть бути червоні лінії.

Для винесення будівельної сітки на місцевість використовують існуючу державну геодезичну (триангуляційну) мережу (рис. 2.1, а). Поздовжні і поперечні осі сітки закріплюють на місцевості постійними

знаками з плановою точкою. Знаки виконують із дерев'яних, металевих залізобетонних елементів і міцно закріплюють у ґрунті. Так само фіксують і червону лінію (рис. 2.1, г, д).

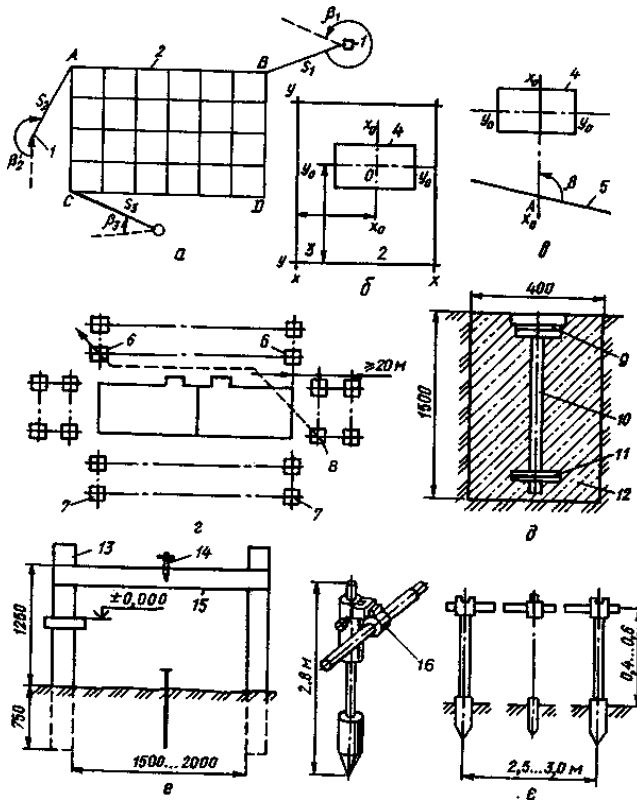


Рис. 2.1. Схеми винесення на місцевість та закріплення будівельної геодезичної основи:

- а – будівельної сітки; б – основних осей будівлі від будівельної сітки;
- в – основних осей будівлі від червоної лінії; г – закріплення основних осей та реперів; д – ґрунтовий геодезичний знак; е – дерев'яне будівельне обнесення;
- є – металеве будівельне обнесення: 1 – репери державної геодезичної мережі;
- 2 – будівельна сітка; 3 – осі умовної координатної сітки; 4 – будівля;
- 5 – червона лінія; 6 – пункти закріплення основних осей будівлі; 7 – те саме, контрольних; 8 – репер від нівелірної сітки; 9 – металева пластинка розміром $100 \times 100 \times 6$ мм з позначками осі, вибитої керном; 10 – арматурний стержень діаметром 12–16 мм; 11 – металева хрестовина; 12 – бетон; 13 – стояк;
- 14 – цвях; 15 – дошка; 16 – інвентарний елемент закріплення осі

Основні осі будівлі переносять на місцевість за методом прямокутних координат. За координати приймаються сусідні осі будівельної сітки, а їх перетин – за нуль відліку (рис. 2.1, б). За наявності червоної лінії прив'язування до неї здійснюють визначенням кута β між основною віссю будівлі і червоною лінією, і відстані від точки А до точки О перетину основних осей (рис. 2.1, в). Для детального розбивання осей будинку чи споруди паралельно її контуру ставлять будівельне обнесення, на яке переносять і закріплюють основні осі, прибиваючи до дощок цвяхи та позначаючи олійною фарбою (рис. 2.1, г). Будівельне обнесення треба встановлювати на 1 не менш як 20 м від осей будівлі, щоб воно зберігалось під час виконання земляних робіт.

Оснащення території будівельного майданчика. Територію будівельного майданчика очищують від кущів, дерев, валунів, зносять будинки і споруди, які заважають під час зведення будівель, знімають рослинний шар. Для звалювання дерев і корчування пнів використовують бульдозери і трактори з трелювально-корчувальною лебідкою, а також екскаватори із спеціальними пристосуваннями. Малі та середні дерева діаметром 12–25 см валять разом з корінням. Дерева більш як 25 см товщиною спочатку зрізують на висоті 0,2–0,3 м електричними пилами або бензопилами, а потім корчують пні. Корчування пнів на будівельному майданчику обов'язкове в місцях розроблення котлованів, траншей, каналів; зведення насипів висотою до 1 м для влаштування залізничних колій, і висотою до 1,5 м для влаштування автомобільних доріг; виконання планувальних робіт; розміщення трас підземних комунікацій.

Для розбирання будівель ручним і напівмеханізованим способами використовують спеціальний інструмент – лопати, клини, відбійні молотки, лебідки, домкрати тощо. **Механізоване розбирання будинків і споруд здійснюють** бульдозерами, автотранспортом та екскаваторами, кранами з навісним обладнанням. **Вибуховими способами зносять** будівлі або окремі їхні конструктивні елементи. Якщо будівлі мають історичну чи архітектурну цінність, їх може бути переміщено на інше місце.

Рослинний шар ґрунту на площі майбутньої земляної споруди зрізають на глибину 15–25 см бульдозерами або автогрейдером, збирають у відвали для подальшого використання з метою озеленення і благоустрою об'єкта, що будується, або на інших територіях.

Зелені насадження, що не підлягають вирубці і пересадці, огорожують.

На майданчиках з високим рівнем ґрунтових вод та їхнім інтенсивним притоком здійснюють осушення ґрунтів за допомогою

відкритого або закритого дренажу.

Відкритий дренаж улаштовують у вигляді канав глибиною до 1,5 м, що мають пологі укоси і необхідний для течії води уклон. В окремих випадках канави заповнюють дренажними матеріалами (щебінь, гравій, крупний пісок). Розміри і методи закріплення укосів вибирають залежно від швидкості потоків води. Ширина водовідвідних канав по дну – не менш як 0,5–0,6 м.

Дренаж - це система труб і колодязів яка потрібна для зниження рівня ґрунтових вод і видалення їх з ділянки. Дренажні труби зазвичай монтуються нижче рівня ґрунтових вод. Використовуються труби з кераміки, азбестоцементу, пластмасові, полімерні, поліетиленові - в залежності від умов і призначення системи.

Підземні закриті дренажі влаштовують із застосуванням трубчастих елементів (дрен) діаметром 125–300 мм із отворами на поверхні, по яких вода стікає у відведені місця. Такі дренажі ефективніші, оскільки в трубі швидкість потоку води вища, ніж у дренажному матеріалі. Як дрени використовують труби гончарні (керамічні), азбестоцементні, бетонні зі звичайного чи пористого бетону, склопластикові, пластмасові, дерев'яні; стрічки профільовані пластмасові і паперові (рис. 2.2, б, в). Під час улаштування дренажу копають траншею, на дно кладуть дренажні труби. Труби засипають дренажним матеріалом (піском, щебнем, гравієм), для верхнього шару використовують рослинний (дерновий) ґрунт (рис. 2.2, а).

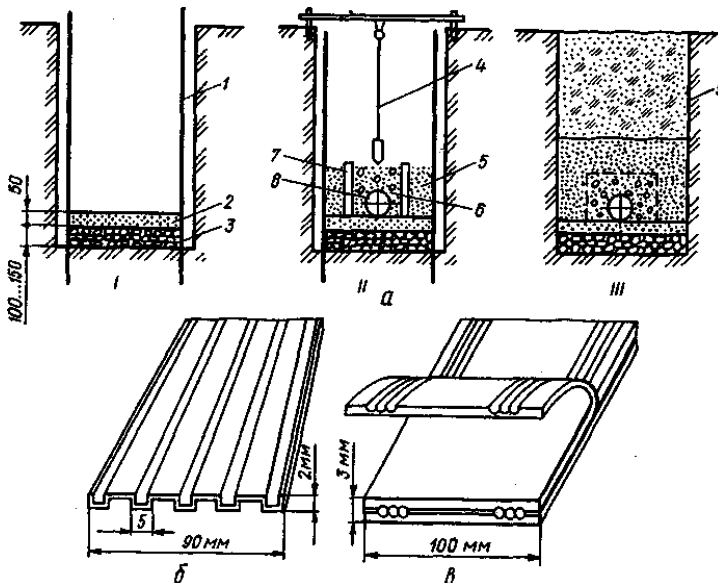


Рис. 2.2. Улаштування закритого дренажу:

а – послідовність процесів улаштування трубчастого закритого дренажу; б – стрічкові пластмасові дрени; в – стрічкові паперові дрени; І – розроблення траншей, закріплення стінок і підготовка основи для прокладання труби; ІІ – установлення опалубки, труби, часткове заповнення траншеї щебенем і піском; ІІІ – зняття опалубки, досипання дренавального матеріалу та ґрунту; І – кріплення траншеї; 2 – шар піску 5 см товщиною; 3 – шар щебеню 10–15 см товщиною; 4 – висок; 5 – піщаний фільтр; 6 – гравійний фільтр; 7 – опалубка; 8 – труба; 9 – ущільнений ґрунт

Дренажні роботи можна здійснювати використовуючи конструкції з трубофільтрів з піщаною підсипкою.

Трубофільтри – це керамзитобетонні труби діаметром 150, довжиною 825 мм, які з одного краю мають паз, а з іншого – гребінь. Трубофільтрикладають у траншею на підстильний шар з піску, щебеню чи гравію. Для фільтрувальної засипки з боків і зверху використовують пісок крупністю зерен 0,3–2,5 мм. Товщина шару піщаної засипки поверх труби – не менше ніж 200 мм.

Для розроблення траншей і канав використовують одно-, багатокішшеві і роторні екскаватори, канавокопачі та інші механізми з навісним спеціальним обладнанням.

Улаштування тимчасових інженерних мереж. Для потреб будівництва доцільно використовувати постійні інженерні мережі. Якщо такої можливості немає, влаштовують тимчасові водопровідні та електромережі і використовують пересувне устаткування для забезпечення будівництва теплом, парою і стисненим повітрям.

Тимчасовий водопровід улаштовують зі сталевих труб діаметром 25–150 мм, рідше з азбестоцементних діаметром 50–200 мм і чавунних. Труби закладають нижче глибини промерзання ґрунту, а якщо глибина менша, то утеплюють теплоізоляційними матеріалами (шлаком, пінопластом тощо). Якщо тимчасовий водопровід використовуватиметься тільки влітку, достатньо покласти труби на глибину 30 см або на поверхні ґрунту, забезпечивши їхній захист від механічних пошкоджень.

Тимчасове електропостачання високої і низької напруг забезпечують, як правило, на повітряних підвісках проводів. Кабельні мережі влаштовують тільки тоді, коли відкриті електропроводи неможливо застосовувати за умови безпеки виконання будівельно-монтажних робіт. Для тимчасового забезпечення майданчика електроенергією використовують пересувні електростанції, підвісні трансформаторні підстанції, переносні опори тощо.

Розміщення тимчасових будівель. Для обслуговування будівельного виробництва і робітників на будівельному майданчику

розміщують культурно-побутові (їдальні, душові, медпункти, приміщення для обігрівання робітників тощо), адміністративно-господарські (контори, пожежні, прохідні) і виробничі (майстерні, навіси, склади тощо) тимчасові будівлі.

Відкриті складські майданчики для конструкцій, матеріалів, устаткування і напівфабрикатів розміщують у зоні роботи монтажних механізмів, так щоб найближче до них були розміщені штабелі важких і громіздких виробів.

Закриті склади розташовують об'єднаною групою в зоні складського господарства.

Майданчики укрупнення конструкцій розташовують у місцях, які забезпечують простий і безпечний спосіб переміщення їх у проектне положення.

Механізовані установки розміщують поза зоною роботи монтажного крана.

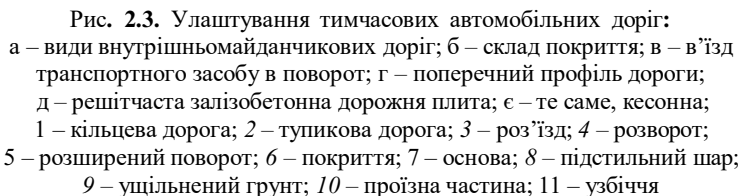
Бажано, щоб культурно-побутові та адміністративно-господарські будівлі були розташовані поблизу входу до будівельного майданчика.

Улаштування тимчасових доріг.

Тимчасовими є дороги, призначені для під'їздів до будівельних майданчиків та переміщення по самих майданчиках. Найпоширенішими на будівельному виробництві є автомобільні та залізничні шляхи. Автомобільні тимчасові дороги доцільно влаштовувати на трасах постійних доріг, передбачених генеральним планом майбутнього об'єкта. Такі дороги прокладають без верхнього покриття, яке влаштовують потім, перед здачею об'єкта в експлуатацію.

Дороги на будівельних майданчиках можуть бути **тупиковими та кільцевими**. У кінці тупикових мають бути майданчики для розвороту транспорту (рис. 2.3, а). Беручи до уваги нормативні габарити автомобіля (прямокутник завширшки 2,5 м і висотою 3,8 м), ширина покриття автомобільної дороги при переміщенні транспорту по одній смузі має бути не менше ніж 3,5 м, по двох смугах – 5,5 м.

Автомобільні шляхи споруджують відповідно до вимог та призначення. Конструктивно автомобільні шляхи включають земляне полотно та шляховий одяг, який складається з підстильного піщаного шару, основи і покриття (рис. 2.3, б). Для зниження вартості робіт при улаштуванні тимчасових шляхів застосовують залізобетонні конструкції багаторазового використання з суцільних або ґратчастих плит колійного типу (рис. 2.3, д, є).



робітником робочий процес і розташовані, потрібні для цього, предмети і знаряддя праці, пристосування і продукція. Розміри робочого місця визначаються з урахуванням умов ергономіки (забезпечення мінімальних енерговитрат робітника) виконання процесу.

Фронт робіт – частина об'єкта, що відводиться для безперервного виконання технологічного процесу протягом тривалого часу (не менше ніж півзміни). У цій частині об'єкта мають бути виконані всі будівельні роботи, що технологічно передують виконуваному процесові, а також звільнені місця для розташування робітників, машин, будівельних матеріалів і конструкцій та зони їх транспортування.

Захватка – частина об'єкта, що відводиться при потоковому виконанні робіт протягом певного часу. Для виконання технологічного процесу на захватці в даній просторовій зоні об'єкта має бути забезпечений певний фронт робіт.

Ділянка – це частина фронту робіт, що виділяється для роботи протягом певного часу для бригади або одного робітника.

У процесі зведення будинку або споруди у висоту для здійснення фронту робіт доводиться за допомогою риштувань міняти рівень робочого місця. При цьому простір об'єкта умовно розділяється за висотою на яруси.

Ярус – зона за висотою, в межах якої зводиться частина будинку або споруди з одного робочого місця. Висоту ярусу беруть з розрахунку створення робітнику таких умов, які сприяють найбільшій продуктивності праці. Наприклад, при цегляній кладці висота ярусу становить 1–1,2 м, тривалість робіт на кожному ярусі – половина або одна зміна.

Технологічна зона – це простір, де розміщуються робітники, машини, пристосування, будівельні матеріали і конструкції для виконання певних виробничих операцій процесу та шляхи їх переміщення, а також продукція, що виробляється. Технологічні зони мають назви відповідно до видів виконуваних виробничих процесів, наприклад, технологічна зона монтажу (рис. 2.4), зона бетонних робіт. Технологічна зона складається з робочої зони, зони транспортування, розвантаження та складування матеріалів і конструкцій.

Робоча зона – це простір, у межах якого виконавець (машина, людина, ланка або бригада) виконує визначений вид роботи. Зони транспортування, розвантаження і складування є просторами, в яких проводять відповідно транспортування, розвантаження, складування матеріалів і виробів.

У процесі виконання робіт кожна зона може стати небезпечною.

Небезпечна зона – це простір, у межах якого постійно діють або потенційно можуть діяти небезпечні виробничі чинники.

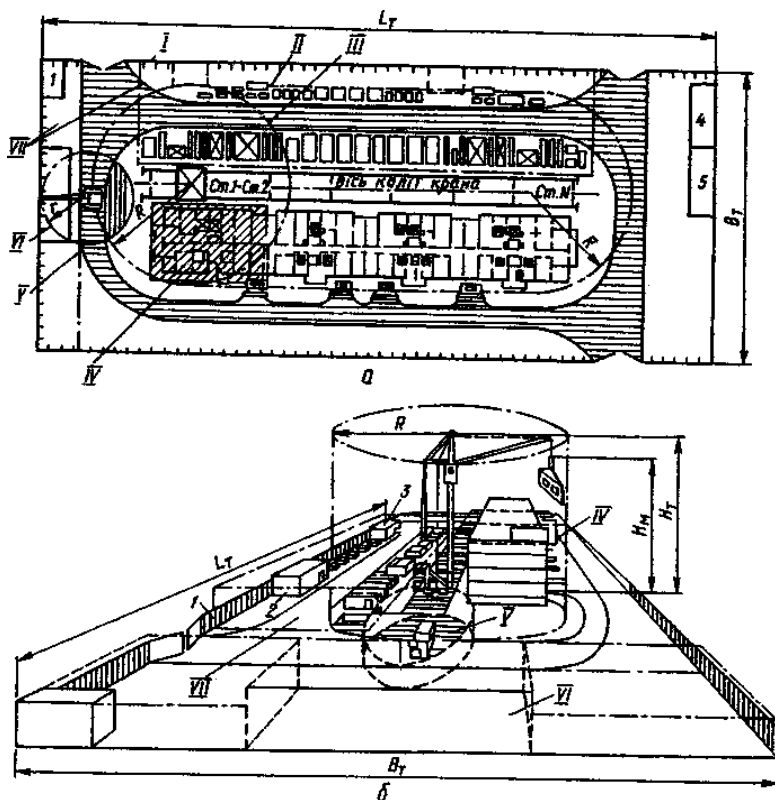


Рис. 2.4. Технологічна зона монтажу і її складові:
 а – план; б – загальний вигляд; I – технологічна зона; II – робоча зона крана;
 III – зона транспортування (подачі) конструкцій; IV – робоча зона ланки
 монтажників; V – зона суміщення роботи (двох кранів); VI – зона переднього
 збирання; VII – зони складування і розвантаження; I – склад; 2, 3 – навіс
 для матеріалів; 4 – контора; 5 – побутові приміщення; H_T , L_T , B_T – відповідно
 висота, довжина, ширина; H_M – монтажна висота підйому конструкцій;
 R , r – радіуси, що визначаються вильотом стріли ведучого і допоміжного
 монтажного крана; Ст. 1, Ст. 2, Ст. N – технологічні стоянки монтажного
 крана

2.4. СКЛАДУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ

Склади матеріалів залежно від прийнятої організації робіт можуть бути центральними та приоб'єктними. **Центральні склади** влаштовують, коли потрібно створити певний запас матеріальних ресурсів. Наприклад, центральний або базовий, склад управління промислово-технологічної комплектації (УПТК). **Приоб'єктний склад** розташовується на будівельному майданчику безпосередньо в зоні дії монтажних кранів.

Розташування приоб'єктного складу (зона складування), його розміри, розміщення і призначення окремих майданчиків регламентується проектом виконання робіт. Вся територія складу має бути поділена на окремі майданчики, призначені для складування конкретних конструкцій і деталей. Територію складу потрібно спланувувати з уклоном від дороги або колії крана.

Збірні елементи, за винятком колон, мають зберігатися у положенні, близькому до проектного. Збірні залізобетонні елементи складають у штабелі. Кожен штабель укладають на два лежні або підкладні бруси. Між рядами штабеля укладають по дві прокладки. Прокладки слід розміщувати обов'язково в двох вертикальних площинах з підкладками. Відстань між підкладками, отже, і прокладками беруть такою, щоб в елементах конструкцій не виникало недопустимих і залишкових деформацій та перенапружень.

Під час складування конструкції укладають так, щоб марки, які нанесені на них, легко проглядались. Через кожні два штабеля у поздовжньому і через 25 м у поперечному напрямках потрібно залишати проходи 0,7–1,0 м. Відстань між суміжними штабелями залишають не менше ніж 20 см, щоб уникнути пошкоджень елементів при вантажно-розвантажувальних операціях.

Висота укладання штабелів визначається нормативними вимогами (рис. 2.5). Нижній ряд у штабелях збірних елементів укладають на дерев'яні підкладки перерізом 150×150 , 150×100 або 100×100 мм, наступні ряди – на прокладки перерізом 80×80 мм, так щоб товщина їх була не менше висоти монтажних петель, а їх кінці на 50 мм виступали за край виробів.

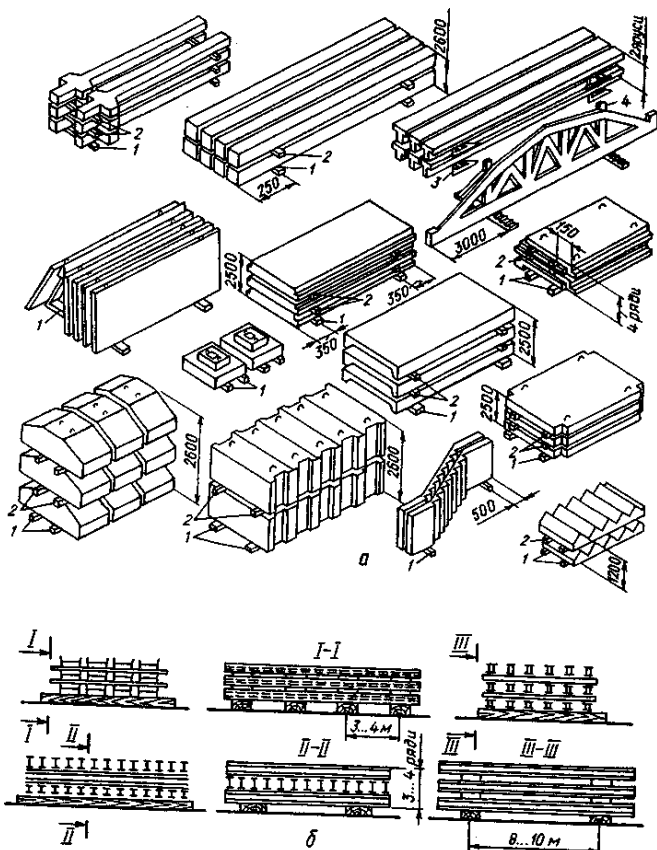


Рис. 2.5. Складування будівельних конструкцій:
 а – залізобетонних; б – металевих; 1 – лежні-підкладки;
 2 – прокладки; 3 – металеві опори; 4 – касета

При зберіганні цеглу в пакетах на піддонах укладають не більш як у два яруси, в контейнерах – в один. **Плиткові матеріали** – азбестоцементні листи, черепицю складають у штабеля, висотою не більше ніж 1 м. Круглий ліс – у штабелях, висотою не більше ніж 1,5 м з установленням підпорів.

Сипучі матеріали, москательні, рідкі, ручні інструменти, замки, дверні ручки, шурупи, цвяхи тощо зберігають у закритих складах за зоною дії крана.

3. ТЕМА 3. ТРАНСПОРТНІ РОБОТИ

3.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

У будівництві транспортні роботи займають найважливіше місце. Так, для спорудження 1 м³ будівлі потрібно 150–400 кг вантажів, у зв'язку з чим на транспортування та вантажно-розвантажувальні роботи припадає до 25 % вартості та понад 40 % трудових від загальних обсягів витрат на спорудження об'єкта.

Технічні засоби будівельного транспорту розрізняють:

- **за відстанню дії.** Їх поділяють на два види: будівельні і загального призначення. Транспортні засоби, що експлуатуються безпосередньо на будівельних майданчиках, називають будівельними – баштові крани, навантажувачі, конвеєри. Автомобілі, залізничні вагони, самохідні крани мають необмежений радіус дії і можуть використовуватись як на будівництві, так і в інших галузях господарства;

- **за характером дії** транспортні засоби можуть бути циклічними та безперервними. Автомобілі, навантажувачі, крани – засоби циклічної дії; стрічкові транспортери, шнеки, спеціальні насоси – засоби безперервної дії;

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

- **за видом тяги транспортні** засоби поділяють на чотири групи: з автономними двигунами; з двигунами, які працюють від зовнішніх енергетичних джерел; причіпні та гравітаційні (спускові лотоки, бункери);

- **за напрямком руху робочих органів** транспортні засоби можуть бути тільки для горизонтального переміщення (автомобілі, залізничні вагони тощо), для вертикального (підйомники, спускні лотоки) та вертикально-горизонтального переміщення (баштові крани, бетононасоси) вантажів;

- **за спеціалізацією** – спеціалізовані та засоби загального призначення. До спеціалізованих належать цементовози, гудронатори, панелевози, фермовози, колоновози;

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

3.2. КОНТЕЙНЕРИЗАЦІЯ ТА ПАКЕТУВАННЯ ВАНТАЖІВ

У процесі доставки дрібноштучних вантажів, при вантажно-розвантажувальних та складських роботах з ними для запобігання втрат та підвищення продуктивності праці упроваджують пакетні і контейнерні перевезення. При цьому вантажні одиниці укрупнюються в транспортні пакети або контейнери, завдяки чому всі процеси транспортування, вантажно-розвантажувальні та складські роботи можна механізувати.

Контейнер – це інвентарний багаторазового використання пристрій або об'ємна місткість, яка дає змогу транспортувати багажі без допоміжної тари та виконувати вантажні процеси механізованим способом (рис. 3.1, а – д). За конструктивними особливостями контейнери можуть бути розбірними і нерозбірними, складними, відкритого або закритого типу, за способом розвантаження – саморозвантажувальні або з розвантаженням вручну, за призначенням – універсальні і спеціалізовані. Доцільність використання кожного типу контейнера визначається видом вантажів та особливістю транспортних засобів.

Пакетування – це процес об'єднання дрібноштучних матеріалів в укрупнені об'єми спеціальними технічними засобами (піддони, стрічки), що дає змогу навантажувати і розвантажувати пакети механізованими засобами (рис. 3.1, е-з).

Засоби пакетування розрізняють за:

- призначенням – універсальні і спеціалізовані; видом – піддони, пакетувальні стропи, касети і плівки, сітки, обв'язки;
- конструкцією – жорсткі, напівжорсткі та гнучкі;
- кількістю використання – багаторазового та разового використання.

Контейнеризацію і пакетування матеріалів широко застосовують за технологічно-комплектного постачання будівельних матеріалів на об'єкти.

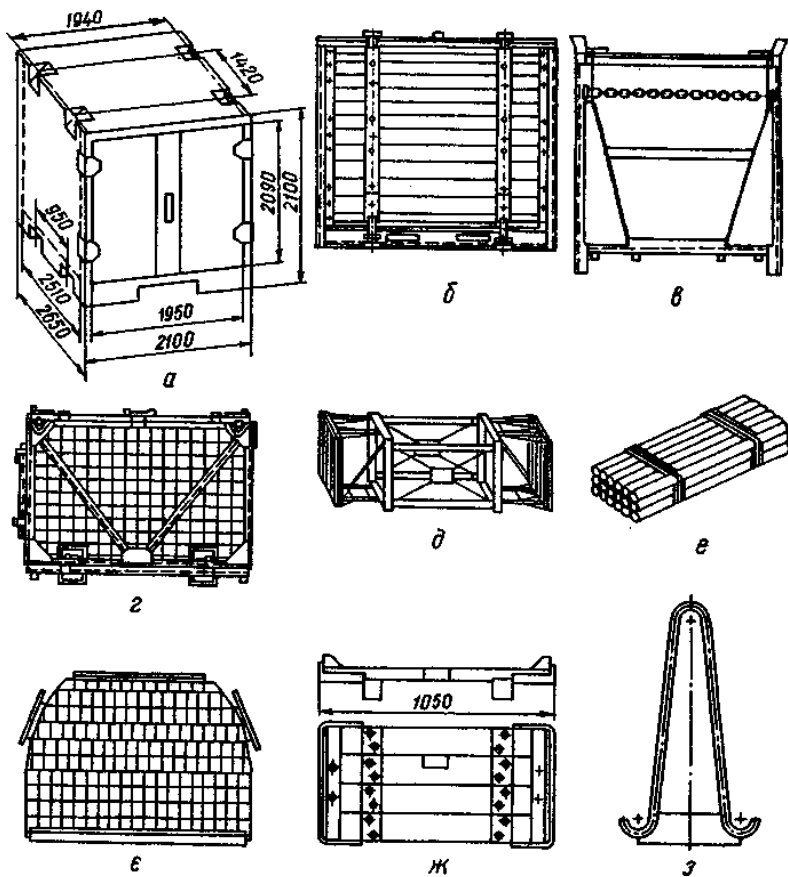


Рис. 3. 1. Контейнери та засоби пакування:

а – універсальний контейнер; б – контейнер для скла; в – для покрівельних матеріалів; г – для рулонних покрівельних матеріалів; д – для азбестоцементних труб; е – пакет чавунних труб; є – пакет силікатної цегли; ж – піддон для цегли; з – засіб для пакування чавунних радіаторів опалення

3.3. ТРАНСПОРТУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

Транспортабельність – це здатність вантажів зберігати в процесі перевезення свій стан.

У межах населеного пункту при спорудженні будівель у зоні існуючої забудови або в місцях масового будівництва найдоцільнішим є застосування автомобільного транспорту.

За конструктивними ознаками автотранспорт поділяється на дві групи: **загального призначення** (бортові автомобілі, самоскиди, тягачі) та **спеціального** – панелевози, колонової, фермовози, цементовози, автобетонозмішувачі тощо (рис. 3.2).

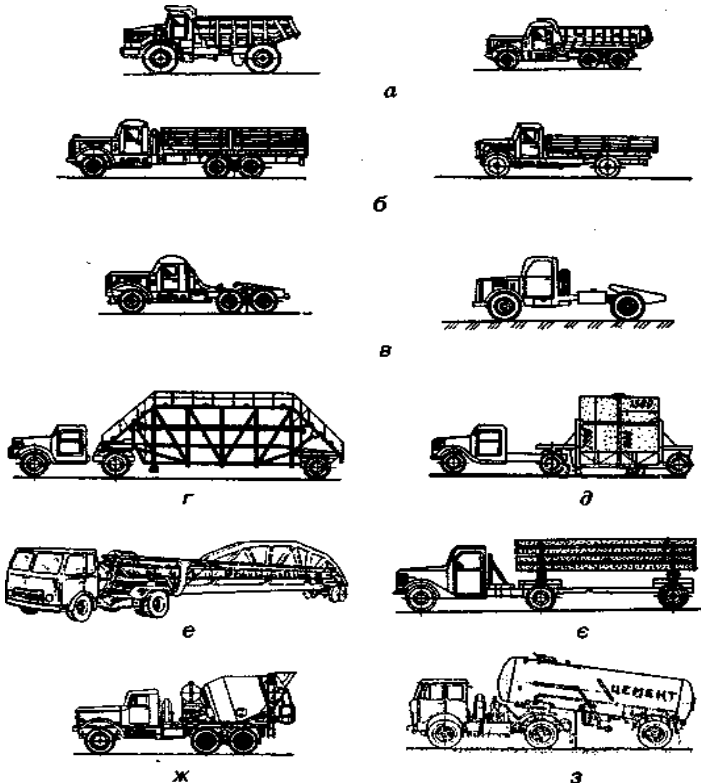


Рис. 3.2. Транспортні засоби:
а – бортові автомобілі; б – самоскиди; в – тягачі; г – панелевоз; д – для транспортування сантехблоків; е – фермовоз; є – для транспортування плит перекриття; ж – автобетонозмішувач; з – цементовоз

При маятниковій схемі причепа не відокремлюються від тягача. Вона доцільна у разі розвантаження матеріалів на приоб'єктні склади та спорудження будівель з однакових конструктивних елементів.

При човниковій схемі один тягач використовують для обслуговування кількох причепів. Вона ефективна під час виконання монтажних робіт із транспортних засобів – збірні конструкції не розвантажують на приоб'єктному складі, а безпосередньо 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 доставляння вантажів на будівельний майданчик; швидке розвантаження транспорту.

Цикл роботи транспортної одиниці у хвилинах за маятковою схемою розраховується за формулою

$$t_{\text{ц}} = t_3 + t_{\text{в}} + t_p + t_n + t_{\text{м}}. \quad (3.1)$$

За човниковою схемою:

$$\text{а) для причепа} \quad t_{\text{ц}} = t_{\text{в}} + t_{\text{п}} + 2t_{\text{пр}} + 2t_{\text{вч}}. \quad (3.2)$$

$$\text{б) для тягача} \quad t_{\text{ц}} = t_3 + t_{\text{в}} + t_p + t_n + t_{\text{м}}, \quad (3.3)$$

де t_3 – час завантаження машин;

$t_{\text{в}}$ – час на перевезення вантажу;

t_p – час на розвантаження машин;

$t_{\text{пр}}$ – час на повернення машини під завантаження;

$t_{\text{м}}$ – час на маневри машини;

t – час на причеплення причепа до тягача;

$t_{\text{т}}$ – час на відчеплення причепа від тягача.

3.4. КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ РОБІТ

Транспортування будівельних вантажів завжди передбачає виконання процесів завантаження і розвантаження транспортних засобів. Для зменшення затрат праці та собівартості вантажно-розвантажувальних робіт застосовують комплексно-механізовані методи їх виконання.

Комплексна механізація вантажно-розвантажувальних робіт передбачає організацію роботи, при якій усі основні процеси та операції завантаження і розвантаження транспортних засобів виконуються комплексом спеціальних машин.

Завантаження і розвантаження транспортних засобів у будівництві переважно здійснюється за допомогою самохідних кранів різних типів.

4. ТЕМА 4. ЗЕМЛЯНІ РОБОТИ

4.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Земляні споруди за своїм призначенням поділяють на постійні й тимчасові.

Постійні – це споруди, що експлуатуються протягом тривалого періоду часу. 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 належать котловани, траншеї, перемички, тимчасові нагріні та водоперехоплювальні канави тощо.

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

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

4.2. ОСНОВНІ БУДІВЕЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

Ґрунтами називають породи, що залягають у верхніх шарах земної кори. До них належать рослинний ґрунт, пісок, супісок, гравій, глина, суглинок, торф, пливуні, різні напівскельні та скельні породи.

За крупністю мінеральних частинок, їх зчепленням та механічною міцністю ґрунти поділяють на п'ять класів: скельні, напівскельні, великоуламкові, піщані (незв'язні) та глинисті (зв'язні).

До скельних ґрунтів належать зцементовані водостійкі породи, що практично не піддаються стисканню і залягають переважно у вигляді суцільних чи тріщинуватих масивів (граніти, піщаники, вапняки тощо).

Напівскельні ґрунти – це зцементовані породи, які піддаються стисканню (мергелі, алевроліти, аргіліти) та нестійкі під дією води (гіпс, гіпсоносні і конгломерати).

Великоуламкові ґрунти складаються з незцементованих уламків скельних та напівскельних порід розміром понад 2 мм.

Піщані ґрунти складаються з незцементованих частинок порід розміром 0,05–2 мм. Вони є продуктом природного руйнування та перетворення скельних ґрунтів, яким не властива пластичність.

Глинисті ґрунти також є продуктом природного руйнування та

перетворення гірських порід, з переважним розміром незцементованих частинок менше ніж 0,005 мм.

До основних властивостей та показників ґрунтів, які впливають на технологію виробництва, трудомісткість та вартість земляних робіт, належать щільність, вологість, міцність, зчеплення, грудкуватість, розпушуваність, кут природного укосу.

Щільністю (ρ) прийнято вважати масу 1 м³ ґрунту у природному стані у щільному стані.

Вологість (ω) – це ступінь насиченості пор ґрунту водою. Визначається відношенням маси води та ґрунту до маси його твердих частинок (у відсотках). Ґрунти вологістю до 5 % вважають сухими, понад 30 % – мокрими, 5–30 % – нормальної вологості.

Міцність – це властивість ґрунтів чинити опір зовнішнім механічним впливам. Для оцінки міцності гірських порід та ґрунтів користуються коефіцієнтом міцності (f) за Протодьконовим.

Зчеплення характеризується ступенем опору руйнування і залежить від виду ґрунту та ступеня його вологості.

Грудкуватість розпушеної маси (гранулометричний склад) визначається процентним вмістом грудок різних фракцій.

Розпушуваність – це здатність ґрунту збільшувати під час розроблення об'єм унаслідок втрати зв'язку між частинками. Збільшення об'єму ґрунту характеризується коефіцієнтами початкового k_n та залишкового розпушування k_z . Коефіцієнтом початкового розпушування є відношення об'єму розпушеного ґрунту до його об'єму у природному стані. Для піщаних ґрунтів $k_n = 1,15\text{--}1,20$, для глинистих – $2,4\text{--}3,2$, для напівскельних та скельних ґрунтів у процесі підривання “на струшування” $k_n = 1,1\text{--}1,2$, при підриванні “на розвал” – від $1,25$ до $1,60$ (при більшій грудкуватості до 2).

Коефіцієнт залишкового розпушування k_z показує залишкове збільшення об'єму ґрунту (порівняно з природним станом) після його ущільнення.

Кут природного укосу характеризується фізичними властивостями ґрунту, при яких він перебуває в стані граничної рівноваги. Розмір кута природного укосу залежить від кута внутрішнього тертя, сил зчеплення та тиску розташованих вище шарів ґрунту. У насипу за відсутності сил зчеплення граничний кут природного укосу практично дорівнює куту внутрішнього тертя. Відповідно до цього крутість укосів виїмок та насипів, яка виражається відношенням висоти до закладання, для постійних і тимчасових земляних споруд різна. Крутість укосів визначається нормативними документами.

Проф. М. Г. Домбровським було запропоновано шість груп ґрунтів. За величиною питомого опору копанню ґрунти поділяють на

шість груп – до I і II груп належать **слабкі (м'які) та щільні ґрунти (чорноземи, лес, суглинки й т.ін.)**, до III і IV – **дуже щільні (важкі суглинки, глини тощо) та напівскельні ґрунти (сланці, алевроліти, аргіліти)**, до V і VI груп – відповідно добре та погано розпушувані напівскельні та скельні ґрунти.

4.3. СПОСОБИ ВИКОНАННЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ

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

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

Вибуховий спосіб оснований на використанні сили вибухової хвилі, що виникає внаслідок розкладання різних вибухових речовин, закладених у спеціально влаштовані шпури, свердловини чи шурфи.

Механічний спосіб – це розроблення ґрунту копанням за допомогою землерийних (одноківшевих та багатоківшевих екскаваторів) та землерийно-транспортних (бульдозерів, скреперів, грейдерів, грейдерів-елеваторів) машин.

Одноківшеві екскаватори – універсальні землерийні машини, за допомогою яких копають котловани, траншеї, канали, влаштовують насипи та інші земляні споруди. Екскаватори обладнують різним змінним устаткуванням: прямою лопатою – для розроблення ґрунту вище рівня стоянки екскаватора, зворотною лопатою – для розроблення ґрунту нижче рівня стоянки екскаватора (переважно для копання котлованів та траншей), драглайном – для розроблення ґрунту нижче рівня стоянки екскаватора у разі копання глибоких котлованів, широких траншей, зведення насипів, грейфером – для копання невеликих, але досить глибоких котлованів, а також виконання вантажно-розвантажувальних робіт, телескопічним обладнанням – для планувальних робіт.

Багатоківшеві екскаваторами розробляють ґрунт нижче рівня стоянки (переважно траншеї під фундаменти, інженерні та трубопровідні мережі).

Землерийно-транспортні машини призначаються для копання окремими шарами, транспортування, відсипання та планування ґрунтів.

Бульдозер – це агрегат, що складається з гусеничного чи колісного трактора та навісного робочого обладнання (відвала та системи приводу відвала). Їх використовують для копання ґрунту,

переміщення та планування його, а також зачищення ґрунту в котлованах, що були розроблені землерийними машинами. Він, обладнаний навісним статичним розпушувачем, призначається для розпушування мерзлих та напівскельних ґрунтів.

Скрепери бувають причіпні (об'єм ковша 2,25–15 м³) та самохідні (об'єм ковша 4,5 – 25 м³ або до 50 м³). Ними копають, транспортують м'які та сипучі ґрунти, роблять відсипку окремими шарами. Їх широко застосовують для виїмки та транспортування мерзлих, напівскельних та тріщинуватих скельних ґрунтів після попереднього розпушування навісними статичними розпушувачами.

4.4 ПІДГОТОВЧІ ТА ДОПОМІЖНІ РОБОТИ

Безпосередньо перед початком виконання основних робіт, що складаються з розпушування, розроблення та транспортування ґрунту, його відсипання та ущільнення, підчищення дна та опорядження укосів виїмки та насипів, треба виконати низку підготовчих робіт:

очищення території, зняття рослинного шару, 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 тощо.

Зняття рослинного шару. Під час підготовки території до будівельних робіт потрібно зняти рослинний шар ґрунту, потім його можна використати для благоустрою території. Витрати на виконання цих робіт входять у вартість об'єктів будівництва.

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

Бульдозером зрізують та переміщують ґрунт, укладаючи його в проміжні валки, які підгортають для завантаження у автосамоскиди екскаватором чи тракторним навантажувачем. Грейдером ґрунт зрізують та зсувають убік. Під час наступних проходок збільшений об'єм ґрунту переміщують ще далі, утворюючи поздовжній валик ґрунту, який потім підгортають бульдозером. Скреперами рослинний шар ґрунту після виїмки переміщують у тимчасові відвали чи вивозять та укладають шаром відповідної товщини на площах, які підлягають рекультивації.

Розробляючи ґрунт у виїмках простої конфігурації, огорожу можна не влаштовувати. Габарити виїмки в цьому разі фіксують за допомогою геодезичних інструментів і встановленням кілочків по всіх кутах та в певних точках. Лише після закінчення улаштування виїмки приступають до розбивання осей будівлі чи споруди з улаштуванням огорожі.

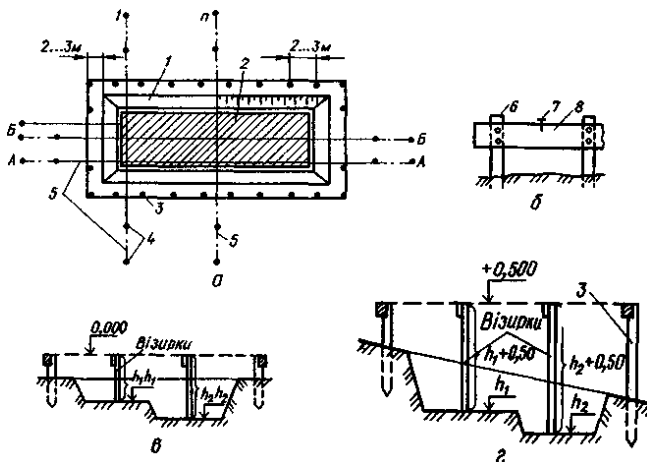


Рис. 4.1. Схема розбивання виїмки та контроль глибини за допомогою візирок:

а – план виїмки (котловану); б – елемент огорожі; в – контроль глибини за умови, що рівень верху дощок огорожі відповідає рівню підлоги першого поверху; г – те саме, за умови, що рівні верху дощок огорожі та підлоги першого поверху різняться висотою, кратною 0,5 м; 1 – виїмка; 2 – споруда; 3 – огорожа; 4 – створні знаки; 5 – основні розбивні осі; 6 – стовп; 7 – цвяк; 8 – поздовжня дошка

Відведення поверхневих вод, відкритий водовідлив та водозниження. Навколо майбутньої виїмки чи тільки з підвищеного боку влаштовують водовідвідні канали так, щоб вода, яка надходить до них, відводилась у знижені точки місцевості. У разі потреби стінки каналів закріплюють камінням, дерном тощо.

Відкритий водовідлив влаштовують у щільних, добре дренавальних ґрунтах викачуванням води діафрагмовими, поршневыми чи центробіжними насосами безпосередньо з виїмки під час розроблення ґрунту нижче рівня ґрунтових вод, а також після досягнення проектного рівня, на якому мають виконуватись роботи з улаштування фундаментів, укладання труб тощо.

Для збирання води дну виїмки надають незначного уклону в бік водозбірних приямків (**зумпфів**), які влаштовують у самій виїмці або поза нею. Стінки приямків закріплюють шпунтом чи дерев'яними

ящиками без дна розміром 1 м, а на дно напрямків насипають фільтрувальний матеріал (щебінку чи гравій).

Відкритий водовідлив є найбільш простим та економічним способом водозниження, але має обмежене застосування внаслідок того, що у виїмці майже завжди є вода, яка утруднює виконання робіт та порушує природну структуру основи виїмки. Тому переважно використовують складніший, але ефективніший метод боротьби з ґрунтовими водами – зниження їх рівня.

Для цього використовують легкі голкофільтрові установки, які дають змогу в разі їх одноярусного розташування знизити рівень ґрунтових вод на 4–5 м, а двоярусного – на 7–9 м, ежекторні голкофільтри, що забезпечують зниження рівня ґрунтових вод на 16–20 м та свердловини з глибинними насосами, здатними викачувати воду ще з більших глибин.

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. 4.2, а).

Голкофільтр – це труба діаметром 38 чи 50 мм, до 8,5 м довжиною, на нижньому кінці якої прикріплена ланка фільтра (рис. 4.2, г), що складається з двох труб: внутрішньої – діаметром 38 мм та зовнішньої – діаметром 60 мм з рівномірно розподіленими отворами для пропускання води. Зовнішня труба по спіралі обмотана дротом діаметром 3 мм і покрита фільтраційною і захисною сітками. Ланка фільтра закінчується наконечником, у середині якого розміщені шаровий та кільцевий клапани.

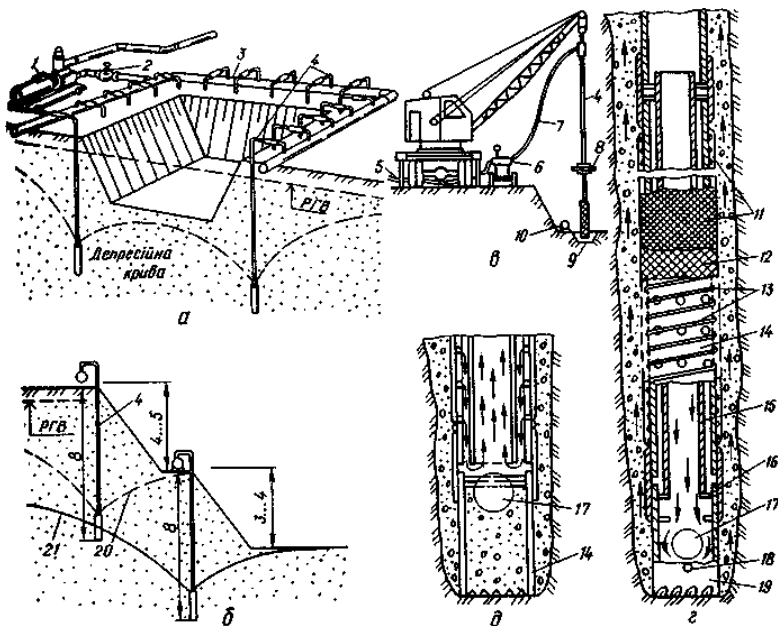


Рис. 4.2. Зниження рівня ґрунтових вод легкими голкофільтровими установками:

а – котлован з голкофільтрами, встановленими в один ярус;

б – встановлення голкофільтрів у два яруси; в – гідравлічне занурення голкофільтра; г – ланка фільтра і схема роботи клапанів під час гідравлічного занурення голкофільтра; д – те саме, при викачуванні води; 1 – відцентровий насос; 2 – засувка; 3 – колектор; 4 – голкофільтри; 5 – підвідний трубопровід для води; 6 – насос; 7 – напірний рукав; 8 – хомут для ручного регулювання;

9 – прямик; 10 – всмоктувальний колектор; 11 – фільтраційна сітка;

12 – захисна сітка; 13 – сталева спіральна обмотка; 14 – зовнішня труба з отворами; 15 – внутрішня труба; 16 – кільцевий клапан; 17 – шаровий клапан; 18 – стопорний болт; 19 – наконечник; 20 – крива депресії при відкачуванні води з першого ярусу; 21 – те саме, з другого ярусу

Під час викачування води (рис. 4.2, д) внаслідок розрідження шаровий клапан спливає, а кільцевий опускається, відкриваючи шлях ґрунтовій воді, яка поступає через фільтраційну сітку та перфоровану трубу в голкофільтр і далі у колектор.

Голкофільтри встановлюють по периметру осушуваної виїмки (рис. 4.2, а) на відстані 0,5 м від бровки укосу. Якщо потрібно знизити рівень ґрунтових вод більш як на 4–5 м, голкофільтри монтують у два яруси (рис. 4.2, б). Проте при двоярусній установці значно збільшується обсяг земляних робіт за рахунок улаштування ряду бERM.

Установки з вакуумним водозниженням (УВВ) доцільно застосовувати, якщо коефіцієнт фільтрації становить від 1 до 0,01 м/добу. Суть вакуумного водозниження полягає в тому, що на відміну від водозниження легкими голкофільтрами, де ґрунтові води проникають тільки під дією сил ваги, а центробіжний насос створює в ґрунті додатковий позитивний надмірний тиск (рис. 4.2, а), у ланці фільтра вакуумного голкофільтра та в оточуючому ґрунті створюється та безперервно підтримується негативний надмірний тиск, тобто вакуум (рис. 4.3, б). Він сприяє відсмоктуванню з ґрунту гравітаційної та капілярної води. Водоповітряна суміш надходить у голкофільтр і відкачується вакуум-насосом.

У глинистих водонасичених ґрунтах з коефіцієнтом фільтрації менше ніж 0,1 м/добу, де звичайна голкофільтрова установка малоефективна, застосовують спосіб, заснований на явищі електроосмосу. Постійний струм, проходячи крізь глинисті ґрунти, призводить до переміщення води в порах ґрунту в бік негативного полюса. Суть цього способу полягає у тому, що між бровкою котловану та голкофільтрами заглиблюють труби діаметром 38 мм або стержні з арматурної сталі. Після цього їх підключають до позитивного полюса генератора напругою 30–60 В, а голкофільтри – до його негативного полюса. Під дією електричного струму вода, що міститься у порах ґрунту, переміщується в бік голкофільтрів. Таким чином збільшується водовіддача глинистого ґрунту, внаслідок чого витягується не тільки гравітаційна, а й капілярна вода.

Ежекторні голкофільтрові установки (ЕГУ) застосовують для зниження рівня ґрунтових вод з коефіцієнтом фільтрації 1–40 м/добу з глибини до 20 м (рис. 4.3, г).

Ежекторний голкофільтр (рис. 4.3, д) складається з двох колон надфільтрових труб діаметром 70 мм та внутрішньої труби діаметром 48 мм, до нижнього кінця якої прикріплено ежекторний пристрій – дифузор з насадкою.

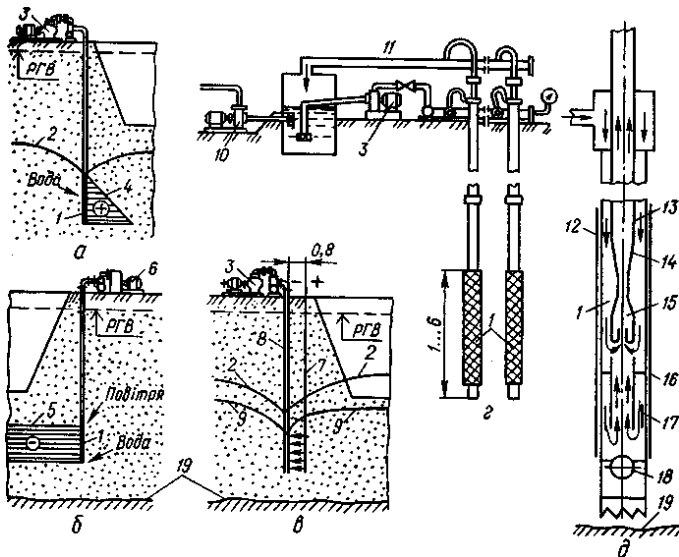


Рис. 4.3. Схеми голкофільтрових установок з вакуумним водозниженням, електроосушуванням ґрунту та ежекторним водопідйомом:
 а – водозниження легкими голкофільтровими установками;
 б – вакуумне водозниження; в – голкофільтрова установка з електроосушуванням; г – водозниження за допомогою ежекторних голкофільтрів; д – схема ежекторного голкофільтра; 1 – ланка фільтра;
 2 – дзеркало ґрунтових вод після зниження їх голкофільтрами;
 3 – відцентровий насос; 4 – спора тиску при зниженні легкими голкофільтрами; 5 – те саме, при вакуумному водозниженні;
 6 – вакуум-насос; 7 – сталевая труба (анод); 8 – голкофільтр (катод);
 9 – дзеркало ґрунтових вод після електроосушення;
 10 – низьконапірний насос; 11 – водовідвідний колектор;
 12 – голкофільтрова труба; 13 – внутрішня труба з ежекторним пристроєм;
 14 – дифузор; 15 – насадок; 16 – фільтрувальна оболонка з гофрованої сталеві оцинкованої стрічки, що має знижене ущільнення шва; 17 – вікно для пуску ґрунтової води; 18 – шаровий клапан; 19 – водоупор

Під час роботи установки в кільцевий простір між зовнішньою та внутрішньою колонами труб голкофільтра під тиском 0,6–1,0 МПа подають “робочу” воду, яка спрямовується у насадку. Біля виходу з насадки внаслідок різкого зростання швидкості руху цієї води створюється розрідження, під дією якого через прорізи всмоктується

грунтова вода, що пройшла до цього через гофрований фільтр. Грунтові води біля входу у горловину змішуються з “робочою” водою і далі проходять крізь дифузор, піднімаються до верху, де виливаються через патрубков у бак.

Водознижувальні свердловини з глибинними насосами застосовують для зниження рівня ґрунтових вод на глибину більш як 20 м, а також при глибині до 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 висотою 0,2–0,3 м. У кожен колодязь опускають насос із двигуном або артезіанські насоси, що мають довгий вал і електродвигун, розміщений над устям свердловини.

Штучне заморожування – це тимчасове закріплення водонасичених ґрунтів (пливунів) під час розроблення глибоких виїмок. Навколо виїмки створюють водонепроникні льодові стінки (рис. 4.4). Для цього по периметру виїмки заглиблюють колонки, що складаються із зовнішніх заморожувальних та внутрішніх живильних труб, з’єднаних трубопроводом, по якому нагнітається спеціальний розчин (розсіл) солей, що мають низьку температуру замерзання. Охолоджений до мінус 20–45°C у холодильній установці розсіл циркулює навколо колонок, створюючи стовпи мерзлого ґрунту. Поступово збільшуючись у діаметрі, стовпи з’єднуються між собою у суцільну стіну.

Цементацию застосовують при закріпленні середньо- та крупнозернистих пісків, тріщинуватих скельних порід нагнітанням тампонажних розчинів під тиском 25–100 МПа на один метр заглиблення ін’єкторів (труб для подавання розчину).

При незначній глибині ін’єктори заглиблюють за допомогою віброзанурювача, пневматичних молотів, гідравлічним способом, при значній глибині (15 і більше метрів) – у заздалегідь пробурені свердловини. В ін’єктори поршневими чи діафрагмовими насосами нагнітають суспензію, яка має співвідношення за масою: цемент – вода у межах від 1:1 до 1:10. Ще рідшу суспензію застосовують для замурування тріщин у скельних породах. Радіус закріплення ґрунтів залежить від виду та стану ґрунту й приблизно становить: для пісків середньої крупності – 0,3–0,5 м, крупнозернистих пісків – 0,50–0,75 м, скельних ґрунтів – 1,2–1,5 м.

Бітумізацію застосовують як допоміжний спосіб до цементации для закріплення тріщинуватих скельних порід гарячою бітумною мастикою за великої швидкості руху ґрунтових вод. Піщані ґрунти закріплюють холодною бітумною емульсією. Мастикую чи

емульсію нагнітають у ґрунт крізь пробурені свердловини спочатку під тиском 0,2–0,3 МПа, а потім поступово підвищують його до 5–8 МПа.

Силікатизацію застосовують для підвищення водонепроникності, стійкості та міцності водонасичених пісків та пливунів. За допомогою ін'єкторів під тиском 0,5–1,5 МПа нагнітають у ґрунт спочатку розчин рідкого скла, а через одну – дві години – хлориду кальцію. Змішуючись, розчини вступають у реакцію й утворюють **гель силіційової кислоти**, який, тверднучи, зв'язує ґрунт у міцний монолітний масив. Розчин можна вводити і за один раз. Компонентами для суміші є рідке скло та ортофосфорна кислота або рідке скло та силіційфтористоводнева кислота тощо.

Виймки у водоносних шарах можна закріплювати за допомогою **тиксотропних протифільтраційних екранів**. Для цього використовують тиксотропну суспензію, яка має властивість у стані спокою тверднути та знову перетворюватись на рідину при перемішуванні.

Для влаштування тонких (0,15–0,25 м) протифільтраційних екранів застосовують спеціальні машини, в основі роботи яких лежать ударний, ріжучий та водоповітряний принципи дії.

За допомогою машин ударної дії (копрів) забивають впритул один до одного ряд сталевих шпунтин-ін'єкторів двотаврового перерізу (рис. 4.4, б). Потім першу забиту шпунтину витягують гідравлічним екстрактором, а утворену в ґрунті порожнину поступово заповнюють тиксотропною суспензією, яку нагнітають під тиском до 6 МПа крізь трубу, приварену до двотавра. Витягнену шпунтину переставляють на нове місце впритул до установленого ряду і знову забивають. Процес повторюють по фронту майбутньої виїмки до повного огородження її водонепроникним екраном.

Щілини для наступного заповнення суспензією можна нарізати машинами із різальним робочим органом – баром (рис. 4.4, в), конструкція яких аналогічна конструкції машин для розроблення мерзлих ґрунтів.

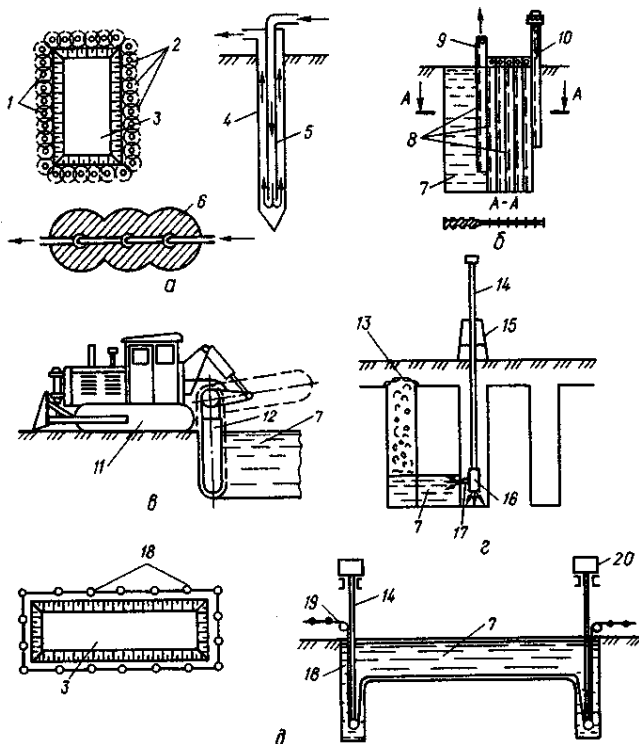


Рис. 4.4. Штучний захист виїмок від ґрунтових вод:
 а – схема заморожування ґрунту; б – улаштування тиксотропного протифільтраційного екрана із застосуванням шпунтин-ін'єкторів;
 в – те саме, барових машин; г – те саме, за допомогою водоповітряної струмини; д – те саме, методом "різання канатом"; 1 – заморожувальна колонка; 2 – стовпи мерзлого ґрунту; 3 – котлован; 4 – зовнішня труба; 5 – внутрішня труба; 6 – огорожа з мерзлого ґрунту; 7 – протифільтраційний екран; 8 – труби для подавання суспензії, приварені до шпунтин; 9 – шпунтина, яка витягується з ґрунту; 10 – те саме, яка заглиблюється; 11 – трактор; 12 – робочий орган з барами; 13 – витиснений на поверхню ґрунт; 14 – штанга; 15 – напрямна; 16 – ін'єкторна голівка; 17 – моніторна голівка; 18 – свердловина; 19 – сталевий канат; 20 – вантаж

Для нарізання щілин можна також застосовувати установку, в якій різальним органом є канат (рис. 4.4, д). По периметру бурять свердловини на 1–2 м глибше від проектної позначки і крізь обсадні

труби заповнюють їх тиксотропною суспензією, яка запобігає руйнуванню стінок свердловини. У свердловини опускають штанги з вантажами зверху, а внизу з блоками, через які протягують канат на лебідки. Канат поперемінно перемотують з однієї лебідки на іншу. Канат, врізаючись у ґрунт, втягує зі свердловини суспензію, яка створює в ґрунті суцільний екран. Послідовно переставляючи штанги в інші свердловини, весь котлован закривають тиксотропним екраном.

Улаштування кріплень.

Необхідність кріплення стінок котлованів і траншей визначається та регламентується нормативними документами і залежить від гідрогеологічних умов – виду та вологості ґрунту, наявності ґрунтових вод, глибини виїмки тощо.

Вертикальні стінки без кріплень допускаються в ґрунтах природної вологості із цілісною структурою за відсутності ґрунтових вод, при глибині виїмок у насипних, піщаних та гравелистих ґрунтах не більш як 1 м, супіщаних – 1,25 м, суглинкових та глинистих – 1,5 м, особливо щільних ґрунтах – 2 м.

Для укладання трубопроводів плітьми у зв'язних щільних ґрунтах можна копати траншеї багатокішкесними екскаваторами на глибину до 3 м без кріплення. Проте в місцях сходження робітників у траншею для стикування плітей та виконання інших робіт слід улаштовувати місцеві укоси чи кріплення.

Кріплення стінок котлованів класифікуються за способами їх роботи як несівних конструкцій і поділяється **на підкісні, анкерні, консольні (шпунтові), розпірні та консольно-розпірні.**

Підкісне кріплення (рис. 4.5,а) встановлюють усередині котловану. Підкоси затруднюють виконання подальших робіт у котловані, тому застосування цього кріплення обмежене. У зв'язних ґрунтах з природною вологістю при глибині виїмки до 3 м улаштовують горизонтальну закладку (забірку) з дощок 5 см товщиною із прозорами на ширину дошки. Якщо глибина більше ніж 3 м, закладку влаштовують суцільною. У сипучих та підвищеної вологості ґрунтах, незалежно від глибини котловану, прозорів не залишають.

Анкерне кріплення (рис. 4.5,б) влаштовується зі стояків та закладок, розміщених у котловані, дерев'яних чи металевих тяг і паль, розміщених за межами котловану на відповідній відстані. Щоб анкерні тяги не заважали переміщенню людей, їх слід улаштовувати трохи нижче поверхні ґрунту.

Консольне (шпунтове) кріплення – це шпунтова стінка, жорстко затиснена ґрунтом. Таке кріплення влаштовують з металевих або, рідше, дерев'яного шпунта. Переважно використовують під час

огороджування неглибоких котлованів у водонасичених ґрунтах, коли неможливо штучно знизити рівень ґрунтових вод.

Металевий шпунт (рис. 4.5, в), характеризується великою несівною здатністю і багаторазовим використанням у будь-яких ґрунтових умовах, а також при розробленні ґрунту на значну глибину.

Розпірне кріплення сприймає всі діючі навантаження через розпірки, а щити кріплення та шпунтові стінки виконують функції огорожі. Розпірки можна встановлювати в один або кілька рядів по висоті перерізу.

За способом улаштування закладок (забірок) кріплення буває горизонтальне (суцільне або з прозорами) та вертикальне (рис. 4.5, г, д).

Розпірні кріплення, переважно дерев'яні, як огорожувальні елементи використовують у вигляді інвентарних щитів. У котлованах більш як 2,5 м завглибшки замість щитів можна встановлювати дерев'яну шпунтову стінку, яку для підвищення стійкості заглиблюють у ґрунт на 0,5–0,7 м. Розпірки, як і підкоси, утруднюють виконання наступних робіт у котловані.

Консольно-розпірні кріплення (рис. 4.5, є) поєднують у собі два види кріплення. Навантаження від тиску ґрунту, складених біля бровки котловану матеріалів тощо, сприймається не тільки розпірками, а й огорожувальними елементами кріплення. Для останніх використовують дерев'яний чи металевий шпунт, а також двотаврові балки, між якими закладають дошки огорожі. Такі кріплення застосовують, як правило, для вузьких та неглибоких котлованів.

Якщо глибина котловану більше ніж 3–4 м, палі додатково розкріплюють поздовжнім поясом – обв'язкою з двотаврових балок на відстані не менше ніж 0,5 м від верхньої частини котловану. У пояси упирають поперечні розпори, розташовуючи їх через 4–6 м уздовж осі котловану (рис. 4.5, є). Для передавання навантаження від палей на розпори між кожною палею та балками обв'язки встановлюють сталеві клинки. У разі великої глибини котловану (більш як 10–12 м) та значного бокового тиску ґрунту розпори встановлюють по висоті в кілька ярусів.

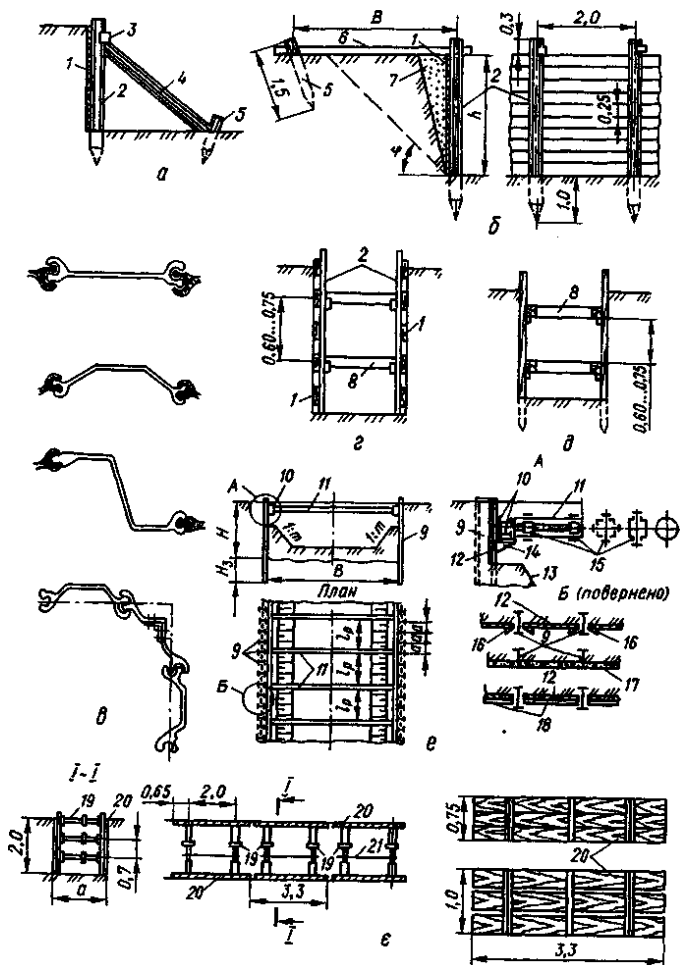


Рис. 4.5. Кріплення стінок котлованів і траншей:

а – підкісне; б – анкерне; в – шпунтове; г – розпірне горизонтальне з прозорами; д – те саме, вертикальне суцільне; е – консольно-розпірне; є – інвентарне; 1 – заборка з дощок; 2 – стояк; 3 – бобишка; 4 – підкіс; 5 – паля; 6 – анкерна тяга; 7 – засипка; 8 – розпірка; 9 – металева паля; 10 – пояс-обв’язка; 11 – розпір; 12 – дошка затяжки; 13 – укіс котловану; 14 – кронштейн; 15 – накладки; 16 – клини; 17 – шар набризк бетону; 18 – прогони; 19 – збірно-розсувна рама; 20 – інвентарні щити огорожі; 21 – в’язи жорсткості

4.5. РОЗРОБЛЕННЯ ҐРУНТУ МЕХАНІЧНИМ СПОСОБОМ

Розроблення ґрунту бульдозерами. За допомогою бульдозерів виконують весь комплекс процесів земляних робіт: планування майданчиків, розроблення виїмок із переміщенням ґрунту у насип, вирівнювання ґрунту відсипаного самоскидами, планування дна котлованів, зворотне засипання пазах траншей, повалення дерев, корчування та видалення корчів, очищення від снігу і бруду доріг тощо.

Бульдозери доцільно застосовувати для розроблення ґрунту та його переміщення на відстань до 70 м, а в окремих випадках у разі потужності трактора 200 кВт і вище – до 100–150 м. Якщо відстань більша, застосування бульдозера є неефективним через значні втрати ґрунту під час переміщення.

Важкі та напівскельні ґрунти розпушують навісними тракторними розпушувачами, а також відкидними зубами, встановленими на тильному боці відвала бульдозера. Щільні ґрунти, важкі суглинки, м'які глини, а також промерзлі на глибину до 15 см ґрунти можна розробляти бульдозерами з гідравлічним керуванням без попереднього розпушування.

Змінну експлуатаційну продуктивність бульдозера визначають за формулою

$$P_e = \frac{3600C}{t_{\text{ц}}} V k_p k_{\text{укл}} k_{\text{ч}}, \quad (4.1)$$

де P_e – змінна експлуатаційна продуктивність бульдозера, м³/зміну;

C – тривалість зміни, год;

V – об'єм призми ґрунту в щільному стані, зрізаного відвалом, м³.

Розраховується за формулою

$$V \cong \frac{aH^2}{2tg\phi k_p}, \quad (4.2)$$

де a – довжина відвалу, м;

H – висота відвалу, м;

ϕ – кут природного укосу ґрунту, град;

k – коефіцієнт розпушування ґрунту;

k_z – коефіцієнт збереження ґрунту під час його транспортування.

Розраховується

$$k_3 = 1 - 0,005\ell,$$

де ℓ – відстань, на яку переміщують ґрунт, м;

k – коефіцієнт впливу уклону розроблення ґрунту на продуктивність бульдозера;

$k_{\text{ч}}$ – часовий коефіцієнт використання машини. Він урахуває затрати часу на догляд, обслуговування, переміщення машини з однієї ділянки на іншу тощо;

$i_{\text{ц}}$ – тривалість циклу, с. Він складається з тривалості різання, переміщення ґрунту з розвантажуванням та зворотного руху.

Значної продуктивності бульдозера можна досягти за рахунок вибору раціональної схеми роботи машини. У разі різання та переміщення ґрунту під уклон 10–20 % ($k_{\text{укл}} = 1,0\text{--}2,0$) стружкою постійного перерізу якомога більшої товщини, продуктивність підвищується у 1,5–2,5 рази завдяки збільшенню швидкості руху бульдозера та об'єму переміщуваного перед відвалом ґрунту. Це забезпечується збільшенням тягової сили бульдозера та зниженням опору переміщуваного ґрунту. Тому якщо немає природного уклону, потрібно створити його штучно першими трьома – чотирма проходками бульдозера.

На горизонтальних ділянках зрізування рослинного шару та розроблення легких ґрунтів здійснюють тонкою стружкою однакової товщини або клиноподібною, а під час розроблення щільних ґрунтів – гребінчастим профілем (рис. 4.6, а). У цьому випадку ніж бульдозера спочатку заглиблюють на найбільшу можливу глибину (20–25 см), після чого ніж трохи піднімають та знову заглиблюють. Так повторюють декілька разів, кожен раз зменшуючи заглиблення порівняно з попереднім до повного накопичення ґрунту перед відвалом. Бульдозери з автоматичною системою керування відвалом забезпечують оптимальний режим різання та навантаження двигуна.

Для зменшення втрат ґрунту в процесі переміщення застосовують **траншейний спосіб виконання робіт**. Бульдозер, багаторазово проходячи однією колією, розробляє траншею, стінки якої перешкоджають розсипанню ґрунту (рис. 4.6, б) та збільшують його об'єм перед відвалом. **Траншейним способом** переважно розробляють виїмки з переміщенням ґрунту за човниковою схемою. Ґрунт переміщують уздовж осі котловану, починаючи з середини в обидва кінці (рис. 4.6, в). Спочатку розробляють першу захватку на глибину 0,8–1 м, потім другу на ту саму глибину, третю і т. д. Між траншеями залишають перемички з ґрунту 0,5–1,2 м завширшки, який

зрізують після розроблення кількох траншей. Глибокі виїмки розробляють траншейним способом поярусно.

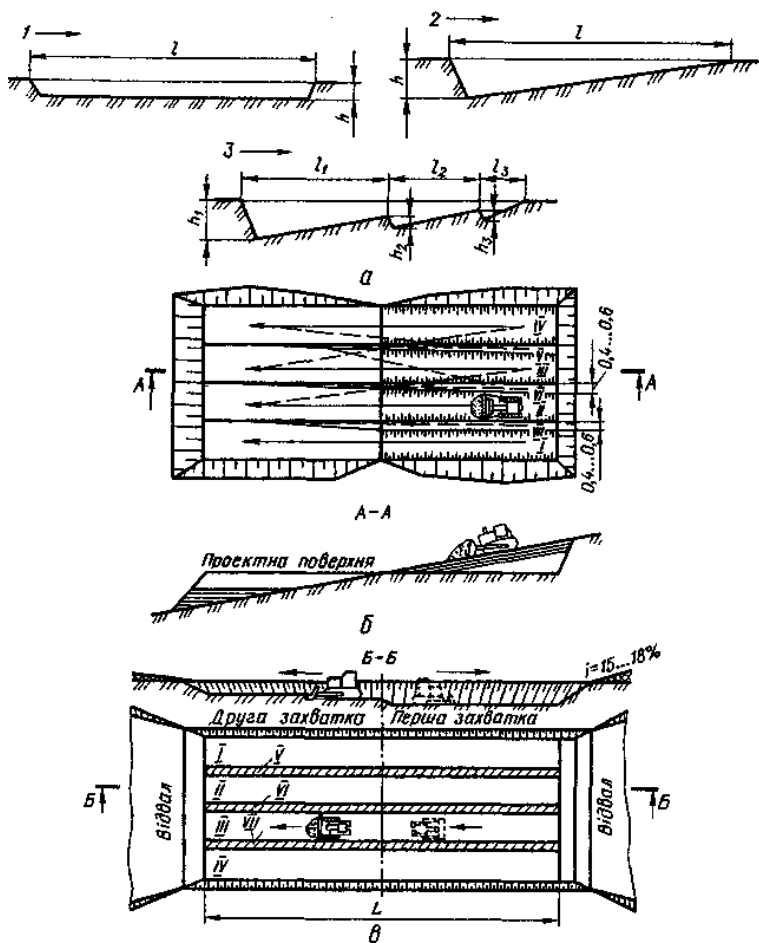


Рис. 4.6. Схеми різання ґрунту (а), способи виконання планувальних робіт бульдозерами (б) та розроблення виїмок (в):

1 – різання тонкою стружкою однакової товщини; 2 – те саме, клиноподібним профілем; 3 – те саме, гребінчастим профілем;

I–VII – шлях руху бульдозера

Застосовують також спарену або групову (рис. 4.7, а) роботу бульдозерів – два або три бульдозери одночасно з однаковою швидкістю переміщують ґрунт, зберігаючи відстань між торцями відвалів 30–50 см у зв’язних ґрунтах або 15–30 см – у сипучих. Втрати ґрунту при цьому мають місце лише біля зовнішніх стінок відвалів.

Різати і переміщати ґрунт на відстань до 50 м доцільно за човниковою схемою. У цьому разі повернення бульдозера у вихідне положення відбувається заднім ходом. Переміщати ґрунт на відстань більш як 50 м доцільно за еліптичною схемою руху з двома поворотами або з улаштуванням через кожні 20–25 м проміжних валів. У міру накопичення ґрунту кожний вал переміщують безпосередньо у насип або у наступний проміжний вал.

Розрівнювання (остаточне планування) ґрунту, укладеного бульдозером, виконують трохи піднятим відвалом під час руху вперед або опущеним відвалом (його п’ятою та тильним боком) під час зворотного руху.

Для планування уклонів із закладанням від 1:1,5 до 1:3 та до 6,5 м довжиною до відвала бульдозера можна кріпити додаткове навісне обладнання (відкосники).

Бульдозери широко використовують у комплекті з екскаваторами, скреперами та іншими землерийними машинами. Наприклад, під час планування основ великих котлованів, в яких не допускається перебирання ґрунту, бульдозером зачищають дно до проектної позначки та переміщують зрізаний ґрунт під ківш екскаватора для завантаження його у автосамоскиди. Траншеї 5–7 м завширшки та 1–5 м у глибину можна розробляти бульдозерами (якщо відстань переміщення ґрунту не перевищує 100 м) з наступним видаленням ґрунту екскаватором. Бульдозери застосовують також для зведення насипів до 2–3 м висотою з резервів ґрунту (рис. 4.7, б).

Траншеї та пазухи фундаментів засипають поздовжніми проходками бульдозера з поворотним відвалом або поперечно-човниковими проходками з неповоротним відвалом. При значних об’ємах засипання різати ґрунт боковою кромкою відвала на значній поверхні утруднено, оскільки навкісне надходження ґрунту розвертає трактор. Тому в таких випадках траншеї засипають під кутом 45–90° (рис. 4.7, в).

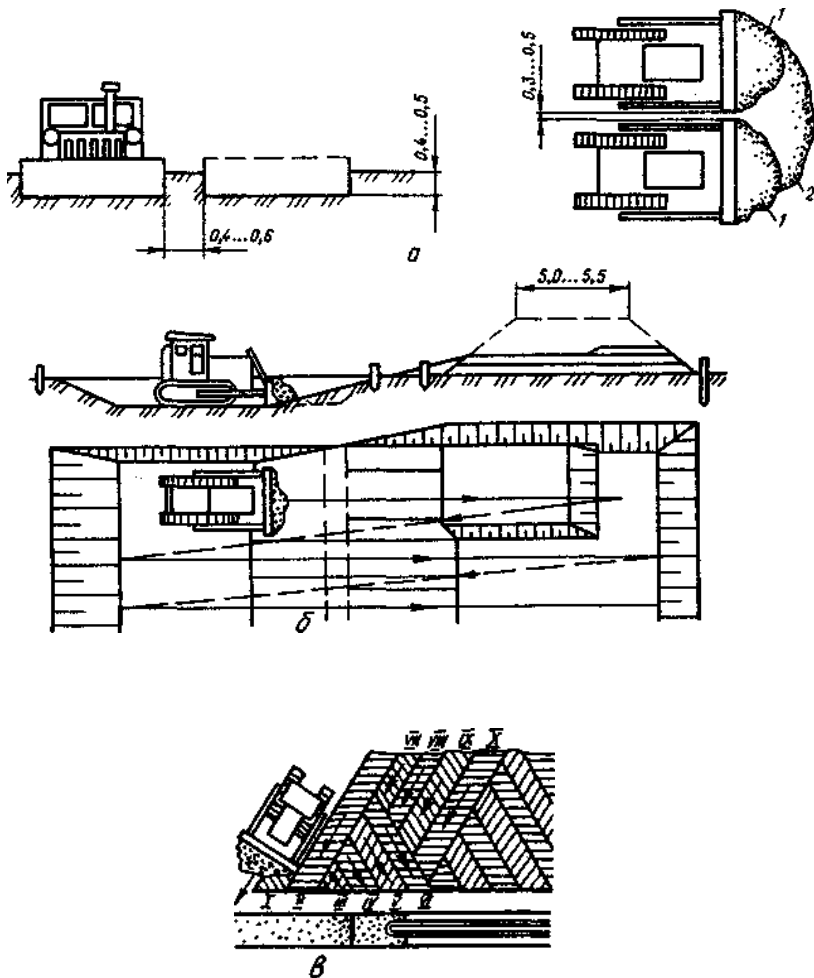


Рис. 4.7. Схеми виконання робіт бульдозерами:
 а – групова робота бульдозерів при розробленні виїмок; б – зведення насипів;
 в – засипання траншей; 1 – ґрунт, що переміщується одним бульдозером;
 2 – додатковий об'єм, що переміщується двома бульдозерами, які рухаються
 поряд; I–X – шлях руху бульдозера

Розроблення ґрунту скреперами. Скрепери виконують весь комплекс земляних робіт – розроблення, транспортування та укладання ґрунту шаром заданої товщини з частковим його ущільненням. Вони зручні в експлуатації, легкі в керуванні, надійні в роботі.

Причіпні скрепери на гусеничних тракторах з ковшем об'ємом до 5 м³ застосовують для транспортування ґрунту на відстань до 300 м, об'ємом 6–10 м³ – до 750 м та 15 м³ – до 1000 м.

Напівпричіпні скрепери з колісними тягачами та самохідні скрепери доцільно використовувати для переміщення ґрунту на відстань 0,5–5 км. Вони, на відміну від причіпних, мають велику швидкість переміщення та мобільні в роботі.

Для скорочення часу набирання ґрунту та найбільшого наповнення ковша причіпного або самохідного скрепера через недостатню зчіпну вагу застосовують трактор-штовхач (гусеничний або колісний), оснащений штовхаючим пристроєм. Кількість скреперів, що обслуговуються одним трактором-штовхачем, залежить від їх типу, швидкості руху та відстані переміщення ґрунту.

Змінну експлуатаційну продуктивність скрепера визначають за формулою

$$P_e = \frac{3600C}{i_{\text{ц}} \nu k k_l k_{\text{ч}}} , \quad (4.4)$$

де P_e – змінна експлуатаційна продуктивність скрепера, м³/зміну;

C – тривалість зміни, год;

ν – об'єм ковша, м³;

k – коефіцієнт наповнення ковша ґрунтом.

Розраховується за формулою

$$k_l = K_{\text{л}} / K_p , \quad (4.5)$$

де $K_{\text{л}}$ – коефіцієнт наповнення ковша розпушеним ґрунтом;

k – коефіцієнт розпушування ґрунту у ковші;

K_p – коефіцієнт впливу глибини виїмки та висоти насипу на продуктивність самохідного скрепера (для причіпних скреперів $K_{\text{л}} = 1$);

$k_{\text{ч}}$ – часовий коефіцієнт використання скрепера;

$i_{\text{ц}}$ – тривалість циклу розроблення перших горизонтів чи

відсіпки перших шарів:

$$i_{\Sigma} = i_K + i_c + i_p + i_{\Pi} + i_{\text{пов}}, \quad (4.6)$$

де i_K ; i_c ; i_p ; i_{Π} ; $i_{\text{пов}}$ – тривалість відповідно завантаження ковша, руху завантаженого скрепера, розвантаження скрепера, руху порожнього скрепера та час на повороти, с.

Набирання ґрунту складається з різання та наповнення ковша. Як і під час роботи бульдозерів, різати скреперами ґрунт можна стружкою однакової товщини, клиноподібним та гребінчастим профілем (рис. 4.6, а). Вигляд зрізуваної стружки залежить від виду ґрунту, його стану, типу і потужності тягача і трактора-штовхача, а також від прийнятої схеми виконання робіт.

Різання ґрунту виконують послідовними рядами проходок за схемами – смуга поряд зі смугою, через смугу, ребристо-шаховими проходками (рис. 4.8, а).

Розроблення ґрунту за схемою смуга поряд зі смугою скреперами зі звичайними прямокутними ножами неефективна через втрати ґрунту у вигляді бокових валків. Розроблення проходками через смугу та за ребристо-шаховою схемою зменшує розсіпання ґрунту під час різання та збільшує обсяги наповнення ковша.

Різання ґрунту за схемами смуга поряд зі смугою та через смугу виконують самохідними скреперами (рис. 4.9, а). Ступінчаста форма ножа дає змогу вирізати стружку з потовщеною середньою частиною, яка утворює невеличку траншею, що перешкоджає розсіпанню ґрунту по боках.

Під час набирання ґрунту за допомогою трактора-штовхача холостий хід його має бути якомога меншим (рис. 4.8, а). Якщо фронт робіт достатньо великий, прискорення переходу трактора-штовхача від одного скрепера до іншого здійснюється за ланцюговою схемою завантаження (рис. 4.8, г).

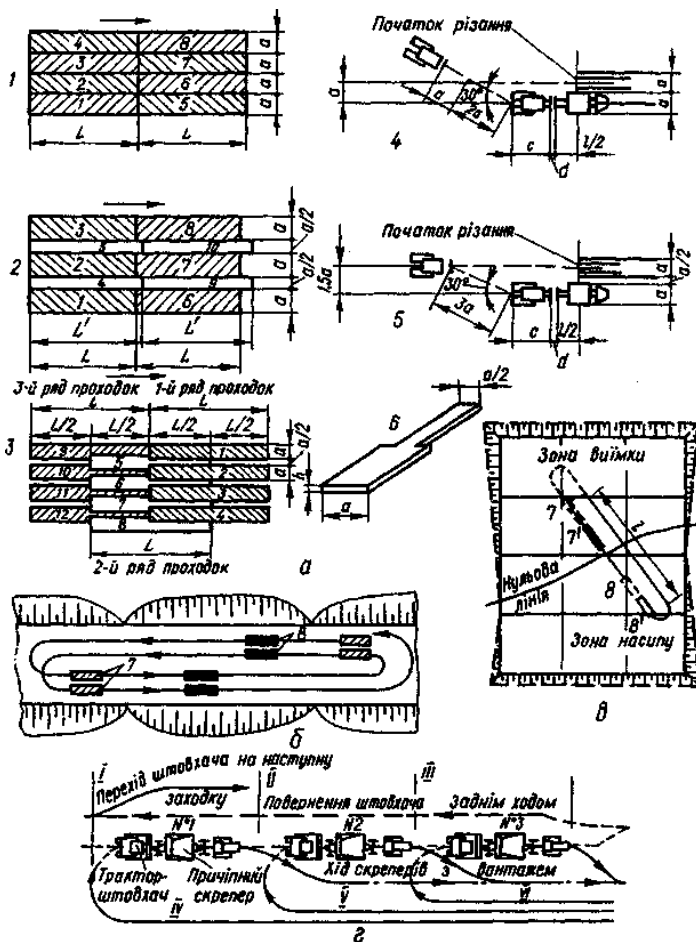


Рис. 4.8. Розроблення ґрунту скреперами:

а – схема розроблення ґрунту (цифрами вказана послідовність розроблення смуг); б – схема роботи скреперів за спіраллю на ділянці, де чергуються настипи та виїмки; в – те саме, за еліпсом під час планування будівельних майданчиків; г – ланцюжкова схема завантаження скреперів; 1 – розроблення ґрунту за схемою смуга поряд зі смугою; 2 – те саме, через смугу; 3 – те саме, ребристо-шаховими проходками; 4,5 – схема взаємодії трактора-штовхача зі скрепером; 6 – форма стружки; 7-7' – набирання ґрунту; 8-8' – розвантаження; I, II, III – ділянки набору ґрунту скреперами № 1, 2, 3; IV, V, VI – порожній хід скреперів № 1, 2, 3

Самохідні скрепери, зокрема й скрепери з мотор-колесами, набирають ґрунт лише за допомогою трактора-штовхача. Пневмо-колісний трактор-штовхач (рис. 4.9, в) з буфером-амортизатором може починати процес штовхання на ходу при швидкості 10–12 км/год.

У скреперних поїздах, що складаються із двох – трьох скреперів (рис. 4.9, б), ефективніше, ніж в одинарних скреперах, використовується зчіпна вага завдяки збільшенню кількості ведучих коліс. Тому скрепери можуть розробляти ґрунт без допомоги штовхача.

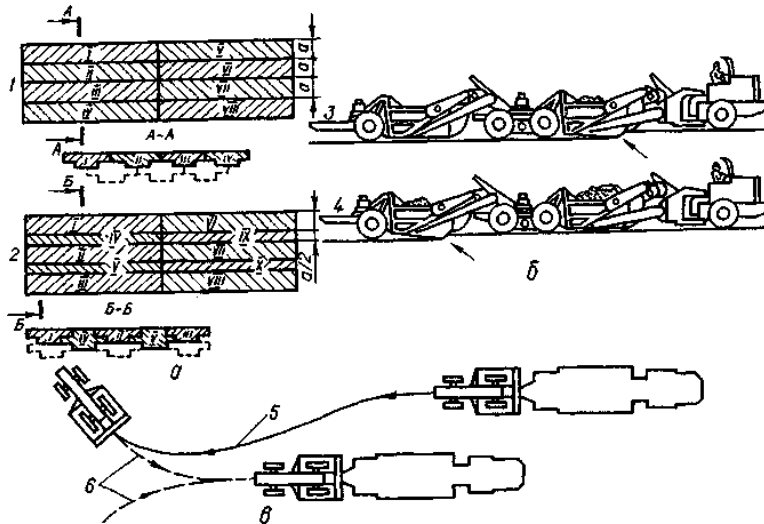


Рис. 4.9. Особливості розроблення ґрунту самохідними скреперами:
 а – схеми різання ґрунту; б – схема завантаження скреперного поїзда без штовхача; в – схема завантаження скрепера трактором-штовхачем;
 1 – різання за схемою смуга поряд зі смугою; 2 – те саме, через смугу;
 3 – завантаження попереднього скрепера (задній діє як штовхач);
 4 – завантаження заднього скрепера (передній діє як тягач); 5 – шлях повернення штовхача на вихідну позицію; 6 – ділянки шляху скрепера та штовхача перед початком завантаження; І–Х – послідовність розроблення

Для підвищення продуктивності скрепера використовують уклони місцевості, за відсутності – створюються штучно. Під час руху скрепера під уклон 5–12 % ґрунт можна різати більшим шаром і наповнювати ківш на коротшому шляху. Це дає змогу скоротити час наповнення ковша у 1,3–1,5 разу порівняно з різанням

горизонтальними шарами. У піщаних ґрунтах для збільшення наповнення ковша рекомендується різати ґрунт на підйом до 5 %.

У процесі планування майданчиків скрепери рухаються за кривими, що нагадують еліпс або спіраль (рис. 4.10, а, г). Розроблення виїмок та зведення лінійно-протяжних насипів залежно від місцевих умов, розташування місць набору і навантаження ґрунту виконують за різними схемами.

За поперечно-човниковою схемою (рис. 4.10, д) зводять насипи та дамби, а також розробляють виїмки та канали 1,5 м завглибшки, переміщуючи ґрунт у двобічні відвали. Ґрунт набирають перпендикулярно до осі виїмки у разі переміщення скрепера як в один, так і в інший бік. За цією схемою продуктивність скрепера на 20–25 % вища, ніж за еліптичною.

За схемою руху скрепера визначають найкоротший та без крутих поворотів шлях транспортування ґрунту. Довжина забою та фронту розвантаження має забезпечувати повне завантаження та розвантаження ковша при мінімальних уклонах в'їздів та виїздів. Поздовжнє переміщення ґрунту на відстань понад 300–500 м може здійснюватися тільки самохідними скреперами.

Еліптичну схему (рис. 4.10, а) використовують для зведення насипів до 2 м висотою при фронті роботи 50–100 м. Схему “вісіркою” (рис. 4.10, б) використовують для зведення насипів до 4–6 м висотою. Вона охоплює більший фронт робіт і продуктивніша порівняно з еліптичною.

Ці дві схеми можна застосовувати в усіх випадках зведення насипів з однобічних та двобічних резервів, а також улаштування виїмок з укладанням ґрунту в дамби, насипи або кавальєри, під час планувальних робіт.

За зигзагоподібною схемою (рис. 4.10, в) зводять насипи 2,5–6 м висотою з ґрунтів однобічних резервів при довжині захватки 200 м і більше.

За спіральною схемою (рис. 4.10, г) зводять широкі насипи до 2,5 м висотою з ґрунтів двобічних резервів з укладанням ґрунту у кавальєри. Ширина насипу відповідає або є більшою від довжини шляху розвантаження скрепера.

Продуктивність скрепера, що працює за зигзагоподібною та спіральною схемами, більша на 15 %, ніж продуктивність скрепера, що працює за еліптичною схемою.

Ґрунт у насип вивантажують горизонтальними шарами 10–35 см товщиною залежно від його властивостей та засобів ущільнення.

При цьому розвантаження доцільно починати з найближчих місць для того, щоб при відсіпанні віддалених місць проходками скрепера частково ущільнювати раніше відсіпаний ґрунт.

Використання великовантажних самохідних скреперів для цих робіт дає змогу за одним заходом ущільнювати ґрунт без зниження продуктивності на відсіпанні (рис. 4. 10, е).

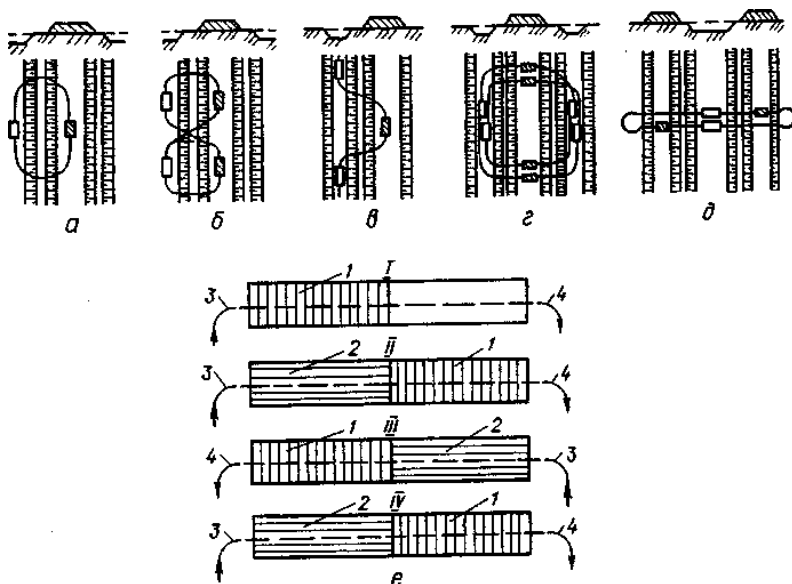


Рис. 4.10. Схеми виконання робіт скреперами:

а – переміщення за еліпсом; б – “за вісілкою”; в – зигзагом; г – за спіраллю; д – за поперечно-човниковою схемою; е – суміщення процесів відсіпання та ущільнення ґрунту скреперами; 1 – карта відсіпання; 2 – карта ущільнення;

3 – напрямок руху скреперів до насипів; 4 – те саме, до забою;

I-IV – послідовність відсіпання та ущільнення ґрунту скреперами

Завершують планувальні роботи за допомогою тих самих скреперів, які виконували основні земляні роботи. Опущений ківш ножем зрізує дрібні нерівності й засипає зрізаним ґрунтом невеликі заглиблення, вирівнюючи поверхню ґрунту.

Виймки ґрунтів екскаваторами. У процесі влаштування котлованів і планування майданчиків, якщо робочі позначки дають змогу наповнити ківш за один прийом копання ґрунту, використовують екскаватори з прямою лопатою в комплекті з транспортними засобами.

Найчастіше майданчики планують екскаватором із ковшем місткістю 0,5–1,0 м³. При розробленні щільних та розпушених скельних ґрунтів застосовують ковші із зубами, які дають змогу одночасно розпушувати ґрунт.

Для легких і м'яких ґрунтів використовують змінні ковші більшої місткості з суцільною ріжучою окрайкою. Для розроблення щільніших ґрунтів (IV–V груп) слід застосовувати екскаватори, оснащені ковшами об'ємом понад 1 м³.

Екскаватор з ковшем потрібного об'єму вибирають залежно від обсягів робіт, властивостей ґрунту та робочих позначок забою.

Найменша висота забою, що забезпечує найбільше наповнення ковша екскаватора ґрунтом при розробленні прямою лопатою, має бути не менше трикратної висоти ковша, а найбільша – не більше максимальної висоти копання екскаватора.

Забоєм називають робочу зону екскаватора, яка складається з майданчика, на якому розміщений екскаватор, частини масиву ґрунту, що розробляється із однієї стоянки, та майданчика для стоянки транспортних засобів під час завантаження. Розробляють ґрунт проходками. Планувати майданчики екскаватором з прямою лопатою найкраще боковими проходками, використовуючи транспорт, розміщений на рівні підосви забою паралельно осі переміщення екскаватора, але назустріч йому (рис. 4.11, а). Параметри забою та проходок визначають у проєкті виконання робіт відповідно до технічних характеристик екскаватора (радіусів різання, вивантаження, висоти вивантаження, довжини робочого переміщення тощо). Крім того, параметри залежать від геометричних розмірів майданчика, що підлягає плануванню, виду транспортних засобів та розташування транспортних шляхів, групи ґрунту. Найменша тривалість циклу досягається, якщо кут повороту стріли екскаватора становить 70–90°.

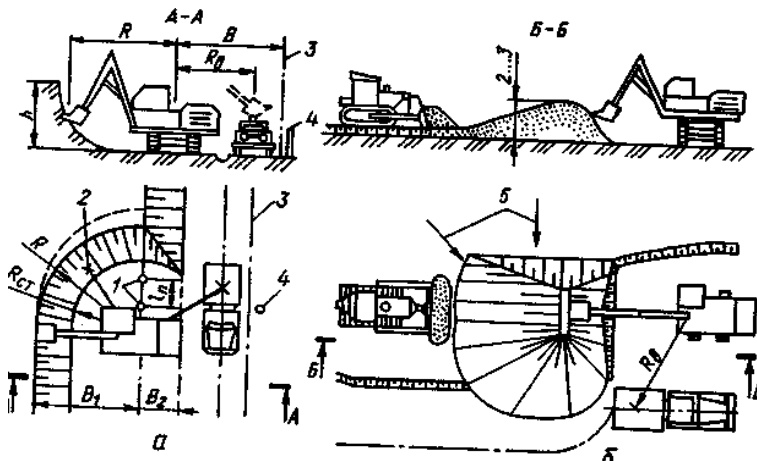


Рис. 4.11. Планування майданчиків екскаваторами:

а – схема забою при розробленні ґрунту боковою проходкою; б – спільна робота екскаватора з бульдозером за невеликої товщини шару, що зрізується;

R_n – радіус розвантаження; B – відстань між проходками екскаватора;

R – найбільший радіус копання; $R_{ст}$ – те саме, на рівні стоянки;

l_n – крок пересування; l – стоянка екскаватора; 2 – центр ваги забою;

3 – вісь попередньої проходки екскаватора; 4 – віха; 5 – напрямок переміщення ґрунту бульдозером

Екскаватор розміщують у забої так, щоб вісь його переміщення знаходилась від бровки внутрішнього укусу на відповідній відстані (B_1 , м). Вона розраховується:

$$B_1 \leq \sqrt{R^2 - l_n^2}, \quad (4.7)$$

де R – найбільший радіус копання, м;

l_n – довжина робочого пересування, м.

Для гідравлічних екскаваторів величина B може дорівнювати радіусу копання на рівні стоянки $R_{ст}$, який значно більший, ніж у канатних екскаваторів.

Відстань B_2 від осі до підшви зовнішнього укусу розраховується так:

$$B_2 = 0,7 R_{ст}. \quad (4.8)$$

Експаватори, оснащені прямою лопатою, розробляють котловани переважно в ґрунтах сухих та нормальної вологості лобовими або боковими проходками із завантаженням ґрунту у транспортні засоби (рис. 4.12, а–є). Через конструктивні особливості їх майже не застосовують для роботи з відсіпанням у відвал. Об'єм ковша вибирають за обсягом робіт, глибиною котловану та властивостями ґрунту. В мокрих забоях та за високих рівнів ґрунтових вод треба влаштовувати відкритий водовідлив або зниження ґрунтових вод.

Розроблення котлованів лобовими проходками виконують розміщуючи транспортні засоби безпосередньо в забої (рис. 4.12, а–д), рідше – вище рівня підшви забою (рис. 4.12, є). Можливість розроблення котлованів тією чи іншою проходкою залежить від можливостей робочого обладнання, глибини копання та ширини котловану.

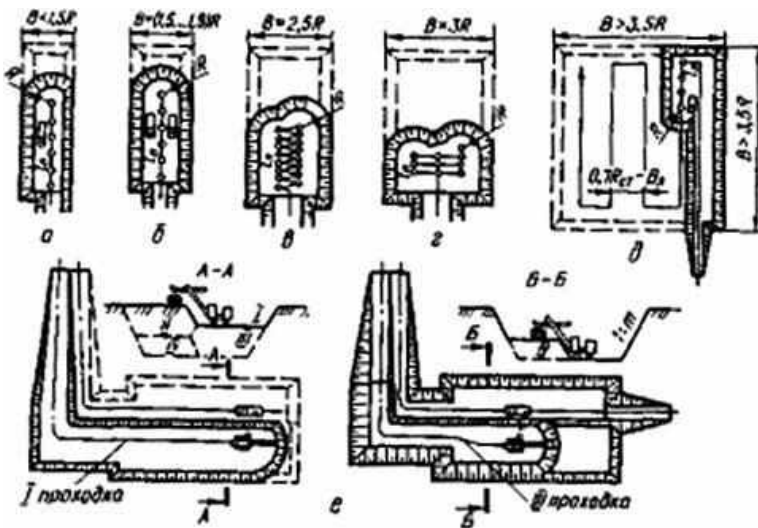
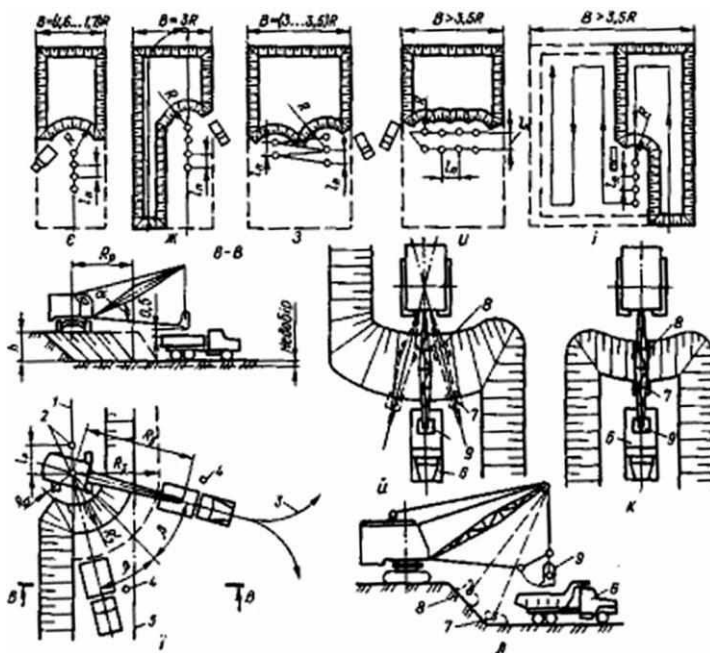


Рис. 4.12. Розроблення котлованів одноківшевіми експаваторами



Продовження рис. 4.12. Розроблення котлованів однокішкєвими екскаваторами:

а – лобова проходка екскаватора, оснащеного прямою лопатою, що завантажує ґрунтом автосамоскид з одного боку; б – те саме, з двобічним завантаженням; в – те саме, із зигзагоподібним переміщенням екскаватора; г – те саме, з переміщенням упоперек котловану; д – бокова проходка; е – розроблення ярусами (I–IV – послідовність проходок); є – торцева проходка екскаватора, оснащеного зворотною лопатою чи драглайном, при переміщенні екскаватора по прямій; ж – те саме, з двома проходками екскаватора; з – те саме, при зигзагоподібному переміщенні екскаватора; и – поперечно-торцева проходка; й – поздовжньо-торцева проходка; і – схема забою драглайна; к, л – поздовжньо-човникова схема організації забою; 1 – вісь проходки; 2 – стоянка екскаватора; 3 – напрямок руху автотранспорту; 4 – вихи; 5 – вісь попередньої проходки; 6 – автосамоскид; 7 – опускання ковша та набирання ґрунту; 8 – закінчення набирання ґрунту та підйом ковша; 9 – розвантаження ковша; а – кут нахилу стріли; Р – середній кут повороту

Якщо транспортні засоби розташовані вище рівня підшви забою, то найбільша глибина котловану за визначених умов визначається

$$h = H_b - (h_t + 0,5), \quad (4.9)$$

де H_b – найбільша висота розвантаження, м;

h_t – висота транспортної одиниці до верху борта, м;

0,5 – мінімально допустима відстань між нижньою кромкою відкритого днища ковша екскаватора та верхом борта транспортного засобу, м.

Якщо глибина котловану перевищує максимальну висоту копання екскаватора, то розроблення ведуть ярусами (рис. 4.12, є), намагаючись у периметрах котловану здійснити мінімальну кількість проходок.

Котловани до $1,5R$ завширшки (рис. 4.12, а) розробляють лобовою проходкою з однобічним завантаженням транспортних засобів, $1,5-1,9R$ – розробляють лобовою проходкою з двобічною подачею транспортних засобів (рис. 4.12, б). Найбільша ширина у метрах лобової проходки екскаватора, що переміщується по прямій, не повинна перевищувати розрахованого показника B_n :

$$B_n \leq 2\sqrt{R^2 - \frac{l_n^2}{n}}, \quad (4.10)$$

де l_n – довжина робочого переміщення екскаватора, м. Котловани

$1,9-2,5R$ завширшки розробляють розширеною лобовою проходкою з переміщенням екскаватора зигзагом (рис. 4.12, в), а до $3,5R$ – уперек котловану (рис. 4.12, г). Широкі котловани (більше ніж $3,5R$) розробляють спочатку лобовою, а потім боковими проходками. Максимальна ширина кожної бокової проходки у метрах (B_6) має становити:

$$B_6 = B_n + 0,7 R_{ст} \quad (4.11)$$

де $R_{ст}$ – найбільший радіус копання на рівні стоянки екскаватора, м.

Розроблення прямими лопатами котлованів та траншей здійснюється з недобором ґрунту в підшві котловану або траншеї не більше ніж 5–20 см при місткості ковша 0,25–5 м³.

Розроблення недоборів ґрунту, як правило, виконують механізо-

ваним способом – найчастіше бульдозерами (рис. 4.2, б), а також автогрейдерами, екскаваторами-планувальниками, екскаваторами зі спеціальними зачищувальними ковшами.

Для в'їзду у забій улаштовують траншеї з уклоном 0,10–0,15 %. Ширину в'їзних траншей по низу беруть 3–3,5 м за умови, що транспорт рухається в один бік.

Експлуатаційна змінна продуктивність екскаватора розраховується за формулою:

$$P = \frac{3600C}{i_{\text{ц}}} E k_{\text{ч}} k_{\text{ч}} , \text{ м}^3/\text{змін}, \quad (4.12)$$

де C – тривалість зміни, год;

i – тривалість циклу, с;

E – місткість ковша, м^3 ;

$k_{\text{х}}$ – коефіцієнт наповнення ковша ґрунтом у щільному тілі;

$k_{\text{ч}}$ – коефіцієнт використання екскаватора за часом зміни, який враховує допоміжні операції із забезпечення нормальної роботи екскаватора (заправлення паливно-мастильними матеріалами, догляд за машиною під час роботи, незначний кріпильний ремонт, змащення, відведення екскаватора за межі небезпечної зони на час вибуху у процесі розроблення мерзлих та скельних ґрунтів тощо).

Екскаватор з ковшем об'ємом до $0,65 \text{ м}^3$ обслуговує один машиніст, понад $0,65 \text{ м}^3$ – машиніст та його помічник.

Ґрунт від екскаватора найчастіше перевозять автосамоскидами, рідше – тракторними причепами, стрічковими конвеєрами, залізницею, гідравлічними засобами.

Кількість транспортних одиниць (автосамоскидів, автосамоскидів з причепами, поїздів) за умови безперервної роботи екскаватора визначають з формули:

$$N = i_{\text{ц}}/i_{\text{а}}, \quad (4.13)$$

де $i_{\text{а}}$ – тривалість циклу роботи транспортної одиниці, хв;

$$i_{\text{ц}} = i_{\text{м}} + \frac{120l}{V_{\text{сп}}} + i_{\text{р.м}}, \quad (4.14)$$

де $i_{\text{т}}$ – тривалість завантаження транспортної одиниці, хв;

l – відстань перевезення ґрунту, км;

V_{cp} – середня розрахункова швидкість руху з вантажем та порожняком, км/год;

$i_{p.m.}$ – тривалість розвантаження з маневруванням, хв.

Для ефективного використання екскаватора і транспортних засобів доцільно брати місткість транспортної одиниці рівну 4–10 об'ємам ковша екскаватора.

Екскаватором, оснащеним зворотною лопатою чи драглайном, розробляють котловани торцевими чи боковими проходками з розміщенням його вище рівня дна забою та завантаженням ґрунту у транспортні засоби. Зазначені умови дають змогу використовувати ці екскаватори і для розроблення зволожених та мокрих ґрунтів.

Можливість розроблення котлованів торцевою чи боковою проходками залежить від можливостей робочого обладнання екскаватора, глибини копання та ширини котловану.

Найбільшу ширину торцевої проходки по верху в разі переміщення екскаватора по прямій (рис. 4. 12, є) та подачі транспорту з двох боків визначають за формулою (4. 10), а по низу – із виразу:

$$B \leq 2(R_{ct} - h \operatorname{ctg} \varphi), \quad (4.15)$$

де k – глибина котловану;

$h \operatorname{ctg} \varphi$ – кут укосу.

Ширина торцевої проходки при двобічному завантаженні транспортних засобів перебуває в межах 1,6–1,7 R . Якщо подача транспортних засобів однібічна, ширина зменшується до 1,3 R , вісь руху екскаватора переміщується в бік розташування транспорту. Під час розроблення котлованів із вивантаженням ґрунту у відвал ширина проходки обмежується необхідністю розміщення ґрунту з утворенням берми – майданчика від бровки котловану до підосви відвалу.

Котловани, ширина яких перевищує максимальну ширину проходки екскаватора, що переміщується по прямій, розробляють зигзагоподібними, поперечноторцевими або кількома торцевими проходками (рис. 4. 12, з, и, і). Кут повороту екскаватора при торцевих проходках та подачі транспортних засобів з боку розроблення може становити до 30–60°.

Найбільша ширина у метрах кожної наступної торцевої проходки (якщо розробляють один бік виїмки) становитиме

$$B \leq \sqrt{R^2 - l_n^2 - h \cdot \operatorname{ctg} \varphi} \quad (4.16)$$

Довжина робочого пересування екскаватора l_n , особливо гідравлічного, змінюється в значних межах і залежить від конструктивних розмірів екскаватора, глибини котловану R , відстані від бровки укосу виїмки до найближчої опори екскаватора та кута робочого укосу виїмки, які визначаються ґрунтовими умовами.

Довжина робочого пересування у метрах, у всіх випадках має бути не більш як

$$l_n = R_3 - R'_3 \quad (4.17)$$

де R_3 – найбільший радіус копання на рівні дна виїмки;

R'_3 – найменший радіус копання на рівні дна виїмки (змінні величини, що залежать від глибини), м.

За поперечно-човниковою схемою (рис. 4.12, й) розроблення котлованів драглайном ґрунт набирається по черзі з кожного боку автосамоскида, розташованого на дні виїмки. Вивантаження ґрунту відбувається без зупинки стріли екскаватора в момент перевертання ковша над кузовом автосамоскида.

За поздовжньо-човниковою схемою (рис. 4.12, к, л) ґрунт набирають перед задньою стінкою кузова і, піднявши ківш, розвантажують його над кузовом. Завдяки зменшенню висоти підняття ковша та кута повороту екскаватора до $6-10^\circ$ продуктивність екскаватора збільшується в 1,5–2 рази. Ця схема доцільна для розроблення широких котлованів.

При розробленні котлованів боковими проходками та вивантаженні ґрунту у відвал рекомендується виконувати роботу за круговим циклом – поворотом екскаватора на 360° .

Екскаватором, оснащеним зворотною лопатою чи драглайном, розробляють також траншеї нижче рівня стоянки з вертикальними стінками або з укосами торцевими або боковими проходками, вивантажуючи ґрунт у транспортні засоби або у відвал (в один або два боки). Траншею розробляють торцевим забоем із переміщенням екскаватора по осі траншеї та укладанням ґрунту у відвал з одного боку при кутах повороту стріли $60-90^\circ$ (рис. 4.13, а). Якщо ґрунт у відвалі не розміщується, то для його перерозподілення додатково використовують бульдозер (рис. 4.13, б). Екскаватор при цьому може переміщуватись по осі, зміщеній у бік відвалу.

Послідовність розроблення ґрунту з одного місця стоянки екскаватора, як правило, проводиться у вертикальній площині ярусами до 1,5–2 м завглибшки. У горизонтальній площині зв'язні ґрунти розробляють з одного боку траншеї з постійним її поглибленням та улаштуванням відповідного укосу, після чого те саме роблять з іншого боку (рис. 4.13, в, г). Розроблення легких (сипучих) ґрунтів можна починати з осьової лінії траншеї. Якщо розробляють глибокі траншеї, а екскаватор переміщують зигзагом, відвали улаштовують по обидва боки проходки.

Траншеї під фундаменти мілко́го закладання влаштовують універсальними одноковшовими екскаваторами з ковшем об'ємом 0,15 м³ та відвантаженням ґрунту в автосамоскиди.

Багатоківшовими екскаваторами розробляють траншеї для укладання трубопроводів великої протяжності, якщо ґрунти м'які й щільні. Ними, як правило, розробляють траншеї з вертикальними стінками. У такому разі отримують менший недобір ґрунту і більш чіткіше окреслення траншеї порівняно з іншими землерийними машинами та потрібне незначне зачищення дна.

У сипучих ґрунтах для утворення стійких стінок траншей на екскаваторі додатково встановлюють легкознімні ланцюгові укосостворювачі, що надають траншеї трапецієдальної форми.

Застосовують багатоківшеві екскаватори ланцюгові (рис. 4.13, д) та роторні поздовжнього копання. Ширина траншеї залежно від типу машини – 0,4–1,8 м, а глибина – до 3,5 м.

Експлуатаційна змінна продуктивність багатоківшевого екскаватора розраховується

$$P_c = 60 C q n k_x k_{\text{ч}} \text{ м}^3/\text{зміну} \quad (4.18)$$

де p – кількість розвантажуваних ковшів за хвилину, яка залежить від швидкості руху ковшів та відстані між ними.

Поодинокі виїмки під фундаменти колон або опор копають екскаваторами, оснащеними зворотною лопатою, вивантажуючи ґрунт у транспортні засоби (рис. 4.13, є). На м'яких та щільних ґрунтах використовують екскаватор, оснащений грейфером. Розміщується екскаватор уздовж осі розташування фундаментів або із незначним зміщенням.

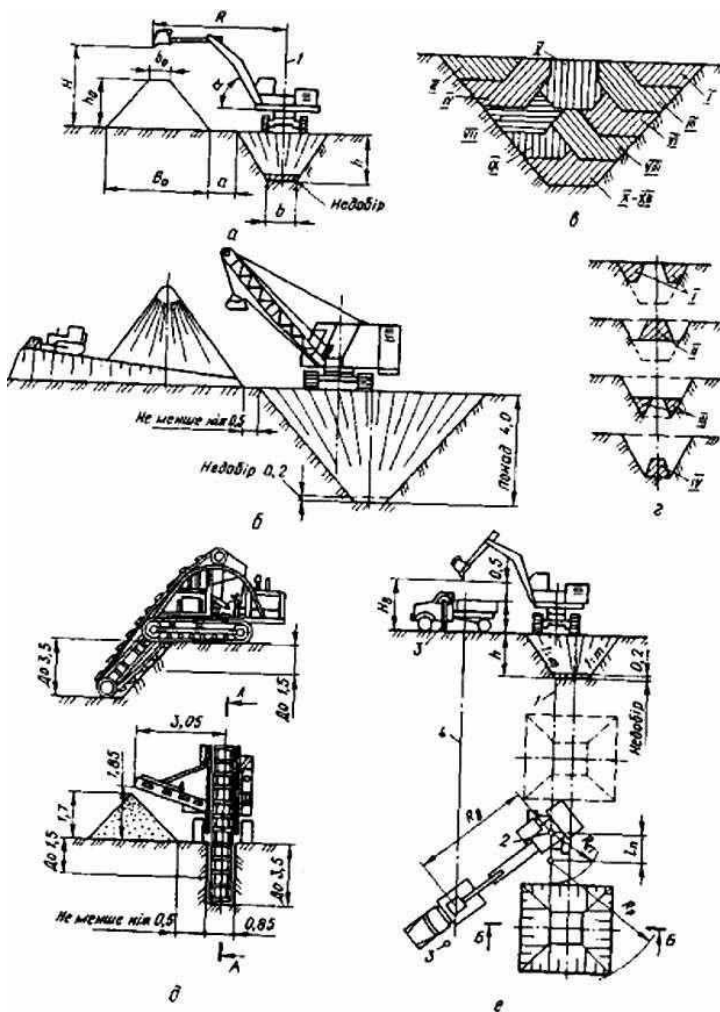


Рис. 4.13. Розроблення траншей екскаваторами:

а – оснащених зворотною лопатою чи драглайном (грунт укладається у відвал при торцевій проходці); б – те саме, при боковій проходці; в – послідовність розроблення зворотними лопатами поздовжніх широких траншей; г – те саме, вузьких траншей; д – багатокішкевим ланцюговим екскаватором; е – схема розроблення зворотною лопатою окремих виїмок під фундаменти колон або опор; 1 – вісь проходки; 2 – стоянка екскаватора; 3 – віха; 4 – вісь наступної захватки; I–VII – послідовність виконання робіт

4.6. РОЗРОБЛЕННЯ ҐРУНТУ ГІДРОМЕХАНІЧНИМ СПОСОБОМ

Гідромеханічним називають такий спосіб виконання земляних робіт, за яким розроблення, транспортування та укладання ґрунту виконують за допомогою води. Його застосування потребує наявності насосної станції, прокладання напірних трубопроводів, улаштування обвалування, естакад, водовідвідних каналів, інших споруд. Тому цей спосіб розроблення ґрунтів ефективний за наявності значних обсягів земляних робіт, легкорозмивних ґрунтів та достатніх ресурсів води.

Гідромеханічним способом ґрунт розмивають на ділянках виїмок та укладають його у насип. Найчастіше наминають великі території ґрунтом із кар'єрів, розміщених на суші, або з дна водойм. Розробляючи ґрунт на суші, застосовують гідромоніторні установки (рис. 4.14), а при підводному розробленні – землесосні снаряди (рис. 4.15).

Гідромоніторна установка складається з гідромоніторів, з'єднаних з магістральним трубопроводом, по якому із насосної станції подають воду. **Гідромонітор** – це сталевий ствол, за допомогою колін якого він може повертатися у вертикальній та горизонтальній площинах під великими кутами у напрямку потрібної точки забою. На кінець ствола кожного гідромонітора накручується насадка, що утворює струмину, яка викидається з великою кінетичною енергією. Ця струмина перетворює ґрунт на гідросуміш – пульпу, яка спрямовується самопливом по лотоках або каналах у насип. У разі розміщення насипу вище рівня забою, а також для збільшення дальності подачі пульпи її перекачують по пульпопроводу землесоса (рис. 4.14, а).

Розрізняють дві схеми розмиву ґрунту гідромоніторами: зустрічним забоем – знизу вверху (рис. 4.14, а) та попутним забоем – зверху вниз (рис. 4.14, б).

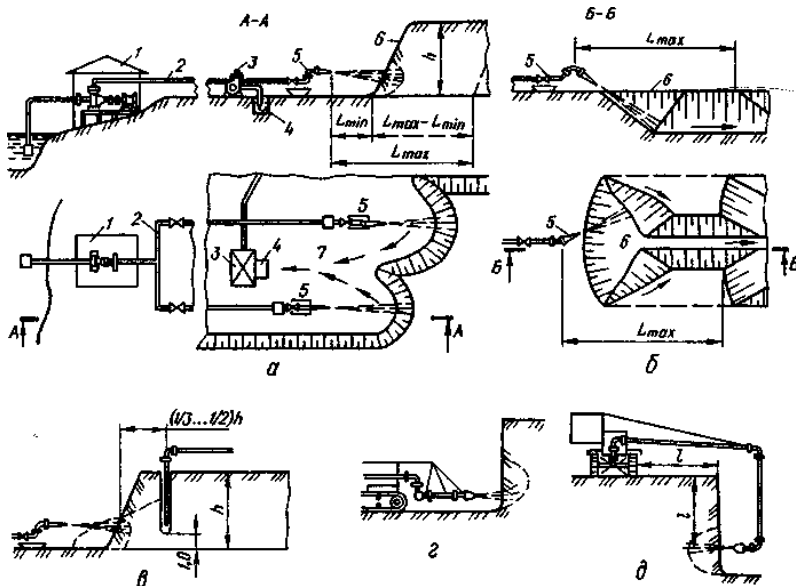


Рис. 4.14. Розроблення ґрунту гідромоніторними пристроями:
а – зустрічним забоем знизу вверху і транспортуванням пульпи землесосом;
б – попутним забоем зверху вниз; в – зустрічним забоем знизу вверху із додатковим розмиванням через свердловину; г, д – гідромонітори ближнього бою на гусеничному ході; 1 – насосна станція; 2 – магістральний водовід; 3 – землесосна установка; 4 – колодязь (зумпф); 5 – гідромонітори; 6 – забій; 7 – канава для відведення пульпи

Найбільше застосовується зустрічний забій. У цьому випадку гідромонітор установлюють на підшві забою і розмивають у напрямку, зворотному стоку пульпи.

Процеси розроблення пісків та глин значно відрізняються один від одного. У незв'язних ґрунтах струминою змивають ґрунт з усієї ширини укусу, кругість якого дорівнює куту природного укусу. У зв'язних ґрунтах робочий укіс забою наближається до вертикалі. У цьому випадку забій спочатку підрізають знизу до його обвалення, після чого змивають обвалений ґрунт. Виходячи з вимог техніки безпеки, мінімальне наближення гідромонітора до забою приймають не меншим висоти забою.

Найбільшу руйнівну силу струмина має на відстані 3–4 м від насадки. Тому раціонально застосовувати гідромонітори ближнього

бою, якщо висота забою не менше ніж 3 м. Зі збільшенням відстані розмивна здатність струмини зменшується. Недоліком розроблення ґрунту зустрічним забоем є створення недовивів, для зачищення яких додатково потрібне застосування бульдозера.

Якщо забій попутний, гідромонітор встановлюють на верхній бровці забою. Напрямок струмини гідромоніторів збігається з напрямком переміщення пульпи. Струминою води спочатку розмивають осьову канаву для відведення пульпи, потім забій біля гідромонітора та укусу канави. Ширина елемента забою, що розмивається, становить 10–15 м.

В останніх моделях гідромоніторів ефективність їхнього використання досягається за рахунок дистанційного керування та гусеничного ходу (4.14, г, д), що дає змогу постійно виконувати роботу безпосередньо біля самого забою і сприяє інтенсивному руйнуванню ґрунту.

Транспортувати пульпу можна самопливом, коли укіс стоку, який залежить від типу ґрунту та крупності його часточок, забезпечує переміщення її з частинками ґрунту в завислому стані.

Транспортовану під напором пульпу збирають у колодязі (зумпфі) та перекачують ґрунтовим насосом або гідроелеватором у насип. **Ґрунтовий насос** – це центробіжний насос для перекачування води з твердими окам'янілими частинками. **Гідроелеватор** – це водоструминний насос, у корпусі якого через велику швидкість переміщення води створюється розрідження. Під його впливом гідросуміш всмоктується в насос, змішується зі струминою води та подається напірним трубопроводом до місця укладання ґрунту.

Щоб уникнути замулювання труб, швидкість руху пульпи в пульпопроводі має бути вище критичної, тобто тієї, що відповідає початку осідання твердих частинок на дно.

Землесосними снарядами (земснарядами) майданчики наминаються завдяки подачі пульпи з дна водойм по напірних трубопроводах у насип.

Земснаряд (рис. 4.15, а) – це баржа, оснащена ґрунтозабірним обладнанням для вільного всмоктування або всмоктування з одночасним розпушуванням (фрезами, гідророзпушувачами тощо), ґрунтовим насосом, плавучим пульпопроводом на понтонах, з'єднаних із береговим пульпопроводом, папільонажними палями та лебідками з якорями для фіксування робочого положення.

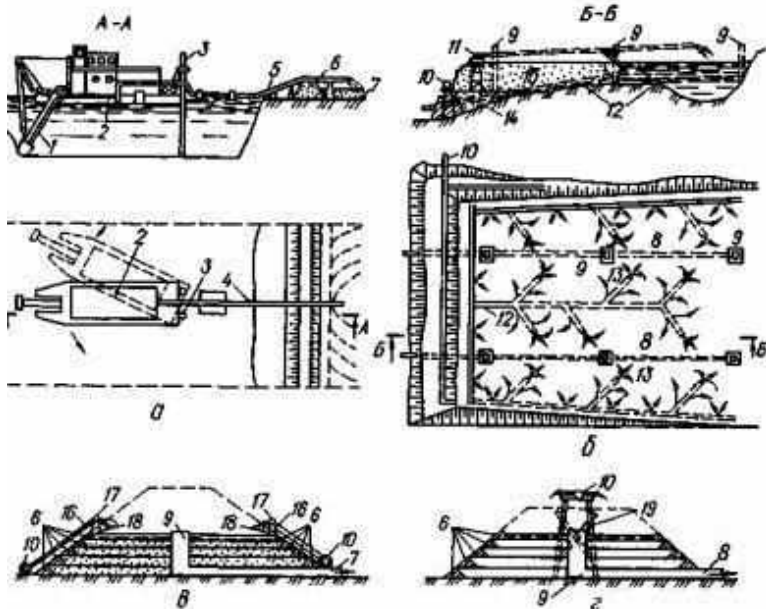


Рис. 4.15. Розроблення ґрунту плавучим землесосним пристроєм при наміванні майданчика і насипу:

а – схема роботи земснаряда; б – загальна схема намівання майданчика;
в – те саме, безестакадним способом; г – те саме, естакадним способом;

1 – всмоктувальний пристрій; 2 – баржа з насосним пристроєм;
3 – папільонажні палі; 4 – плавучий пульпопровід; 5 – береговий пульпопровід
на естакаді; 6 – обвалування; 7 – майданчик, що намівається; 8 – водовідвідні
колектори; 9 – те саме, колодязі; 10, 11 – магістральні пульпопроводи;
12, 13 – розподільні пульпопроводи, які нарощуються при наміванні;
14, 15 – перший та другий яруси намівання; 16 – випускні патрубки;
17 – горизонтальні труби з отворами; 18 – переставні козли;
19 – інвентарна естакада

4.7. УКЛАДАННЯ, УЩІЛЬНЕННЯ ТА ЗВОРОТНЕ ЗАСИПАННЯ ҐРУНТУ

Укладання та ущільнення ґрунту здійснюють у процесі планування, зведення різних насипів, зворотної засипки траншей та пауз фундаментів, улаштування основ під підлоги тощо. Завдяки ущільненню ґрунтів досягається збільшення несівної здатності, міцності, зниження водопроникності, зменшення його стискання. Збільшенню щільності ґрунту під час ущільнення сприяє взаємне переміщення твердої та рідкої фаз і повітря, що міститься в порах ґрунту. Однак щільність у міру ущільнення ґрунту зростає до певної межі, після чого подальше ущільнення не впливає на несівну здатність ґрунту. Коефіцієнт ущільнення ґрунту (відношення проектної щільності ґрунту до максимальної) дорівнює 0,95–0,98 і є нормативним під час зведення основних споруд.

Ґрунти в насипах ущільнюють шарами однакової товщини. Для цього відсипаний ґрунт вирівнюють бульдозерами або грейдерами. Товщину розрівнюваних шарів визначають залежно від умов виконання робіт, виду ґрунту та можливості застосування ущільнювальних машин.

Потрібного ступеня ущільнення ґрунту з найменшими витратами досягають, коли вологість ґрунту оптимальна. При цьому сухі ґрунти підлягають зволоженню, а перезволожені – осушенню. Перед розробленням або ущільненням ґрунт зволожують поливними машинами або вручну гумовими шлангами, підключеними до водопроводу.

Укладання ґрунту та його ущільнення здійснюють по захватках (картах), розміри яких мають забезпечити потрібний фронт робіт та не допустити висихання підготовленого для ущільнення ґрунту. Наприклад, для влаштування насипів із ґрунтів, доставлених автосамоскидами, майданчик розбивають на три карти, де на першій розвантажують ґрунт, на другій – розрівнюють його, на третій – ущільнюють.

Ущільнюють ґрунт укочуванням, трамбуванням та вібруванням. Зв'язні та грудкуваті ґрунти ущільнюють кулачковими котками (рис. 4.16, а), які передають на ґрунт тиск, що значно перевищує границю його міцності. Цими машинами масою до 5 т ущільнюють шар ґрунту 10–20 см товщиною за 8–18 проходів котка по одному сліду, а важкими (масою 25–30 т) – шар 50–65 см товщиною за 4–10 проходів.

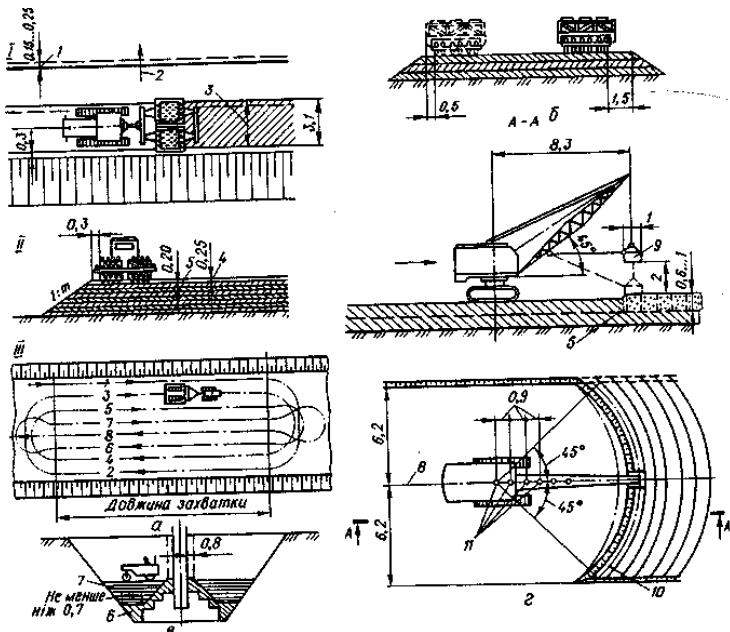


Рис. 4. 16. Схеми ущільнення ґрунтів:

а – кулачковим котком (I – план; II – розріз; III – схема переміщення машин; 1–8 – ходи котка); б – пневмоколісним; в – гладким самохідним котком; г – трамбувальною плитою, підвищеною на стрілі екскаватора; 1 – перекриття смуг; 2 – напрямок укочування від країв насипу до її середини; 3 – ширина смуги, що укочується; 4 – пухкий шар ґрунту; 5 – ущільнений шар ґрунту; 6 – зона ущільнення ґрунту ручними трамбовками; 7 – шари ґрунту, що ущільнюються котком; 8 – вісь переміщення екскаватора; 9 – трамбувальна плита; 10 – ущільнювальна смуга; 11 – місця стоянки екскаватора

Котками на пневмоколісному ходу (причіпними та самохідними) ущільнюють пісани та глинисті ґрунти (рис. 4.16, б). Через більшу тривалість дії навантаження від натискання шин забезпечується висока якість ущільнення. Котками середньої маси (до 10 т) ущільнюють шари 10–25 см товщиною за 2–10 проходів котка по одному сліду, котками масою до 45 т – шар 25–50 см товщиною за таку саму кількість проходів котка.

Кулачковими котками та котками на пневмоколісному ходу ґрунт ущільнюють послідовними замкненими проходами по всій

площі насипу з перекриттям кожного проходу на 0,2–0,3 м (рис. 4.16, а). Важливо, щоб перший прохід котка забезпечив потрібну рівність поверхні шару ґрунту, яка зберігається при наступних проходах. Тому перші проходи здійснюють на 1–2-й швидкості трактора, а інші – на 3–4-й. Закінчивши уочування всієї площі, процес повторюють стільки разів, скільки потрібно для досягнення потрібної щільності.

Котки з гладкими металевими вальцями використовують для ущільнення зв'язних ґрунтів шаром до 15 см. Ними можна здійснювати ущільнення, коли верхній шар насипу є основою під фундаменти чи під'їзні шляхи, а також при засипанні верхньої частини пазух у стиснених умовах (рис. 4.16, в). Нижні шари пазухи 15–20 см товщиною навколо фундаменту ущільнюють пневматичними та електричними трамбовками (рис. 4.16, в).

Трамбувальними плитами масою 2–7 т, підвішеними на стрілі кранів або екскаваторів, ущільнюють піщані та глинисті ґрунти, якщо товщина відсипаного шару 0,4–1 м і кількість ударів – 1–5 (рис. 4.16, г). Недоліком цього способу є підвищене зношування крана або екскаватора. Вібруючими котками ущільнюють піщані ґрунти шарами 0,4–0,5 м при збуджувальній силі 180–280 кН. Для досягнення потрібної щільності здійснюють від 2 до 6 проходів. Ґрунт ущільнюють за круговою схемою або човниковим способом. Заздалегідь насичені водою піски ущільнюють глибинними вібраторами, змонтованими на рамі у вигляді пакетів та підвішеними на стрілі крана.

Ґрунт пазух глибоких підвальних частин промислових споруд засипають та ущільнюють одночасно з двох боків споруди після зведення стін. Спочатку ґрунт подають та рівняють бульдозерами з одного боку цієї споруди (рис. 4.17, а), а потім, під час ущільнення цього шару ґрунту, подають та рівняють з іншого боку.

Зворотне засипання котловану при складних у влаштуванні фундаментах виконують зразу після зведення підземної частини споруди до початку робіт на наземній частині.

Ґрунт подають екскаватором, оснащеним грейфером, а рівняють мікробульдзером. Ущільнюють ґрунт концентрованими смугами за допомогою підвісних плит у межах робочої схеми, визначеної підземними конструкціями (рис. 4.17, б). Ґрунт ущільнюють також віброплитами. Насамперед виконують роботи в межах ділянки зі зниженими позначками, щоб отримати загальний рівень, а потім уже проводять роботи по всьому котловану.

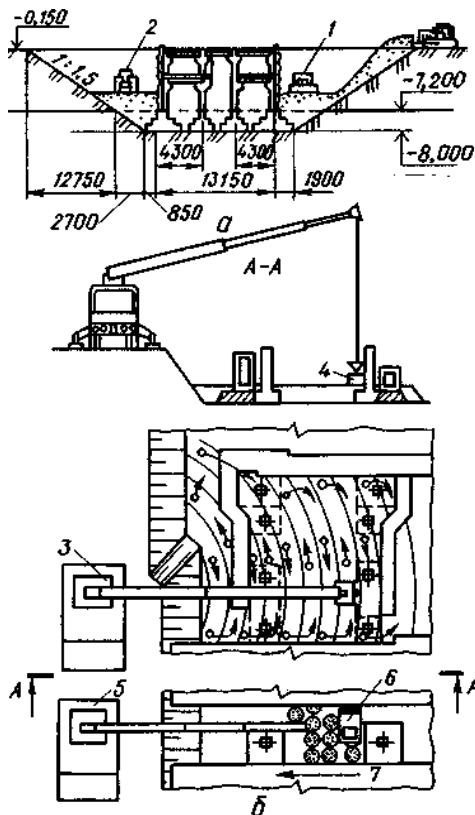


Рис. 4.17. Зворотнє засипання та ущільнення ґрунтів у котлованах промислових споруд:

а – засипання пазах котловану; б – ущільнення ґрунту підвісною плитою при складних у влаштуванні фундаментах; 1 – бульдозер; 2 – ґрунтоущільнювальна машина; 3 – кран; 4 – підвісна плита; 5 – екскаватор, оснащений грейфером; 6 – мікробульдзер; 7 – напрямок відсипання

Зворотнє засипання траншей здійснюють після перевірки правильності укладання трубопроводів. Траншеї засипають у два прийоми – спочатку присипають трубопроводи вручну на висоту 0,2 м, потім засипають бульдозером (рис. 4.17, в).

Кріплення видаляють по мірі засипання. Одночасно можна знімати по вертикалі не більше трьох дощок. У сипучих ґрунтах кріплення розбирають по одній дошці, переставляючи розпирки. Якщо видалення кріплень викликає небезпеку (у пливунах, поблизу фундаментів споруд тощо), їх залишають у ґрунті або розбирають

частково.

4.8. ВИКОНАННЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ У ЗИМОВИЙ ПЕРІОД

Зі зниженням температури механічна міцність ґрунту, а також питомий опір різанню та копанню різко зростають у 5–8 разів. У зв'язку з тим що температура мерзлого ґрунту змінюється по глибині мерзлого шару (H), відповідно змінюються властивості міцності ґрунту – найбільші значення питомого опору копанню перебувають у верхній частині (зовнішній) мерзлого шару, найменші – на межі мерзлого та немерзлого (талого) шару ґрунту.

Глибина промерзання ґрунтів залежить від температури повітря та тривалості її впливу, сили вітру, товщини снігового покриву, характеру природного покриву (трава, орна земля, торф, каміння, шляхові покриття тощо), а також теплопровідності, вологості та рівня ґрунтових вод. Промерзання екскаваторного забою відбувається від покрівлі, укусу та його лобової частини. У зв'язку з цим розроблення мерзлого ґрунту однокішшевіми екскаваторами здійснюють за чотирма схемами (напрямок руху ковша) – I – уздовж мерзлого шару, якщо різна глибина заглиблення ковша від відкритої поверхні; II – упоперек мерзлого шару в його межах; III – упоперек мерзлого шару, починаючи від немерзлого; IV – під кутом до мерзлого шару в укусі забою (рис. 4.18, а, б).

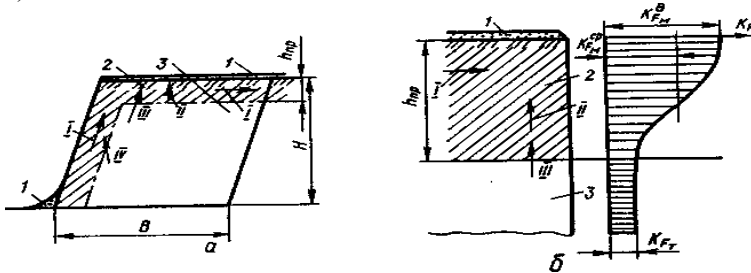


Рис. 4.18. Ступінь промерзання екскаваторного забою:

а – схема промерзання екскаваторного забою; б – зміна питомого опору копанню за глибиною мерзлого шару; 1 – сніговий покрив; 2 – мерзлий ґрунт; 3 – талий ґрунт; I–IV – напрямки копання ґрунту; K_{Fm} , K_m , K_F – питомий опір копанню відповідно у верхній, середній частині мерзлого шару і талого ґрунту; h_{np} – глибина промерзання

Для однокішшевих екскаваторів різних моделей глибину мерзлого шару, допустиму для розроблення, можна визначити з виразу

$$h_{Д}^e = a_x E : \kappa_{сх} , \quad (4.19)$$

де a_x – коефіцієнт, який залежить від групи ґрунту в немерзлому стані (для ґрунтів I–III груп значення змінюється для прямих та зворотних лопат від 0,5 до 0,3);

E – місткість ковша, m^3 ;

$k_{сх}$ – коефіцієнт, який залежить від схеми копання мерзлого шару в забої: у разі переходу від I до IV схеми змінюється від 1,0 до 0,5.

Для траншейних роторних та ланцюгових екскаваторів допустиму глибину промерзання ґрунту визначають за величиною питомого опору копанню (K_p), моделлю екскаватора та конструкцією робочого органу. Роторні екскаватори при значеннях K_p – 1,0–1,4 МПа можна ефективно використовувати при розробленні мерзлих ґрунтів з глибиною промерзання до 1,5–2,0 м. Менші можливості мають ланцюгові багатокішцеві екскаватори.

Можливу глибину розпушування мерзлого ґрунту (H_d) навісними статичними розпушувачами визначають насамперед потужністю тракторного двигуна, а також конструктивним виконанням розпушувача. У разі використання тракторів з потужністю двигунів 150–200 кВт величина H_a становить від 0,45 до 1 м. Застосування тракторів потужністю більш як 400–600 кВт дає змогу збільшити глибину розпушування мерзлих ґрунтів до 1,2–1,5 м.

Розроблення мерзлих ґрунтів статичними розпушувачами. В останні роки почали широко застосовувати змінне навісне обладнання екскаваторні розпушувачі мерзлого ґрунту однієї та двохісної дії. Ці гідравлічні механізми захоплювально-кліщового типу статичної дії вперше в практиці виконання земляних робіт дали змогу сумістити операції розпушування мерзлого ґрунту зі звичайною його екскавацією.

На будівництві об'єктів використовують потужні навісні тракторні розпушувачі на базі трактора ДЗТ-250М та Т-500, а також фірм “Катер-піллер” (США), “Камацу” (Японія) тощо (рис. 4.20, в, г).

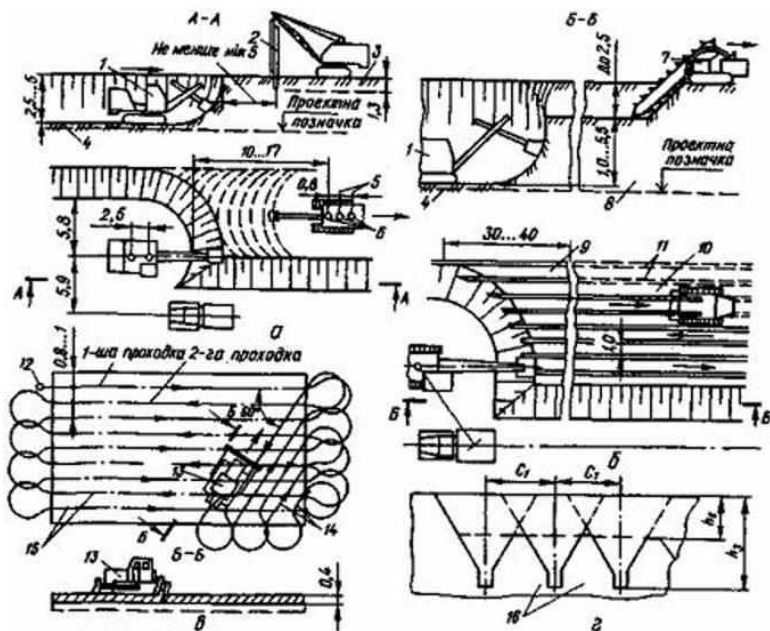


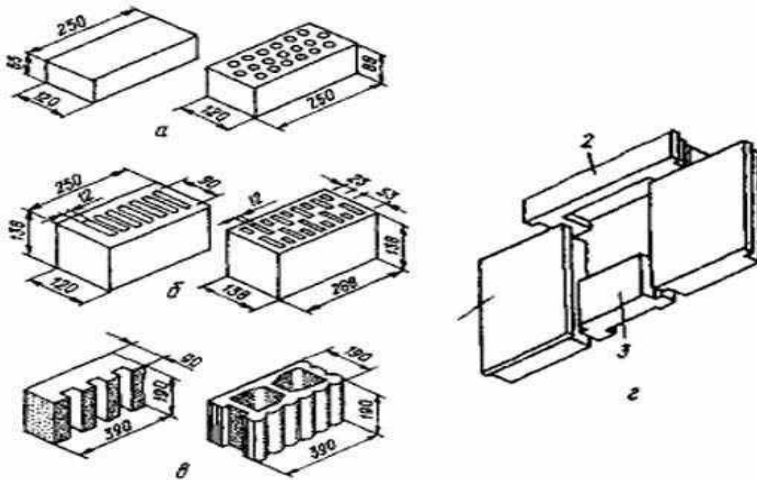
Рис. 4.20. Схеми розпушування та розроблення мерзлого ґрунту
а – розроблення екскаватором із попереднім розпушуванням мерзлого шару ґрунту дизель-молотом; б – те саме, із розрізанням ґрунту на смугу багатокішкествим екскаватором, оснащеним різальними барами; в – підготовка мерзлого ґрунту до розроблення навісним тракторним розпушувачем;
г – схема механічного розпушування ґрунтів навісним розпушувачем;
д – дрібноблоковий спосіб розроблення прямою лопатою; е – те саме, зворотною лопатою для траншей; є – те саме, для котловану;
ж – великоблоковий спосіб розроблення з використанням кранів; з – те саме, за допомогою тракторів; 1 – екскаватор; 2 – дизель-молот; 3 – мерзлий ґрунт; 4 – недібраний ґрунт; 5 – кроки пересування; 6 – місця стоянок екскаватора; 7 – багатокішкествий екскаватор; 8 – талий ґрунт; 9 – ділянка, підготовлена до екскавації; 10 – підготовлювана ділянка (нарізування щілини); 11 – ненарізані щілини в мерзлом ґрунті; 12 – початок розпушування ґрунту; 13 – навісний тракторний розпушувач; 14 – діагональні проходки; 15 – поздовжні проходки; 16 – незруйнований ґрунт після першої проходки розпушувача (Лс – ефективна, Нз – максимальна глибина розпушування); 17 – будівельний кран; 18 – клішвовий (фрикційний) захоплювач; 19 – бульдозер; 20 – барова машина; 21 – стоянка крана; 22 – автосамоскид; 23 – трактор

5. ТЕМА 5. КАМ'ЯНІ РОБОТИ

5.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Призначення і види кам'яних кладок. Довговічність, міцність і вогнетривкість кам'яних матеріалів, а також поширення їх у природі сприяють широкому використанню кам'яних конструкцій при зведенні промислових і цивільних будинків та інженерних споруд різного призначення.

Кам'яну кладку виконують з окремих каменів, які укладають у певній послідовності. Для кладки використовують природні і штучні каменеподібні матеріали – цеглу, камінь, дрібні і великі блоки (рис. 5.1), облицювальні і теплоізоляційні матеріали і вироби, кладочні розчини, бетон і арматуру. Застосовують кам'яні матеріали правильної і неправильної форм.



5.1 Кам'яні штучні вироби для кам'яної кладки:

а – цегла повнотіла і порожниста потовщена; б – керамічний камінь звичайних і модульних розмірів; в – дрібні бетонні блоки (півблок і блок з гофрованою і хвиляподібною фактурою); г – крупні блоки зовнішніх стін; 1 – стінковий блок; 2 – блок-перемичка; 3 – підвіконний блок

До каменів правильної форми належать:

штучні вироби, які одержані технологічним переробленням вихідної мінеральної сировини: керамічні, силікатні та бетонні стінові вироби – цегла, штучні камені, дрібні і великі блоки, профільні й облицювальні елементи;

камені з гірських порід, які одержані з блоків природного каменю або безпосередньо з моноліту випилюванням або

виколюванням з наступною обробкою: великі та дрібні блоки, тесовий камінь, профільні й облицювальні вироби з мармуру, вапняку, туфу, доломіту, гіпсу, граніту, пісковика тощо.

До каменів неправильної форми належить бутовий камінь (бут) – куски каменю грубої обробки розміром не більше ніж 50 см. Він може бути **рваний і постелистий**. Застосовують також буличний камінь округлої форми.

Залежно від виду застосовуваного каменю розрізняють кладки з природних і штучних каменів.

Кладку з природних каменів правильної форми називають - **тесовою**, неправильної форми – **бутовою**.

Бутобетонна кладка – це різновид бутової кладки, в якій шари бутового каменю укладають (занурюють) в шари бетонної суміші.

Кладку із штучних каменів виконують із дрібноштучних каменів і блоків, великих блоків правильної форми, виготовлених за допомогою випалювальної (керамічні) та безвипалювальної технологій на основі в'язучих речовин – силікатні, цементні, шлакові, зольні тощо.

За різновидами каменів, технологічними ознаками і галуззю застосування кам'яних конструкцій розрізняють **види кладок**:

цегляну кладку із рядової цегли застосовують для зведення несівних і огорожувальних конструкцій – зовнішніх і внутрішніх стін, простінків, стовпів, перемичок, арок і склепінь, перегородок, фундаментів; із лицьової цегли – для кладки з одночасним облицюванням стін та інших елементів будівель та споруд; з вогнетривкої цегли – для конструкцій, які працюють в умовах високих температур (наприклад, промислові печі); з кислототривкої цегли – для футерування димових труб тощо; з цегли, що отримана за технологією кам'яного лиття – для корозійно- і зносостійкого облицювання, футерування і замощування.

Дрібноблокову кладку виконують із штучних і природних каменів та блоків правильної форми, маса яких до 36–40 кг дає змогу укласти їх вручну у процесі зведення стін, простінків, стовпів, перегородок, інших частин будівель та інженерних споруд.

Великоблокова кладка – це кладка із крупних блоків, які укладають у кам'яну конструкцію за допомогою монтажних засобів. Застосовують для зведення фундаментів і стін великоблокових будинків. Блоки об'ємом понад 0,1 м³ виготовляють із цементних, силікатних, важких та легких бетонів, ніздрюватого, газо- і пінобетону або з природного каменю (вапняку, пісковика, вапняку-черепашнику, вулканічного туфу). Застосовують суцільні з технологічними порожнинами і порожнисті блоки з офактуреною і неофактуреною лицьовою поверхнями. Великоблокову кладку виконують також із

застосуванням крупних блоків, виготовлених у заводських умовах з цегли, керамічного або штучного природного каменю.

Бутову кладку з каменів неправильної форми застосовують для зведення фундаментів, стін підвалів, підпірних стін, конструкцій малих архітектурних форм, інколи при зведенні стін одно-, триповерхових будинків.

Бутобетонну кладку (із каменів і бетону) застосовують для зведення фундаментів, стін підвалів, інших заглиблених конструкцій промислових і цивільних будинків та споруд.

За конструктивно-технологічними ознаками кладка буває:

- **суцільна** – із одного виду кам'яного матеріалу;
- **полегшена** – багатошарова кладка, частину шарів якої виконано з теплоізоляційного матеріалу (повітряного прошарку, теплоізоляційних плит, матів, мінеральних засипок, легкого бетону, каменю, блоків тощо);
- **кладка з облицюванням** (багатошарова кладка, яка складається з конструктивного й облицювального шарів);
- **армована** – з поперечним або поздовжнім армуванням, остання – з внутрішнім або зовнішнім армуванням;
- **комплексна** – кам'яна кладка з включенням до поперечного перерізу несівного елемента з монолітного залізобетону;
- **комбінована** – із дрібноштучних каменів і великих блоків.

Елементи кам'яної кладки і правила її розрізки. Будь-яку кладку (рис. 5.2, а) виконують окремими рядами. Камені, що викладені довгою боковою стороною (ложком) уздовж стін утворюють **ложковий ряд**, короткою (поперечиком) – **поперечиковий ряд**, відносно фасаду будівлі – зовнішню і внутрішню версти.

Заповнення між верстами називають забуткою. Забутка може складатися з ложкових (камені в забутку вкладені ложком уздовж стіни) і поперечикових (поперечиком) забутівних рядів. Нижню межу каменю, що передає зусилля і верхню, що їх сприймає, називають **постелями**, простір між каменями, заповнений розчином, – **швом**. Розрізняють **горизонтальні і вертикальні шви**. Останні поділяють на **поздовжні і поперечні**.

Товщина швів при кладці каменів правильної форми і великих блоків має становити – для **горизонтальних швів 10–15 мм** при середній товщині 12 мм; для **вертикальних швів – 8–12 мм** при середній товщині 10 мм.

Під час виконання кладки зовнішній поверхні горизонтальних і вертикальних швів може надаватись певна форма – **опукла, угнута, неповна впідрізу тощо** (рис. 7.2, б). Під опоряджувальні покриття кладку ведуть **впідріз**, а при значному навантаженні від ваги

опоряджувальних покриттів – **впустошовку**. При цьому глибина незаповнення розчином швів не повинна перевищувати 15 мм для стін і 10 мм для стовпів. У останніх впустошовку виконують **тільки вертикальні шви**.

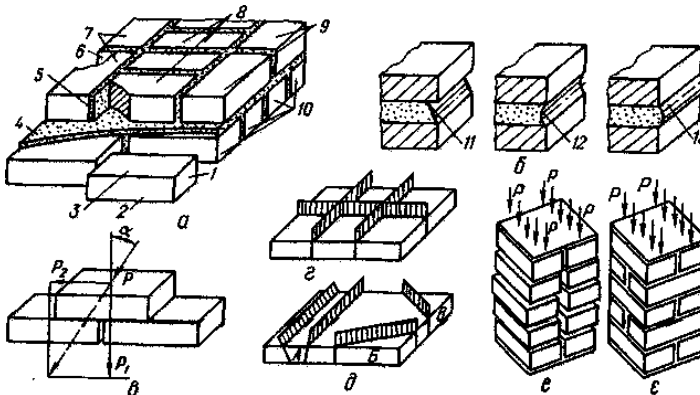


Рис. 5.2. Елементи кладки і правила її розрізки:

- а – елементи кам'яної кладки; б – розшиті шви; в – дія на кладку похилої сили;
г, д – відповідно правильне і неправильне розташування площин розрізки;
е – кладка без перев'язування швів; є – кладка з перев'язуванням швів;
1 – поперечник; 2 – ложок; 3 – постіль; 4 – горизонтальний шов;
5, 6 – вертикальні поздовжній і поперечний шви; 7, 9, 10 – зовнішня
і внутрішня ложкові й поперечникові версти; 8 – забутка;
11, 12, 13 – розшиті шви (відповідно неповний, угнутий і опуклий)

Несівна здатність кам'яних конструкцій залежить від міцності каменів і розчину та цільності (монолітності) кладки.

Є три основних правила розрізування кам'яної кладки:

1. Ряди каменів мають бути обмежені площинами, перпендикулярними до діючих зусиль або нормалі до цих площин не повинні утворювати з напрямком зусиль кут більше ніж $15 - 17^\circ$.

2. Кожний ряд кладки має поділятися на окремі камені системою вертикальних площин, одні з яких перпендикулярні до верстових рядів, а інші – паралельні їм (рис. 5.2, г). Невиконання цього правила може призвести до розклинювання рядів або сколювання частин каменів (камені А, Б і В, рис. 5.2, д).

3. Обов'язкове дотримання перев'язки вертикальних швів, що виключає збіг у суміжних рядах кладки поперечних і поздовжніх швів (рис. 5.2, є). Перев'язуванням називається незбіжність швів у суміжних рядах. Недотримання цього правила призводить до того, що масив кладки розрізується на окремі стовпчики, які або не забезпечують перерозподіл зусиль у масиві кладки, або не здатні самостійно

працювати внаслідок деформування з поздовжнім вигином (рис. 5.2, є).

Перев'язування вертикальних швів виконують за визначеною системою, яка називається **системою перев'язування швів** – це певний порядок розміщення каменів у шарах кладки та чергування цих шарів. Залежно від того, через скільки рядів виконується перев'язування швів, розрізняють **однорядні та багаторядні системи перев'язування швів**.

Однорядну (ланцюгову) систему застосовують при кладці із всіх видів цегли і дрібних каменів. Виконують чергуванням поперечикових і ложкових рядів з перев'язуванням у кожному ряду всіх вертикальних швів – поперечних на $1/4$ каменя, поздовжніх – $1/2$.

Багаторядна система – це чергування кількох ложкових рядів з одним поперечиковим, при цьому поздовжні вертикальні шви залишаються наскрізними на всю висоту ложкових рядів, а поперечні вертикальні шви перев'язують у кожному ряду. Залежно від того, через скільки рядів виконується перев'язування всіх вертикальних швів, розрізняють: **п'ятирядну** (має ще назву шестирядна) і **трирядну** кладки із цегли 65 мм товщиною, чотирирядну, трирядну і дворядну кладки з потовщеної цегли і каменів. У всіх випадках слід додержуватися того, щоб всі вертикальні шви були перев'язані не більш як через кожні 40 см.

Розчини для кам'яної кладки. Кам'яну кладку виконують на розчині, яким вирівнюють постіль каменів і заповнюють вертикальні шви, зв'язуючи окремі камені між собою. Затверділий у швах розчин передає зусилля від одних каменів на інші. При цьому зменшуються звукопровідність, продувність і вологопроникність кладки, підвищуються її несівна здатність і довговічність.

Для кам'яної кладки застосовують розчини таких марок:

- за міцністю на стиск – 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200;
- за морозостійкістю – 10, 15, 25, 35, 50;
- для вологих умов експлуатації: 100, 150, 200 та 300.

Марку розчину за міцністю на стиск і морозостійкістю вибирають виходячи з потреб довговічності будівель і міцності кам'яних конструкцій, характеру та умов їх роботи, а також залежно від температурно-вологісного режиму твердіння.

За щільністю кладочні розчини поділяють на важкі – щільність у сухому стані не менше ніж 1500 кг/м^3 , **легкі** – щільність менше ніж 1500 кг/м^3 . **Легкі розчини застосовують** для кладки із теплоізоляційних і енергозберігальних кам'яних стінових матеріалів, що передбачає утворення “містків холоду”. **Важкі розчини готують** на важких природних пісках (найчастіше гірських) і штучних пісках – із подрібнених і просіяних щільних гірських порід – з насипною щільністю понад 1200 кг/м^3 . Легкі розчини – на легких (пористих)

пісках (пемзовий, перлітовий, шлаковий, керамзитовий тощо) – щільністю до 1200 кг/м³.

За видом в'язучої речовини для кам'яної кладки бувають прості – цементні, вапняні, глиняні, гіпсові – та складні (або змішані) – цементно-вапняні, цементно-глиняні.

Найчастіше застосовують **змішані розчини**, на яких роблять кладку наземних кам'яних конструкцій, що працюють у сухих (при відносній вологості повітря до 60 %) і вологих (понад 60 %) умовах та підземних кам'яних конструкцій, що споруджуються на маловологих або вологих ґрунтах.

Вапняні розчини застосовують для кладки конструкцій, які несуть незначні навантаження, та при зведенні будівель нетривалої експлуатації. Розчини з повітряним вапном застосовують для кладки наземних конструкцій при відносній вологості повітря приміщень до 60 %, гідравлічним вапном – для кладки в умовах підвищеної вологості, зокрема для фундаментів, що споруджуються в ґрунтах незначної вологості.

Цементні розчини використовують при зведенні фундаментів і підземних конструкцій, які знаходяться у насичених вологою ґрунтах, нижче рівня ґрунтових вод, наземних конструкцій, що несуть великі навантаження (стіни, простінки, стовпи, перемички тощо), при зведенні кам'яних будівель довготривалої експлуатації, при бутовій та великоблоковій кладках з використанням високоміцних стінових елементів із щільних гірських порід або важкого бетону. Для приготування цементних розчинів застосовують портландцемент, пластифікований і гідрофобний портландцементи, пуцолановий, шлакопортландцемент і сульфатостійкий портландцемент (за наявності сульфатних вод).

Найважливішою технологічною властивістю розчину для кладки є **його легкоукладальність**.

Легкоукладальність – це властивість розчинової суміші легко розстилатися тонким шаром на пористу основу і не розшаровуватися при зберіганні, перевезенні та перекачуванні розчину насосами. Вона залежить від ступеня його рухливості і водоутримувальної здатності, що запобігає розшаруванню розчину (швидкому віддаленню води й осіданню піску).

Рухливість визначається залежно від виду розчину та відсмоктувальної здатності поверхні, на яку він розстеляється, від ступеня водопоглинання стінових кам'яних виробів. Вона залежить від водов'язучого відношення (ВВ) і визначається для кожного виду кладки окремо залежно від умов виробництва. Для **бутової кладки**, яку виконують “**під лопатку**”, застосовують **розчин з рухливістю 4–6 см**, для **бутової кладки “під залив”** – 13–15 см, для **бутової кладки з**

вібруванням – 1–3 см, для кладки із звичайної цегли, бетонних і природних каменів правильної форми із легких порід (туф), великоблокової кладки з крупних блоків із бетону та звичайної цегли – 9–13 см, із порожнистої цегли, керамічних каменів, великоблокової кладки з крупних блоків із порожнистої цегли та керамічних каменів – 7–8 см. В умовах сухої жаркої погоди рухливість розчину підвищують. Так, для цегляної кладки вона має становити до 12–14 см.

Водоутримувальна здатність – це властивість розчинної суміші утримувати воду при розстиланні розчину на пористу основу. Це потрібно для збереження рухливості розчину на пористій основі, запобігання розшаруванню під час перевезення і перекачування насосами. **Водоутримувальну здатність підвищують** введенням у розчинну суміш неорганічних дисперсних добавок-пластифікаторів (вапно, глина, дрібномелений трепел, діатоміт, золи ТЕС) або органічних пластифікаторів-мікропіноутворювачів (сульфітно-дріжджова бражка (СДБ), милонафт, синтетична поверхнево активна добавка тощо). Суміш з цими добавками віддає воду пористій основі повільно, шар розчину осаджується і рівномірно за всією площиною та товщиною ущільнюється без утворення локальних ущільнень, добре зчіплюється з каменем.

Добавки застосовують для покращення властивостей розчинів для кладки непроникності, морозостійкості і стійкості до агресивного середовища (повітровтягувальні, пластифікувально-повітровтягувальні добавки), водонепроникності (ущільнювальні добавки), прискорення або уповільнення твердіння, змінення термінів тужавлення (добавки – прискорювачі тужавлення або твердіння, добавки – уповільнювачі тужавлення), **підвищення гідрофобності** (гідрофобні добавки) тощо.

Під час виконання кам'яних робіт слід урахувати термін **придатності розчину**. Він залежить від складу розчину, погоднокліматичних чинників (температура, відносна вологість повітря, наявність і швидкість вітру, інтенсивність сонячної радіації) та умов виробництва. **Найменший термін використання мають цементні розчини** – 2–4 год (без добавок), **найбільший – вапняні**, з використанням гідратного (гашеного) вапна – 6–10 год. **Змішані розчини можуть** використовуватись протягом 4–6 год.

Розчини готують механізованим способом у розчинозмішувачах примусової дії. Ці машини бувають пересувні – для приготування розчину на будівельному майданчику, стаціонарні – для централізованого приготування на автоматизованих розчинобетонозмішувальних заводах і установках. Якщо розчин готується на будівельному майданчику, то доцільним є використання сухих сумішей, які постачають з заводів, обладнаних засобами підготовки і точного дозування та змішування складових розчину на

автоматизованих лініях.

Загальна структура кам'яних робіт. Комплексний процес зведення кам'яних конструкцій, що має назву “кам'яні роботи”, складається із заготівельних, транспортних і монтажно-укладальних процесів.

Заготівельні процеси – це виготовлення стінових виробів, арматурних і анкерних елементів і деталей (анкерів, скоб, піронів, планок тощо), риштувань і пристроїв для облаштування робочих місць мулярів, приготування кладочних розчинів і бетонної суміші, а також процеси, що підвищують ступінь їх готовності до застосування (перекладання пакетів з цеглою, приймання і пробудження розчину і бетонної суміші у розчинобетонозмішувальних агрегатах, різання, гнуття, антикорозійна та інша обробка арматурних виробів і деталей, укрупнення і проектне оснащення риштувань, інших допоміжних пристроїв і пристосувань).

Транспортні процеси – це транспортування з місць виготовлення до будівельного майданчика або до місць складування стінових виробів, заготовок, пристроїв і напівфабрикатів, а також подавання їх до робочого місця мулярів.

Монтажно-укладальні процеси складаються з основного і допоміжного процесів.

Основний процес (укладання каменів на розчині) складається із низки робочих операцій – установлення порядівок, натягування шнурів, розкладання шаблонів-рамок або джгутів для забезпечення горизонтальності і прямолінійності рядів кладки та товщини горизонтальних швів; пробудження розчину в ящиках для забезпечення однорідності і пластичності, подавання його на стіну, розстилення і розрівнювання; подавання і розкладання каменів на стіну; рубання, обтісування й укладання каменів у конструкцію на розчині і, в разі потреби, розшивання швів.

Допоміжний процес включає контрольно-вимірювальні і робочі операції з улаштування риштувань та пристроїв для забезпечення безпечних і нормативних умов праці – освітлювальні і електричні пристрої, тимчасові огорожі і пристрої тощо).

Інструменти і пристрої для кам'яної кладки. Під час виконання кладочних робіт застосовують ручний і механізований інструмент. Основним ручним інструментом (рис. 5.3) є комбінована кельма для нанесення, розрівнювання і підрізки розчину, лопата для подавання і розстилення розчину, молоток-кирка для рубки і обтісування каменів, розшивки для надання швам відповідної форми, кувалда, бучарда і скарпель для грубої і напівчистої обробки природних каменів, виконання бутової і бутобетонної кладки.

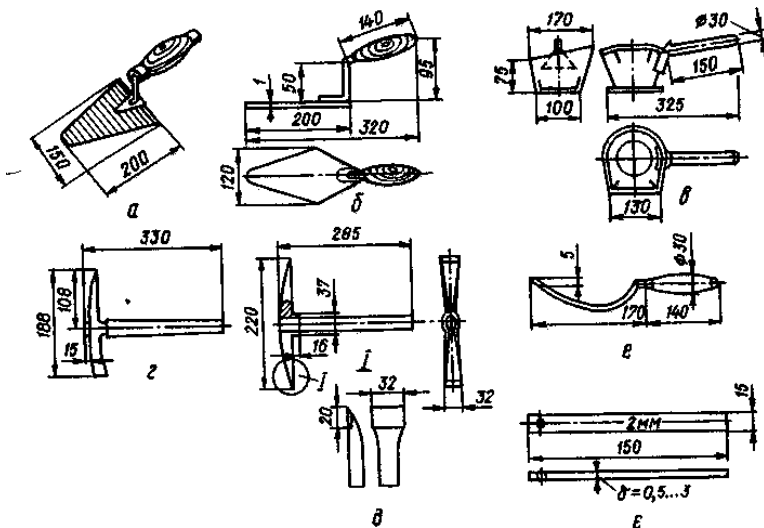


Рис. 5.3. Типовий ручний інструмент:

а – комбінована кельма; б – кельма для вогнетривника; в – ківш для вогнетривкового розчину; г – молоток-кирка; д – кирка з лезом із твердого сплаву; е – розшивка; ж – шуп робочий

Під час виконання кладочних робіт застосовують засоби вимірювання і контролю – рулетку і сталевий метр, нівеліри оптичні й лазерні, рівень будівельний або лазерний, рівень водяний, кутник, шнур-висок, контрольну рейку, шнур-причалку, порядовку; засоби індивідуального і колективного захисту: окуляри, щиток і пояс (захисні), пристрої для уловлювання.

Риштування і помости. Для організації роботи на висоті застосовують допоміжні інвентарні пристрої – риштування і помости, переносні площадки, вишки і столики (рис. 5.4). Для кам'яної кладки стін одноповерхових будинків висотою понад 4 м застосовують стоякові і підвісні риштування.

Стоякові риштування – це багаторушна просторова каркасна конструкція із трубчастих елементів. Вона складається з двох рядів стояків, ригелів, поздовжніх і діагональних в'язів, настилу, огорожі, легких металевих драбин, гаків і анкерів для закріплення стояків до стін будівлі (рис. 5.4, е). Риштування встановлюють зовні будівлі на підкладках, стояки закріплюють анкерами до стін і обладнують захистом від блискавки та заземлюють. Під час виконання робіт риштування нарощують. При цьому кожного разу влаштовують два яруси настилу – робочий і захисний (нижній). **Загальна висота риштувань може становити 40 м.**

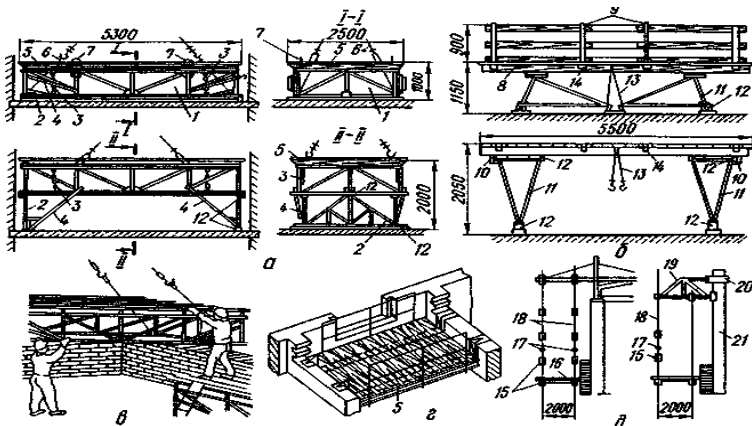
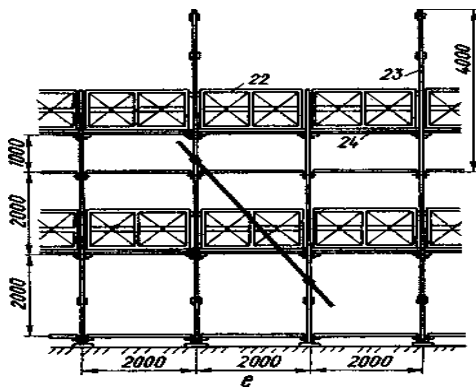


Рис. 5.4. Помости і риштування



Продовження рис. 5.4. Помости і риштування:

- а – інвентарні блокові помости; б – шарнірно-панельні помости;
 в – установа блокових помостів для кладки стін другого ярусу;
 г – переносна площадка для кладки стін сходової клітки; д – підвісні струнні
 риштування; е – трубчасті безболтові риштування; 1 – каркас блока;
 2, 11 – відкидні опори; 3 – ланцюг (канат) для закріплення відкидної опори у
 складеному положенні; 4 – підкіс для закріплення відкидної опори;
 5, 16, 24 – робочі настили; 6 – канатні підвіски; 7 – кільця для встановлення
 риштувань для кладки третього ярусу стін; 8 – прогін робочого настилу;
 9, 22 – інвентарні огорожі; 10 – стояк огорожі; 12 – дерев'яні опорні бруси
 (нижній і верхній); 13, 14 – скоби для закріплення; 15 – вушко для бантин
 настилу і огорожі; 17 – болтові стики; 18 – троси; 19 – кронштейн; 20 – хомут;
 21 – колона; 23 – стояк – гак для закріплення відкидної опори;

Підвісні риштування використовуються при кладці прямолінійних зовнішніх стін і складаються з верхніх підтримувальних конструкцій (консольних балок, ферм, кронштейнів), гнучких підвісок (струн) із круглої сталі, прогонів, щитів настилу, огорож і драбинок (рис. 5.4, д). Положення робочого місця за висотою змінюють перекладанням щитів настилу по прогонах з одного ярусу на інший – висота ярусу 1,2 м, загальна висота риштування – до 40 м. У комплекті риштування має бути заземлення, відводи для захисту від блискавки.

При висоті поверху до 9 м застосовують підйомно-переставні помости і вишки (рис. 5.5, а, б).

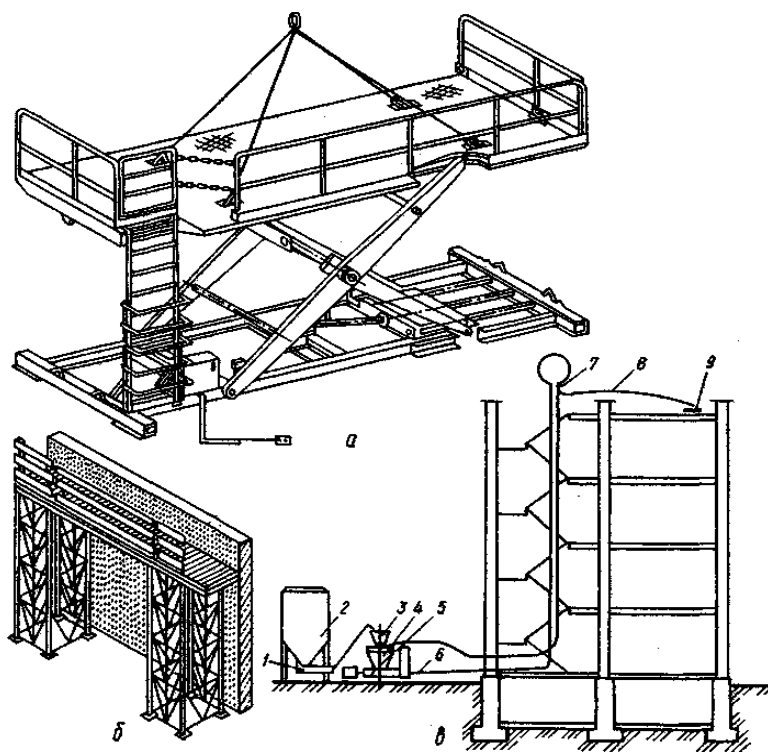


Рис. 5.5. Підйомно-переставні помости і вишки, розчинонасос:
а, б – підйомно-переставні помости і вишки; в – схема механізації транспортування за допомогою розчинонасоса; 1 – розчинозмішувач;
2 – бункер-живильник; 3 – приймальний бункер; 4 – вібросито;
5 – розчинонасос; 6 – подавальний розчиновід; 7 – зворотний розчиновід;
8 – гумовий розчиновід; 9 – ящик

Транспортування кам'яних стінових матеріалів і заготовок.

Кам'яні стінові вироби і заготовки транспортують до будівельного майданчика автомобільним транспортом загального призначення або спеціалізованими автомобілями (пакетовози і контейнеровози) з використанням спеціальних засобів пакування і контейнеризації. Цеглу і дрібноштучні камені правильної форми доставляють пакетами з перехресним, “ялиновим”, перев'язуванням, викладеними на плоскі одно- або двонастильні піддони. Для пакування застосовують пакувальні плівки і смуги.

Піддони з дрібноштучними каменями при навантаженні, розвантаженні і подаванні до робочого місця стропують вилковим підхватом, підхват-футляром або захоплювачем-футляром (рис. 5.6, а, б, в). У межах поверху пакети каменю переміщують за допомогою візків-штабелерів.

Великі блоки транспортують спеціалізованим транспортом. Розвантаження, підняття, устанавлення у проектне положення великих блоків здійснюють монтажним краном за допомогою спеціальних захоплювачів.

Камені неправильної форми доставляють на будівельні майданчики автосамоскидами, вивантажують і подають до робочих місць у спеціальних ящиках кранами або стрічковими конвеєрами, за допомогою жолобів.

Закладні деталі, арматурні, анкерні, комплектувальні вироби і заготовки постачають і подають до робочих місць у спеціальних контейнерах і касетах.

Доставлення і подавання до робочого місця розчину. Розчини для кам'яної кладки доставляють на будівельний майданчик із заводів або центральних розчинних вузлів спеціальними авторозчиновозами, автосамоскидами з дообладнаними кузовами, у роздавальних бункерах (рис. 5.6, е).

При перевезенні розчинів автосамоскидами на об'єкті виконують їх перемішування у спеціальних приймально-змішувальних установках, де він доводиться до потрібної консистенції. Розчин із автосамоскида вивантажують у приймальний бункер приймально-змішувальної установки, де він повторно перемішується і потім подається у роздавальні бункери або розчинові ящики, які подаються за допомогою кранів до робочих місць (рис. 5.6, д, є).

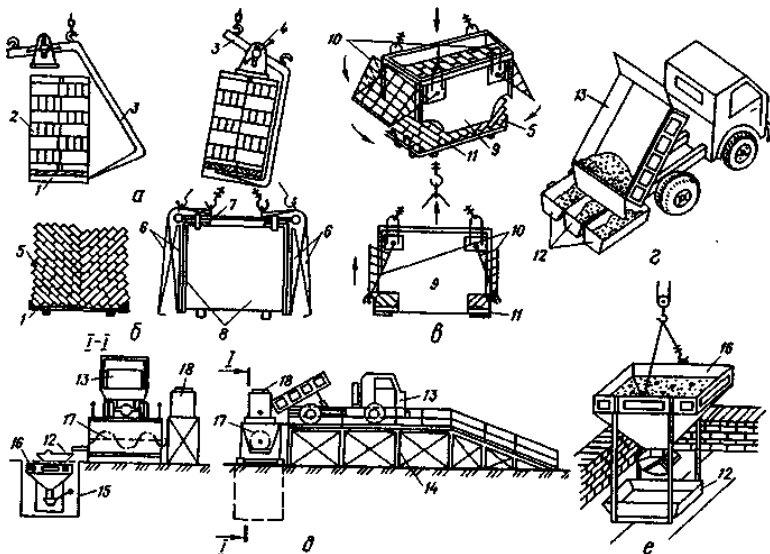


Рис. 5.6. Транспортування цегли і розчину:

а – подавання пакета цегли вилковим підхватом (зліва – підхват піддона, справа – підняття пакета); б – те саме, підхват-футляром (зліва – “ялинковий” пакет на піддоні, справа – підняття пакета); в – те саме, захоплювачем-футляром (зверху – наведення футляра на пакет, знизу – підняття пакета); г – вивантаження розчину із автосамоскида у ящики; д – прийняття, перероблення і подавання розчину; е – роздавальний бункер для порційного видавання розчину в ящики; 1 – піддон на брусах; 2 – пакет цегли з перехресною укладкою; 3 – вилковий підхват; 4 – притискач; 5 – “ялинковий” пакет цегли; 6 – важелі підхоплювача-футляра; 7 – трубчаста рама; 8 – бокові стінки футляра; 9 – футляр; 10 – захоплювачі; 11 – піддон з гаками; 12 – ящики; 13 – автосамоскид; 14 – естакада; 15 – приямок для роздавального бункера; 16 – розподільний бункер; 17 – шнековий змішувач; 18 – бак для розчину поташу (при кладці у зимових умовах)

5.2. КЛАДКА З ДРІБНОГО ПРИРОДНОГО І ШТУЧНОГО КАМЕНЮ ПРАВИЛЬНОЇ ФОРМИ

За конструктивними, експлуатаційними та іншими особливостями несівних і огорожувальних конструкцій будівель кладку із дрібних каменів правильної форми поділяють на суцільну (неармовану і армовану), полегшену (багат шарову), з облицюванням, комплексну та комбіновану.

Суцільну неармовану цегляну кладку застосовують при зведенні стін, простінків і стовпів, перегородок, улаштуванні

перемичок і карнизів. Її виконують з одинарної ($250 \times 120 \times 65$ мм) і потовщеної ($250 \times 120 \times 88$ мм) цегли. Використовують повнотілу і порожнисту цеглу.

Товщину стін приймають кратною половині довжини цеглини – у 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3. Висота вільно стоячої стіни залежить від її товщини, масивності кладки, вітрового навантаження і може досягати 8 м. Середня товщина горизонтальних швів – 12 мм, вертикальних – 10 мм.

Для забезпечення монолітності кладки використовують перев'язування поперечних і поздовжніх вертикальних швів за одно- або багаторядною системою. При однорядній системі перев'язування чергуються поперечикові і ложкові ряди (рис. 5.7, а, в), багаторядній – кілька ложкових рядів перекриваються одним поперечиковим (рис. 5.7, б, г). Кількість ложкових рядів залежить від виду цегли і її товщини. У процесі кладки з одинарної повнотілої і полегшеної цегли 65 мм товщиною поперечиковим рядом перекривають п'ять ложкових. Таке перев'язування називають п'ятирядним (іноді – шестирядним). Якщо товщина цегли понад 65 мм, ложкові ряди перев'язують поперечиковими через кожні 0,4 м від верху нижнього до низу верхнього поперечикового ряду. При багаторядній системі перев'язування поздовжні вертикальні шви залишаються наскрізними на всю висоту ложкових рядів, а поперечні – перев'язують у кожному ряду.

Міцність багаторядної кладки на розчинах нижче марки М25 менша однорядної, на розчинах марки М25 і вище – майже однакова.

У суцільних цегляних стінах, що кладуть за однорядною системою перев'язування, кожний вертикальний шов нижнього поперечикового ряду має перекриватися цеглинами верхнього ложкового ряду. Для цього цеглини поперечикових і ложкових рядів зміщуються у поздовжньому напрямку на $1/4$ цеглини (рис. 5.7, а, в). Під час кладки стін за багаторядною системою перев'язування вертикальні поперечні шви у суміжних ложкових рядах зсувають на $1/2$, а у поперечикових – на $1/4$ цеглини.

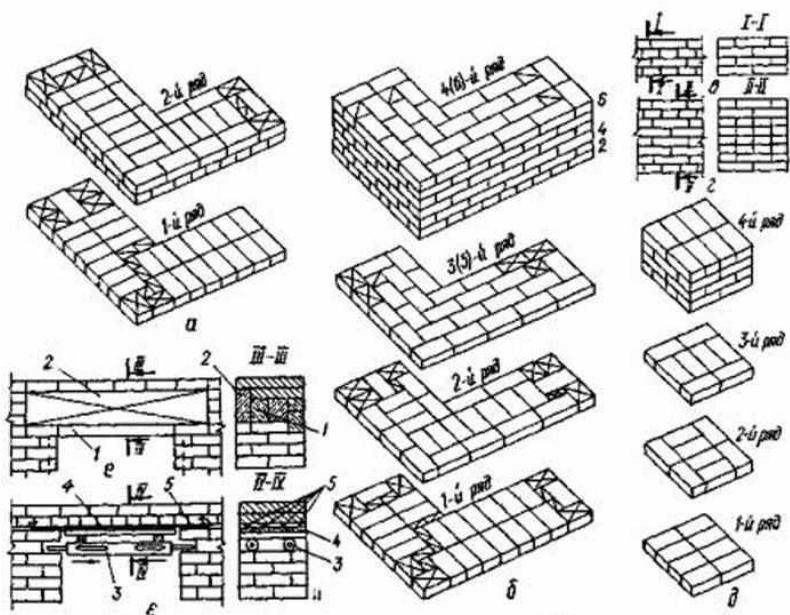
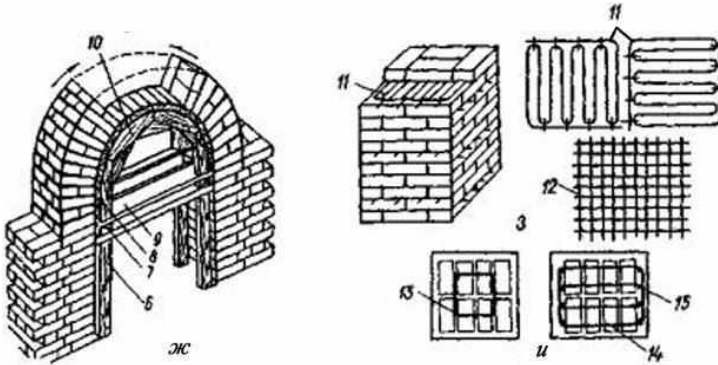


Рис. 5.7. Системи перев'язування швів у суцільній цегляній кладці різноманітних конструктивних елементів будівель



Продовження рис. 5.7. Системи перев'язування швів у суцільній цегляній кладці різноманітних конструктивних елементів будівель:

- а, б – прямих кутів із вертикальними обмеженнями стін; в, г – стін;
- д – неармованих стовпів; е – стін під збірні залізобетонні перемички;
- є, ж – рядових і арочних перемичок; з, и – армованих стовпів; 1 – брусок;
- 2 – підсилений брусок; 3 – трубчасті кружала; 4 – щит опалубки; 5 – кругла або штабова сталь; 6 – стояк; 7 – клин; 8 – опалубка; 9 – затяжка;
- 10 – кружальні ребра; 11 – сітка “зигзаг”; 12 – прямокутна сітка;
- 13, 15 – поздовжня арматура (відповідно внутрішня і зовнішня);
- 14 – поперечні хомути

При порядковому укладанні незалежно від системи перев'язування швів і товщини стіни спочатку кладуть ряд цеглин зовнішньої версти, потім внутрішньої і забутки. У стіни товщиною у дві цеглини однорядної системи перев'язування цеглу укладають у східчастому порядку – спочатку викладають поперечиковий і ложковий ряди зовнішньої, потім ті самі ряди внутрішньої версти і далі ряди забутки. Стіни п'ятирядної схеми перев'язування швів товщиною у дві і більше цеглин кладуть або так само, тільки спочатку у зовнішню версту викладають усі шість рядів (зокрема перший поперечиковий) і потім порядково цеглу внутрішньої версти і забутки, або у змішаному порядку – десять рядів порядково (у кожному ряду спочатку обидві версти, потім забутку), а з одинадцятого ряду – східчасто (два ряди ложкових – по дві цеглини, один поперечиковий і потім три ложкових). Далі конструктивні елементи зводять в аналогічній послідовності, що дає змогу муляру наблизитись до найбільш віддаленої зовнішньої версти. При цьому підвищується продуктивність праці.

Стовпи і вузькі простінки до 1 м висотою кладуть за трирядною системою перев'язування (рис. 5.7, д), яка допускає

збігання поперечних вертикальних швів у трьох суміжних рядах кладки. Ці шви перекривають цеглою кожного четвертого поперечикового ряду.

При кладці простінків для утворення чвертин у першому поперечиковому ряду кладуть чвертки, а у ложковому ряду – половинки цеглин. Простінки і стовпи у 2,5 цеглини товщиною і менше зводять із відбірної цегли з суворим дотриманням горизонтальності рядів та вертикальності граней кутів, пошовного заповнення розчином горизонтальних і вертикальних поперечних швів.

Прорізи у стінах перекривають перемичками. У багатоповерхових громадських і промислових будівлях вони збірні залізобетонні (рис. 5.7, є). У малоповерхових будівлях прорізи до 2 м завширшки можна перекривати цегляними рядовими перемичками, до 4 м – цегляними арочними. При влаштуванні рядових перемичок, щоб не випадала цегла першого ряду, під нього укладають, як мінімум, три стержні арматури (рис. 5.7, є) діаметром не менше ніж 6 мм з розрахунку один стержень перерізом 0,2 см² на кожні півцеглини стіни, якщо проектом не передбачено сильніше армування. Рядові перемички кладуть по опалубці. Кружала опалубки можуть бути дерев'яними або металевими (рис. 5.7, є). Спирають кружала на кладку відкосів прорізу. Під кінці кружал підкладають клини або спирають їх на випущені з кладки половинки цеглин, які потім зрубують. По опалубці розстиляють шар розчину 2–3 см товщиною і в нього занурюють арматуру. Кінці стержнів заводять за грані прорізу на 25 см. Стержні рівного зрізу мають закінчуватися гаками. Для стержнів періодичного зрізу гаки не потрібні. Опалубку перемичок знімають у терміни, що визначаються нормативами.

Кладку стін між перемичками при ширині простінків менше ніж 1 м роблять на тому самому розчині, що й перемички.

Арочні перемички кладуть із звичайної цегли зі швами клиноподібної форми – товщина знизу не менше ніж 5 мм, зверху – не більше ніж 25 мм. Кладку арочних перемичок роблять по настилу з дощок, прибитих до кружальних ребер. Конструкція опалубки має забезпечувати рівномірне опускання її при розпалубленні, що здійснюється осаджуванням клинів, підкладених під кружала (рис. 5.7, ж). Правильність укладання кожного ряду цегли і радіальність швів перевіряють за шнуром, закріпленим у центрі зтяжки опалубки. Кладку здійснюють одночасно з двох сторін у напрямку від п'ят до середини. У центральний замковий ряд цегла має входити туго і щільно заклинювати перемичку.

Звис кожного ряду кладки карниза не повинен перевищувати 1/3 довжини цеглини, загальний випуск цегляного

неармованого карниза допускається не більше половини товщини стіни. Для більшого виносу кладка армується або виконується по залізобетонних карнизних плитах, заанкерованих у кладку стіни. Кладку карнизів із загальним виносом, що не перевищує половини товщини стіни, роблять на тому самому розчині, що й кладку стіни. Частину карниза, що звисає, виконують із поперечикових рядів і врівноважують кладкою, що лежить вище, або заанкеровують. В останньому випадку кладку карнизів починають після того як та частина стіни, в яку вони вмуровані, досягне проектної міцності.

Перегородки товщиною у $1/4$ цеглини мають довжину до 3 м і висоту до 2,7 м. При товщині у $1/2$ цеглини ці розміри можуть бути збільшені. Для стійкості перегородки армують сталевими стержнями діаметром не більше ніж 6 мм. До стін, простінків і стовпів перегородки закріплюють за допомогою сталевих йоржів або штирів.

Кладку перегородок роблять на розчині марки не нижче М10, перев'язуючи вертикальні поперечні шви зміщенням цеглин у суміжних рядах на $1/4$ або на $1/2$ їх довжини.

Суцільна армована цегляна кладка. Несівну здатність цегляних стін можна підвищити армуванням горизонтальних і вертикальних швів. Товщина таких швів має бути більше діаметра сталевих арматур або суми діаметрів стержнів, що перетинаються, на 4 мм у разі дотримання середньої товщини кладки. Армування може бути поперечним і поздовжнім.

Поперечне армування можна виконувати сітками прямокутної форми з діаметром стержнів не менше ніж 3 і не більше ніж 6 мм або типу “зигзаг” з діаметром арматури до 8 мм (рис. 5.7, з). Відстань між стержнями сіток має бути не більше ніж 120 і не менше ніж 30 мм.

Прутики сіток зв'язують в'язальним дротом або зварюють. Кінці стержнів слід випускати на одну із внутрішніх поверхонь конструктивних елементів на 2–3 мм для контролю за армуванням. Прямокутні сітки і “зигзаг” укладають не рідше ніж через п'ять рядів кладки (рис. 5.7, з).

Поздовжнє армування конструктивних елементів, що сприймають розтяжні зусилля й сейсмічні дії, здійснюють окремими стержнями або каркасами. Їх розташовують усередині або зовні конструкції (рис. 5.7, и): у першому випадку – у вертикальних швах, другому – захисному шарі штукатурки товщиною для стін 10–20 мм, для стовпів 20–30 мм. Армування поздовжнє, внутрішнє, зовнішнє виконують відповідно по ходу і після закінчення кладки того або іншого конструктивного елемента. Крок хомутів при поздовжньому армуванні не повинен перевищувати 15 діаметрів арматурного стержня. Розташування стержнів і їх зріз обумовлюються проектом. Марка розчину для армованих конструкцій має бути не

нижче М50.

Полегшену цегляну кладку застосовують у процесі зведення малоповерхових будівель. Стіни складають з двох верстових стінок у 1/2 цеглини товщиною, порожнини між якими заповнюють легким бетоном або блоками-вкладнями. Інколи замість легкого бетону і вкладнів використовують теплоізоляційні сипучі і плитні матеріали. Сипучі матеріали менш ефективні, оскільки з часом осідають, створюючи у стінах продувні ділянки. Верстові стінки зв'язують між собою горизонтальними розчиновими або цегляними діафрагмами – поперечиковими рядами, що заходять у міжверстове заповнення (рис. 5.8, а), цегляними вертикальними стінками-перегородками, що заходять у них на 1/2 цеглини – колодязна кладка (рис. 5.8, б). Для кладки полегшених стін можна застосовувати цеглу-половняк, що вкладається у версти зламом усередину стіни. Ряди з половняка слід чергувати з ложковими рядами з цілої цегли. Поперечикові ряди вертикальних поперечних діафрагм і поперечикові горизонтальні ряди виконують тільки з цілої цегли. Порівняно із звичайними стінами (суцільними) полегшені приблизно на 40 % економніші за витратами цегли, мають меншу масу, але зведення їх трудомісткіше.

Кладку з облицюванням застосовують у тих випадках, коли декоративне оздоблення стін із цегли та інших каменів має виконуватися одночасно з їх зведенням. Кладка, опоряджена лицьовою цеглою, може бути двох видів:

- зовнішня верста (лицьова поверхня) і внутрішня частина стіни викладені з однієї і тієї самої цегли;
- зовнішня верста – з лицьової цегли, внутрішня верста і забутка – із звичайних або інших каменів.

Кладку роблять за багаторядною системою перев'язування, з'єднуючи масив стіни його з лицьовим шаром поперечиковими рядами (рис. 5.8, в, г).

Для зовнішньої версти використовують цеглу підвищеної якості, однорідну за кольором, з добре обробленими зовнішніми боковими поверхнями і ребрами. Шви кладки розшивають. Одночасно із зведенням кам'яних конструкцій виконують облицювання закладними або притульними керамічними плитками.

Під час зведення кам'яних конструкцій в умовах жаркої і сухої погоди цеглу потрібно змочувати водою. Якщо у порах є вода – це сприяє нормальному затвердінню розчину (утворенню цементного каменя).

Кладку конструкцій із цегли починають і завершують поперечиковими рядами. Поперечиками кладуть цеглу у гнізда під балки, прогони, ферми, мауерлати, на рівні обрізу стін під плити, у рядах кладки, що виступає (карнизи, пояси, пілястри тощо) незалежно

від послідовності кладки рядів прийнятої системи перев'язування.

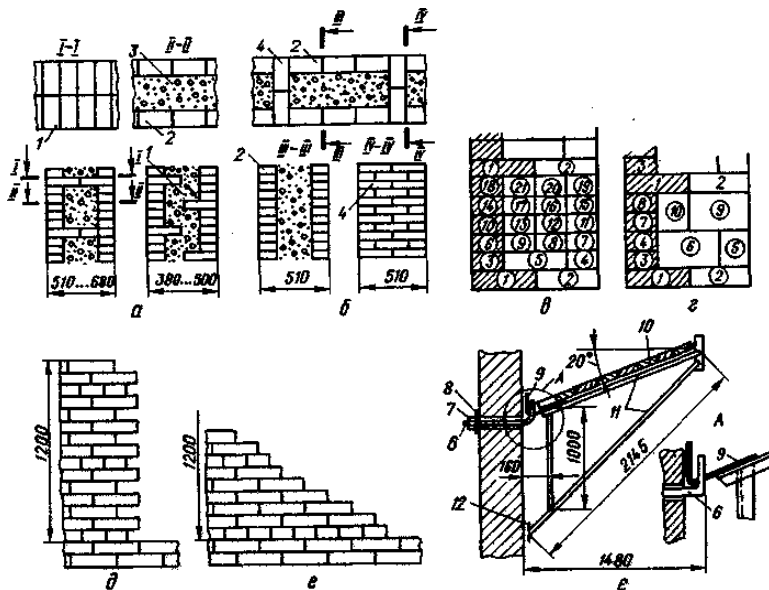


Рис. 5.8. Кладка полегшених стін і стін з облицюванням:
 а – стіни полегшеної конструкції з горизонтальними діафрагмами;
 б – колодязна; в – облицювання цегляних стін лицьовою цеглою; г – те саме,
 із керамічних каменів; д, е – штраби вертикальна (відносна) й убіжна;
 є – захисний козирок; 1 – поперечиковий ряд; 2 – ложковий ряд;
 3 – легкий бетон; 4 – поперечна стінка-перегородка; 5 – лицьова кладка;
 6 – гак; 7 – гайка; 8 – шайба; 9 – опорний кутик; 10 – дерев'яний настил;
 11 – кронштейн; 12 – опорна планка

Тимчасові розриви у цегляній кладці по висоті поздовжніх стін і примикань внутрішніх стін до зовнішніх у разі зведення їх у різний час виконують у вигляді убіжної або вертикальної штраби (рис. 5.8, д, е). У вертикальні штраби закладають сталеві в'язі з трьох стержнів діаметром 8 мм через кожні 2 м висоти для закріплення кладки, що примикатиме.

Паралельно кладці зовнішніх стін між рядами цегли встановлюють гаки для закріплення кронштейнів захисних козирків або уловлювачів (рис. 5.8, є), стояків трубчастого риштування. Перший ярус козирків навішують на висоті не більше ніж 6 м над землею і залишають до кінця кладки стін, другий ярус навішують на висоті 6 м над першим і потім перевішують через кожні 6–7 м.

Структура кладочних операцій, способи і прийоми їх виконання. Процес цегляної кладки складається з операцій установа та перестанова порядівок і шнурів; подавання і розкладання цегли та розчину, укладання цегли у верстові ряди і забутку, рубання і обтісування цегли, розшивання швів (у разі потреби), контроль-но-вимірювальних.

Установка порядівок. Порядівки встановлюють під нівелір на всіх кутах, примиканнях і перетинаннях стін, а також через кожні 12 м на їхніх прямих ділянках. На порядівки за допомогою нівеліра, гнучкого водяного рівня або спеціальних лазерних приладів виносять позначки низу віконних прорізів, перемичок, перекриттів, покриттів сходових площадок, інших елементів, монтаж (укладка) яких пов'язаний з кладкою стін і перегородок.

Натягування шнурів. Причалку натягують між повзунками порядівок або причальними скобами і переміщують за ходом кладки вгору, для чого пересувають повзунки або переставляють скоби (рис. 5.9, а, б, в). Під час кладки зовнішніх верстових рядів шнур натягують для кожного ряду, внутрішніх – через кожні два-три ряди. Щоб шнур не провисав, під нього між порядівками (шнурковими скобами) через кожні 4–5 м укладають на розчині маякові цеглини, на кожну з них на ребро кладуть цеглини і затискають між ними шнур (рис. 5.9, а).

Подавання, розкладання цегли і розчину. Для кладки зовнішнього верстового ряду цеглу розкладають на внутрішній половині конструктивного елемента. Для внутрішнього верстового ряду – на зовнішній, для забутки – на одному із верстових рядів. Розкладання ведуть по дві цеглини паралельно граням конструкції або під кутом до них для ложкових рядів і перпендикулярно до осі для поперечикових. На стінах у 1/2 цеглини товщиною всі купки розкладають паралельно граням стіни.

Розчин на стіну подають і розстилають грядками 2–2,5 см товщиною, 23–24 см завширшки під поперечиковий ряд (під 5 цеглин) і 10–11 см – під ложковий (під 3 цеглини), відступаючи від краю стіни на 1 см для кладки під розшивку (повний шов) і на 2–3 см – впустошовку (пустий шов). Під забутку розстилають розчин за її ши-риною. Грядку-постіль вирівнює муляр комбінованою кельмою під час

кладки.

Способи укладання цегли залежать від її положення у ряду, її вологості, форми швів, пластичності розчину і пори року.

Кладку під розшивку з повним заповненням швів ведуть способом упритиск з підрізкою (рис. 5.9, г). Використовують розчин пластичної консистенції з рухливістю – 12–13 см за осіданням стандартного конуса. Муляр відповідною гранню цеглини, яку тримає під нахилом, загібає з постілі частку розчину, достатню для створення вертикального шва, і цеглою її притискує до цеглини, що укладена раніше, одночасно осаджуючи під шнур. Розчин, що витискується на лицьову поверхню стіни, підрізається кельмою.

Способом упритиск з повним заповненням вертикальних і горизонтальних швів розчином, рухливістю 8–9 см, кладуть верстові ряди суцільних стін, які несуть значні навантаження, та верстові ряди полегшеної кладки. Муляр кельмою підбирає з постілі частку розчину і одночасно притискує її і чергову цеглину до тієї, що укладена раніше. У ту саму мить рухом угору витягує кельму з утвореного вертикального поперечного шва. Горизонтальний шов ущільнюють при підведенні цеглини натиском руки під причалку і легким постукуванням по ній ручкою кельми. Розчин, що виступив на лицьову поверхню кладки, підбирають. Шов за необхідності розшивають (рис. 5.9, д).

Спосіб упритиск, що застосовують при кладці впустошовку, відрізняється від кладки впритиск з підрізкою розчину тільки тим, що постіль під верстові ряди роблять трохи вужчою і цеглу кладуть без допомоги кельми (рис. 5.9, є).

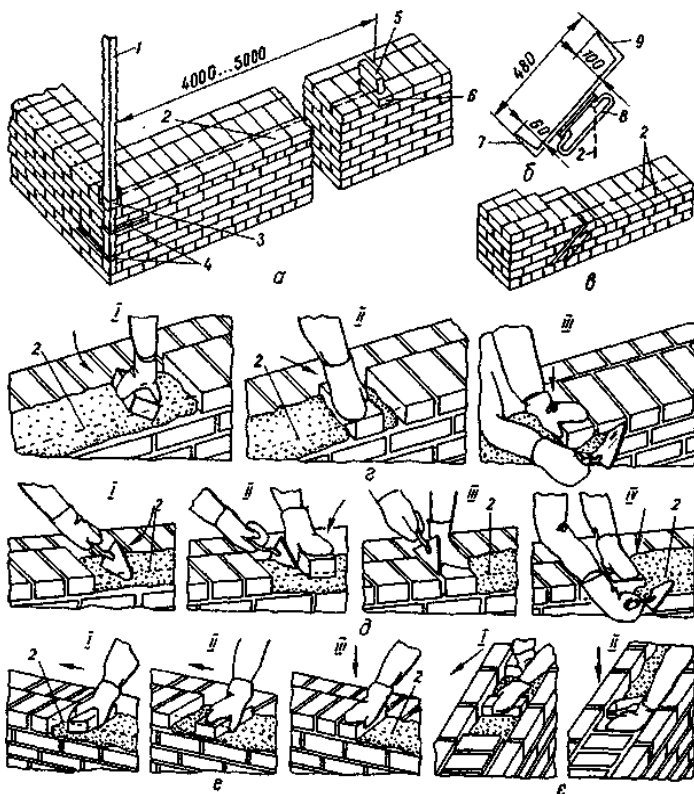


Рис. 5.9. Установлення шнура і способи укладання цегли:
 а – установлення шнура за допомогою порядівки; б, в – те саме, за допомогою спеціальної скоби; г – кладка поперечикового ряду зовнішньої версти упритиск з підрізкою; д – те саме, упритиск; е – те саме, упритиск;
 ж – кладка забутки упритиск; 1 – інвентарна металева порядівка;
 2 – шнур; 3 – повзун для закріплення і переміщення шнура; 4 – скоби для закріплення порядівки до стін; 5 – притискна цеглина; 6 – маякова цеглина; 7 – кінець скоби, що забивають у шов кладки; 8 – ручка скоби для намотування шнура; 9 – кінець скоби для закріплення шнура;
 I–IV – послідовність виконання прийомів кладки

Цеглу у забутку кладуть способом упівпритиск (рис. 5.9, ж). При цьому муляр укладає на розчин одночасно по дві цеглини, загрибає з відстані 6–8 см від цегли, що укладена раніше, незначну його

кількість, потім осаджує їх, стежачи за тим, щоб поверхні укладених цеглин були на одному рівні з верстовими рядами. Частково незаповнені вертикальні шви заповнюються при розстиланні розчину під черговий ряд кладки.

Кладка зі штучного каменю і блоків. Розміри і маса природних і штучних каменів правильної форми для дрібноблокової кладки мають допускати укладення їх вручну. Середню товщину швів беруть такою самою, як і в цегляній кладці – горизонтальних – 12, вертикальних – 10 мм.

При кладці стін з дрібних блоків спочатку викладають зовнішню версту, потім забутку і тільки цього внутрішню версту (рис. 5. 10).

Кладку з керамічних каменів (250×120×138 мм) виконують з перев’язуванням поперечних вертикальних швів поперечниковими рядами, які кладуть не рідше ніж через три ложкових ряди за висотою стіни. Рухливість розчину має бути на менше, ніж 7–8 см осідання стандартного конуса.

Для заповнення поперечних вертикальних швів у поперечникових верстових рядах і забутці розчин наносять на бокові грані каменів попередньо до їхнього укладання, у ложкових верстових рядах – під час кладки (рис. 5. 10, I, а, б, в).

У процесі кладки поперечникових верстових рядів і забутки підручний на обрізі стіни на відстані 35–40 см від каменів, що укладені раніше, з невеликим звисом насухо розкладає камені відповідного ряду, подає і розстилає розчин по постелі і по розкладених для кладки каменях (рис. 5. 10, I, а, б, г, I). Муляр кельмою розрівнює розчин по постелі і підготовлених для кладки каменях, потім обома руками бере камінь за торцеві грані, підносить до місця укладання, повертає його на 90°, щільно притискує до раніше укладеного і осаджує його під шнур (рис. 5. 10, I, а, б, г, 2, 3).

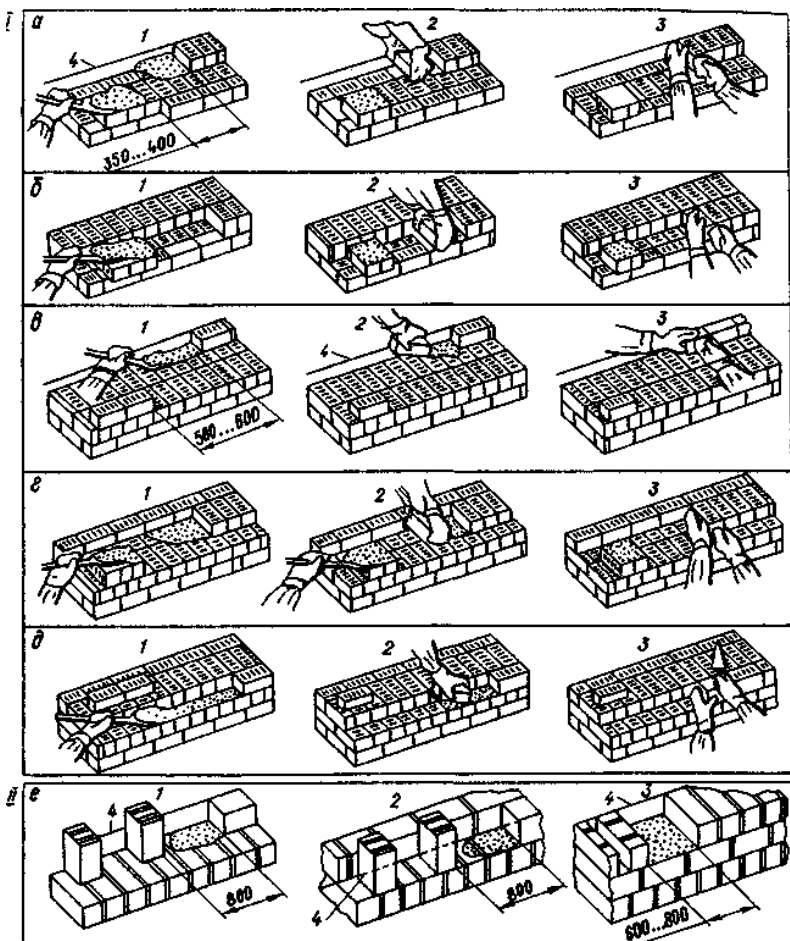


Рис. 5.10. Кладка стін із керамічних каменів і дрібних блоків:
 І – керамічних; II – бетонних, шлакобетонних, з вапняків і черепашника;
 а – кладка зовнішньої поперечикової версти; б – те саме, внутрішньої;
 в – те саме, зовнішньої ложкової; г – забутки; д – внутрішньої ложкової версти;
 е – ложкових і поперечикових рядів; 1, 2, 3 – послідовність операцій;
 4 – шнур

При кладці ложкових верстових рядів підручний на обрізі стіни насухо розкладає камені на відстані 50–60 см від укладених раніше, подає і розстиляє розчин по постелі (рис. 5.10, I, в, д, 1). Муляр розрівнює розчин для укладання двох–трьох каменів, однією рукою бере черговий камінь за бокові грані, наносить кельмою розчин на його поперечик, притискує до каменя, що укладений раніше, й осаджує його під шнур (рис. 5. 10, I, в, д, 2, 3). Після осаджування каменів муляр підрізає розчин, що витиснений на поверхню стіни, і скидає на постіль.

Кладку з керамічних каменів можна вести з одночасним облицюванням лицьовою цеглою (рис. 5.8, г).

Кладка з бетонних, шлакобетонних і вапняних каменів. Із бетонних, шлакобетонних і вапняних (черепашники, туфи, доломіти), суцільних і порожнистих каменів зводять стіни 90; 190; 240; 290; 390 мм товщиною і більше з перев'язуванням поперечних вертикальних швів на 1/4 або на 1/2 каменя не рідше, ніж у кожному третьому ряді, при кладці з пильних вапняків-черепашників і туфів – не рідше, ніж у кожному другому.

Бетонні камені з ненаскрізними порожнинами кладуть отворами вниз або вгору. Якщо передбачено проектом, порожнини засипають сипкими матеріалами і пошарово ущільнюють штикуванням.

Кладку з дрібних каменів роблять на розчині з осіданням стандартного конуса 9–13 см. Розчин для постелі під суцільні камені подають і розстеляють спеціальним лотком, під блоки з порожнинами – ковшем, що дає змогу розстилати розчин смугами. Для створення поперечних вертикальних швів у ложковому ряду камені розкладають на обрізі стіни на поперечик насухо (рис. 5.10, II, є, і, 2), у поперечиковому – на ложок (рис. 5.10, II, є, 3). Розчин наносять на постіль звичайним способом, а на верхні грані каменів, що підготовлені до укладання, – у вигляді двох смуг по 60 мм товщиною. Муляр обома руками бере камінь за грані, підносить до місця укладання і у ложковому ряду переводить з вертикального положення у горизонтальне, у поперечиковому повертає камінь з ложка на постіль, щільно притискує до каменя, що укладений раніше, і осаджує під причалку. Після укладання кількох каменів муляр кельмою підрізає розчин, який витиснутий на поверхню стіни, і скидає на постіль.

Особливості кладки перегородок із дрібноштучних виробів. У процесі кладки перегородок шлакобетонні і керамічні порожнисті камені укладають на простому або складному розчині так, щоб їхні порожнини розміщувались вертикально.

При зведенні перегородок із гіпсблоків останні кладуть на

гіпсовому розчині з дотриманням правил перев'язування – вертикальні шви у суміжних рядах зміщують на $1/4$ або $1/2$ довжини блока. До початку влаштування перегородок слід установити дверні блоки або коробки і тимчасово закріпити врозпір з міжповерховим перекриттям. Їх використовують як вертикальні напрямні.

Кладка з природного каменю (тесова кладка). Кладку ведуть з блоків масою до 40 кг, які мають правильну форму і офактурену лицьову поверхню. Камені спочатку наверстують насухо на клинах (рис. 5.11, а), потім знімають їх, розкладають розчин і укладають камені на підготовлене місце. Після вивірнення каменів шви конопатять і заливають цементним розчином. Розчин заливають у вертикальний поперечний шов для того, щоб він заповнив і горизонтальний шов. Для кращого зв'язку між окремими каменями в них закладають металеві закріпки у вигляді скоб, піронів, планок (рис. 5.11, б, в, г). Металеві закріпки заливають масним цементним розчином.

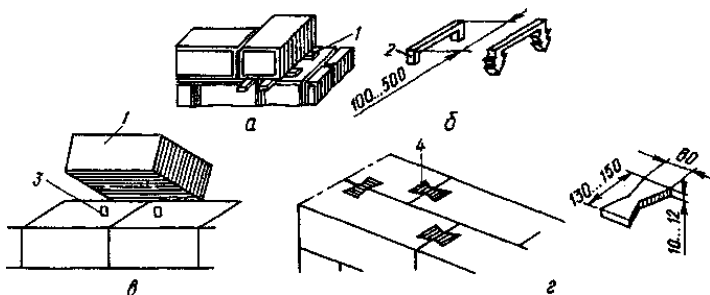


Рис. 5.11. Кладки із тесаних каменів:

- а – попереднє розкладання каменів на клини або планки;
 б, в, г – кріплення каменів; 1 – клини або планки; 2 – скоби; 3 – пірон;
 4 – планка у вигляді хвоста ластівки

Облицьовування тесаними каменями ведуть одночасно з кладкою стін або після її закінчення.

Перед установленням облицьовувальних каменів на поверхні стіни розмічають ряди і окремі камені. Постелі і тильні сторони каменів ретельно очищають і промивають. При облицьовуванні пазухи між конструктивним елементом і каменем (плитою) заливають розчин у кілька прийомів, щоб уникнути зміщення. В облицьовальних роботах допускаються відхилення від товщини шва (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Фактура	Товщина шва, мм	Допустиме відхилення, мм
Полірована (лощена і дзеркальна) з лицьового боку	1,5	$\pm 0,5$
Шліфувана, тесана з лицьового боку	5,0	$\pm 1,0$
Склея	10,0	± 2

При облицьованні пильними каменями товщину шва приймають 10 мм. Якщо його товщина до 1,5 мм камені з'єднують насухо або встановлюють з прокладками смужок свинцю.

Оброблення швів при дзеркальній або лощеній фактурі і з'єднанні насухо виконують заповнюючи шов мастикою на натуральній оліфі, при свинцевій прокладці – чеканенням урівень з поверхнею облицьовання, інших фактурах – заповненням швів розчином і їх розшиванням.

Під час виконання робіт елементи установленого облицьовання захищають від пошкодження козирками, щитами і обмазками, які легко виводяться.

Крім облицьовувальних елементів, для опорядження фасадів будівель застосовують різні архітектурні деталі із залізобетону, кераміки, природного каменю, яким при виготовленні надано певної форми – наличники (лиштва), відкоси дверних і віконних прорізів, пояски, цоколі, великі карнизи тощо. Архітектурні деталі встановлюють як під час, так і після зведення відповідних конструктивних елементів будівель. Закріплюють архітектурні деталі за допомогою гаків, скоб, анкерів тощо.

Організація робочого місця і праці мулярів. Робоче місце муляра є частиною загального фронту робіт ланки, у межах якої розташовані елементи конструкцій, матеріали, інструмент та пристосування

і переміщуються робітники. Робоче місце складається з трьох зон – робочої, матеріалів і допоміжної (рис. 5.12, а). У робочій зоні – смуги 0,6–0,7 м завширшки між кладкою і матеріалами – працюють муляри. Зона, у якій розміщені матеріали, займає смугу 1,3–1,5 м завширшки, зона проходу робітників – допоміжна зона – 0,5–0,6 м. Загальна ширина робочого місця муляра становить 2,4–2,8 м. Розміщення матеріалу має сприяти ефективному виконанню операцій.

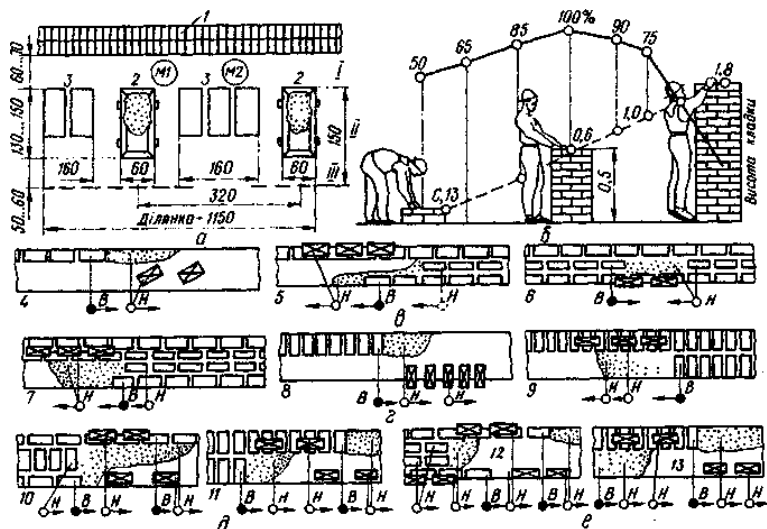


Рис. 5.12. Схеми організації робочих місць і праці у ланці мулярів:
а – робоче місце ланки мулярів під час кладки простих стін; б – графік змінення продуктивності праці муляра; в – схема роботи ланки “двійки” під час кладки стін у 1/4, цеглини; 1 – зовнішньої ложкової версти; 5 – те саме, внутрішньої; (6 – кладка забутки); г – схема роботи ланки “трійка” під час кладки стін у дві цеглини (7 – внутрішньої ложкової версти; 8 – те саме, зовнішньої поперечикової версти; 9 – те саме, внутрішньої); д – схема роботи ланки “п’ятірка” під час кладки стін у дві цеглини (10 – кладка ложкової версти; 11 – те саме, поперечикової); е – схема роботи ланки “шістка” під час кладки стін у дві цеглини (12 – кладка ложкового ряду; 13 – те саме, поперечикового);
1 – стіна, що зводиться; 2 – ящики з розчином; 3 – пакети цегли;
М1, М2 – розміщення мулярів; І – робоча зона; ІІ – зона матеріалів;
ІІІ – допоміжна зона; В – муляр вищого розряду; Н – те саме, нижчого

Продуктивність праці муляра великою мірою залежить від висоти рівня кладки. Робітники досягають найбільшої продуктивності при укладанні каменів на висоті 0,5–0,6 м від рівня робочого місця (рис. 5.12, б); на початку кладки, із зростанням її висоти, продуктивність знижується. Тому стіну по висоті поділяють на яруси. Висота ярусу кладки має дорівнювати 1,2 м, якщо товщина стіни до $\frac{1}{4}$ цеглини та 0,9 м, у 3-и цеглини.

Організація праці бригади мулярів полягає у визначенні рівня спеціалізації окремих ланок, їх кваліфікаційного і кількісного складу. Робочі операції, що становлять процес кам'яної кладки, не рівноцінні за складністю. Викладувати маяки, кріпити порядовки, встановлювати причалку, класти верстові ряди, облицьовувати стіни і контролювати їх якість повинен муляр вищої кваліфікації, подавати розчин, камені і класти забутку менш кваліфіковані муляри (підручні).

Процес кам'яної кладки можна організувати потоково-розподільним або потоково-конвеєрним (кільцевим) методом.

Потоково-розподільний метод. Бригада мулярів займає частину поверху будівлі – захватку, яку розбивають на ділянки за кількістю ланок і закріплюють за кожною з них. Довжину ділянки l визначають за умови, що ланка за зміну викладає по всій її довжині стіну на висоту ярусу – 0,9–1,2 м:

$$l = \frac{NCy}{VH}, \quad (5.1)$$

де N – кількість робітників у ланці;

C – тривалість робочої зміни, год;

y – коефіцієнт виконання норм виробітку;

V – об’єм кладки на 1 м висоти ярусу, м³;

H – норма затрат праці на 1 м³ кладки, люд.-год.

Довжина ділянки залежно від товщини стіни і складу ланки може становити 13–40 м.

При потоково-розчленованому методі роботи ведуть ланками “двійка”, “трійка”, “четвірка” і “п’ятірка”.

У процесі кладки стін з великою кількістю прорізів або архітектурних деталей, стовпів товщиною у 1 і 1,5 цеглини, перегородок у 0,5 цеглини роботи виконує ланка “двійка” (рис. 5.12, в). Муляр IV (V) розряду викладає маяки, встановлює порядівки, натягує шнур, муляр II розряду – подає і розстиляє розчин, розкладає цеглу і дрібні блоки, допомагає встановлювати контрольні пристрої, веде кладку забутки.

Кладку суцільних стін більше ніж у 2-ї цеглини товщиною при однорядному перев’язуванні і більше ніж у 1,5 цеглини при багаторядному доцільно вести ланкою “трійка” (рис. 5.12, г). У такій ланці муляр IV (V) розряду натягує шнур, кладе версти, контролює правильність кладки, один із мулярів II розряду подає і розстиляє розчин, розкладає цеглу, другий – кладе забутку.

Стіни простої і середньої складності товщиною у 2-ї цеглини і більше виконуються ланкою “п’ятірка”. Муляри V (VI) і III розрядів кладуть зовнішню версту, муляри IV (V) і III розрядів – внутрішню версту, третій муляр III розряду – забутку (рис. 5.12, д).

Під час виконання полегшеної кладки із заповненням із шлакобетону працює ланка “трійка”. Муляр IV (V) розряду і один із мулярів II розряду кладуть зовнішню і внутрішню версти, другий муляр II розряду заповнює порожнини шлакобетоном з пошаровим ущільненням його.

Колодязну кладку із засипкою порожнин виконує ланка “четвірка”. Перший муляр IV (V) розряду і один із мулярів II розряду кладуть черговий ряд зовнішньої версти, другий муляр IV (V) розряду з другим муляром II розряду – внутрішній верстовий ряд і поперечні стінки. У межах ділянки стіни кладуть на висоту шести рядів, потім спеціальна ланка робітників виконує засипку порожнин з пошаровим ущільненням.

Ланки “четвірки” ефективні при кладці стін не менше, ніж у 2-ї цеглини товщиною з одночасним їх облицюванням. Муляр IV (V) розряду разом з муляром II розряду встановлюють елементи облицювання, закладні та інші плити, що закріплюють скобами, гаками, дротом, муляри IV і III розрядів, що переміщуються за ними, –

кладуть стіни.

Кладку стін і перегородок із дрібних блоків виконує ланка “двійка”, стін з облицюванням цеглою – “трійка” або дві ланки “двійка”. У процесі кладки стін з облицюванням ланкою “трійка” муляр IV (V) розряду кладе зовнішню версту з цегли, внутрішню – з блоків. Перший муляр II розряду виконує обов’язки підручного, другий – укладає блоки у забутку. Під час роботи двох ланок перша “двійка” кладе зовнішню лицьову версту з цегли, друга, що йде за нею, – внутрішню частину стіни з блоків.

Потоково-конвеєрний (кільцевий) метод ефективний під час зведення будівель нескладної форми зі стінами простої і середньої складності у 2–3 цеглини товщиною з прорізністю до 40 % і малим об’ємом кладки внутрішніх стін. За кільцевим методом ділянки не визначають, ланки “шістка” переміщуються по захватці вздовж стіни, що зводиться, і кожна ланка кладе один ряд. У кожній ланці “шістка” працює “двійками”, які рухаються безперервно по периметру захватки. Перша “двійка” викладає зовнішню версту, друга – внутрішню, третя – забутку (рис. 5.12, є).

5.3. КЛАДКА З ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ НЕПРАВИЛЬНОЇ ФОРМИ

Кладка з бутового каменю. Для бутової кладки застосовують камені неправильної форми масою не більше ніж 30 кг – рваний камінь, зокрема, постілястий з двома приблизно паралельними гранями, булижний округлої форми.

Кладку проводять горизонтальними рядами по можливості однакової товщини з перев’язуванням швів, для чого по черзі у кожному ряду укладають поперечикові і ложкові камені. Кути, примикання, перетини, а також верстові ряди викладають з крупніших постілястих каменів. Перед укладкою їх очищають, а в суху, жарку і вітряну погоду ще змочують водою.

Під час бутової кладки використовують ті самі інструменти і пристосування, що й у цегляній, також кувалди – прямокутна для розбивання каменів і гостроноса для сколювання кутів, трамбівка для осаджування каменів і трамбування щебеню.

При зведенні фундаментів перший ряд із великих постілястих каменів викладають насуху, ретельно заповнюють порожнини щебенем, утрамбовують і заливають розчином. Кладку наступних рядів виконують двома способами – під залив або лопатку.

Кладка під залив. Кожний ряд каменів 15–20 см висотою

кладуть насухо врозпір із стінками траншей у щільних ґрунтах або в опалубці (рис. 5.13, а, в). За цим способом версти не викладають. Порожнини між каменями заповнюють щебіркою і заливають цементним розчином з осіданням стандартного конуса 13–15 см. Оскільки розчин не завжди потрапляє у місця, де камені торкаються один одного, і розподіляється не по всій поверхні, кладка виявляється з порожнинами, що знижує її міцність. Тому під залив допускається кладку фундаментів тільки під будівлі не більше двох поверхів висотою.

Кладку під лопатку починають з викладання верстових рядів 30 см висотою на розчині рухливістю 4–6 см. Виступи каменів, що заважають кладці, сколюють. Кожний камінь кладуть на розчин і осаджують ударами кувалди. У проміжки між верстовими рядами накидають розчин і на нього кладуть камені забутки. Порожнини між каменями заповнюють щебіркою (рис. 5.13, д, є). Таку кладку роблять у стінах, простінках і стовпах, підбираючи камені однієї висоти за шаблоном і сколюючи їх лицьовий бік для одержання рівної поверхні кладки (рис. 5.13, ж, з).

Бутові стіни облицьовують цеглою одночасно з кладкою. При цьому кожний шостий поперечниковий ряд лицьової поверхні зв'язують з бутовою кладкою (рис. 5.13, е).

Для створення декоративної поверхні стінки з бутового каменю здійснюють циклопічну кладку. Її ведуть під лопатку з таким розташуванням каменів зовнішньої версти, щоб забезпечити перев'язування з внутрішньою верстою або забуткою і створити відповідний малюнок із швів між каменями. Кладку виконують під розшивку (ширина шва 2–4 см), надаючи швам відповідної форми (рис. 5.13, и, і).

Стіни і стовпи з бутового каменю 60–70 см товщиною кладуть поярусно, – висота ярусу 1–1,2 м. Для товстих стін висоту ярусу зменшують. Між суміжними захватками допускається різниця у висоті кладки не більш як 1,2 м. Якщо є необхідність припинити кладку стін до 4 м висотою, її потрібно закінчити уступами, довжина яких має перевищувати висоту не менше ніж у два рази.

Організаційні перерви під час виконання бутової кладки фундаментів і стін допускаються тільки після заповнення розчином порожнин (швів) між каменями верхнього ряду. У суху, жарку і вітряну погоду кладку захищають від висихання, вкриваючи її брезентом, рулоновими покрівельними матеріалами або матами. Після перерви у роботі поверхню кладки очищають від сміття і, у разі потреби, звожують, потім продовжують кладку прийнятим способом.

Горизонтальність і прямолінійність рядів кладки, особливо верстових, витримують за шнуром, що натягують між порядковками або шаблонами.

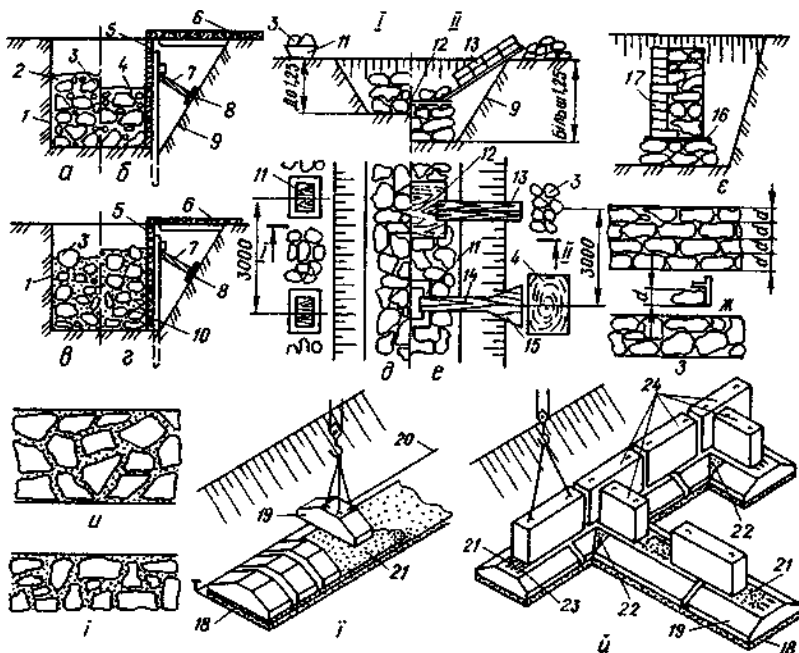


Рис. 5.13. Зведення конструкцій підземної частини будівлі з бутавого каменю і великих бетонних блоків:

а, б – кладка стрічкових фундаментів з бутавого каменю під залив урозпир з ґрунтовою стінкою і опалубкою; в, г – те саме, з бутабетону; д, е – те саме, під лопатку, відповідно до 1,25 м і більше ніж 1,25 м завглибшки; е – те саме, стін з одночасним облицюванням цеглою; ж, з – кладка стін з бутавого каменю під скобу, відповідно план і фасад кладки; и, і – те саме, циклопічна; і, й – зведення фундаментів і стін підвалу з великих бетонних блоків; 1, 9 – траншеї з вертикальними і похилими стінками; 2 – щебінь; 3 – бут; 4 – цементний розчин; 5 – опалубка; 6 – робочий настил; 7 – підкос; 8 – підкладка; 10 – бутабетон; 11 – ящик для розчину; 12 – дерев'яний щит для приймання бута; 13 – жолоб для подавання буту; 14, 15 – лотік для подавання розчину; 16 – гідроізоляція; 17 – кладка з лицьової цегли; 18 – бетонна підготовка; 19 – фундаментний блок-подушка; 20 – шнур з дроту; 21 – постіль з розчину; 22 – бетон у примиканні; 23 – армований пояс; 24 – стінові блоки

Бутобетонну кладку з буту і бетонної суміші ведуть урозпір із стінками траншей у щільних ґрунтах або з боковими щитами опалубки (рис. 5.13, в, г). Бетонну суміш подають до місця укладання й укладають горизонтальними шарами не більше ніж 0,3 м висотою. Найбільший поперечний розмір каменів, що заглиблюють у бетонну суміш, не повинен перевищувати товщини конструктивного елемента, що зводиться. Камені заглиблюють на половину їх висоти з таким розрахунком, щоб між ними і стінками траншей або щитами опалубки залишалася щілина 4–6 см. Після укладання шару бетонної суміші поверхню ущільнюють площадковими вібраторами (рухливість суміші 5–7 см) або трамбуванням (рухливість суміші 8–12 см).

Розпалублення можна виконати на другий–третій день після укладання бутобетону.

Кладка з буту і бетонної суміші міцніша і менш трудомістка, ніж бутова, але потребує більших витрат цементу і пиломатеріалів для влаштування опалубки.

Організація робочого місця і праці мулярів. Організація робочого місця залежить від глибини закладання бутових фундаментів (траншей). До 1,25 м завглибшки ящики для розчину і камені розташовують на бровці траншеї (рис. 5.13, д). Муляр-підсобник, що знаходиться на ній, подає у траншею камені і ковшем-лопатою – розчин.

Камені і щебінь при кладці на глибині більше ніж 1,25 м слід розмішувати також поза траншеєю. Їх подають до місця роботи муляра у металевих ящиках за допомогою монтажного крана або вручну по жолобу на дерев'яний щит, що лежить на кладці. Безпосередньо на кладку краном встановлюють ящики з розчином або заповнюють їх вручну за допомогою лотка (рис. 5.13, е).

Стрічкові фундаменти і стіни з бутового каменю понад 80 см товщиною кладуть під лопатку ланками “трійка”, тонших стін і стовпів – ланками “двійка”. У першому випадку муляр IV розряду встановлює порядовки, натягує причалку, викладає верстові ряди і контролює кладку, муляри III і II розрядів накидають і розрівнюють розчин, подають камені, кладуть забутку, розщерблюють кладку. У ланці “двійка” забутку кладуть обидва муляри.

При бутобетонній кладці камені розкладають штабелями вздовж фронту робіт так, щоб кількість каменю не перевищувала половини об'єму масиву. Для прийому бетонної суміші і подавання її у середину фундаменту між штабелями каменів потрібно залишати відповідні проріхи.

Бутобетонну кладку ведуть ланкою “двійка”. Муляр працює в опалубці, підручний – на бровці траншеї або на настилі естакади.

5.4. КЛАДКА З ВЕЛИКИХ БЛОКІВ ПРАВИЛЬНОЇ ФОРМИ

Кладка фундаментів і стін підземної частини будівлі. Після розбивання осей будівлі і влаштування піщаної або бетонної підготовки укладають фундаментні блоки-подушки, насамперед по кутах будівлі, потім через кожні 15–20 м – аналогічні проміжні маякові блоки і після цього по натягнутому вздовж лінії фундаментів дроту – усі інші блоки першого ряду. Зверху над ними влаштовують армований пояс із цементного розчину М100 товщиною 30 мм (рис. 5.13, г, й). Діаметр арматурних стержнів – 8–10 мм.

Фундаментні та стінові блоки підземної частини укладають за допомогою самохідного стрілового або баштового крана з укороченою або нормальною баштою.

По верхньому обрізу останнього ряду стін підвалу влаштовують 15–20-сантиметровий пояс із бетону, армований сталевими стержнями діаметром 12–14 мм. По поверхні поясу роблять гідроізоляцію з двох шарів руберойду на бітумній мастиці.

Кладка стін наземної частини будівлі. Великі блоки зовнішніх стін установлюють рядами під розшивку швів або облицювання, блоки внутрішніх стін – під штукатурку.

Залежно від кількості рядів блоків, що припадають на один поверх, великоблокові будівлі зводять з дво-, три- або чотирирядною розрізкою стін (рис. 5.14, а – г).

Процес зведення стін великоблокових будівель складається з розкладання розчину, піднімання і встановлення блоків на місце, заповнення вертикальних швів і міжблокових порожнин розчином, вкладання, заклопачування і розшивки швів.

Розчин під час улаштування постелі треба розподіляти рівномірно. Високу якість шва отримують, якщо користуються спеціальною рамкою, яку заповнюють розчином. Ширина рамки дорівнює товщині стіни, довжина – довжині блока. Висота рамки залежить від товщини шва.

Якщо встановлюють вентиляційні і димові блоки, то отвори, які є в блоках нижчого поверху, на час улаштування постелі з розчину захищають заглушками. Розчини подають ковшем-лопатою і розрівнюють скрібками або рейками, після чого знімають рамки і виймають заглушки (рис. 5.14, з, III).

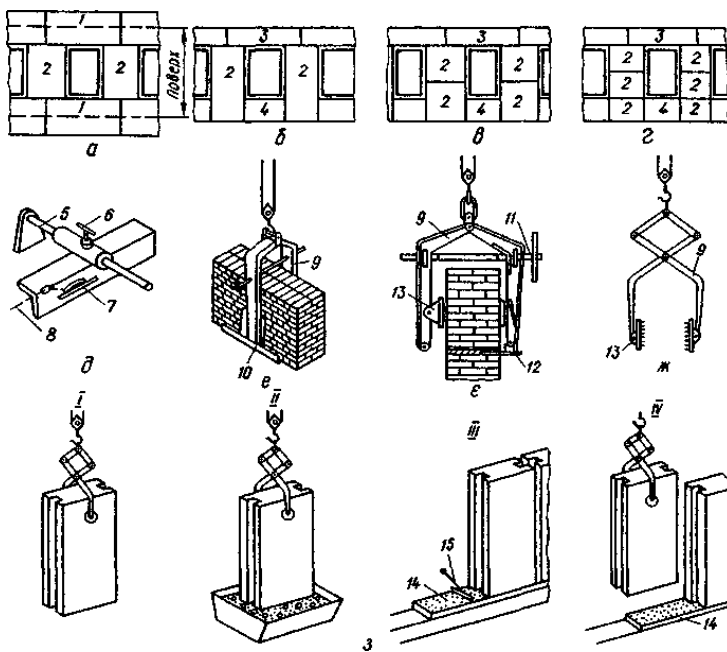


Рис. 5.14. Схема розрізки стін, стропування і устанавлення великих блоків у проектне положення:

- а, б – дворядна розрізка стін з бетонних каменів і природного каменю;
- в, г – три- і чотирирядна розрізка стін з великих цегляних блоків;
- д – тримач шнура; е – стропування великого цегляного блока гвинтовим захоплювачем; ж – кліщовий захоплювач для піднімання і встановлення блоків з природного каменю;
- з – операції, що виконуються в разі встановлення блоків із вапняків у проектне положення; I – центрування блока; II – змочування постелі блока;
- III – влаштування постелі з розчину; IV – встановлення блока у проектне положення; 1, 2, 3, 4 – поясні, простінкові, перемичні і підвіконні блоки;
- 5 – притисний стержень з п'ятою; 6 – стопорний гвинт; 7 – скоба для намотування шнура; 8 – шнур; 9 – важелі захоплювача;
- 10 – опорний кутик; 11 – стяжний гвинт зі штурвалом; 12 – клин для вивірення блока; 13 – затисні башмаки; 14 – постіль з розчину;
- 15 – зубчастий шаблон-гребінка для розрівнювання розчину постелі

Для піднімання та установлення блоків залежно від їх типу застосовують різноманітні захоплювачі. Бетонні блоки захоплюють двовітковими стропами за петлі, закріплені за арматуру або заглиблені у бетонну суміш під час виготовлення блоків, блоки з цегли і пильного вапняку або туфу стропають затискними захоплювачами (рис. 5.14, є–ж).

Перед установленням блоків на місце на вирівняний шар розчину укладають не менше двох клинів, які потім використовують для приведення блока у проектне положення (рис. 5.14, є). При установленні зовнішніх стінових блоків клини підкладають з внутрішнього боку, внутрішніх стін – з того боку, де знаходяться муляри-монтажники. Після установлення блоків на місце виском- лінійкою контролюють їх прямовисність і, у разі потреби, частково осаджують клини, приводячи блоки у проектне положення. Забивати клини не допускається – це може призвести до виникнення порожнин у горизонтальному шві. Горизонтальність блоків контролюють рівнем.

Зведення зовнішніх стін починають з установлення кутових блоків, потім у місцях примикання зовнішніх і внутрішніх стін установлюють маякові блоки. Між ними на спеціальних тримачах (рис. 5.14, д) закріплюють і натягують причалку, за якою установлюють рядові блоки. Між блоками створюють вертикальні відкриті і закриті порожнини. Відкриті порожнини заповнюють легкобетонними вкладнями, порожнистими керамічними блоками або цеглою, а потім зашаровують пази, що створилися, розчинонасосом з бункера через воронку або ковшем-лопатою відразу після установлення блоків. Щоб розчин не витікав з вертикальних швів, до їх заповнення рекомендується з двох боків на стик накладати опалубку-нащільник із дощок, оббитих пористою гумою, яка добре прилягає до поверхні двох суміжних блоків і легко відділяється від затужавілого розчину або закономічувати клоччям, змоченим у цементному молоці. Зовнішні вертикальні і горизонтальні шви розшивають з навісних риштувань або колисок.

5.5. ВИКОНАННЯ КАМ'ЯНИХ РОБІТ У ЗИМОВИХ УМОВАХ

Загальні положення. Зимовими умовами під час зведення кам'яних конструкцій вважають такі, за яких середньодобова і максимальна добова температура зовнішнього повітря нижча відповідно 5 °С і 0 °С.

За звичайних умов у свіжій кладці внаслідок капілярно-пористої структури каменю діє вологообмін – вільна вода з розчину переходить

у камінь, шви ущільнюються. У зимових умовах цей процес припиняється одночасно із замороженням розчину. Більша частина вільної води, що залишається у розчині, перетворюється на лід, розширюється і заважає ущільненню швів. Таким чином у замороженому розчині кладки виникають сили внутрішнього тиску, які значно підвищують міцність розчину. З початком весни до кінця розмерзання міцність розчину знижується до критичної, близької до нуля, – різко знижується і міцність кладки. Це пояснюється тим, що під час замерзання розчину сили внутрішнього тиску частково порушують структуру початкових утворень цементного каменю, як при твердінні після розмерзання відновлюються неповністю.

З урахуванням цих фізикохімічних процесів, що відбуваються у масиві кладки при мінусових температурах, застосовують такі способи зведення кам'яних конструкцій:

- заморожування – повне замерзання розчину у швах кладки при обмеженні висоти конструкцій з подальшим розмерзанням і твердінням при потеплінні або зі штучним відігріванням кладки нижніх поверхів у разі відповідного підсилення конструктивних елементів будівлі;

- на розчинах марки не нижче М50 з протиморозними добавками; прогрівання (обігрівання) кладки на розчинах марки не нижче М10;

- у тепляках.

Кладка способом заморожування – це найекономічніший спосіб зведення кам'яних конструкцій у зимових умовах. Його можна застосовувати для конструкцій із каменів правильної форми, великих блоків, постілястого буту.

Якщо під час розмерзання розчину у швах кладки можливі динамічні дії або район будівництва має підвищену сейсмічність, спосіб заморожування застосовувати не можна.

Для кладки способом заморожування застосовують пластичні зручні для укладання цементні і складні розчини марки не нижче М10 рухливостю, 9–13 см – для конструкцій з повнотілої цегли і бетонних каменів, 7–8 см – з дірчатої цегли і порожнистих каменів, 4–6 см – з бутового каменю. Розчин готують на підігретій воді й заповнювачах. Цеглу і камені ретельно очищають від снігу і намерзлого льоду.

Температура розчину під час укладання залежить від температури повітря та швидкості вітру і має бути достатньою, щоб за тривалістю охолодження (15–20 хв) забезпечити вологообмін між

розчином і кладкою, обтискання шва до замерзання розчину (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Температура зовнішнього повітря, °С	Швидкість вітру, м/с	
	до 6	6 і більше
– 10	5	10
– 11–20	10	15
– 20 і більше	15	20

Оскільки при замерзанні на початковій стадії кінцева міцність розчину знижується, його марку, порівняно з літньою, треба збільшувати. Так, марку розчину збільшують на один ступінь при середньодобовій температурі зовнішнього повітря від –4 до –20°С і на два – при температурі нижче –20°С. Марку розчину призначають такою самою, як і для літніх умов, якщо середньодобова температура зовнішнього повітря не нижче –3°С, та кам'яні конструкції навантажені не більш як на 70 % розрахункової несівної здатності. Це пояснюється тим, що зниження міцності кладки, виконаної за будь-яких морозів, не перевищує 30 %.

Отже, марки розчину для кладки з цегли і каменів правильної форми мають бути марки не нижче М10 для фундаментів і стін, М25 – для стовпів, М50 – для карнизів, рядових перемичок і армованої кладки М25 – для кладки фундаментів і стін із каменів неправильної форми.

Кладка, що розмерзається, потребує ретельного нагляду і, у разі потреби, вживання заходів, що забезпечать стійкість зведених конструкцій – затінювання стін рулонними матеріалами для запобігання одностороннього їх прогрівання сонцем, тимчасове закріплення висячих стін тощо. Нагляд проводять за розміром, напрямком і рівномірністю осідання кладки, розвитком деформацій (у разі їхньої появи), процесом твердіння розчину у швах кладки. Середнє розрахункове осідання кладки, що розмерзається, з буту приймають 1–2 мм, з бетонних каменів і цегли – 0,5 мм на 1 м висоти. Розмерзання розчину знижує монолітність кладки. З настанням відлиги слід гранично обмежити навантаження на перекриття від матеріалів, інвентарю, зменшити передавання на кладку горизонтальних зусиль від елементів даху.

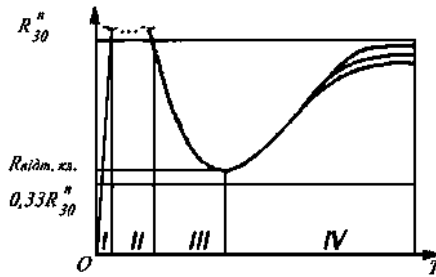


Рис. 5.15. Узагальнений графік залежності міцності кладки, яку виконано способом заморожування, від температурних умов:

I – період замерзання кладки; II – кладка у замерзлому стані;

III – розмерзання кладки; IV – набуття міцності; R_{30}^n – міцність кладки, яку виконано в літній період; $R_{відт. кл.}^n = 0,33 R_{30}^n$ – міцність свіжовиконаної кладки після розмерзання

$R_{відт. кл.}$ – міцність кладки після розмерзання

Якщо виникли значні відхилення від вертикалі у перші дні після розмерзання стін, стовпців, їх виправляють стискачами, схватками, підкосами на клинах, а у складніших випадках – тросами, що натягують за допомогою поліспастів і лебідок.

При надмірних навантаженнях на свіжу кладку під балки, прогони і перемички встановлюють тимчасові розвантажувальні стояки. Під стояки вкладають клин для створення можливості регулювання їх висоти відповідно до осідання кладки.

Кладка на розчинах із протиморозними добавками. Введення у розчин протиморозних хімічних добавок знижує температуру замерзання рідинної фази розчину та прискорює процес його твердіння. Розчин після його укладання встигає добре ущільнитися, віддати надлишкову воду та набрати відповідної міцності, потрібної до початку замерзання. За розрахункову беруть міцність не менш як 20 % проектної. Це забезпечує набрання розчином проектної міцності (без її зниження) після його відтавання і твердіння протягом 28 діб при температурі вище +5 °С.

Як протиморозні добавки використовують солі лужних і лужноземельних металів та деякі органічні сполуки, які додають від 2 до 12 % від маси в'язучої речовини (нітрит натрію (НН), нітрит кальцію (НК), поташ (П), хлориди натрію (ХН) і кальцію (ХК), сполуки нітриту кальцію і сечовини (НКМ), нітрит-нітрат-хлорид кальцію із сечовиною (ННХК+М) тощо). Нітрити натрію і кальцію, поташ та сполуки нітриту кальцію і сечовини застосовують для армованої та неармованої кладки, хлориди натрію і кальцію та нітрит-нітрат-хлорид кальцію із сечовиною – тільки для неармованої.

Нітрит натрію та хлориди натрію і кальцію застосовують при температурі зовнішнього повітря до –15 °С; НКМ – до –20 °С; поташ, комплексну добавку ННХК+М та суміш поташу і нітриту натрію – до –30 °С. Кількість протиморозної добавки, що додають у воду під час приготування розчину для кладки, нормують залежно від виду хімічної добавки та середньодобової температури повітря за прогнозом на найближчу декаду.

Оскільки протиморозні хімічні добавки є гігроскопічними речовинами, а деякі з них – окислювачами органічних речовин – вони токсичні (НК, ННХК, П), отруйні (НН) або при окисленні органічних

сполук виділяють отруйний газ окисі (NO) і двоокисі азоту (NO₂).

Кладка із протиморозними добавками має обмежене застосування при зведенні стін житлових будинків, а також конструкцій, розташованих під водою або які експлуатуються у вологих умовах, на поверхні яких не допускається поява висолів тощо. Обмежене застосування вона має і під час зведення конструкцій, що експлуатуються в умовах агресивного газового середовища, у зоні дії блукаючих струмів постійної напруги. Для конструкцій, що експлуатуються при температурі вище 40°C (димові труби, вентиляційні канали) або в зоні дії електричного струму постійної напруги, застосування хімічних протиморозних добавок заборонено.

Із протиморозними добавками готують цементні, цементно-глиняні та цементно-вапняні розчини маркою не нижче М50. Перевагу віддають портландцементу дрібного помолу із вмістом у клінкері трикальцієвого алюмінату до 8 %. Дозволяється використання пуццоланового і шлакопортландцементу.

Готують розчини централізовано на заводах, на об'єкті, у дорозі в авторозчиновозах. Спосіб приготування вибирають залежно від терміну придатності розчину. Так, розчини із добавкою поташу зберігають свої властивості не більше ніж 1,5 год. Ці розчини доцільно готувати у дорозі або на будівельному майданчику (рис. 5.16, д). Розчини з добавками НН, НК, ННХК+М, ХК і ХН зберігають свої властивості протягом 6 год. Їх можна готувати централізовано на заводах. Підвищити легкоукладальність розчинів можна введенням добавок-пластифікаторів (сульфітно-дріжджова бражка (СДБ), пластифікатор адипіновий (ПАЩ-1), технічні лігносульфонати тощо).

Для перевезення розчинів із протиморозними добавками застосовують спеціалізовані транспортні засоби, які утеплюють так, щоб зниження температури розчину було не більше ніж +5 °С.

Приготований розчин має бути використаний до того, як він почне тужавіти.

Розчин із протиморозними добавками укладають на основу без відігрівання арматури. Основу (кам'яна кладка, залізобетонне покриття) очищують від снігу, льоду. При цьому не можна використовувати гарячу воду або продув теплим повітрям, щоб не знизити зчеплення розчину з основою.

У тепляках виконують кладку фундаментів. Температура повітря, яку створюють за допомогою повітряних калориферів, не повинна бути нижче +5 °С доти, доки розчин не набере проектної міцності, потрібної на початок замерзання. Після цього тепляк

розбирають і переносять на нове місце. Пазухи траншей засипають талим ґрунтом.

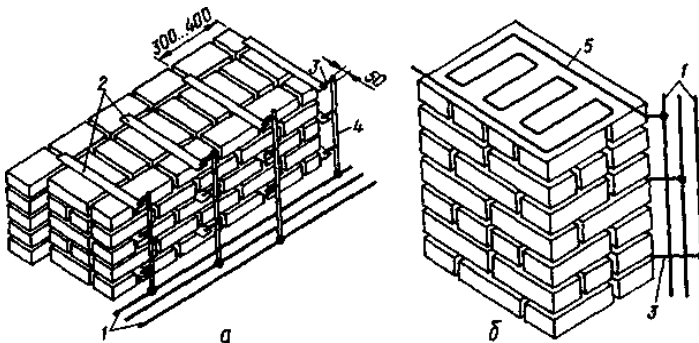


Рис. 5.16. Схеми електропрогрівання за допомогою пластинчастих електродів (а) та арматурних сіток (б):

1 – електрична сітка; 2 – пластинчасті електроди; 3 – відпайки; 4 – дроти;
5 – арматурна сітка-зигзаг

Прогрівання (обігрівання) з використанням електроенергії застосовують для забезпечення проектної міцності окремих конструкцій (ділянок фундаментів, нижніх частин стін, кутів, стовпів та інших конструктивних елементів), якщо зазначені вище способи не створюють потрібних умов затвердіння. При цьому розчин у швах має бути незамерзлим, без хімічних добавок, марка не нижче М10. Прогрівають кладку поодинокими або груповими електродами (окремі стержні або сітки з арматурної сталі діаметром 4–6 мм), що укладають у горизонтальні шви кладки з каменів правильної форми (рис. 5.16) або електродами, закріпленими до опалубки бутобетонної кладки, які вмикають до різних фаз перемінного струму напругою 220 В. Конструкції прогрівають або обігрівають при температурі 30–35 °С до набирання розчином 20 % проектної міцності.

При виконанні кам'яних робіт у зимових умовах обов'язково ведуть журнал, у якому не менше трьох раз на добу відмічають температуру зовнішнього повітря і розчину у момент його укладання, температуру кладки, що замірюють у швах (у разі кладки із штучним прогріванням), можливі зміни у конструктивних елементах будівлі (тріщини, нерівномірне осідання тощо).

5.6. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ КАМ'ЯНИХ РОБІТ

У процесі зведення кам'яних конструкцій здійснюється виробничий контроль якості робіт, який включає:

- вхідний контроль робочої документації, конструкцій, стінових виробів, напівфабрикатів і матеріалів;
- операційний контроль окремих процесів і операцій;
- приймальний контроль кам'яних конструкцій.

Під час вхідного контролю робочої документації перевіряють її комплектність і відповідність нормативним вимогам конструкцій, стінових виробів, заготовок і напівфабрикатів, здійснюють їх зовнішній огляд, перевіряють відповідність їх проекту вимогам стандартів і нормативним документам, а також наявність і зміст супроводжувальних документів, паспортів і сертифікатів.

Операційний контроль здійснюють під час виконання кладочних операцій і спрямовують на забезпечення своєчасного виявлення дефектів, виправлення та попередження їх. Під час його здійснення перевіряють додержання технології виконання кладочних операцій, відповідність кам'яних робіт робочій документації, будівельним нормам, правилам і стандартам – правильність перев'язування швів, геометричні розміри конструктивних елементів кам'яної кладки, горизонтальність рядів кладки, вертикальність поверхонь і кутів, прорізів, товщину і заповнення швів тощо.

Під час приймального контролю перевіряють якість виконаних робіт відповідно до проекту і нормативних вимог. Прийманню підлягають як закінчені роботи із зведення кам'яних конструкцій, так і приховані, які підлягають попередньому прийманню зі складанням актів на приховані роботи. Приймання робіт здійснюється до опорядження кам'яних конструкцій.

Попередньому прийманню зі складанням актів на приховані роботи підлягають:

- основи і фундаменти – якість і стан ґрунтів, глибина закладання і розміри фундаментів;
- якість кладки, наявність гідроізоляції кладки, арматури, анкерів, закладних деталей і захист їх від корозії;
- надійність закріплення карнизів, балконів, інших консольних конструкцій;
- конструкція і положення місць обпирання ферм, прогонів, балок, плит на стіни і стовпи та закладання їх у кладку;
- наявність та конструкція осадкових, деформаційних і

антисейсмічних швів, поясів, їх розміри, армування і міцнісні показники;

- геодезичні розбивні роботи;
- інші приховані роботи.

При прийманні закінчених робіт перевіряють правильність перев'язування швів, геометричні розміри, положення і відхилення елементів кам'яної кладки (прорізи, простінки, стовпи тощо) відносно розбивних осей, горизонтальність рядів кладки, вертикальність поверхонь, кутів і прорізів, товщину і заповнення швів, якість фасадних поверхонь (рис. 5. 17) тощо.

Результати виробничого контролю фіксують у відповідних виконавчих документах, де наведено оцінку якості робіт, відповідність їх проекту і нормативним документам, а також прийняті методи, терміни і періодичність контролю.

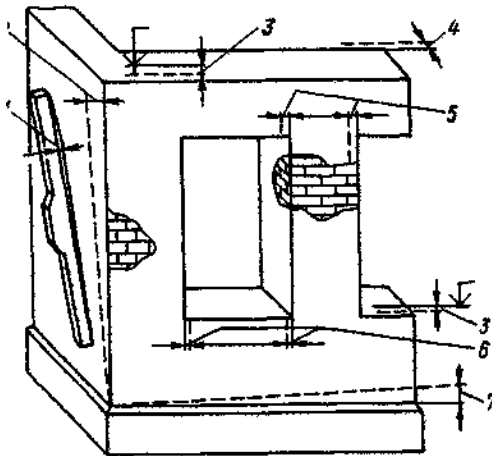


Рис. 5.17. Схема контролю геометричних параметрів кам'яної кладки стін:

1 – нерівності на вертикальній поверхні стін, що виявлені двометровою рейкою; 2 – відхилення кутів від вертикалі (на один поверх і на всю висоту будинку); 3 – відхилення відміток; 4 – товщина конструкцій;

5, 6 – ширина простінок і прорізів; 7 – горизонтальність рядів кладки на 10 м довжини стіни

6. ТЕМА 6. БЕТОННІ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННІ РОБОТИ

6.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Бетонні та залізобетонні роботи – це узагальнююча назва комплексного будівельного процесу зведення будівельних конструкцій з бетону та залізобетону.

Бетон – це штучний кам'яний матеріал, який утворюється внаслідок твердіння правильно підібраної, приготовленої, укладеної у форму та ущільненої бетонної суміші.

Залізобетон – це конструктивний матеріал, утворений з бетону і розміщеної у ньому сталеві арматури так, що вони разом сприймають діючі на них навантаження.

Бетонна суміш складається з в'язучої речовини (цементу), дрібних та крупних заповнювачів (піску, гравію, щебеню), води і спеціальних добавок (у необхідних випадках) та існує від початку її приготування (ретельного перемішування) до умовного початку твердіння.

Бетон та залізобетон належать до основних матеріалів, які використовують у сучасному будівельному виробництві. Широке використання бетону та залізобетону зумовлено високими фізико-механічними показниками, довговічністю, можливістю зведення різноманітних будівельних конструкцій порівняно простими технологічними методами, використанням місцевих будівельних матеріалів, порівняно невеликою вартістю.

За способами виконання робіт бетонні та залізобетонні конструкції поділяють на збірні, монолітні та збірно-монолітні.

Збірні конструкції виготовляють на заводах і полігонах, після чого транспортують на будівельний майданчик і встановлюють у проектне положення.

Монолітні конструкції зводять безпосередньо на місці їхнього розташування у будівлі або споруді.

Збірно-монолітні конструкції складаються із збірних елементів і монолітних частин, які об'єднують ці елементи в одне ціле.

Залізобетонні конструкції ще поділяють на звичайні з ненапруженою арматурою та попередньо напружені.

Методи технології монолітного бетону і залізобетону мають значні можливості зниження ресурсомісткості будівництва. Так, на монолітні залізобетонні конструкції металу витрачається на 20–40 % менше, ніж на збірні, вони потребують значно нижчих (до 40 %) затрат

на створення промислової бази, а також на 25–30% менших енергетичних витрат.

Склад комплексного технологічного процесу. **Комплексний процес зведення монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій** складається (рис. 6.1) із влаштування опалубки, армування конструкцій, бетонування, вистоявання бетону у забетонованих конструкціях, розпалублення, натягування напружуваної арматури та влаштування її захисту або ін'єкції каналів (при зведенні попередньо напружених залізобетонних конструкцій), у разі потреби опоряджування поверхонь конструкцій. Процес бетонування, що складається з укладання і ущільнення бетонної суміші, є основним, і з ним узгоджується виконання інших процесів.

До технологічного комплексу процесу зведення монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій належать заготівельні, транспортні та монтажно-укладальні (основні) процеси.

Заготівельні процеси виконують, як правило, в заводських умовах. Це виготовлення елементів опалубки, риштувань, арматури, арматурно-опалубних блоків, приготування бетонної суміші, виготовлення елементів для прогрівання бетону (електродів, струн тощо) та покриття поверхні бетону (щитів, матів, плівок), відновлення (ремонт) елементів опалубки багаторазового використання.

Транспортні процеси включають доставляння з місць виготовлення до будівельного майданчика та з місця складування чи перевантаження на будівельному майданчику до місця зведення монолітної конструкції загальнобудівельними або спеціальними транспортними засобами опалубки, риштувань, арматури, арматурно-опалубних блоків, бетонної суміші, елементів для прогрівання бетону та покриття його поверхні.

Монтажно-укладальні процеси – це встановлення опалубки, монтаж арматури або арматурно-опалубних блоків, укладання, прогрівання бетонної суміші, доглядання за бетоном, розбирання опалубки після досягнення бетоном потрібної міцності, при зведенні попередньо напружених конструкцій – натягування напружуваної арматури та ін'єктування каналів. За потреби виконують опорядження поверхні бетону.

Зведення монолітних залізобетонних конструкцій досить трудомісткий процес. Добовий виробіток одного працівника на бетонних та залізобетонних роботах становить 0,5–2 м³. Серед складових трудомісткості на влаштування опалубки припадає 30–60 %, на армування конструкцій – 15–35, бетонування – 20–45 % загальних затрат праці.

До 20 % робітників виконують допоміжні операції. Багато операцій ще виконують вручну за допомогою ручного або механізованого інструменту.

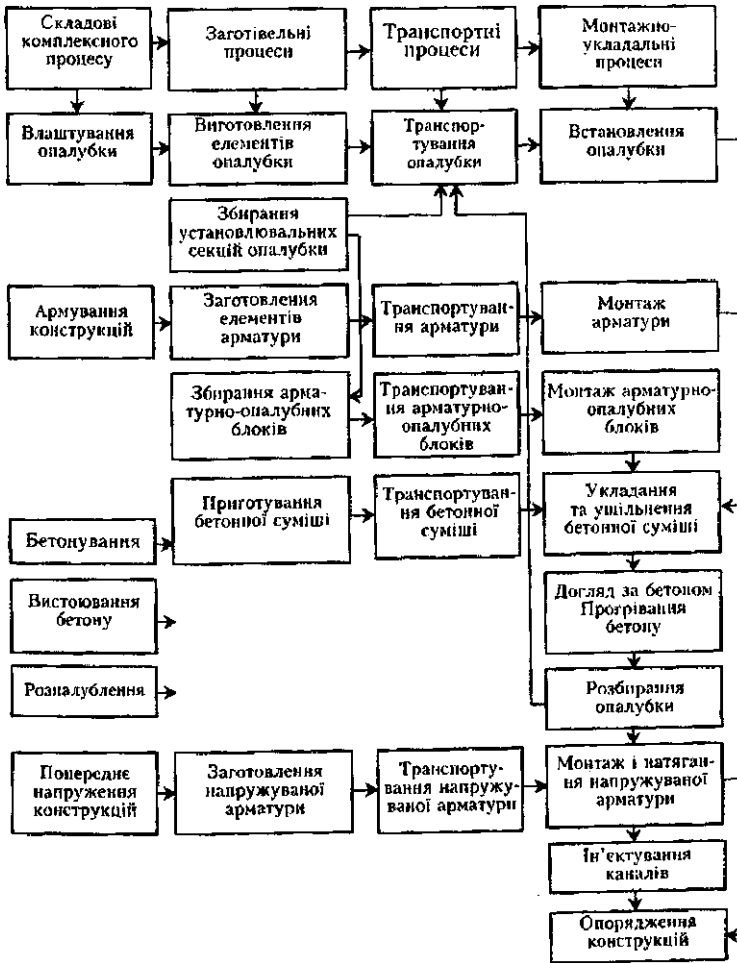


Рис. 6.1. Схема комплексного процесу зведення монолітних залізобетонних конструкцій

Підвищенню ефективності бетонних і залізобетонних робіт сприяють технічний рівень кожного окремого процесу, їх взаємне

узгодження і комплексна механізація. Важливим завданням технології монолітного бетону і залізобетону у майбутньому є зниження частки ручних робіт.

Властивості бетонної суміші формуються під час її приготування, транспортування, укладання і ущільнення, тужавлення. Ці технологічні процеси зумовлюють якість бетону у конструкціях.

Важливою технологічною властивістю бетонної суміші є **легкоукладальність** – комплексний показник, що характеризує здатність бетонної суміші розтікатися і набувати заданої форми у конструкції, зберігаючи при цьому монолітність і однорідність. Методи оцінки легкоукладальності поділяють на якісні – рухливість, жорсткість, перекачувальність, ущільнювальність; кількісні – осідання конуса, термін розтікання, розшаровуваність, коефіцієнт ущільнення тощо, фізичні (реологічні) – в'язкість, вібров'язкість, текучість, граничне напруження зсуву, період релаксації.

Легкоукладальність визначають за рухливістю – величиною осідання стандартного конуса, жорсткістю, терміном розтікання суміші на приладі Вебе (табл. 6. 1).

Таблиця 6.1

Класифікація бетонних сумішей за легкоукладальністю

Марка за легкоукладальністю	Норма легкоукладальності	
	за жорсткістю, с	за рухливістю, см
П-1	–	4 і менше
П-2	–	5–9
П-3	–	10–15
П-4	–	16 і більше
Ж-4	31 і більше	
Ж-3	21–30	
Ж-2	11–20	
Ж-1	5–10	

Бетонні суміші більшої жорсткості та меншої рухливості потребують під час приготування менше води і цементу, краще зберігають однорідність при транспортуванні, але більших затрат праці і часу при розподіленні та ущільненні у конструкції. Суміші з меншою рухливістю і більшою жорсткістю застосовують у разі зведення великих, неармованих та малоармованих конструкцій. Тонкостінні та густоармовані конструкції виконують із бетонних сумішей високої рухливості.

Важливими технологічними показниками є також швидкість тужавлення бетонної суміші і швидкість твердіння бетону.

Швидкість тужавлення бетонної суміші визначається часом від початку її приготування до умовного початку твердіння, тобто терміном існування бетонної суміші. За цей період бетонна суміш має бути доставлена, укладена і ущільнена у конструкції. Залежно від складу суміші та температурних умов для звичайних бетонних сумішей на портландцементі і щільних заповнювачах – від 2 до 3 год. Зазначені вимоги зумовлюють і технологічні методи укладання бетонної суміші у масивні або великогабаритні конструкції. Для забезпечення монолітності бетонування їх виконують окремими блоками або шарами з такою інтенсивністю, щоб при укладанні бетонної суміші наступного блоку або шару забезпечувалось зчеплення його з попереднім.

Швидкість твердіння бетону зумовлює термін циклічної (потокової) організації бетонних робіт, розпалублення конструкцій та їх навантажування наступними конструкціями або обладнанням.

Технологічними властивостями бетонної суміші керують на стадії приготування, транспортування, укладання та ущільнення.

Підвищення легкоукладальності досягається додаванням у суміш води. Проте цей спосіб збільшує витрати цементу і погіршує фізико-механічні властивості бетону внаслідок підвищення пористості цементного каменю. Тому під час приготування бетонної суміші її легкоукладальність підвищують за рахунок підбору певних **гранулометрії та складу заповнювачів** і введенням у суміш спеціальних хімічних добавок. Особливе значення у монолітному будівництві має застосування добавок, які регулюють втрати рухливості бетонної суміші протягом певного часу, швидкість тужавлення суміші та твердіння бетону, надають можливість укладеній бетонній суміші тверднути при мінусових температурах.

Пластифікувальні добавки типів СДБ, ПАЩ обсягом 0,1–0,6 % маси цементу, повітровтягувальні М-1, ВПКК, ГКЖ-10, НЧК тощо, введені в суміш в обсязі 0,1–0,2 % маси цементу, дають змогу підвищити рухливість бетонних сумішей на 20–25 %. **Посаднання**

пластифікувальних і повітровтягувальних (СНВ, СПД тощо) добавок підвищує рухливість суміші до 30 % без зміни її водоцементного відношення (ВЦ) із збереженням однорідності під дією динамічних навантажень.

Найбільший технологічний ефект дає застосування суперпластифікаторів: С-3, НИЛ-20, 30-0,3, М-1 тощо. Вони вводяться у бетонну суміш в обсязі 0,3–1 % маси цементу і дають змогу збільшити її рухливість у 10–20 разів. При великих дозах суперпластифікатора (0,8–1,0 %) досягають також високої міцності бетону на ранніх строках. Проте слід ураховувати, що після введення добавок з часом рухливість починає знижуватися. Так, при застосуванні суперпластифікаторів втрата рухливості найбільше виявляється через одну годину після введення (рис. 6.2). Це обмежує терміни бетонування і зумовлює потреби чіткої організації робіт. Для подовження термінів пластифікації рекомендується застосовувати комплексні добавки. Ще одним із шляхів збільшення термінів рухливості бетонної суміші є порційне введення пластифікувальних добавок у невеликих кількостях протягом певного часу, що можна здійснити, якщо готувати і транспортувати бетонну суміш автобетонозмішувачами, обладнаними спеціальним баком для добавок.

Для прискорення термінів твердіння бетону застосовують добавки – прискорювачі твердіння: СН, НН, ХК, НК, тощо, які вводять в обсязі 0,05–2 % маси цементу.

З цією ж метою використовують температурні умови твердіння. При збільшенні температури твердіння бетону прискорюється, що використовується у разі потреби інтенсифікації робіт розігріванням бетону різними методами прогрівання і обігрівання.

Технологія робіт залежить від кліматичних умов, насамперед від впливу температури і вологості повітря на твердіння бетону. При середньодобових температурах зовнішнього повітря від +5 до +25°C і відносній вологості понад 50 % (оптимальні для твердіння бетону – середньодобова температура зовнішнього повітря 18°C і відносна вологість 60 %) бетонні роботивиконують за звичайною технологією.

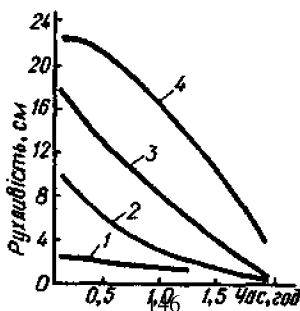


Рис. 6.2. Зміна рухливості бетонної суміші:

1 – без добавки пластифікатора; 2 – з добавкою С-3 у кількості 0,4 % маси цементу; 3 – те саме, 0,8%; 4 – те саме, 1,2%.

У жарких умовах (середньодобова температура зовнішнього повітря більша ніж 25°C і відносна вологість менша ніж 50 %) потрібне здійснення спеціальних заходів щодо захисту свіжоукладеної бетонної суміші від пересихання та забезпечення нормальних умов вологості для твердіння бетону.

У зимових умовах (середньодобова температура зовнішнього повітря до +5 °C, а мінімальна добова нижча ніж 0 °C) застосовують технології, які забезпечують нормальні температурні умови твердіння бетону, використовують бетонні суміші з добавками або суміші для отримання спеціального бетону, які тверднуть за низьких температур.

6.2 ОПАЛУБНІ РОБОТИ

Опалубка – тимчасова допоміжна конструкція для забезпечення форми, розмірів і положення у просторі монолітної конструкції, що зводиться. До складу опалубки входять щити (форми), які забезпечують форму, розміри і якість поверхні монолітної конструкції, риштування для підтримування опалубних форм та розміщення бетонників, елементи кріплення (рис. 6.3).

В опалубні форми укладають бетонну суміш, де вона твердне до досягнення бетоном потрібної міцності. Після цього опалубку розбирають, якщо не використовують таку, яка після бетонування залишається у конструкції, створюючи її зовнішню поверхню.

Вимоги до опалубки: внутрішні контури опалубних форм мають відповідати проектним розмірам монолітної конструкції; якість внутрішньої площини опалубних форм (палуба) має забезпечувати потрібну якість зовнішньої поверхні монолітної конструкції; міцність і жорсткість мають бути достатні для забезпечення постійних розмірів і форми під впливом навантажень, які виникають у процесі виконання робіт; прогинання зібраної опалубки і формоутворювальних елементів не повинно перевищувати 1/400 прогону для вертикальних поверхонь монолітних конструкцій і 1/500 – для перекриттів; конструкція опалубки має забезпечувати мінімальні витрати на її влаштування, відповідну трудомісткість виконання робіт.

Найраціональніше застосовувати уніфіковані конструкції опалубки з максимальною кількістю серійно виготовлених деталей і взаємозамінних елементів.

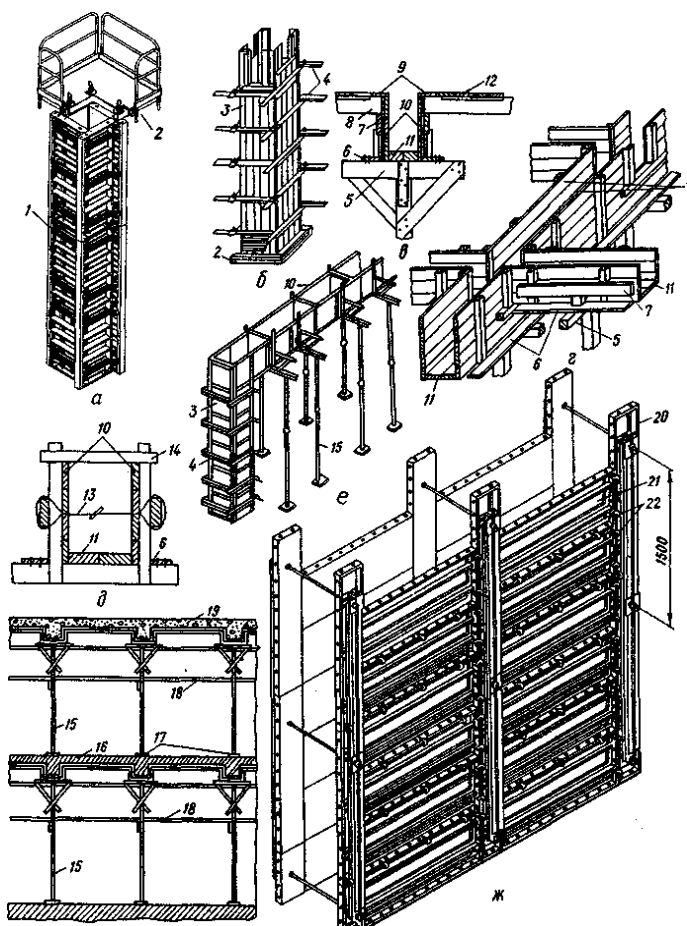


Рис. 6.3. Опалубка колон, ребристого перекриття, прогонів і стін:
 а – опалубка колони з інвентарних елементів; б – те саме, з дощок;
 в – опалубка балки і плити ребристого перекриття; г – те саме, прогону і балок;
 д – переріз опалубки прогону; е – металева опалубка колони і прогону;
 ж – опалубка стіни з уніфікованих щитів; 1, 21 – інвентарні щити; 2 – риштування; 3 – короб колони; 4 – хомути; 5 – оголовок стояка; 6 – притискні дошки; 7 – підкружальні дошки; 8 – кружала; 9 – фризіві дошки; 10 – бокові щити; 11 – дно короба; 12 – щити опалубки плити; 13 – стяжка; 14 – схватка; 15, 20 – стояки; 16 – забетоноване перекриття; 17 – лаги під стояки; 18 – розшивний; 19 – перекриття, що бетонується; 22 – елементи кріплення

Навантаження на опалубку. На встановлену вертикально опалубку діють тиск бетонної суміші та динамічні сили від її скидання і вібрування. Крім того, на опалубку значних розмірів діють вітрові навантаження, а при застосуванні зовнішніх вібраторів – додаткові навантаження в місцях їх кріплення.

Боковий тиск бетонної суміші залежить від її властивостей – щільності, рухливості, терміну тужавлення тощо, прийнятої технології бетонування (товщини шарів укладання, режиму вібрації, тиску нагнітання або режиму завантажування опалубки, сил тертя укладеної бетонної суміші з опалубкою, температурних умов навколишнього середовища). Тиск розподіляється у межах активного шару бетонної суміші – приблизно на глибині, що дорівнює $2/3$ висоти цього шару, тиск максимальний ($p_{\text{тах}}$), у нижній частині він становить 0,4–0,5 м/год.

Додаткові навантаження від опускання бетонної суміші і вібрування приймають рівними 4кПа, а від вивантажування з баддів місткістю більше ніж 0,8 м³ – 6кПа.

При розрахунках горизонтальної опалубки враховують вертикальні навантаження – вага до маси опалубки, підтримувальних елементів, арматури та укладеної бетонної суміші, навантаження від людей і транспортних засобів – 2,5кПа, динамічну дію вібрування – до 2кПа, зосереджені навантаження від робітника – 1,3кН і транспортних засобів – до 2,5кН.

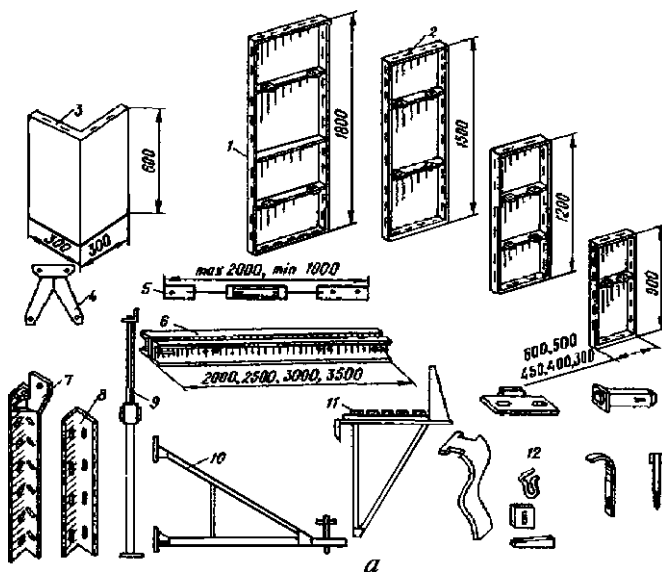
При визначенні розрахункових навантажень враховують коефіцієнти від перевантаження: 1,1 – власної маси опалубки і риштувань, 1,2 – маси бетону, арматури і вітрового навантаження, 1,3 – інших видів навантажень.

Також виконують розрахунки опалубки на міцність і прогинання.

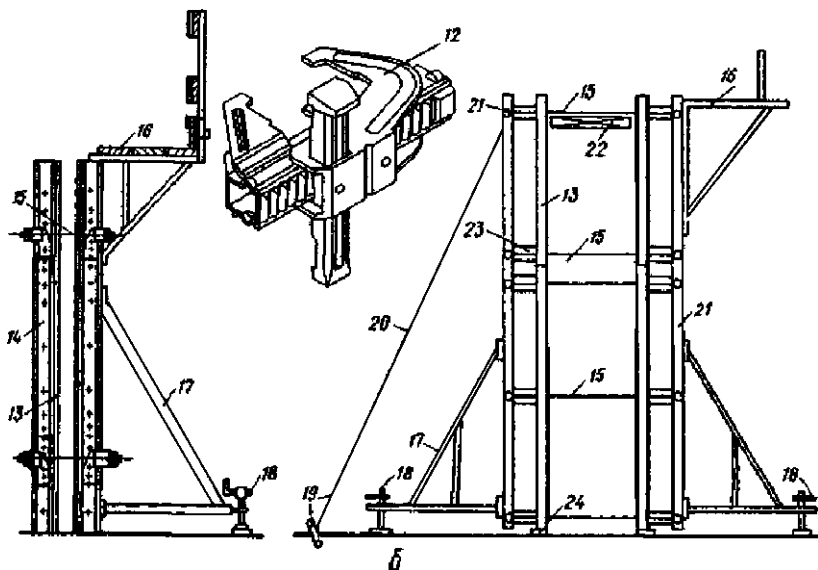
Види опалубки. Опалубку розрізняють за **кількістю циклів** використання – опалубка неінвентарна одноразового використання, інвентарна багаторазового, матеріалами виготовлення: дерево, метал, синтетичні матеріали, матеріали на основі цементних в'язучих і комбінованх; за конструктивними особливостями – індивідуальна, незнімна, розбірно-переставна, підйомно-переставна, об'ємно-переставна, блокова, ковзна, котюча, пневматична, механізований опалубний агрегат.

Індивідуальну опалубку застосовують для зведення конструкцій складних індивідуальних форм. Проектують для кожної конструкції окремо – проект опалубки може бути не менш складний, ніж проект самої конструкції. Незважаючи на індивідуальність конструкції опалубки, у ній мають бути максимально застосовані елементи інвентарної опалубки (щити, кріплення тощо) і передбачено наступне використання матеріалів.

Розбірнопереставна опалубка складається з окремих щитів, підтримувальних елементів і кріплень. На висоті опалубні щити підтримують риштування з інвентарних стояків і прогонів. Розрізняють два основних види розбірнопереставної опалубки – дрібно- та великощитову (рис. 6.4).



150



Продовженні рис. 6.4. Розбірнопереставна опалубка:

а – уніфікована дрібнощитова опалубка; б – великощитова опалубка стін;
 1 – дрібні щити; 2 – отвори в каркасі для кріплення щитів; 3 – кутовий щит;
 4, 14 – ребро; 5, 13 – палуба; 6, 23 – схватки; 7 – кутовий блокувальний
 елемент; 8 – монтажний кутик; 9 – розсувний стояк; 10, 17 – монтажний підкіс;
 11 – навісні риштування; 12 – елементи кріплення; 15 – стяжка; 16 – консольні
 риштування; 18 – механічний домкрат; 19 – анкер; 20 – підкіс-розчалка;
 21 – в'язі жорсткості; 22 – розпірка; 24 – маякова дошка

Дрібнощитова опалубка включає елементи масою до 50 кг, які можна встановлювати вручну. Основним елементом великощитової опалубки є великорозмірна панель – суцільна або зібрана з дрібних щитів, площею від 2 до 40 м², що встановлюється за допомогою крана. Цей вид застосовують під час зведення різноманітних конструкцій у промисловому, цивільному, транспортному, інших видах будівництва.

Блокова опалубка (рис. 6.5, а, б) – це форма, яку монтують і демонтують у цілому вигляді за допомогою крана. Застосовують для бетонування однотипних конструкцій (фундаментів, колон, балок тощо) і конструкцій або будівель, які мають однакові повторювані структурні форми (ребристі плити, житлові будинки).

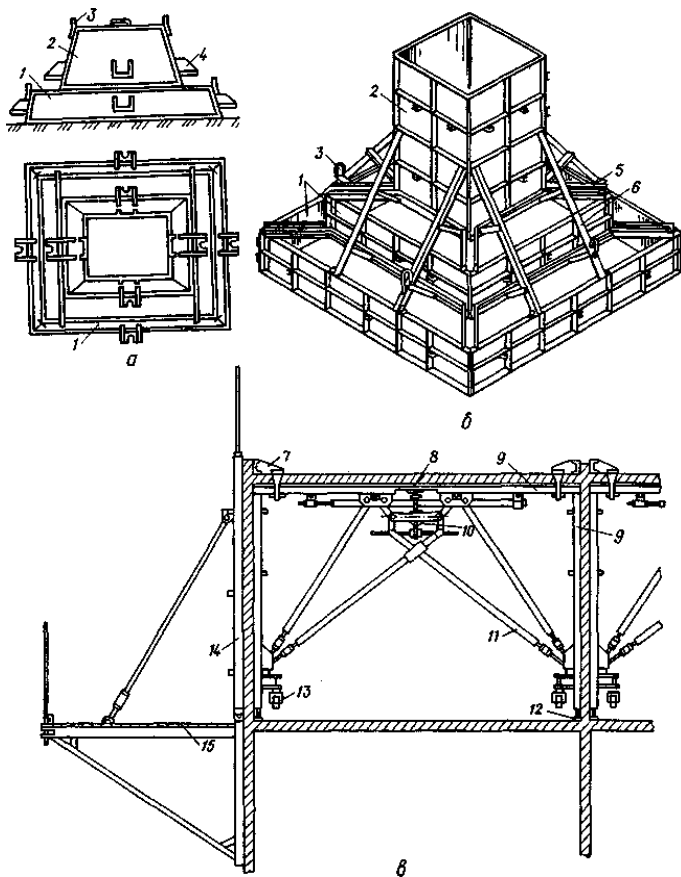


Рис. 6.5. Блок-форми та об'ємно-переставна опалубка:

а – жорстка нерознімна блок-форма фундаментів; б – складна блок-форма з елементів дрібнощитової уніфікованої опалубки; в – об'ємно-переставна опалубка; 1 – опалубка східців; 2 – форма підколонника; 3 – монтажні петлі; 4 – кронштейн для обпирання домкратів; 5 – елементи кріплення; 6 – схватки; 7 – опалубка маяків; 8 – центральна вставка; 9 – Г-подібний щит; 10 – шарнірний розпалубний механізм; 11 – регулювальний підкіс; 12 – гвинтовий домкрат; 13 – котки; 14 – щит торцевої стіни; 15 – ригтування

Для бетонування фундаментів під колони використовують блок-форми – нерознімні індивідуальні для невеликих за об'ємом фундаментів (4–8 м³, до 2 м (висотою), рознімні для фундаментів більших розмірів (до 12 м³, 6 м завширшки). Застосування опалубки є ефективним, якщо є більш як 30 однотипних конструкцій однакових розмірів.

При різнотипних фундаментах раціонально використовувати універсальні блок-форми з набору уніфікованих великорозмірних елементів, які монтують і з'єднують у різних сполученнях.

Блокові опалубки для бетонування колон, балок або стін будівель складаються з модульних щитів і уніфікованих з'єднувальних елементів. Їх переобладнують на інші розміри зміною набору щитів і відстані між з'єднувальними елементами.

Об'ємнопереставні опалубки застосовують для зведення монолітних багатоповерхових будівель і розподіляють на демонтаж у горизонтальному або вертикальному напрямі.

Об'ємнопереставну опалубку, що витягується горизонтально (рис.6.5,в), застосовують під час зведення монолітних багатоповерхових будівель з несівними поперечними стінами. Це П-подібна металева конструкція з опалубними елементами перекриття і бокових стін. Її використання зумовлює одночасне бетонування поперечних несівних стін та перекриття. Після бетонування блоки опалубки демонтують з використанням спеціальних пристосувань у прорізи зовнішніх стін або в прорізи у перекритті і переставляють на наступний поверх.

Об'ємнопереставну опалубку, демонтовану у вертикальному напрямі, застосовують у процесі зведення монолітних будівель змінної конструктивної схеми (з поперечними та поздовжніми несівними стінами). Її використання дає змогу сумістити виготовлення зовнішніх і внутрішніх монолітних стін.

Підйомно-переставну опалубку (рис. 6.6, а) застосовують під час поярусного бетонування висотних споруд із змінними та постійними поперечними розмірами по висоті (димарів, градирень тощо). Опалубка для бетонування споруд конічної форми складається з трапецеподібних щитів, які утворюють зовнішню і внутрішню оболонки. Оболонки прикріплюють до системи фіксувальних і напрямних конструкцій, що підвішується до підйомного механізму, встановленого у центрі будівлі. Бетонування споруди виконують поярусно. Після досягнення бетоном потрібної міцності опалубку переставляють на наступний ярус, регулюючи при цьому у радіальному напрямку.

Ковзна опалубка (рис. 6.6, г, д) при переміщенні по висоті не відділяється від конструкції, яку бетонують, а ковзає по її поверхні за допомогою підйомних пристроїв. Цю опалубку застосовують для бетонування висотних будинків і споруд з незмінною за висотою формою плану ядра жорсткості будівель, силосні башти, елеватори, багатоповерхові будівлі тощо.

Ковзна опалубка складається з опалубних щитів, підвішених до П-подібних домкратних рам, домкратів, робочого майданчика і підвісних риштувань. Опалубні щити 1,1–1,2 м висотою, виготовлені з металу, встановлюють по зовнішньому і внутрішньому контурах споруди, яку бетонують. Для зменшення зусиль тертя при підйомі опалубки щитам надають конусності від 1/500 до 1/200 висоти щита розширенням донизу, що зменшує можливість обривання бетону. При зведенні споруди опалубку піднімають за допомогою домкратів, які спираються на домкратні стержні.

Домкратні стержні – основні несівні елементи опалубки, що виготовляють із сталі діаметром 25–32 мм і розміщують вертикально у каналах стіни конструкції, яка бетонується, на відстані 1,5–2 м один від одного. Під час піднімання забетонованої конструкції домкратні стержні нарощують. Швидкість бетонування у ковзній опалубці становить до 3 м на добу, виробіток на одного робітника у день – 1–1,2 м³ бетону.

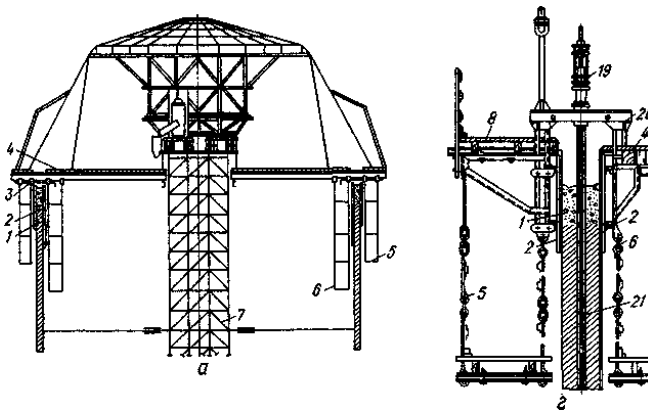
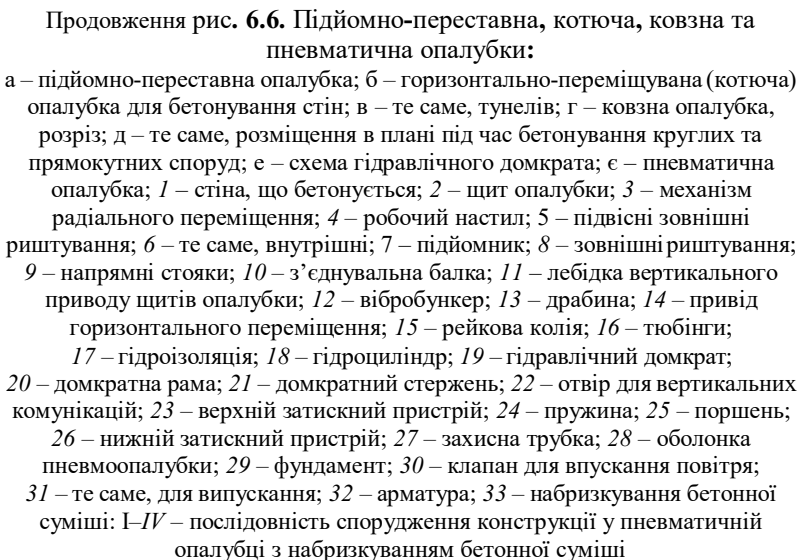


Рис. 6.6. Підйомно-переставна, котюча, ковзна та пневматична опалубка



Котюча опалубка (рис. 6.6, б, в) – це форма з механічним пристроєм відривання, опускання або стулювання, встановлена на візках, що переміщуються по колії. Її застосовують для бетонування довгих лінійних споруд постійного перерізу по довжині – тунелів, траншейних складів, протяжних стінових конструкцій. Бетонування конструкцій у котючій опалубці виконують ділянками. Після закінчення бетонування на ділянці опалубку переводять у транспортне положення і переміщують на суміжну ділянку.

Пневматичну (надувну) опалубку (рис. 6.6, є) застосовують для бетонування купольних і склепінчастих покриттів із залізобетонних оболонок 30–100 мм товщиною. Її встановлюють у наступний спосіб – виготовлену з синтетичної, прогумованої тканини або армованої гуми оболонку закріплюють до фундаменту споруди. В оболонку нагнітають повітря, і вона набирає потрібної форми.

Бетонування виконують залежно від методу влаштування конструкцій як після, так і до піднімання опалубки. В останньому випадку бетонну суміш укладають на розстелену горизонтально оболонку опалубки, після чого в останню нагнітають повітря, створюючи потрібну форму конструкції. При досягненні бетоном потрібної міцності повітря з оболонки випускають і опалубка відділяється від забетонованої конструкції.

Механізовані опалубні агрегати – це системи, які забезпечують механізацію і автоматизацію всього робочого циклу використання опалубки, включаючи її встановлення на ділянці бетонування, переведення у робоче положення, розпалублення та переміщення на чергову ділянку. Такі агрегати застосовують під час зведення висотних оболонок із змінними геометричними розмірами за висотою (градирень), лінійних конструкцій та споруд значної довжини (тунелів, колекторів, стін). Їх економічно доцільне використання при значних обсягах робіт.

Опалубки будь-якого виду, оснащені нагрівальними елементами та пристроєм контролю і регулювання температурного режиму, називають термоактивними і застосовують для обігрівання бетону в зимових умовах або для прискорення його твердіння.

Виготовлення опалубки з різних матеріалів. Дерев'яну опалубку виготовляють з пиломатеріалів вологістю до 15 % (палуба опалубних щитів, форм) і до 25 % (інші елементи), водостійкої фанери і деревних плит (ДСП, ДВП). Ці матеріали доступні, піддаються обробці, що дає змогу робити різноманітні і складні опалубні форми. Щити з пиломатеріалів з палубою із ДСП і ДВП можна

використовувати до 10 разів, водостійкої фанери знижує її масу та збільшує використання до 20 разів.

Металеву опалубку виготовляють з прокатних та гнутих ефективних профілів з палубою із металевого листа 2–3 мм товщиною.

Її можна використовувати 100–300 разів. Застосування алюмінію дає змогу знизити вагу опалубки, але потребує спеціального захисту від корозії під впливом дії цементного молока на алюміній. Для незнімної опалубки використовують металеві сітки, а у разі потреби суцільно металеві форми.

Синтетичну опалубку виготовляють із склопластику, текстоліту, гетинаксу та інших синтетичних матеріалів, які досить міцні і легкі. Ці матеріали мають низьку адгезію до бетону, що дає змогу досягати якісних поверхонь монолітних конструкцій. Використання цього виду опалубки можливе від 20 до 100 разів. Однак опалубки, виготовлені повністю з синтетичних матеріалів, поки що менш ефективні у зв'язку з високою вартістю і дефіцитністю матеріалів. Склопластик відрізняється високою адгезією до бетону, обростає цементною кіркою, яку важко обчищати. Ефективним є використання синтетичних матеріалів, які мають низьку адгезію до бетону для покриття палуби. Листові пластики та інші синтетичні матеріали використовують також для незнімної опалубки, вони мають високі ізоляційні та декоративні якості.

Синтетичні повітронепроникні та прогумовані тканини використовують для створення пневматичної опалубки, форма та жорсткість якої досягаються тиском повітря, яким її наповнюють. Їх використовують до 50 разів.

Опалубки з матеріалів на основі цементних в'язучих виготовляють із залізобетону, армоцементу, склоцементу, фібробетону, азбестоцементу. Такі опалубки застосовують як незнімні. Опалубки із залізобетону, фібробетону, армоцементу мають високе суміщення з матеріалом монолітної конструкції, що дає змогу вважати їх як єдине ціле з монолітною конструкцією при розрахунках її на міцність. Крім того, армоцемент характеризується високою міцністю та водонепроникністю. Склоцемент має високі ізоляційні якості.

Комбінована опалубка складається з конструкцій, виготовлених з різних матеріалів, що забезпечує найбільшу їх ефективність. Останнім часом широко використовують комбіновані опалубки, в яких елементи каркаса, підтримувальні конструкції та кріплення виготовлені зі сталі, а палуба і опалубні щити – з водостійкої фанери або синтетичних матеріалів. Така опалубка, зберігаючи основні якості металевої (багаторазовість використання високу, жаростійкість, стійкість до місцевих навантажень), ще є

дешевшою і легшою.

При виборі опалубки ураховують відповідність конструкціям, що зводяться, економічну ефективність. При цьому перевагу надають технологічним чинникам, що визначають можливість її застосування і умови забезпечення якості конструкції. Від технологічної відповідності опалубки споруджуваним конструкціям залежить також швидкість бетонування, що значно впливає на економічну ефективність її використання.

Отже, на першому етапі вибору опалубки визначають її технологічні показники – можливість зведення конструкцій із застосуванням опалубки, ступінь її універсальності, забезпечення якості лицьової поверхні, швидкість улаштування та розбирання.

Із кількості технологічно можливих варіантів опалубки вибирають найекономічніший за показниками витрат, які віднесені до одного обороту опалубки.

Технологія робіт. Опалубні роботи виконують згідно з вимогами будівельних норм і правил та технологічних карт, що входять до складу проекту виконання робіт на зведення монолітних конструкцій.

Технологічні карти вміщують схеми організації опалубних робіт, пов'язані з іншими паралельно виконуваними видами робіт; маркірувальні креслення опалубки та робочі креслення конструкцій підтримувальних риштувань; специфікацію елементів опалубки та риштувань; послідовність установа і розбирання елементів опалубки; виконання окремих операцій монтажу підтримувальних і несівних елементів; калькуляцію витрат матеріалів і затрат праці; технологічні розрахунки термінів і графік виконання робіт; правила з техніки безпеки.

На маркірувальному кресленні схематично показують опалублену поверхню конструкції з елементами опалубки, позначеними номерами-марками, місця встановлення основних елементів, матеріал їх виготовлення та загальний об'єм.

Опалубні роботи виконують спеціалізованими ланками, організованими на основі операційно-розподільного принципу. Кількісний склад ланок і бригад визначають за обсягами робіт та термінами їх виконання.

Перед установленням опалубки розмічають осі конструкцій – наносять фарбою позначки на її основу та нижню частину щитів. При влаштуванні фундаментів осі позначають на попередньо забитих по контуру підшви фундаменту дерев'яних кілках.

На майданчиках укрупнення збирають панелі, форми або арматурно-опалубні блоки, в яких разом з опалубкою встановлюють та закріплюють арматуру монолітної конструкції. Елементи опалубки

багаторазового застосування слід обчистити від залишків бетонної суміші, поверхню змастити спеціальними мастилами, які забезпечують зниження або повну відсутність зчеплення бетону з опалубкою, що забезпечує полегшення наступного розпалублення конструкції.

За принципом дії такі мастила поділяють на плівкоутворювальні уповільнювачі тужавлення і комбіновані.

При застосуванні плівкоутворювальних мастил на формувальних поверхнях опалубки утворюється тонка мінеральна плівка, що запобігає прилипанню бетону до опалубки. До їх складу входять петролатум (0,3–0,5 ваг. ч.), вапно-кипілка (1 ваг. ч.), вода (2–2,5 ваг. ч.), рідке скло (0,4–0,45 ваг. ч.).

Порофобізуючі мастила – солідольне, петролатумно-гасове, масляне – на основі відпрацьованих машинних масел, емульсій при нанесенні на опалубку утворюють гідрофобну (незмочувану) плівку. Вони мають найпоширеніше застосування.

Уповільнювачі тужавлення забезпечують низьку міцність шару бетону, що прилягає до опалубки. При розпалубленні відривання опалубки частково проходить по контактній зоні, частково – по слабкому шару бетону. Надалі поверхневі шари бетону набирають проектної міцності і якість бетону не знижується.

Найефективнішими є **комбіновані мастила**, до складу яких входять гідрофобізуючі речовини, уповільнювачі тужавлення та пластфікатори, що знижують поверхневу пористість і поліпшують якість бетону.

Установлюють опалубку в проектне положення так, щоб осі, нанесені на основі і опалубці, збігалися. Далі відтяжками забезпечують вертикальність і закріплюють форму. На внутрішній поверхні опалубки наносять позначки рівня бетонування.

Установлена опалубка до початку бетонування має бути перевірена на відповідність геометричних розмірів і позначок рівня проектним, правильність її положення відносно осей конструкції, цільність стиків і сполучень елементів опалубки, правильність установлення риштувань, підтримувальних елементів, елементів кріплення. Відхилення розмірів установленної опалубки не повинно перевищувати нормативні та проектні.

Під час бетонування за опалубкою безперервно спостерігають. Виявлені недопустимі деформації відразу виправляють.

Конструктивні особливості застосування розбірно-переставної опалубки. Останнім часом у будівництві широко застосовують **дрібнощитову уніфіковану опалубку**, до складу якої входять інвентарні щити різних типорозмірів з інвентарними кріпленнями і підтримувальними елементами. Така опалубка відрізняється багатофункціональністю та взаємозамінністю елементів,

розміри щитів мають модулі 300 і 100 мм (рис. 6.4, а), що дає змогу збирати опалубні форми конструкцій різних конфігурацій і розмірів. Уніфіковані опалубки виготовляють із сталі або комбінованими – із сталевих елементів каркаса і кріплень та палубою із водостійкої фанери, що забезпечує багаторазове їх використання.

Конструкції дрібнощитової уніфікованої опалубки дають змогу укрупнювати її у великорозмірні панелі або блоки, що забезпечує зменшення трудомісткості і підвищення ефективності опалубних робіт, можливість їх багаторазового застосування (рис. 6.5, б).

Укрупнені панелі забезпечуються підкосами з опорними гвинтовими домкратами, що полегшує їх установлення у вертикальне положення, а також підмостками для розташування робітників під час виконання арматурних і бетонних робіт. Для збирання блоків опалубки, які не розбирають при переставленні, застосовують кутові блокувальні елементи.

У процесі влаштування опалубних вертикальних конструкцій значної висоти робочі риштування виконують із схваток, що закріплюють до панелей опалубки. Це риштування одночасно забезпечує просторову жорсткість і стійкість усієї конструкції опалубки. При влаштуванні опалубки прольотних конструкцій для встановлення риштувань застосовують інвентарні розсувні ригелі та інвентарні розсувні телескопічні стояки, інколи дерев'яні (рис. 6.7, а, б, в). Розсувні ригелі дають змогу влаштовувати потрібний будівельний підйом цієї опалубки. Для розкружалення опалубки (опускання стояків) застосовують гвинтові домкрати або гайки з гвинтовою різьбою на зовнішній поверхні сталевих телескопічних стояків (рис. 6. 7, а, г).

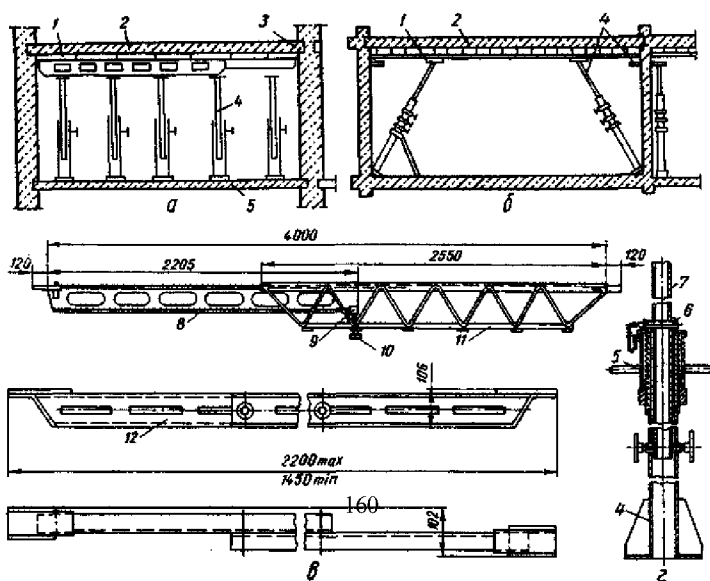


Рис. 6.7. Схеми влаштування опалубки перекриттів і деталі риштувань:

а – розбірна переставна на розсувних ригелях і стояках; б – те саме, з телескопічними стояками; в – розсувні ригелі; г – сталевий розсувний стояк; 1 – ригелі; 2 – щити настилу; 3 – телескопічні стояки; 4 – базовий трубчастий стояк; 5 – рукоять домкрата; 6 – чека; 7 – висувний стояк; 8 – висувна балка; 9 – опорний стояк; 10 – гвинт для кріплення стояка; 11 – ферма; 12 – розсувна балка

Великорозмірні опалубні панелі збирають на спланованих і ущільнених ґрунтових майданчиках або на спеціальних стендах.

При застосуванні опалубки із сталевими або комбінованими щитами панелі збирають за схемою на майданчику або стенді, розкладають щити згідно з схемою панелі лицьовою поверхнею вниз, суміщають їх, вивіряють розміри панелі і кути, після чого з'єднують між собою інвентарними кріпленнями (пружинними скобами, гаками тощо). На щити укладають схватки і з'єднують з ними натяжними гаками або гвинтами. У разі потреби зверху укладають поперечні в'язі або схватки, з'єднуючи їх між собою гвинтами. До верхнього ярусу схваток закріплюють інвентарні монтажні петлі.

Перед монтажем великорозмірної опалубної панелі на ній закріплюють навісні підмостки і встановлюють інвентарні підкоси з регульовальними гвинтами.

Панелі опалубки монтують за допомогою легкого мобільного крана. Панель установлюють у проектне положення, вивіряють і з навісних драбин виконують монтажне кріплення. Після цього з панелі знімають стропи, а монтажний кран застосовують для встановлення наступної панелі. Далі з переносних або навісних драбин установлюють усі робочі кріплення. Демонтують панелі у зворотному порядку.

Опалубні блоки з уніфікованої дрібнощитової опалубки збирають із окремих щитів, які спочатку об'єднують у короби замкнутого контуру за допомогою монтажних кутових елементів. Після закріплення на них навішують схватки, які з'єднують між собою “млином”, – з виходом їх за межі короба з одного боку кожної грані. У разі потреби аналогічно виконують збирання короба наступного ярусу. Далі короби ставлять один на одного і з'єднують щити у місцях стику. Під час комплектації блоків великих поперечних розмірів та висоти, встановлюють вертикальні схватки.

Блокову опалубку демонтують окремими панелями (площею 2–4 м²) за допомогою крана або вручну окремими щитами. При незначному поперечному перерізі блоків можливий демонтаж їх поярусно (блоками) з незамкненим контуром.

Армоопалубні блоки збирають із попередньо зібраних опалубних панелей, розміри яких відповідають розмірам граней

залізобетонної конструкції. На одну з панелей установлюють арматурний каркас і з'єднують його з нею напівінвентарними кріпленнями. Потім на каркасі закріплюють інші панелі. Одна з однією панеллю не скріплюють. Перед монтажем на блок навішують драбину та підмостки для бетонників. Демонтаж опалубки виконують окремими панелями.

Опалубку стрічкових фундаментів прямокутного перерізу збирають за схемою. Спочатку з обох боків фундаменту встановлюють маякові щити з кроком 3–4 м, кратним розміру щитів. Щити закріплюють тимчасовими підкосами та розпірками. На маякові щити навішують схватки і встановлюють інвентарні монтажні підкоси з гвинтовими домкратами. Між маяковими щитами до схваток закріплюють інші щити і з'єднують їх між собою. Через 2–3 м установлюють стяжки і тимчасові розпірки, після чого опалубку рихтують, вивіряють відносно осей фундаменту та закріплюють.

Опалубку східчастих стрічкових фундаментів можна виконувати окремими блоками нижньої та стінчастої частини з їх роздільним почерговим або безперервним бетонуванням по всій висоті. За першою схемою опалубку збирають окремо для кожного блока бетонування за розглянутою схемою. При цьому опалубку наступного блока збирають на затверділому бетоні попереднього. Якщо опалубку влаштовують одночасно на всю висоту, то для встановлення вищого блока на щити нижчого через 3–4 м укладають поперечні балки (наприклад, залізобетонні перемички), на які встановлюють нижні схватки опалубки наступного блока. До схваток закріплюють щити опалубки і з'єднують їх. Через 3–4 м улаштовують тимчасові розпірки і стяжками закріплюють протилежні стіни опалубки. Для забезпечення стійкості застосовують підкоси та розтяжки.

Опалубку стін (рис. 6.3, ж) починають збирати з встановлення з двох боків маякових стояків з розкріплюванням їх тимчасовими підкосами та стяжками. При висоті стін більше ніж 3 м одночасно з маяковими стояками з одного боку встановлюють риштування. До маякових стояків гвинтами закріплюють схватки, а до них – щити. У процесі встановлення щитів протилежні сторони опалубки з'єднують інвентарними стяжками, які пропускають через пластикові труби або бетонні вкладні-розпірки з отвором.

При демонтажі – послідовно розбирають (зверху вниз) підкоси і маякові стояки, робочі кріплення і схватки, щити, опалубки. Останніми розбирають риштування.

Влаштування опалубки каркасних конструкцій починають зі збирання опалубки колон (рис. 6.3, б, є). За допомогою монтажних кутових елементів із щитів збирають Г-подібні блоки, які далі

об'єднують у короби. Для сприймання тиску бетонної суміші і досягнення щільності з'єднань щитів короб стискають хомутами. Для вивірення вертикального положення опалубки колони застосовують дерев'яні клини, на які встановлюють зібраний короб та розтяжки. При висоті колони більш ніж 3 м, густому армуванні або незначному поперечному перерізі з одного боку щити опалубки встановлюють поярусно, через 2 м, після бетонування попереднього ярусу.

Збирання опалубки балок та ригелів (рис. 6.3, в, г, д, є) починають з установлення телескопічних стояків з оголовками, що дають змогу закріпити балкові струбцини. Залежно від перерізу виготовлених монолітних конструкцій струбцини можуть спиратися на один або два стояки. Для збільшення несівної здатності стояки можна об'єднати за допомогою спеціальних струбцин в дво-, три- або чотири- стоякові опори. На струбцини обпирають безпосередньо щити дна (при незначних перерізах ригелів – до 300×100 мм) або схватки (балки), по яких укладають щити дна. Бокові щити опалубки встановлюють на схватки або безпосередньо на щити дна. В останньому випадку між боковими щитами слід улаштовувати допоміжні тимчасові розпірки. Бокові щити утримуються кронштейнами балкових струбцин. До їх закріплення виконують вивірення положення опалубки та будівельного прогину, який беруть не менш ніж 3 мм на 1 м довжини ригеля.

Збирання опалубки плит перекриття, які обпираються на стіни або збірні залізобетонні балки, починають з вивірення позначок рівня на опорних гніздах стін або балок, що попередньо влаштовуються для обпирання інвентарних розсувних підтримувальних ригелів. Після цього з розрахунковим кроком від 300 до 900 мм встановлюють розсувні ригелі. На них укладають щити опалубки. Обов'язковою умовою є обпирання щитів не менш як на три ригелі. Необхідний будівельний прогин досягають гвинтовою затяжкою і підкладанням спеціальних сталевих пластин 1–4 мм товщиною. Опорні гнізда закривають кришками з картону, фанери або листової сталі, щоб запобігти попаданню у них бетону.

Розбирання опалубки починають з демонтажу одного із середніх ригелів, на якому щити стикаються із попередньо влаштованим проміжком 10–15 мм закладеним ключчям і перекритим тонкою фанерою або смугою листової сталі. Суміжний ригель послаблюють, відводять від щитів у центрі на 5–8 см, але не виводять з опорних гнізд. Дещо менше відводять третій ригель, після чого починають демонтаж щитів. Опалубку ребристих перекриттів починають збирати з опалубки балок за цією ж технологією. Далі встановлюють розсувні ригелі, обпираючи їх кінцями на ребра бокових щитів балок. На ригелях укладають щити опалубки плити.

У місцях примикання щитів плити і балок укладають дерев'яний брусок, що запобігає зацмеленню щитів бетоном. Розпалублення ребристих перекриттів починають з послаблення гвинтових зажимів кронштейнів балкових струбцин. Після цього опускають на 2–3 см телескопічні стояки, демонтують, як зазначено вище, один із середніх розсувних ригелів та виконують демонтаж щитів та інших ригелів опалубки плити. Розбирання опалубки балок починають з демонтажу бокових щитів, після чого одночасно демонтують стояки і щити дна.

Конструктивні особливості і застосування незнімної опалубки. Найпоширеніша у практиці сучасного будівництва незнімна опалубка із залізобетону. Її застосовують під час будівництва енергетичних, гідротехнічних, транспортних і промислових об'єктів, а також житлових будинків. Залізобетонні опалубні елементи виготовляють різної форми – плоскі, ребристі, профільні, криволінійні та складної конфігурації (рис. 6.8, а, б, в, г, ж, з, і). При влаштуванні масивних фундаментів застосовують також як незнімну опалубку уніфіковані дірчасті бетонні блоки (рис. 6.8, ї).

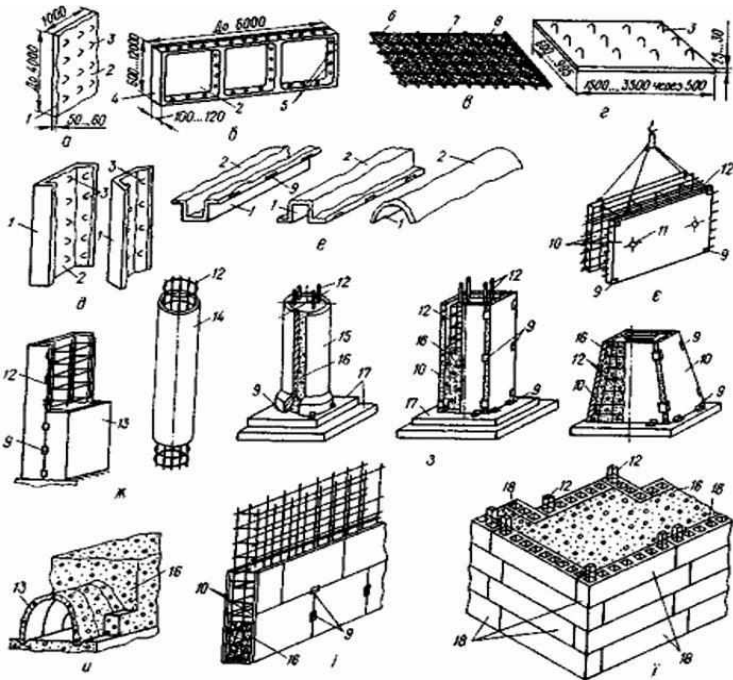
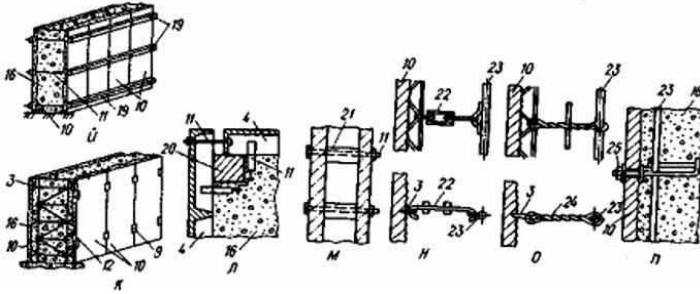


Рис. 6.8. Незнімна опалубка



Продовження рис. 6.8. Незнімна опалубка:

а, б – залізобетонна плоска та ребриста опалубка; в – армопакет армоцементної опалубки; г – армоцементна опалубка; д, е – профільні елементи опалубки; є – арматурно-опалубний блок; ж – опалубка колон; з – опалубка фундаментів підколони; и – опалубка каналу умасивномуфундаменті; і – опалубка стіни; ї – опалубка масивного фундаменту під устаткування з уніфікованих дірчастих блоків; й – кріплення опалубки неармованих конструкцій із застосуванням інвентарного зовнішнього каркаса; к – кріплення плит опалубки до арматури конструкції, що зводиться; л – кріплення ребристої опалубки малоармованої конструкції до допоміжного залізобетонного внутрішнього каркаса; м – кріплення плит опалубки стяжними болтами; н, о, п – кріплення опалубки до арматури конструкції за допомогою відповідно форкопфів, скруток, болтів; 1 – зовнішня поверхня опалубки; 2 – активна внутрішня поверхня опалубки; 3 – анкерна петля; 4 – ребриста плита опалубки; 5 – монтажні отвори; 6 – тканина сітка; 7 – зварна сітка; 8 – притискні прутки; 9 – закладні деталі; 10 – плоска плита опалубки; 11 – стяжний болт; 12 – арматурний каркас; 13 – профільний елемент опалубки; 14 – азбестоцементна труба–опалубка; 15 – залізобетонна труба–опалубка; 16 – укладена бетонна суміш; 17 – плита східців; 18 – уніфіковані дірчасті блоки; 19 – інвентарні сталеві схватки; 20 – додатковий залізобетонний каркас кріплення; 21 – розпірка; 22 – форкопф; 23 – стержень армокаркаса; 24 – скрутка з дроту; 25 – болт з гайкою

Декоративну залізобетонну опалубку-облицювання виготовляють на основі білого або кольорового цементу. При цьому особливу увагу приділяють якості лицьової поверхні плит, точності їхнього виготовлення і монтажу. Захисна опалубка-облицювання після зведення монолітної конструкції захищає її від впливу зовнішнього середовища. У цьому випадку залізобетонну опалубку виготовляють із спеціальних цементів, а опалубку-гідроізоляцію – з водонепроникного бетону. Плити опалубки-теплоізоляції виготовляють із керамзитобетону з фактурним шаром із цементного розчину. Використовують її при зведенні багатоповерхових монолітних житлових будинків.

Фібробетонну незнімну опалубку використовують у промисловому, цивільному та енергетичному будівництві. Такі опалубні елементи мають вигляд плоских або профільних плит 20–30 мм товщиною. Їх виготовляють із високоміцного малозернистого бетону дисперсно-армованого короткими (10–20 мм) металевими елементами – обрізом сталевих канатів, металевою стружкою. Незначна маса плит полегшує їх транспортування і монтаж.

Склоцементні опалубні плити виготовляють 12–20 мм товщиною із цементного розчину дисперсно армованого рубаним скловолокном. Високі ізоляційні якості склоцементу дають змогу використовувати її як опалубку-ізоляцію при зведенні підземних споруд, зокрема в агресивному середовищі. Виготовляють її на основі білого або кольорового цементу з гладкою або рельєфною лицьовою поверхнею. Нею опоряджують фасади та інтер'єри житлових і цивільних будівель. Склоцементна опалубка економічна, легка, її можна механічно обробляти різанням, свердлінням тощо.

Металеву сітчасту опалубку виготовляють із сталевोї ткані сітки з чарунками 5×5 або 8×8 мм із дроту діаметром 0,8–1 мм і кріплять до арматури оцупками та прогонами. Вона характеризується нескладним та відносно невисокої трудомісткості монтажем. Використовують її для опалублення вертикальних поверхонь, що не потребують високої якості, при ускладненому розпалубленні – у робочих швах, вузьких каналах, штрабах.

При влаштуванні незнімної опалубки ефективно застосовувати армоопалубні блоки, що мають дві плоскі опалубні плити і армокаркас між ними (рис. 6.8, є). Під час збирання опалубки армованих конструкцій плоскі залізобетонні та армоцементні опалубні плити, що мають з боку активної поверхні петлі-випуски, кріплять до армокаркаса конструкції скрутками або тяжами (рис. 6.8, к, н, о). Плити, що не мають випусків, кріплять за допомогою болтів (рис. 6.8, п) або тяжів, які пропускають через отвори у плиті і приварюють до армокаркаса. Місця встановлення скруток або тяжів улаштовують у вузлах армокаркаса, що забезпечує більшу жорсткість і стійкість опалубної форми. При зведенні малоармованих або неармованих монолітних конструкцій незнімну опалубку збирають за допомогою спеціального каркаса із збірних залізобетонних елементів, улаштовуваного всередині монолітної конструкції (рис. 6.8, л), або інвентарного багаторазово застосовуваного каркаса з металу, який встановлюють зовні конструкції (рис. 6.8, й).

Залежно від умов робіт шви між цитами ущільнюють обмазуванням, чеканенням, набризком, іншими методами до або після укладання бетонної суміші. У деяких випадках, наприклад при влаштуванні конструкцій у сухих ґрунтах, достатньо ущільнення, що

виникає під час бетонування внаслідок проникнення цементного розчину в порожнину шва. Після бетонування та набуття бетоном потрібної міцності зрізують автогеном усі, що виступають на поверхні конструкції, елементи кріплення.

6.3. АРМАТУРНІ РОБОТИ

Види арматури і структура процесу. Арматура – це сталеві круглі стержні, прокатні профілі, дріт, вироби з них (рис. 6.9) або неметалеві вироби – склопластиковий дріт, пасма, інші матеріали, які розміщують у бетоні для підвищення несівної здатності бетонних конструкцій.

Арматурні стержні та дріт поділяють за класами – А-I (A240), А-II (A300), А-III (A400), А-IV (A600), А-V (A800), А-VI (A1000) (стержні), В-I, В-II (дріт) та за марками залежно від їх хімічного складу – наприклад, арматура класу А-II марок Вст5, 18Г2С або 10ГТ.

Стержневу арматуру виготовляють гладкою – класу А-I – та періодичного профілю – А-II-A-IV (рис. 6.9, й). Стержнева арматура періодичного профілю класів А-III-A-VII має однаковий рисунок виступів. Щоб їх розрізняли, раніше кінці стержнів фарбували незмивними фарбами різних кольорів. На сучасному етапі промисловість випускає марковану арматуру періодичного профілю. Марки наносяться під час прокатування з кроком не більш як 1 м.

Клас арматурної сталі визначають кількістю поперечних ребер між двома опуклими позначками, включаючи одну з них. Арматуру класів А-I-A-III та В-I застосовують для ненапружуваних залізобетонних конструкцій, класу А-V (A800), А-VI (A1000) та термічно зміцнену класів А-V (A-785), А-VI (A-175) – для влаштування попередньо напруженої арматури конструкцій. Напружену арматуру виготовляють з високоміцного дроту класів В-II, Вр-II (рифлений, періодичного профілю) (рис. 6.9, г), канатів К-7 і К-10.

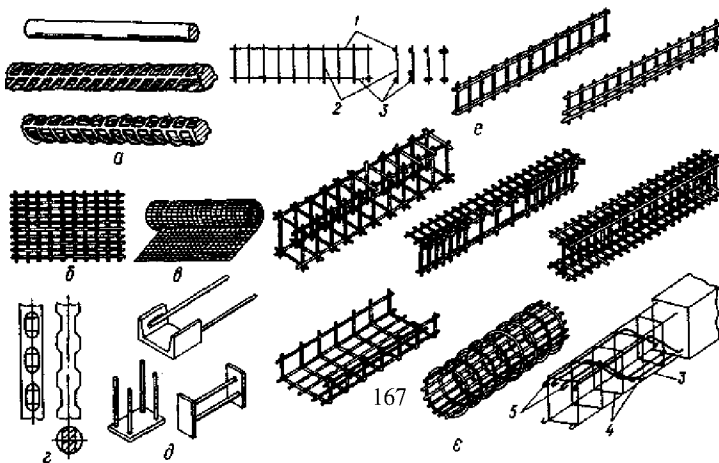


Рис. 6.9. Види арматури:

- а – арматурні стержні; б – плоска арматурна сітка; в – рулонна арматурна сітка; г – арматурний дріт періодичного профілю; д – закладні деталі; е – плоскі каркаси; є – просторові каркаси; 1 – верхні монтажні стержні; 2 – поперечні монтажні й робочі стержні; 3 – нижні робочі стержні; 4 – хомути; 5 – кінцеві гаки

Арматуру класів А–І та А–ІІ діаметром до 14 мм, дріт і канати постачають із заводів метизного виробництва у бухтах, класів А–І та А–ІІ діаметром більше ніж 10 мм та інших класів – у прутиках 6–12 м довжиною, за індивідуальним замовленням – до 24 м, уніфіковані сітки з дроту класу В–І або стержнів класу А–ІІІ 1,5–3 м шириною до 9 м довжиною у плоских пакетах або рулонах (рис. 6.9, б, в).

Арматурні роботи включають заготовлення арматури – виготовлення з арматурної сталі окремих стержнів та складання арматурних сіток і каркасів зварюванням або зв'язуванням з окремих стержнів і установлення арматури у проектне положення.

Заготовлення арматури.

Заготовлення ненапруженої арматури складається з технологічних операцій, які поділяються на дві основні групи – операції виготовлення окремих мірних стержнів і операції їх з'єднання в арматурні елементи.

Заготовлення арматурних стержнів включає операції правлення, обчищення, різання, вигинання і зварювання стиків арматури.

Для переробки арматурної сталі, що надходить у бухтах або прутиках, застосовують різні обладнання та методи. Процес виготовлення стержнів здійснюють на двох лініях: на одній переробляють арматурну сталь, що надходить у бухтах (легка арматура), на іншій – у прутиках (важка арматура).

Правлення, обчищення, різання арматури у бухтах здійснюють на правильно-різальних верстатах, які автоматично виконують усі операції (рис. 6.10, а, б). На верстатах арматурну сталь протягують за допомогою роликів через барабан з закріпленими плашками, що обертаються. Вона, проходячи між плашками, вигинається у різних напрямках, обчищається та вирівнюється. Прутики відрізаються ріжучими роликами, що спрацьовують, торцем стержня при торканні до електровимикача.

Арматурну сталь у прутиках виправляють на верстатах для вигинання арматури, які мають робочий диск, що обертається, зі змінними центральним і згинальними пальцями (рис. 6.10, є). Якщо діаметр стержнів до 24 мм, їх виправляють вручну на спеціальних правильних плитах. Від іржі та грязі арматуру обчищають електричними або механічними сталевими щітками, або ж на

спеціальному верстаті з електричною металевою щіткою. Для заготовлення стержнів та сіток застосовують привідні ножиці, оснащені роликowymi столами для подавання арматури (рис. 6.10, г, д

Арматурні стержні вигинають на привідних верстатах для вигинання арматури, легку арматуру – на ручних верстатах (рис. 6.10, ж). За конструктивною властивістю вигинання арматури довжину стержнів беруть із запасом, що рівний діаметру стержня, якщо вигинають під кутом 90° , половині діаметра, – під кутом 45° , 1,5 – діаметра під кутом 180° .

Широке застосування має технологія заготовлення арматурних стержнів із безперервної нитки, для утворення якої стержні стикують у довжину (рис. 6. 10, и) на електроконтактностикових зварювальних машинах (рис. 6.10, в, з). При цьому стержні закріплюють у струмопровідні колодки машини і одночасно з вмиканням струму приводять у зіткнення. Торці розігрівають до пластичного стану, а потім піддають стискуванню, внаслідок чого стержні з'єднуються.

Арматурні сітки виготовляють із застосуванням точкових контактнoзварювальних машин (рис. 6.10, і), що поділяються на одноточкові, підвісні та багатоточкові. При цьому вузли перетинання стержнів закріплюють у контактах зварювальної машини і пропускають крізь них струм. У місці контакту метал розплавляється, після чого стержні стискають.

Одноточкові машини застосовують для виготовлення сіток та плоских каркасів із стержнів діаметром до 40×40 мм (відповідні діаметри обох стержнів), 500 або 1200 мм шириною. Для виготовлення ширших сіток – до 2500 мм із стержнів діаметром 16×16 і до 5000 мм, із стержнів діаметром 14×40 мм застосовують підвісні контактнoзварювальні машини. На них виготовляють сітки 3800 мм шириною з легкої арматури діаметром до 10×12 мм до 3050 мм – із арматури діаметром до 14×32 мм, до 1450 мм із арматури діаметром до 16×40 мм. Сітки з легкої арматури діаметром до 10 мм розрізають на потрібні розміри спеціальними гільйотинними ножицями, більших діаметрів виготовляють із наперед заготовлених стержнів або розрізають газокисневими різакми.

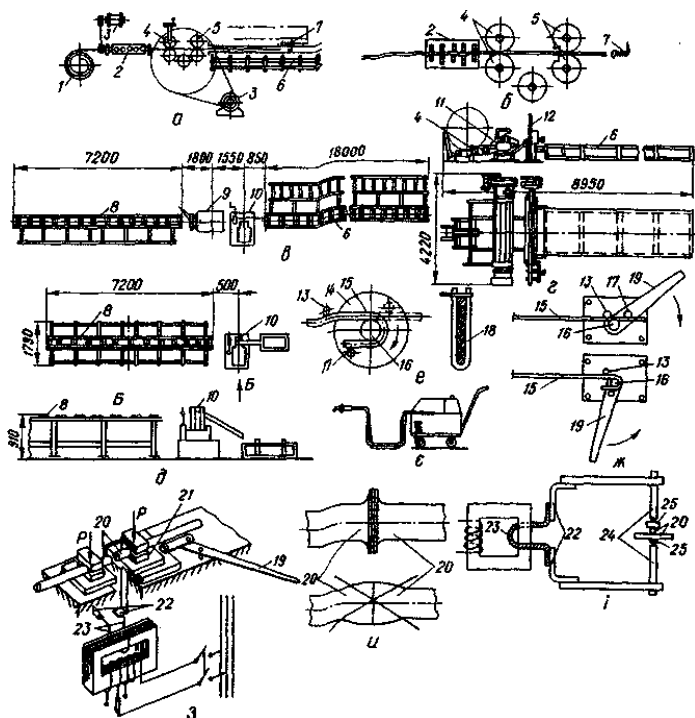


Рис. 6.10. Виготовлення арматури

а – схема правильно-різального верстата; б – схема механізму правлення і різання арматури; в – лінія контактнo-стикового зварювання і різання арматури; г – лінія правлення і різання арматурних стержнів; д – лінія різання арматурних стержнів; е – схема вигинання арматури на механічному верстаті; є – пересувні ручні ножиці з гідроприводом; ж – схема вигинання арматури на верстаті з ручним приводом; з – схема машин контактнo-стикового електрозварювання; и – стикове з'єднання при правильному і неправильному режимах зварювання; і – схема машин для контактнo-точкового електрозварювання; 1 – бухта дроту; 2 – правильний барабан; 3 – електродвигун; 4 – ролики подачі; 5 – те саме, ріжучі; 6 – приймальний стіл; 7 – опора з електровимикачами; 8 – роликовий стіл подачі; 9 – машина контактнo-стикового зварювання; 10 – верстат для різання стержнів; 11 – механізм подачі; 12 – механізм різання; 13 – опорний палець; 14 – робочий диск; 15 – стержень, що вигинається; 16 – центральний ролик; 17 – згинальний ролик; 18 – тримач пакета стержнів; 19 – важіль; 20 – зварювані стержні; 21 – перемотувальна каретка; 22 – мідні шини; 23 – вторинна обмотка зварювального трансформатора; 24 – електродотримачі; 25 – електроди

Просторові каркаси виготовляють на устаткуванні, основними агрегатами якого є контактнo-зварювальні підвісні машини та обладнання для фіксації арматури каркаса у заданих розмірах, подавання стержнів і сіток, переміщення каркаса або на спеціальних верстатах із застосуванням технології формування поздовжнім вигинанням арматурної сітки. Ця технологія характеризується зменшенням трудомісткості, витрат металу і електроенергії. Застосування гнутих елементів забезпечує високу надійність і точність конструктивних арматурних виробів, прискорює та полегшує процеси укрупнення і монтажу.

Заготівлення напружуваної арматури включає виготовлення відрізків із стержневої сталі, високоміцного дроту, канатів або пучків з дроту та влаштування на їх кінцях анкерних елементів (рис. 6.11).

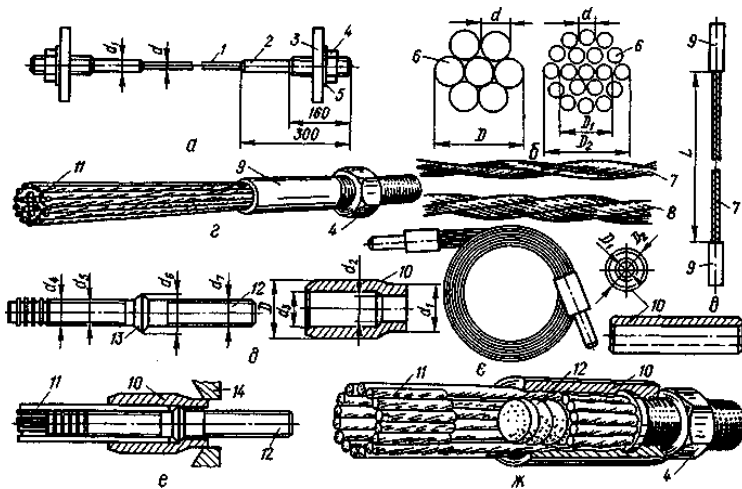


Рис. 6.11. Заготівлення напружуваних арматурних елементів:
а – арматурний стержень з нарізкою на кінцях; б – арматурні пасма і канати;
в – арматурне пасмо з обпресованими гільзами; г – загальний вигляд арматурного пучка з гільзовим анкером; д – деталі гільзостержневого анкера;
е – те саме, для опресування; е – пучок, підготовлений для виведення анкера;
ж – гільзостержневий анкер з пучком дроту після опресування; 1 – стержнева арматура; 2 – оцупок з нарізкою на кінці; 3 – плита; 4 – гайка; 5 – шайба;
6 – дротові пасма; 7 – канат з двох 19-дротових пасем; 8 – те саме, з двох 7-дротових пасем; 9 – гільза; 10 – те саме, в розрізі; 11 – дротини пучка;
12 – анкерний стержень; 13 – бурт; 14 – фільтера

Стержневі елементи виправляють, чистять, відрізають, стикують зварюванням. Для влаштування анкерів до кінців стержнів приварюють оцупки із сталі, що мають різьбу для гайок.

Канати пропускають через правильне обладнання, одночасно очищаючи від бруду і оливи, та ріжуть на частини потрібної довжини. Для анкерування на кінці каната запресовують пресом або домкратом гільзи. На гільзах нарізають різьбу для кріплення муфти домкрата, яким будуть виконувати натягування.

Дротові пучки виготовляють із високоміцного арматурного дроту, розміщуючи його по всьому перерізу або колу. У першому випадку роблять на кінці пучка гільзовий анкер, у другому – гільзостержневий. Готові пучки і канати намотують на барабани. Анкери змащують солідолом і обмотують брезентом. На всі готові арматурні елементи наклеюють бирки з указанням їхньої проектної марки.

Монтаж ненапруженої арматури. До складу арматурних робіт на будівельному майданчику належать розвантаження, приймання та складування арматурних виробів і товарної арматурної сталі; виготовлення нестандартних арматурних виробів, укрупнення сіток і каркасів в арматурний блок; монтаж окремих елементів і блоків у конструктивний арматурний каркас монолітної конструкції; приймання і контроль змонтованої арматури та передавання її під бетонування.

Ненапружену арматуру монтують окремими стержнями, сітками або просторовими каркасами і армоблоками відповідно до умов виконання робіт та видів конструкцій.

Армування конструкцій окремими стержнями виконують ураховуючи просторове положення арматури. Монтаж починають з установлення стержнів робочої арматури.

Армування плит, днищ та інших подібних конструкцій починають з розмітки крейдою положення стержнів, потім їх розкладають і з'єднують між собою. Готову сітку піднімають на підкладки або фіксатори захисного шару. Якщо армування подвійне, то другу сітку збирають аналогічно.

Під час армування вертикальних конструкцій (колон, стін, підколонників) спочатку встановлюють робочі вертикальні стержні і з'єднують їх з випусками. Після цього робочі стержні з'єднують хомутами або монтажною арматурою, встановлюючи їх знизу вверху із забезпеченням потрібної відстані між ними та з'єднують у вузлах хрещення.

Якщо армують балки, ригелі, прогони, інші подібні конструкції до 60 см у висоту, арматурний каркас збирають на підкладках або

козелках над коробом опалубки. Починають роботу з розкладання нижніх робочих стержнів і встановлення хомутів. Зібрану частину розвертають на 180° робочими стержнями вниз, хомутами вверху і встановлюють верхні робочі і монтажні стержні. Готовий каркас опускають у короб. Якщо висота конструкції більш ніж 60 см, каркас збирають на дні опалубки з відкритим боком.

Армування плитних конструкцій буває однорядним і дворядним. При однорядному армуванні у нижній зоні плити сіткукладають за допомогою крана на підготовлену основу або в опалубку і, дещо піднімаючи її, в окремих місцях установлюють під неї фіксатори нижнього захисного шару. У разі потреби влаштовують рівномірний стик або напуск робочих стержнів. У напрямку монтажних арматурних стержнів, якщо немає розрахункових зусиль розтягу або згинального моменту, сіткукладають на відстані одна від одної, що рівна поперечному кроку робочих стержнів арматури. При армуванні верхньої зони плити сіткукладають на легкі просторові гнуті каркаси потрібної висоти або на вертикально встановлені і закріплені підкосами плоскі каркаси. Аналогічно виконують і дворядне армування, проте в цьому випадку краще застосовувати просторовий каркас з двох сіток із перпендикулярними зв'язками.

При **однорядному армуванні** стінок сітку встановлюють вертикально і фіксують положення їх до опалубки, з одного боку, фіксаторами захисного шару, а з іншого – гнутими просторовими елементами або плоским каркасом, що встановлюють перпендикулярно до сітки у вертикальному положенні. При **дворядному армуванні** стінок і деяких балок фіксатори захисного шару встановлюють з обох боків, а між стояками встановлюють вертикальні плоскі каркаси.

Армування просторовими каркасами і армоблоками виконують при зведенні колон, підколонників, східчастих фундаментів, балок, прогонів, інших елементів, армокаркаси яких установлені без з'єднання, мають стійке положення та незначну кількість стиків робочої арматури. Перед монтажем вивіряють і виправляють, згідно з проєктом, арматурні випуски і наносять розбивні осі. Армoelementи встановлюють кранами, вивіряють і тимчасово закріплюють розтяжками або підкосами (рис. 6.12, а, б). Після цього вивільняють стропи, підганяють та з'єднують випуски з робочою арматурою каркаса.

Забезпечення захисного шару бетону – відстань між зовнішніми поверхнями арматури і бетону, що захищає арматуру від корозійних дій зовнішнього середовища, виконують установленням бетонних, пластмасових або металевих фіксаторів, які прив'язують, надягають на арматурні стержні або підставляють під них (рис. 6.12, д, е). Під час роботи бетонних конструкцій у сухих умовах для забезпечення

захисного шару застосовують також спеціальні упори або подовжені поперечні елементи армоконструкцій, які, торкаючись опалубки, фіксують положення арматури (рис. 6.12, в, г).

Захисний шар у плитах і стінках до 10 см товщиною має бути не менше ніж 10 мм, в тих самих конструкціях, але товщих – не менше ніж 15 мм, у балках і колонах при діаметрі поздовжньої арматури 20–32 мм – не менше ніж 25 мм, при більшому діаметрі – не менше ніж 30 мм.

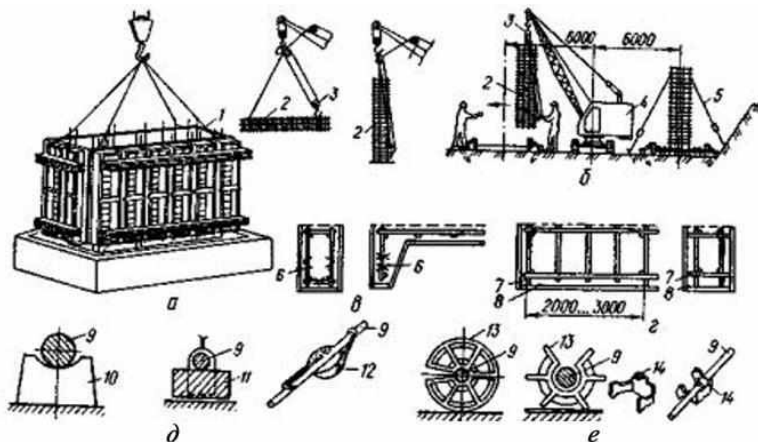
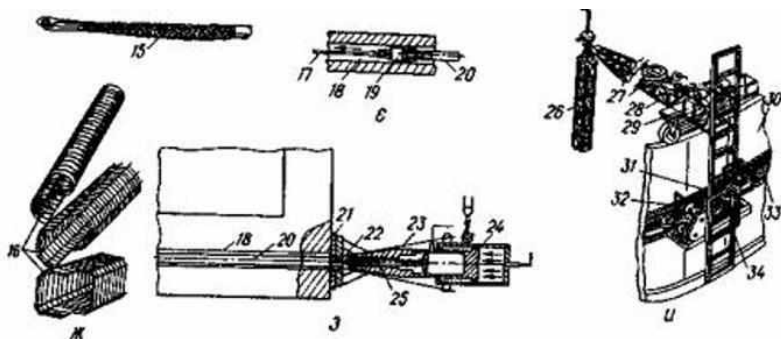


Рис. 6. 12. Монтаж арматури



Продовження рис. 6. 12. Монтаж арматури:

а – монтаж арматурно-опалубного блока; б – монтаж арматурного блока підколонника; в – улаштування захисного шару за допомогою упорів; г – те саме, із застосуванням подовжених стержнів; д – те саме, із застосуванням бетонних підкладок; е – те саме, із застосуванням пластмасових і металевих фіксаторів; ж – схема натягування напруженої арматури в канал; з – каналуєтворювачі; и – машина для накручування напруженої арматури; 1 – арматурно-опалубний блок; 2 – арматурний блок; 3 – напівавтоматичні стропи; 4 – стріловий кран; 5 – розтяжка; 6 – упори з арматурного дроту; 7 – подовжені арматурні стержні; 8 – опалубка; 9 – стержень арматури; 10 – бетонна підкладка; 11 – те саме, із скруткою дроту; 12 – те саме, з пружинними скобами; 13 – пластмасові фіксатори; 14 – металеві штамповані підкладки; 15 – гумовий каналуєтворювач із петлею для його витягування; 16 – рифлені каналуєтворювачі зі сталевий стрічки; 17 – трос; 18 – канал; 19 – човник; 20 – напружена арматура; 21 – плита; 22 – клиноподібна пробка; 23 – пучок дроту; 24 – циліндр з поршнем для натягування дротин пучка; 25 – те саме, для запресовування клиноподібної пробки; 26 – центральна опора; 27 – бухтотримач; 28 – стріла; 29 – верхній візок; 30 – стінова панель; 31 – намотувана напружена арматура; 32 – нижній візок; 33 – ланцюг; 34 – вертикальна рама машини

Приймання змонтованої арматури оформляють актом на приховані роботи. При цьому перевіряють відповідність проектним розмірам, наявність і місцеположення закладних деталей, фіксаторів, міцність стиків і армоконструкцій, яка має бути незмінною при бетонуванні.

З'єднання арматурних елементів. Арматурні стержні, сітки, каркаси, інші елементи при встановленні у конструкцію з'єднують між собою дуговим або контактним електрозварюванням, напуском, на муфтах, металевими та пластмасовими фіксаторами або в'язанням дротом.

Дугове електрозварювання стержнів поділяють на ручне шовне, ванне, ванношовне, електрошлакове (рис. 6.13). Елементи з'єднуються при плавленні металів електрода та стикової зони з'єднувальних елементів під дією електричної дуги, що виникає між ними. Застосовують зварювальні апарати змінного або генератори постійного струму. Останні забезпечують якісніше зварювання, але є складнішим і дорожчим, порівняно з трансформаторами змінного струму. Електроди для зварювання арматури виготовлені із сталевго дроту діаметром 1–12 мм, довжиною 450 мм з товстим шаром обмазки флюсом. Тип електрода, наприклад Е42Т, Е42А-Ф, визначає міцність металу, що утворюється при застосуванні електрода – перші дві цифри вказують на те, що наплавлений метал має мінімальну гарантовану міцність 4,2 МПа і тип покриття (Т – рутилове, Ф – фтористо- кальцієве). Літера А означає, що електрод надає підвищені пластичні властивості наплавленому металу.

Дугове шовне зварювання виконують протяжними швами з напуском стержнів або з двобічними круглими накладками та багатошаровими швами з гнутими підкладками або без них (рис. 6.13, а–ж).

З'єднання стержнів унапуск застосовують при зварюванні арматури класів А–І–А–ІІІ. При однобічних швах діаметр арматури не повинен перевищувати 20 мм. З'єднання з круглими накладками застосовують при зварюванні арматури класів А–І–А–ІV (рис. 6.13, в, г, д). Арматурну сталь А–ІV зварюють тільки у нижньому положенні різнобічними швами. При цьому накладки зсовують одна відносно одної на відстань не меншу діаметра з'єднуваних стержнів А (рис. 8.13, д, к). Довжина напуску або накладок має бути не менше ніж $3 < l$, $4 < l$, $5 < l$; $10 < l$ при зварюванні арматури двобічними швами відповідних класів: А–І(А240), А–ІІ(А300), А–ІІІ(А400), А–ІV(А600). У разі зварювання стержнів однобічними швами довжину накладок або напуску подвоюють. Для з'єднання унапуск кінці стержнів попередньо відгинають під кутом, що забезпечує їх співвісність (рис. 6.13, а, б, і). Стержні періодичного профілю встановлюють так, щоб їх поздовжні ребра розміщувались на одній лінії.

Дугове зварювання з гнутими сталевими підкладками горизонтального стику починають з проварювання кутів між торцями стержнів і підкладки, далі заповнюють проміжок між стержнями наплавленням металу електрода. При зварюванні вертикальних стержнів спочатку проплавляють у кутах підкладок торці верхнього і нижнього стержнів, а потім шар за шаром наплавляють метал на торець нижнього стержня, піднімаючись до верхнього (рис. 6.13, м).

Довжину підкладок приймають не меншу ніж $2 < i$, але не менше ніж 30 мм, від 4 до 6 мм товщиною.

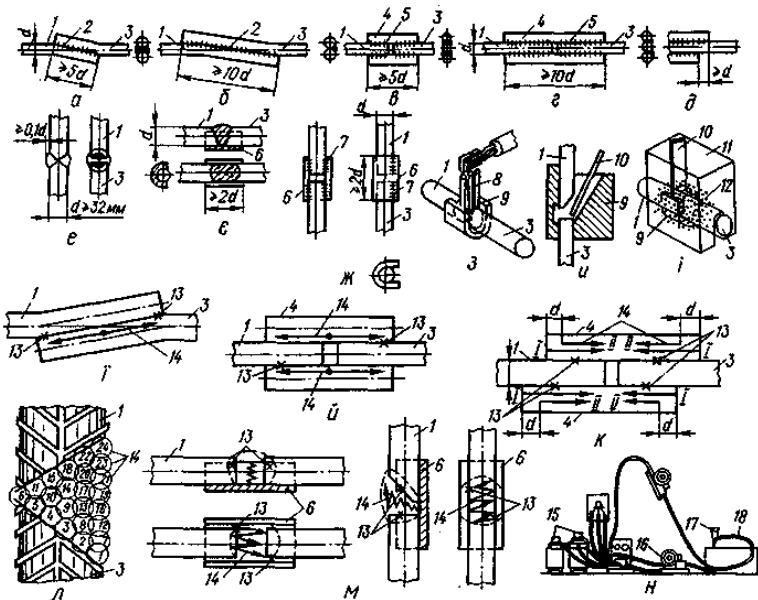


Рис. 6. 13. Зварні з'єднання арматурних стержнів:
 а – з'єднання внапусток двома косими швами; б – те саме, одним косим швом;
 в – з'єднання з круглими накладками чотирма фланговими швами; г – те саме,
 двома фланговими швами; д – те саме, стержнів із сталі класу А-IV;
 е – з'єднання вертикальних стержнів без підкладок; є – з'єднання
 горизонтальних стержнів із скобами-підкладками; ж – те саме, вертикальних
 стержнів із скобами-підкладками; з – багатоелектродне ванне зварювання
 горизонтальних стержнів; и – одноелектродне ванне зварювання стержнів у
 різних формі; і – схема ванного електрошлакового зварювання; ї – порядок
 зварювання стержнів внапусток; й – те саме, з накладками; к – те саме, із сталі
 класу А-IV; л – порядок плавлення шарів багатопроводного шва під час
 з'єднання вертикальних стержнів без підкладок; м – порядок зварювання
 стержнів із скобами-підкладками; н – шланговий напівавтомат; 1, 3 – зварювані
 стержні; 2 – косий шов; 4 – кругла накладка; 5 – фланговий шов; 6 – скоба-
 підкладка; 7 – додатковий зварний шов; 8 – гребінка електродів; 9 – форма;
 10 – електрод; 11 – огорожа; 12 – флюс; 13 – місця прихватки; 14 – напрямок
 зварювання; 15 – джерело струму; 16 – касета з електродним дротом;
 17 – місткість для флюсу; 18 – гнучкий провід; I, II – послідовність зварювання
 шарів шва

Якщо кількість вертикальних стиків стержнів діаметром більшим ніж 20 мм незначна, допускається зварювання їх без підкладок. У цьому випадку торці стержнів попередньо зрізають під певним кутом з одного або двох боків і витримують потрібний порядок наплавлення шарів багатошарового шва (рис. 6.13, л).

Ванне зварювання порівняно із зварюванням стержнів унапуск або з накладками має низку переваг. При цьому витрати металу на стик знижуються до 10 разів, електродів та електроенергії – у 2–3 рази, трудомісткість і собівартість – у 2–3 рази.

Ванне зварювання застосовують для стикування стержнів діаметром більшим ніж 20 мм. Стик улаштовують із проміжком до 0,8-и в інвентарних мідних формах або сталевих жолобчастих підкладках (рис. 6.13, з, м). При зварюванні у формі утворюється ванна з розплавленого металу електродів, який розплавляє торці стержнів і після охолодження утворює зварний шов. Для стержнів діаметром 20–34 мм застосовують одноелектродне зварювання, більшого діаметра – багатоелектродне гребінкою із 3–5 електродів, що приварені до допоміжної пластини, затисненої в одnorучному електродотримачі.

При ванношовному зварюванні стержнів діаметром 36–80 мм застосовують сталеву підкладку для утворення ванни, яку поздовжніми швами приварюють до стикованих стержнів, для сприймання розтяжних зусиль.

Ванним напівавтоматичним зварюванням з'єднують стержні діаметром 20–40 мм у мідних формах, діаметром 25–70 мм на сталевих підкладках. Для зварювання застосовують шлангові напівавтомати з безперервною подачею електродного порошкового дроту (рис. 6.13, и). Електродний порошок дріт має вигляд згорненої зі сталевий стрічки трубки, порожнина якої заповнена флюсом. Його використання забезпечує високу якість зварювання, зниження трудомісткості, витрат металу та електроенергії. Порошковий дріт має високу вартість і може використовуватись лише у випадках, коли конструктивні рішення стиків не дають змоги застосувати інвентарні форми.

Електрошлакове зварювання є найбільш економічно вигідним. Стержні у стику розміщують із проміжком 5–20 мм у мідних формах (рис. 6.13, і). При напівавтоматичному зварюванні спочатку стиковий проміжок засипають флюсом приблизно до половини діаметра стержнів, вводять у флюс кінець голого електродного дроту і збуджують дугу між електродом і нижньою частиною торця одного із стержнів. Дуга спочатку розплавляє флюс, а потім із розплавленої

сталі електрода і кінців стержнів утворюється ванна, вкрита зверху шлаком. У процесі зварювання підсипають флюс, як тільки починається розбризкування рідкого шлаку. Для цього виду зварювання застосовують плоскі електроди або гребінку електродів з голого електродного дроту.

Контактним електрозварюванням на будівельному майданчику з'єднують стержневу арматуру діаметром до 25–32 мм. Для контактного зварювання сіток горизонтальних поверхонь застосовують мобільні стикові машини з підвісними зварювальними кліщами на гідравлічному маніпуляторі або ручні зварювальні кліщі з коаксiальними електродотримачами, які підвішені на пружинному балансірі (рис. 6.14).

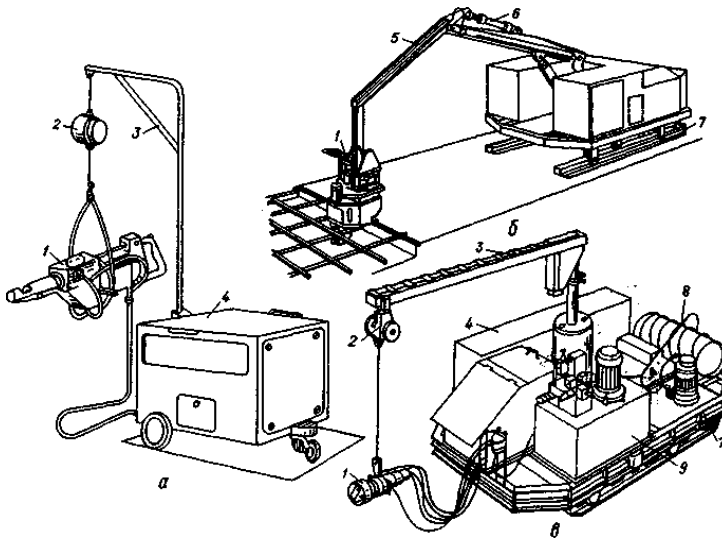


Рис. 6.14. Зварювальні стикові машини:

а – зварювальні кліщі з коаксiальними електродотримачами; б – мобільна стикова машина МСМ-1; в – те саме, МСМ-2; 1 – кліщі; 2 – пружинний балансір; 3 – консоль; 4 – шафа керування; 5 – стріла; 6 – гідроциліндр; 7 – самохідне шасі; 8 – станція охолодження; 9 – насосна станція

З'єднання стержнів унапусток без зварювання (рис. 6.15, д, є) застосовують при армуванні конструкцій сітками або плоскими каркасами з однобічним розміщенням робочих стержнів арматури і діаметрі стержнів не більшим ніж 32 мм. Величина напуску залежить

від класів арматури і бетону та характеру дії елементів (табл. 6.2).

При стикуванні сіток із стержнів гладкого профілю у межах стику розміщують не менше двох поперечних стержнів кожної сітки (рис. 6.15, а). Якщо стержні періодичного профілю, а поперечних стержнів у межах стику немає, довжину напуску збільшують на 5 діаметрів стержнів (рис. 6.15, б). Стики поперечних монтажних стержнів виконують з напуском 50 мм, якщо їх діаметр до 4 мм, з напуском 100 мм, якщо діаметр більший (рис. 6.15, в). Якщо діаметр робочої арматури 26 мм і більше, поперечний стик сіток у неробочому напрямку доцільно перекривати спеціальними стиковими сітками, які укладають внапусток у кожному напрямку не менше 15 діаметрів розподільної арматури (не менше ніж 100 мм), (рис. 6.15, г).

З'єднання стержнів фіксаторами (рис. 6.15, є) застосовують при збиранні арматурних елементів у опалубці, кондукторах або шаблонах. Фіксаторами скріплюють стержні у вузлах схрещення.

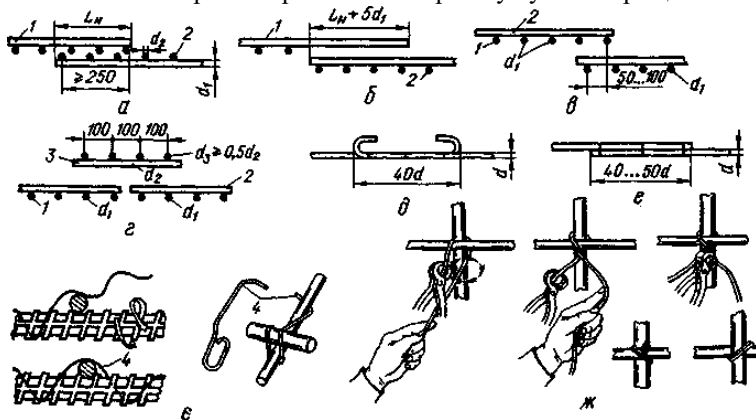


Рис. 6.15. Незварні з'єднання арматурних сіток і стержнів:
а – з'єднання внапусток зварних сіток із стержнів гладкого профілю; б – те саме, із стержнів періодичного профілю; в – те саме, у неробочому напрямку;
г – те саме, в неробочому напрямку з додатковою сіткою; д – з'єднання внапусток стержнів гладкого профілю; е – те саме, стержнів періодичного профілю; є – хрестові з'єднання стержнів пружинними фіксаторами;
ж – в'язання хрестоподібного з'єднання стержнів дротом; a_1 – діаметр робочих стержнів; d_2 – те саме, розподільних стержнів; d_3 – те саме, стержнів додаткової сітки; 1 – робочий стержень; 2 – розподільний стержень;
3 – додаткова сітка; 4 – пружинний фіксатор

Таблиця 6.2

Найменша довжина напуску сіток і каркасів при стикуванні їх без зварювання, діаметри стержнів

Розміщення стиків	Бетон класів			
	C10/12,5 (B12,5)		C12/15 (B 15) і вище	
	Арматура класів			
	A–I, A–II	A–III, A–IIв	A–I, A–II	A–III, A–IIв
У розтягненій зоні зігнутих позацентрово-стиснених елементів	35	45	30	40
У центральнорозтягнених чи позацентрово-розтягнених елементах	40	50	35	40

Застосовують різні типи пружинних металевих фіксаторів.

Ефективними є **пластмасові фіксатори**, які одночасно можна використовувати і для забезпечення потрібної товщини захисного шару бетону між арматурою і опалубкою. Застосування фіксаторів для з'єднання арматури забезпечує гарантовану якість з'єднань і знижує трудомісткість робіт порівняно з ручним в'язанням у 2,5–3 рази.

З єднання в'язанням відпаленим сталевим дротом діаметром 1–1,5 мм (рис. 6.15, ж) виконують при незначних обсягах робіт, відсутності фіксаторів, неможливості застосування електрозварювання. Поздовжні стержні з'єднують унапусток перев'язуванням стику у трьох місцях – посередині і на кінцях. При стикуванні стержнів гладкого профілю у розтягненій зоні вони повинні мати зігнуті гаки на кінцях. Монтаж напружуваної арматури включає установлення її у проектне положення та наступне натягування.

Напружувану арматуру встановлюють у попередньо влаштовані у монолітних конструкціях канали після набуття бетоном потрібної міцності, до бетонування або після набуття бетоном проектної міцності. Натягування арматури виконують механічним і електро-термічним методами або самонапруженням.

Канали для напружуваної арматури влаштовують установленням до бетонування у конструкції каналоутворювачів із сталевих трубок, гумових рукавів з дрововим осердям, які через 2–4 години після бетонування виймають з конструкції, або сталевих тонкостінних гофрованих трубок, які залишаються в бетоні (рис. 6.12, ж).

Після набуття бетоном потрібної міцності у канали заводять напружану арматуру із стержнів, канатів або пучків (рис. 6.12, є). Один кінець арматури закріплюють у торці каналу, а інший запресовують в анкер і муфтою з'єднують з гідравлічним домкратом одинарної або подвійної дії (рис. 6. 12, з). *Якщо довжина арматури більша ніж 10 м, її натягують одночасно з обох кінців двома домкратами.*

Натягують арматуру спочатку із зусиллям до 0,1 заданого зусилля натягу. При цьому арматурні стержні випрямляються і щільно прилягають до стінок каналу. Зусилля, що дорівнює 0,1 розрахункового натягу, приймають за початок відліку при наступному контролі натягування за тиском у гідросистемі і деформаціями.

Арматуру натягують плавно, збільшуючи зусилля натягу на 3–5 кН і доводячи його до значення, що перевищує розрахункове на 10 відсотків. Витримавши в такому стані 8–10 хв, його зменшують до розрахункового і закріплюють другий кінець напруженої арматури. Для запобігання перепаду напруження вздовж арматури інколи застосовують пульсуюче натягування – кілька разів короткочасно послідовно збільшують, а потім зменшують зусилля натягу.

Якщо у перерізі конструкції є кілька напружуваних арматурних елементів, то натягування починають з елемента, розташованого ближче до середини. Елементи, що розміщені біля боків конструкції, натягують одночасно двома домкратами або поперемінно. Після цього знову підтягують середні елементи, натяг яких зменшується внаслідок укорочення бетону від стискання.

Відразу після натягування канали заповнюють цементно-піщаним розчином марки не менше 300. Нагнітають розчин розчинонасосом або пневмонагнітачем з одного кінця каналу безперервно, починаючи з тиску 0,1 МПа і підвищуючи його до 0,4 МПа. Нагнітання зупиняють, коли розчин починає витікати з іншого кінця каналу.

Арматурні напружані елементи, що вкладають у конструкції до бетонування, попередньо покривають антикорозійною речовиною, а потім фторопластом (тефлоном), який має майже нульовий коефіцієнт тертя. У процесі натягування канати або стержні відносно легко ковзають у тілі бетону.

Самонатягування арматури здійснюється при бетонуванні конструкцій стержнями періодичного профілю із застосуванням розширних бетонів.

Для попереднього натягування арматури резервуарів, силосів, інших циліндричних споруд застосовують спеціальні накручувальні

машини, які обтягують арматурним дротом стінки споруд зовні, після набуття бетоном проектної міцності (рис. 6.12, и). Для захисту арматури після її накручування поверхню торкретують або штукатурять високоміцним цементним розчином.

6.4. ПРИГОТУВАННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ

Технологія процесу. Приготування бетонної суміші складається з операцій (рис. 6.16) приймання і складування складових матеріалів – цементу і заповнювачів, їх дозування і перемішування та видавання готової бетонної суміші на транспортні засоби. У разі приготування бетонних сумішей з добавками, на легких заповнювачах або за певних умов (зимових, жарких) у технологічний цикл включають додаткові операції. Для сумішей з добавками (пластифікувальними, протиморозними тощо) треба попередньо приготувати водний розчин, у зимових умовах попередньо підігрівають заповнювачі і воду, при використанні легкобетонних сумішей на пористих заповнювачах їх можна попередньо замочувати.

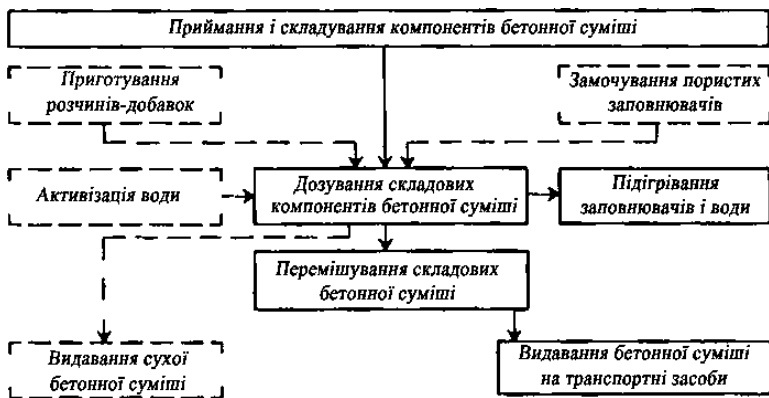


Рис. 6.16. Технологічна схема приготування бетонної суміші Для

покращення технологічних властивостей бетонної суміші та економії цементу воду для замішування можна активізовувати електромагнітною обробкою, введенням та турбулентним перемішуванням незначних доз цементу або інших добавок.

Бетонну суміш готують за закінченою або розподільною

технологією. У першому випадку здобувають готову бетонну суміш, у другому – віддозовані сухі компоненти або суху бетонну суміш.

Заводи і устаткування. Залежно від конкретних організаційних умов та технологічних потреб бетонну суміш готують на автоматизованих бетонних заводах, різних переставних і пересувних установках, в автобетонозмішувачах, які завантажуються сухими віддозованими компонентами на бетонних заводах, стаціонарних бетонозмішувачах.

Заводи та установки поділяють за способами приготування бетонної суміші на циклічної та безперервної дії. Останні більш продуктивні. За місцем розташування розрізняють районні та центральні заводи, а також мобільні установки, що встановлюють безпосередньо на будівельному майданчику.

Основним технологічним устаткуванням для приготування бетонної суміші є роздавальні бункери з розподільним обладнанням, дозатори, бетонозмішувачі і транспортні комунікації. Устаткування комплектують за вертикальною (односхідчастою) або партерною (двосхідчастою) схемами. За вертикальною схемою компоненти бетонної суміші піднімають у роздавальні бункери, з них вони переміщуються під дією власної ваги вниз. Партерне компонування потребує меншої висоти, але більшої площі для розміщення устаткування.

Розрізняють бетонозмішувачі за режимом роботи циклічної і безперервної дії, за принципом змішування – гравітаційної та примусової дії.

Гравітаційні бетонозмішувачі обладнані обертовим барабаном із лопатями на стінках. При обертанні барабана лопаті піднімають змішуваний матеріал угору, звідки він, під дією сили ваги, падає і проникає у нижні шари суміші. Вони бувають перекидними і неперекидними.

Бетонозмішувачі примусової дії мають нерухомий корпус та рухомі лопаті, скріпки або кулачки, що насаджені на горизонтальні або вертикальні привідні вали. У змішувачах примусової дії частинки змішуваних матеріалів багаторазово переміщуються за складними траєкторіями, що забезпечує скорочення процесу перемішування у 1,5–2 рази порівняно з гравітаційними змішувачами та покращення якості бетону.

Бетонозмішувачі циклічної дії розрізняють за об'ємом готової суміші, що видається за один заміс. У сучасних змішувачах він становить від 65 до 3000 л. Об'єм завантажуваних сипучих матеріалів визначають перемножуючи значення об'єму готового замісу на коефіцієнт 1,5. Продуктивність циклічного бетонозмішувача

визначають з формули

$$П = д \times п \times k_b 1000, \quad (6.7)$$

де $д$ – об'єм готової бетонної суміші за один заміс, л;

$п$ – кількість замісів за одну годину;

k_b – коефіцієнт бетонозмішувача за часом (приймають від 0,85 до 0,93).

Приготування бетонних сумішей на щільних заповнювачах у бетонозмішувачах гравітаційної дії починають із завантаження їх сухими компонентами – цементом, піском, крупним заповнювачем. Сухі складові перемішують спочатку протягом 30–60 с, потім додають воду і виконують остаточне перемішування, тривалість якого залежить від об'єму змішувача та рухливості бетонної суміші (табл. 6.3).

У змішувачі примусової дії спочатку подають всі сухі компоненти з 2/3 потрібної кількості води для замішування, перемішують їх протягом 1,5–2 хв, потім додають воду, що залишилась, і знову перемішують 2–3 хв.

Таблиця 6.3

Тривалість перемішування бетонних сумішей на щільних заповнювачах у змішувачах гравітаційної лінії, с

Об'єм змішувача	Рухливість бетонної суміші, см			
	2–4	5–8	9–12	більше ніж 12
До 500	90	80	70	60
500–1000	120	110	100	90
Більше ніж 1000	–	140	120	100

У турбулентних змішувачах час перемішування скорочується до 60–90 с.

Бетонні суміші з добавками готують із застосуванням змішувачів гравітаційної примусової дії. Пластифікувальні, повітряутворювальні, протиморозні добавки, прискорювачі і уповільнювачі тузавлення подають у бетонозмішувач разом з водою, суперпластифікатори – 0,20–0,25 г частинами у кінці процесу перемішування. Для рівномірного розподілення добавки у суміші тривалість перемішування після подачі всіх компонентів, зокрема добавок, приймають не менше ніж 90 с для гравітаційних змішувачів і 30 с – для змішувачів примусової дії.

Транспортування бетонної суміші. Процес транспортування бетонної суміші включає навантажування бетонної суміші у транспортні засоби з бункера бетонозмішувальної установки, доставку

її різними транспортними засобами до будівельного майданчика, перевантаження на транспортні засоби, що подають суміш до конструкції, яка зводиться, наступне подавання суміші до місця укладання. Доставка бетонної суміші від бетонозмішувальної установки безпосередньо до місця укладання може здійснюватися одним транспортним засобом. У цьому випадку не виконують перевантаження.

Залежно від застосування транспортних засобів розрізняють порційне, безперервне і комбіноване транспортування бетонної суміші. Для порційного транспортування використовують автотран-спортні засоби, бадді, бункери. **Безперервне виконують** конвеєрами і бетоноводами, якщо відстань від бетонозмішувальної установки до місця укладання бетонної суміші незначна.

Комбіноване транспортування поєднує порційне переміщення суміші від заводу до будівельного майданчика і наступне безперервне подавання її у конструкцію бетононасосами, бетоноводами, конвеєрами або бетоно-укладачами.

Основними технологічними вимогами до транспортування бетонної суміші є забезпечення збереження її легкоукладальності і однорідності. Для цього бетонна суміш має бути захищеною від атмосферних опадів, сонячних променів, витікання цементного молока або розчину, розшаровування. ***Тривалість транспортування не повинна перевищувати часу, яким починається процес тужавлення.***

Однорідність суміші порушується (суміш розшаровується) під час транспортування її на нерівній дорозі, при високій швидкості руху і значній тривалості транспортування. При розшаруванні суміші крупний заповнювач осідає, а розчин і вода піднімаються вгору. Таку суміш не можна укласти у конструкцію, її потрібно знову перемішати до однорідної консистенції.

Для запобігання розшаруванню і збереження технологічних властивостей суміші застосовують спеціалізовані транспортні засоби – автобетонозмішувачі та автобетоновози. Шляхи для перевезення мають бути з твердим покриттям без вибоїн і нерівностей. ***Щоб запобігти укладанню бетонної суміші після початку тужавлення, тривалість транспортування готової суміші має бути 45 хв – при температурі суміші 20–30°C, 90 хв – при 10–20°C і 120 хв – при 5–10°C.***

Доцільність перевезення суміші визначається допустимою тривалістю транспортування, станом доріг і середньою швидкістю руху, видом транспортних засобів, рухливістю бетонної суміші (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

Відстань транспортування готової бетонної суміші при температурі навколишнього повітря до 25°C

Вид транспортного засобу	Вид покриття дороги	Швидкість транспортування, км/год	Рухливість бетонної суміші, см			
			1–3	4–6	7–9	10–14
Автобетоновоз	Тверде/м'яке	30/15	45/12	30/8	20/5,4	15/4
Автобетонозмішувач	Тверде	30	100*	80*	60*	45*

Транспортують бетонну суміш від бетонних заводів або установок до будівельного майданчика в автобетонозмішувачах, автобетоновозах, у деяких випадках – у бункерах або баддях, встановлених на кузовах бортових автомобілів або самоскидів.

Автобетонозмішувачі – найефективніші засоби транспортування бетонних (насамперед легкобетонних) сумішей у міських умовах на значні відстані. Ними транспортують готову бетонну суміш, частково замішану водою та суху. У процесі перевезення готової бетонної суміші її періодично збуджують (кожні 30–40 хв), інтенсивно перемішуючи обертанням змішувального барабана 5–7 хв. Такий режим збуджування дає змогу максимально зберегти однорідність і легкоукладальність бетонної суміші та збільшити тривалість її транспортування в 1,5–2 рази.

Під час транспортування бетонної суміші на більші відстані у бетонозмішувачах на заводі товарного бетону завантажують частково замішану водою або суху суміш. У першому випадку на заводі вводять не більше ніж 2/3 води для замішування, решту – у дорозі за 10–15 хв до приїзду на місце або безпосередньо на будівельному майданчику. Після введення води до повного об'єму суміш перемішують 10–15 хв в автобетонозмішувачі. Відстань транспортування бетонної суміші у такому разі збільшується на 25–30 %.

Відстань транспортування сухих бетонних сумішей в автобетонозмішувачах не обмежується, але при цьому завантажувані у барабан автобетонозмішувача сухі компоненти повинні мати вологість не більше ніж 3–4 % для запобігання утворенню у ньому грудок злиплого цементу із заповнювачами. Заповнювачі вологістю 5–10 % попередньо обробляють розчином комплексної, сповільнюючій тужавлення цементу і пластифікувальної добавки. Бетонну суміш готують у дорозі перед приїздом на будівництво, подаючи у змішувальний барабан порцію води і перемішуючи 20–25 хв. Суміш розвантажують зворотним обертанням барабана через лоток, що дає змогу подавати її на висоту до 3 м з поворотом на 180°.

Автобетоновози – це спеціальні автотранспортні засоби для

перевезення бетонної суміші. Ними можна постачати якісну бетонну суміш на відстань у 1,5 разу більшу, ніж автосамоскидами (табл. 6.4). Вони мають закритий, перекидний, краплеподібної форми кузов, що виключає попадання дощу, виплескування бетонної суміші, налипання бетону у кутах і зменшує розшаровування під час перевезення. Кут нахилу 80° при розвантаженні і наявність вібробуджувача забезпечує швидке, без затрат ручної праці, розвантаження.

Використання автосамоскидів для перевезення бетонної суміші має низку недоліків – кузови мало пристосовані для цього і при транспортуванні в них бетонна суміш розшаровується, влітку втрачає вологу, взимку охолоджується, до 1–2 % цементного молока і суміші може втрачатися через щілини заднього борту та виплескуватись. При розвантаженні виникає потреба вручну відчищати кузов. Конструкцію кузова дещо поліпшують нарощенням бортів металевими листами та ущільненням заднього борту гумою.

У контейнерах або баддях, установлених на бортових автомобілях, спеціальних автобаддьовозах, транспортують бетонну суміш на незначні відстані, подаючи її у конструкцію кранами.

Розвантаження бетонної суміші на будівельному майданчику із автосамоскидів, автобетоновозів, автобетонозмішувачів виконують у конструкцію або в устаткування, яке застосовують для наступної подачі суміші у конструкцію.

Для відновлення технологічних властивостей бетонної суміші, що втрачаються під час транспортування автосамоскидами на більші відстані порівняно з наведеними в табл. 6.4, та за вимог забезпечення її легкоукладальності в інших випадках (наприклад, при наступній подачі бетонної суміші у конструкцію бетононасосами) на будівельному майданчику суміш вивантажують у спеціальні перевантажувачі, оснащені гвинтовим конвеєром або змішувальним барабаном.

Безпосередньо з автотранспортних засобів подають бетонну суміш у конструкції, розташовані на рівні землі або неглибокі малооб'ємні, з автобетонозмішувачів – у **невисокі, до 3 м**, малооб'ємні. Це найефективніший спосіб, який не потребує додаткових засобів і пристосувань (рис.6.17. а).

Безпосередньо розвантажують суміші з автотранспортних засобів при бетонуванні масивних заглиблених конструкцій (фундаментів доменної печі, прокатного стану тощо) з улаштуванням для заїзду естакад і пересувних мостів (рис. 6.17, в). Бетонну суміш розвантажують у конструкцію без додаткових пристосувань, якщо висота скидання **суміші до 3 м**. Якщо висота скидання більша, для запобігання її розшаруванню застосовують ланкові хоботи з приймальним бункером (рис, 6.17, г, д) або віброхоботи (рис. 6.17, е). 3

нарощуванням шарів укладеного бетону нижні ланки хоботів знімають. Застосування бетоновозних естакад та пересувних мостів забезпечує високу інтенсивність бетонування (до 60–80 м³/год), знижує трудомісткість робіт, але вартість їх значна.

Подавання бетонної суміші. При бетонуванні різноманітних наземних та підземних конструкцій з інтенсивністю робіт до 20 м³ на добу бетонну суміш транспортують у баддях місткістю 0,5–3 м³ (рис. 6.17, б) і подають кранами.

Баддя – це зварна металева конструкція, яка має корпус, каркас, заслінку, важіль. Вони бувають поворотні та неповоротні. Неповоротні застосовують у разі потреби подавання бетонної суміші невеликими порціями у колони, стіни незначної товщини.

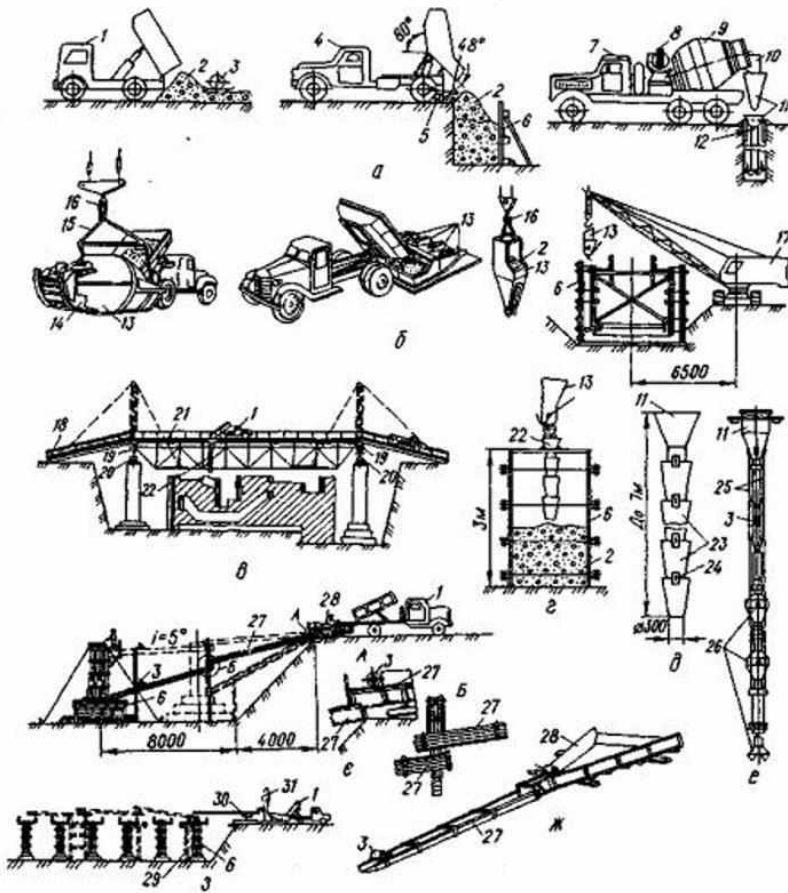
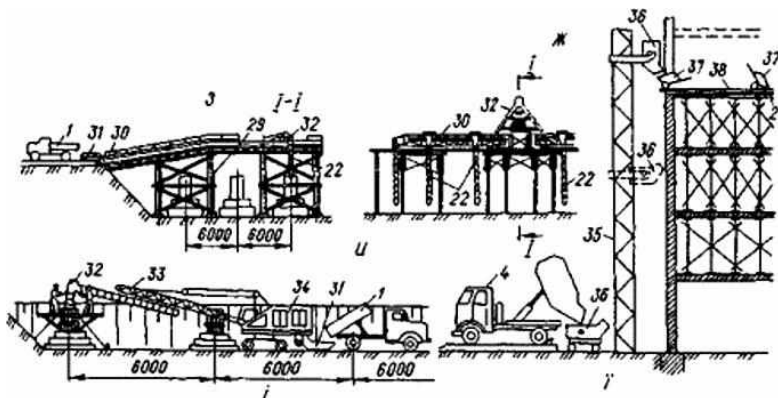


Рис. 6. 17. Транспортання й подавання бетонної суміші в конструкції



Продовження рис. 6.17. Транспортування і подавання бетонної суміші в конструкції:

а – автотранспортні засоби для перевезення бетонної суміші та подавання її безпосередньо у конструкції підлог, стрічкових фундаментів та бурунабивних паль; б – подавання бетонної суміші у бадях краном; в – те саме, умасивний фундамент з пересувного мосту; г – те саме, в конструкцію із застосуванням ланкового хобота; д – ланковий хобот; е – віброхобот; є – подавання бетонної суміші у фундаменти під колони віброконвеєром; ж – віброживильник і віброжолоб; з – подавання бетонної суміші у фундаменти під колони стрічковим конвеєром; и – те саме, стаціонарним конвеєром; і – те саме, стрічковим бетоноукладачем; ї – подавання бетонної суміші підйомником для бетонування перекриття; 1 – автосамоскид; 2 – бетонна суміш; 3 – вібратор; 4 – автобетоновоз; 5 – відбійний брус; 6 – опалубка; 7 – автобетонозмішувач; 8 – бак для води; 9 – бетонозмішувальний барабан; 10 – лотік; 11 – приймальний бункер; 12 – бетонолитна труба; 13 – бадді; 14 – заслінка; 15 – підвіски; 16 – гак крана; 17 – самохідний кран; 18 – в'їзний пандус; 19 – котки пересувного мосту; 20 – рейки; 21 – міст; 22 – лайковий хобот; 23 – ланки хобота; 24 – кріплення ланок; 25 – троси; 26 – уповільнювачі; 27 – віброжолоб; 28 – віброживильник; 29 – опора конвеєра; 30 – секція конвеєра; 31 – перевантажувальний бункер; 32 – розвантажувач; 33 – телескопічний конвеєр бетоноукладача; 34 – бетоноукладач; 35 – підйомник; 36 – роздавальний бункер; 37 – тачка; 38 – катальні ходи

Стрічкові пересувні конвеєри доцільно застосовувати для подавання бетонної суміші у невеликі площею 5–8 м² монолітні конструкції (рис. 6.17, з, и). Конвеєри мають довжину 6–15 м, ширину стрічки 400–500 мм і можуть подавати бетонну суміш на висоту 1,5–4 м. Вони устатковані живильниками, які забезпечують рівномірне подавання суміші на стрічку, пристроями, що очищають стрічку від

налипання цементу. Для вивантаження суміші з конвеєра застосовують напрямні двобічні щитки або лійку не менше ніж 0,6 м висотою. Вільне скидання бетонної суміші з конвеєра не допускається.

Для запобігання розшаруванню бетонної суміші при подаванні стрічковим конвеєром її рухливість беруть не вище ніж 6 см. Күти нахилу стрічки не повинні перевищувати 18° при підніманні суміші рухливістю до 4 см, 15° – рухливістю до 6 см, а при опусканні суміші – відповідно 12° і 10°. Швидкість руху стрічки 1–3 м/с.

Під час використання пересувних стрічкових конвеєрів можна досягти значної продуктивності подавання бетонної суміші (до 30 м³/добу), але вони не забезпечують розподіл бетонної суміші у конструкції, яку бетонують. Тому у процесі бетонування слід переставляти конвеєр, а це викликає перерви при бетонуванні, підвищує трудомісткість та подовжує терміни робіт.

Стрічкові бетоноукладачі застосовують для зведення масивних конструкцій (фундаментів, плит тощо) з інтенсивністю бетонування 20–30 м³/добу. Вони мають устаткування для приймання бетонної суміші, подавання до місця укладання (стрічкові конвеєри), змонтоване на самохідній або причіпній основі (рис. 6.17, г).

Бетоноукладачі бувають із стаціонарною неповоротною та поворотною висувною (телескопічною) стрілою, за допомогою якої механізується процес розподілу бетонної суміші у монолітній конструкції. Суміш подається телескопічним бетоноукладачем у будь-яке місце у плані на відстань 3–20 м, з поворотом до 360°, на висоту до 8 м або вниз під кутом до 10°.

Трубопровідне транспортування бетонної суміші застосовують здебільшого у межах будівельного майданчика. Розрізняють транспортування бетононасосними установками та пневмотранспортування.

Транспортування бетононасосними установками використовують у разі подавання бетонної суміші в усі види монолітних конструкцій, зокрема у місця, недосяжні для інших засобів. Бетононасосні установки включають бетононасоси, бетоноводи і засоби розподілення суміші. Вони бувають трьох видів: стаціонарні, причіпні та самохідні (рис. 6. 18, б, д, е).

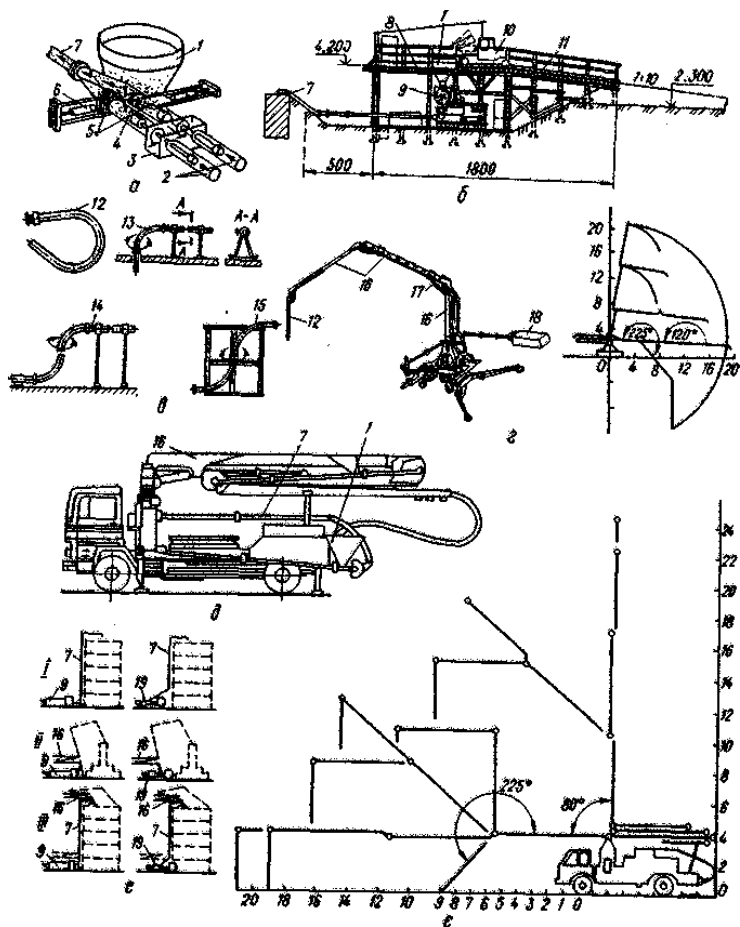
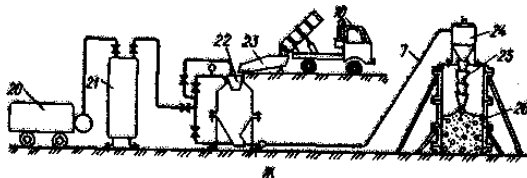


Рис. 6.18. Трубопроводный транспорт для перемещения бетонной смеси



Продовження рис. 6. 18. Трубопровідний транспорт для переміщення бетонної суміші:

- а – схема гідралічного бетононасоса; б – схема установки стаціонарного бетононасоса; в – засоби для розподілення бетонної суміші; г – автономна розподільна стріла і зона її дії; д – автобетононасос; е – основні типи бетононасосного устаткування; є – зона дії маніпулятора автобетононасоса; ж – схема подавання бетонної суміші пневмонагнітачем; 1 – приймальний бункер; 2 – гідроциліндри; 3 – камера з водою для промивня; 4 – транспортний циліндр; 5 – вертикальна і горизонтальна шибери пластины; 6 – гідроциліндр шиберної пластины; 7 – бетоновід; 8 – настил; 9 – стаціонарний бетононасос; 10 – автобетоновоз; 11 – в'їзний пандус; 12 – гнучкий рукав; 13, 14 – поворотні коліна; 15 – обертовий розподільник; 16 – шарнірно-зчленована стріла; 17 – гідроциліндр; 18 – противага; 19 – автобетононасос; 20 – компресор; 21 – ресивер; 22 – пневмонагнітач; 23 – віброживильник; 24 – уповільнювач; 25 – хобот; 26 – опалубка

Стаціонарні установки продуктивністю 20–40 м³/год і більше використовують при значних обсягах бетонних робіт (5000–10000 м³). При обсягах робіт 500–1000 м³ застосовують як стаціонарні, так і причіпні установки продуктивністю 10 м³/год. Для бетонування розосереджених конструкцій об'ємом не менше ніж 50 м³, а також подавання бетонної суміші у розосереджені важкодоступні місця доцільно застосовувати причіпні і самохідні (автобетононасоси) установки.

Бетононасоси – високопродуктивні машини (10–80 м³/год), які призначені для безперервного подавання бетонної суміші по трубах (бетоноводах) на відстань 250–400 м по горизонталі на висоту 50–100 м.

Найпоширеніші поршневі бетононасоси з механічним і гідралічним приводом (рис. 6.18, г). Останні мають такі переваги: менш динамічні навантаження на механізми і деталі насоса та бетоноводу, гарантований максимальний тиск, перевищення якого виключається.

Автобетононасоси – установки з бетононасосом і розподільною

шарнірно-зчленованою, гідравлічною повноповоротною стрілою, що змонтовані на шасі автомобіля (рис. 6.18, д). Мобільність та можливість подавання бетонної суміші у межах значної зони, на відстань до 27 м і висоту до 23 м, забезпечують високу їх ефективність при бетонуванні різних конструкцій (рис. 6.18, є). Їх можна застосовувати також із стаціонарним бетоноводом для подавання бетонної суміші на відстань до 300 м по горизонталі і до 60 м по вертикалі.

Основні вимоги при транспортуванні бетонної суміші бетононасосними установками – це забезпечення потрібної властивості суміші і дотримання правил експлуатації устаткування.

Відповідна експлуатація установок забезпечується при транспортуванні бетонних сумішей ***рухливістю 5–15 см***, що відповідає вимогам легкоперекачуваності – можливості її переміщення по трубопроводу на максимальні відстані без розшаровування і утворення пробок. Особливу увагу звертають на правильне співвідношення фракцій суміші, її гранулометричний склад. Перед подаванням бетонної суміші треба змастити внутрішню поверхню бетоноводу вапняним тістом або пластичним цементно-піщаним ***розчином складу 1:2***. Для цього у ланку бетоноводу біля бетононасоса встановлюють гумові кулі або пижі з мішковини і вливають розчин у простір між ними. Таким чином, рухаючись попереду бетонної суміші, розчин змащує поверхню труби.

Слід уникати перерв у подаванні бетонної суміші більше ніж на 15–20 хв. Якщо тривалість перерви 30–60 хв, потрібно через кожні 10 хв прокачувати суміш протягом 10–15 с. При більших перервах та після закінчення бетонування бетоновід промивають.

Пневмотранспортування бетонної суміші забезпечує доставку бетону у важкодоступні місця, нескладне керування процесом і сприятливі умови для його автоматизації. Є такі способи пневмотранспортування бетонної суміші:

- у сухій суміші тверді частинки матеріалу обдаються повітряним потоком і у завислому стані переносяться по трубопроводу;
- жорстка бетонна суміш переміщується методом порційного подавання у трубопровід, де відокремлені порції бетонної суміші рухаються під тиском стисненого повітря;
- рухома в'язкопластична суміш транспортується суцільним потоком через проштовхування.

Для транспортування сухої суміші використовують цементгармати і машини набризку. Ці машини застосовують і для

бетонування методом торкретування. Транспортування бетонних сумішей у готовому вигляді виконують розчинонасосами з пневматичною приставкою, а також камерними пневмонагнітачами.

Камерний пневмонагнітач – це зварний резервуар грушоподібної форми, у верхній частині якого є герметичний затвор для подавання бетонної суміші, у нижній – горловина для витоку суміші під дією стисненого повітря.

Пневмонагнітачі можуть транспортувати бетонну суміш на відстань до 150 м і на висоту до 30–35 м. Недолік – динамічний удар бетонної суміші по арматурному каркасу, конструкціях опалубки і підтримувальних риштуваннях, що обмежує їх використання. Для запобігання цьому на кінцях бетоноводів установлюють уповільнювачі, що послаблюють тиск суміші, яка через гнучкий рукав подається в блок бетонування (рис. 6.18, ж).

6.5. БЕТОНУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ

Процес бетонування складається з підготовчих, основних і допоміжних операцій та контрольних заходів.

Підготовчі операції виконують до початку укладання бетонної суміші. Вони призначені для створення зручних і безпечних умов виконання робіт відповідно до проекту, усунення дефектів опалубки і арматури, які можуть утворитися під час непередбачених перерв між їх улаштуванням і початком укладання бетонної суміші, забезпечення потрібної якості поверхні основи або суміжного, раніше забетонованого блока та опалубки.

Основні операції – це приймання, укладання та ущільнення бетонної суміші. Бетонна суміш при цьому має набрати зумовленої опалубкою відповідної проектної форми і заповнити всі проміжки між арматурними елементами та між ними і поверхнею опалубки, набуті потрібної щільності і однорідності в об'ємі всієї монолітної конструкції.

Допоміжні операції – це обслуговування технічних засобів: підготовка, установлення та переміщення машин, механізмів і пристосувань в усіх взаємозв'язаних операціях бетонування.

Контрольні заходи мають важливе значення щодо забезпечення високої якості монолітної конструкції та створення безпечних умов виконання робіт.

Насамперед до початку бетонування треба перевірити якість робіт і конструкцій. Перевіряють підготовлену природну основу,

виконання гідроізоляційних робіт, правильність установлення арматури і закладних деталей, анкерів, каналоутворювачів, тобто ті елементи, які закриваються у процесі бетонування, оформляють акти на приховані роботи, які підтверджують якість їх виконання. Акти мають бути підписані відповідальними особами і є звітними документами.

Опалубку і підтримувальні риштування уважно оглядають, перевіряють надійність улаштування стояків риштувань, підкладок під ними, кріплень, відсутність щілин в опалубці, наявність пробок, передбачених проектом. Перевіряють також розміри, вертикальність і горизонтальність елементів опалубки. Необхідність огляду і перевірки зумовлюється можливістю зривання основи, усихання і жолоблення дерев'яних елементів.

Перед укладанням бетонної суміші перевіряють її рухливість або жорсткість та однорідність, при бетонуванні взимку – температуру. Для оцінки міцності бетону виготовляють зразки – кубики, які потім зберігають в умовах, що схожі з умовами вистоявання бетону у конструкції, та випробовують.

Під час укладання бетонної суміші стежать за станом риштувань і опалубки. Якщо виявлено зміщення або деформації, бетонування зупиняють і виправляють дефекти.

Дані контролю за виконанням процесу бетонування кожен зміну записують у журнал бетонних робіт. У ньому зазначають дату виконання робіт, їх обсяги, властивості бетонної суміші, дату виготовлення і кількість контрольних зразків, температуру повітря і суміші, тип опалубки, дату розпалублення конструкцій.

Підготовчі роботи. Перед прийманням бетонної суміші підготовляють під'їзні шляхи, настили, місця розвантаження і устаткування.

Арматуру, закладні деталі і анкерні болти очищають від бруду та іржі, що відшаровується. Різьбу анкерних випусків захищають від забруднення бетонною сумішшю, змащуючи солідолом і покриваючи мішковиною або іншим матеріалом.

Щілини 3–10 мм шириною у дерев'яній опалубці закладають скрученим клоччям (до промивання опалубки), більші ніж 10 мм – дерев'яними рейками, до 3 мм – затягуються самі від розбухання дощок при змочуванні опалубки перед укладанням бетонної суміші. Щілини між щитами металеві, металофанерної опалубки конопатять або заклеюють смугами із спеціальної клейкої стрічки, або промащують глиняним тістом, або розчином будівельного гіпсу.

Опалубку очищають від бруду та сміття. Внутрішню поверхню інвентарної опалубки змащують спеціальними мастилами для зниження зчеплення з нею бетону і поліпшення якості поверхні бетону монолітної конструкції. Поверхню дерев'яної і незміної бетонної, залізобетонної та армоцементної опалубки змочують, запобігаючи цим втрачання вологи у шарах бетонної суміші, які прилягають до опалубки, і тим самим погіршенню умов твердіння та набуття міцності.

Для забезпечення міцного з'єднання між затверділим бетоном і новоукладеним горизонтальні та похилі його поверхні очищають від цементної плівки, застосовуючи механічні щітки або гідропіщаноструменеві установки. Безпосередньо перед бетонуванням на поверхню бетонної основи укладають тонкий шар цементно-піщаного розчину у співвідношенні 1:3.

Укладання бетонної суміші. Залежно від виду монолітних конструкцій, легкоукладальності бетонної суміші і прийнятих на основі цього засобів для її ущільнення, бетонну суміш укладають горизонтальними, похилими та східчастими шарами (рис. 6.19, и), або окремими смугами-картами в один шар (рис. 6.19, є, ж), або одночасно на всю висоту конструкції, або блока бетонування.

Шарами укладають бетонну суміш у разі потреби забезпечення її одночасного ущільнення вібраційним устаткуванням. Рухливість бетонної суміші при цьому становить 0–10 см залежно від виду, масивності та густини армування конструкції. Так, суміш рухливістю 1–3 см укладають у масивні малоармовані конструкції, рухливістю 4–6 см – у каркасні густоармовані масивні конструкції і стіни, 8–10 см – тонкі та густоармовані конструкції стін, каркасів тощо.

Товщину горизонтальних шарів в основному визначають засобами для ущільнення. У разі використання важких підвісних вертикально розміщених вібраторів товщина шару має бути на 5–10 см менша за довжину робочої частини вібратора. При застосуванні похило розміщених вібраторів товщина шару має дорівнювати вертикальній проекції робочої частини вібратора, ручних глибинних **вібраторів не повинна перевищувати 1,25 довжини їх робочої частини.**

У разі ущільнення поверхневими вібраторами товщину шару укладуваної суміші беруть до 250 мм у конструкціях з одинарним і до 120 мм – з подвійним армуванням. Шарами такої товщини укладають бетонну суміш для монолітних бетонних підготовок під підлоги та дороги, а також плитних конструкцій (плит перекриття тощо) до 250 мм товщиною.

У масивні густоармовані фундаменти, стіни, колони, балки суміш укладають горизонтальними шарами 0,3–0,4 м товщиною з

ущільненням ручними внутрішніми вібраторами. У великі малоармовані або неармовані конструкції – шари 1–2 м товщиною, застосовуючи для її ущільнення потужні пакети вібраторів, що переставляють краном.

На всю висоту конструкції або блока бетонування укладають бетонну суміш рухливістю 16–24 см, для отримання якої застосовують суперпластифікатори. Суміш розподіляється та ущільнюється у конструкції під дією власної ваги.

Застосовують також напірний метод укладання суміші рухливістю 12–24 см, який полягає в безперервному нагнітанні її напірним бетоноводом у конструкцію під дією гідродинамічного тиску, що досягається нагнітальним устаткуванням (бетононасосом).

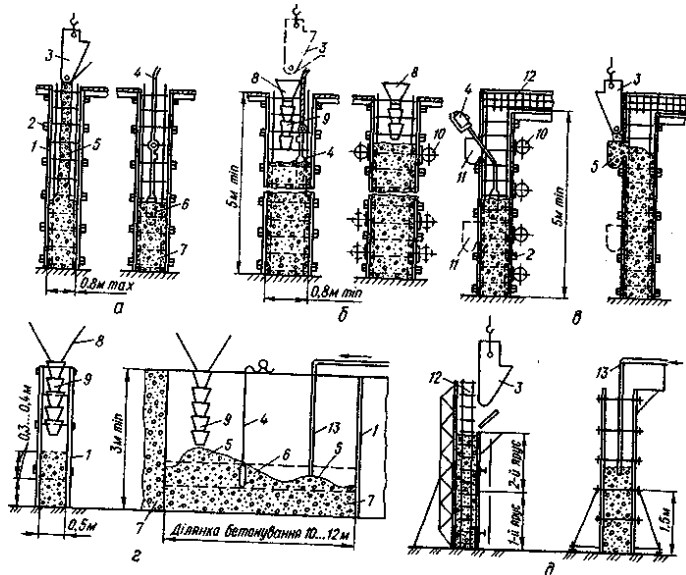
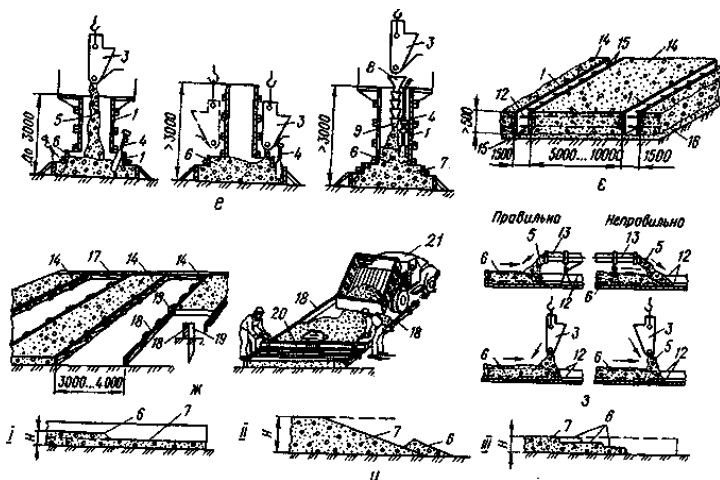


Рис. 6.19. Схеми укладання бетонної суміші



Продовження рис. 6.19. Схеми укладання бетонної суміші:

а – у колони до 5 м висотою; б – те саме, більше ніж 5 м висотою; в – те саме, з густою арматурою балок; г, д – угустоармовані стіни понад 3 м висотою; е – у східчасті фундаменти; є – у великорозмірну плиту окремими смугами-картами; ж – те саме, в підготовку підлоги; з – правила укладання суміші в шар масиву бетоноводом і баддею; и – схеми укладання суміші горизонтальними (I), похилими (II) і східчастими шарами III); 1 – опалубка; 2 – хомут; 3 – баддя; 4 – глибинний вібратор з гнучким валом; 5 – вивантажувана бетонна суміш; 6 – укладуваний шар бетонної суміші; 7 – раніше укладений шар бетонної суміші; 8 – приймальний бункер; 9 – ланки хобота; 10 – зовнішній вібратор; 11 – кармани; 12 – арматура; 13 – рукав бетоноводу; 14 – смуга-карта; 15 – роздільна смуга; 16 – підстильний шар; 17 – поперечна дошка; 18 – напрямні дошки (“маяки”); 19 – кілки; 20 – поверхневий вібратор-віброрейка; 21 – автосамоскид

Суміш рухливістю 4–10 см укладають одночасно на всю висоту конструкції, де опалубка оснащена зовнішніми вібраторами.

Основні вимоги до укладання бетонної суміші полягають у забезпеченні монолітності і однорідності бетону у конструкції. Для цього бетонну суміш треба укладати безперервно у межах конструкції або окремих ділянок (блоків, ярусів) бетонування, які визначають з урахуванням впливу температурних і усадкових деформацій. Крім того, слід дотримуватись умов нерозшаровування суміші у процесі роботи та примикання до раніше укладеного бетону окремих блоків.

Безперервність укладання бетонної суміші забезпечується, якщо наступний шар укладають до початку тужавлення цементу попереднього. Її розраховують за формулою

$$t_{y,ш} \leq t_{шт} - t_{тр}, \quad (6.2)$$

де $t_{y,ш}$ – термін укладання одного шару суміші, год; $t_{п.т}$ – термін початку тужавлення цементу бетонної суміші, що визначається від початку її приготування, год (2–3 год); $t_{тр}$ – термін транспортування бетонної суміші, год.

Бетонну суміш у конструкції та окремі блоки бетонування укладають в основному горизонтальними шарами в одному напрямку. Умови монолітності при цьому забезпечуються за певної інтенсивності укладання суміші.

$$I_{\text{б}} = \frac{(n_{\text{см}} + 1)b_{\text{см}}I_{\text{см}}k}{t_{п.т} - t_{тр}}, \quad (6.3)$$

де $I_{\text{д}}$ – інтенсивність укладання бетонної суміші, м³/год;

k – товщина шару суміші, який укладають, м;

$n_{\text{см}}$ – кількість східців (смуг) укладання суміші на висоту конструкції або блока бетонування, шт.

Для забезпечення мінімальної інтенсивності бетонування масивних конструкцій при значній площі блока суміш укладають східчастими шарами. **Ширину смуг (східців) визначають із умов зручності укладання та ущільнення суміші і приймають 2,5–5 м.** Укладають бетонну суміш по смугах в одному напрямку.

При бетонуванні масивних конструкцій до 2 м товщиною бетонну суміш укладають також похилими шарами, визначаючи інтенсивність укладання за виразом

$$I_{\text{б}} \geq \frac{b_{\text{см}}I_{\text{см}}h}{t_{п.т} - t_{тр}}, \quad (6.4)$$

де $b_{\text{см}}$, $\ell_{\text{см}}$ – відповідно ширина і довжина смуги укладання суміші, м.

Іноколи за технологічними, організаційними або іншими умовами виникає потреба у перервах, тривалість яких перевищує термін тужавлення цементу в укладеній бетонній суміші. **У цих випадках для забезпечення монолітності конструкції укладання суміші поновлюють не раніше ніж через 7 год, якщо раніше укладений бетон набув потрібної початкової міцності.** На поверхні стику раніше укладеного бетону з новим улаштовують спеціальний робочий шов. *Не допускається влаштування робочих швів у конструкціях, які сприймають динамічні навантаження.*

Необхідність урахування впливу температурних і усадкових деформацій зумовлює укладання бетонної суміші у конструкції окремими блоками (ярусами). У суміжних блоках (ярусах) суміш укладають послідовно, з технологічними перервами для усадки бетону у раніше забетонованому блоці. Такі технологічні перерви можуть бути від 40 хв до 2 год, тобто до початку тужавлення цементу у попередньому блоці бетонування, що забезпечує умови монолітності влаштування конструкції, та 7 год і більше, коли роблять робочий шов. У разі влаштування масивних фундаментів під устаткування, товстих фундаментних плит тощо розміри блоків визначають з умови максимального зниження впливу температурних деформацій, що зникають від підвищення температури бетону при його твердінні з урахуванням конструктивного рішення масиву і його армування. **Звичайно, вони не перевищують 60 м² у плані і 4,5 м у висоту.** Бетонну суміш у замикальний блок укладають після твердіння, охолодження й усадки бетону суміжних блоків.

При динамічних навантаженнях на конструкції розподіл на блоки бетонування недопустимий.

У процесі влаштування масивних армованих плит 0,15–1,5 м товщиною, бетонних підготовок під підлоги та дороги бетонну суміш укладають окремими смугами-картами в один шар. Ширину смуг- карт беруть 3–4 м для плит до 0,5 м товщиною і підготовок під підлоги і дороги та 5–10 м – для плит більшої товщини з проміжками між ними 1–1,5 м. Бетонну суміш послідовно укладають у відокремлені смуги-карти, у проміжки – після усадки бетону конструкції до 0,5 м товщиною та твердіння бетону суміжних смуг більшої товщини і влаштування між ними робочого шва.

Для забезпечення нерозшаровування бетонної суміші при укладанні обмежують висоту її вільного скидання з транспортних засобів у конструкцію до 3–6 м. Якщо висота скидання більша, застосовують ланкові хоботи або бетоноводи (рис. 6.19, г, є). **Допускається скидати бетонну суміш з висоти до 5 м у колони (рис.**

6.19, а). Якщо висота колон більша, застосовують ланкові хоботи або укладають суміш ярусами через бокові вікна в опалубці (рис. 6.19, б, в).

При укладанні суміші у стіни понад 4,5 м висотою застосовують ланкові хоботи або подають суміш через карман з отвором в опалубці, влаштованим з одного боку стіни. У густоармовані стіни та конструкції бетонну суміш укладають ярусами до 3 м висотою, подаючи її через кармани в опалубці або зверху (рис. 6.19, б, в).

До укладання бетонної суміші у стіни доцільно на основу вкласти 100–200-міліметровий шар цементного розчину складу 1 : 2, 1 : 3 або дрібнозернистої бетонної суміші. У процесі влаштування колон товщина такого нижнього шару становить до 300 мм. Надалі при укладанні бетонної суміші частина крупного щебеню втоплюється у цей шар, унаслідок чого забезпечується однорідність укладеного бетону.

Для запобігання розширюванню не допускається подвійне перекидання суміші під час її розподілення у конструкції.

Ущільнення бетонної суміші. Вакуумування. Під час приготування, транспортування і укладання бетонна суміш перебуває у нещільному стані. Поміж частинками заповнювачів є вільний простір, заповнений повітрям. Забезпечення міцності і довговічності бетону досягається при його щільній і однорідній структурі. Тому зразу після подання порції бетонної суміші у конструкцію її ущільнюють.

В основному бетонну суміш ущільнюють вібруванням. У деяких випадках застосовують ущільнення штикуванням, трамбуванням та коткуванням. Для подальшого підвищення фізико-механічних властивостей бетону та за певних умов виконання робіт відразу після віброущільнення суміші застосовують вакуумування бетону.

Вібрування бетонної суміші ґрунтується на поширенні у ній механічних коливань у вигляді хвиль, що створюють динамічний тиск. Під дією їх суміш немовби розріджується, стає рухливою і текучою, частинки заповнювачів, колихаючись і осідаючи у цементному розчині, щільно прилягають одна до одної, із суміші виводиться повітря.

Вібруванням ущільнюють бетонну суміш рухливістю 0–9 см. Якщо рухливість суміші більша, енергія коливань викликає значніше осідання крупних заповнювачів, що призводить до її розшарування.

Тривалість вібрування становить 30–100 с. За цей час (залежно від умов вібрації) закінчується осідання бетонної суміші і на поверхні бетону виникають цементне молоко і бульки повітря, що свідчить про необхідність закінчення дії вібрації. Подальше вібрування може призвести до розшарування суміші внаслідок осідання крупних частинок.

Після закінчення дії вібрації властивості бетонної суміші значно змінюються. Вона отримує певну структуру, що має деяку міцність (наприклад, робітник уже може переміщуватись на поверхні бетону, не порушуючи його структури).

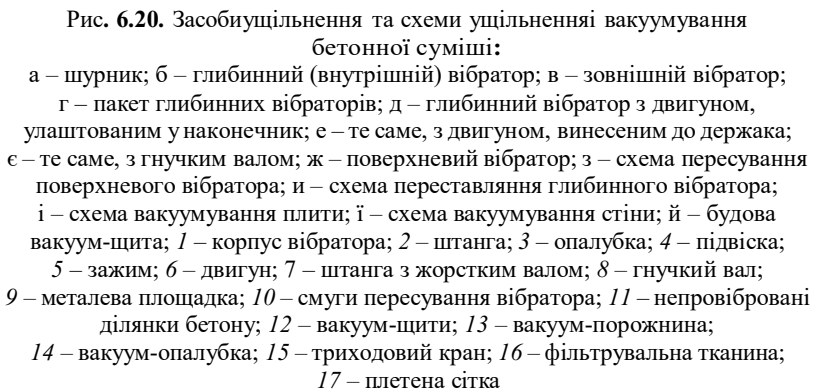
Рівень ущільнення бетонної суміші відповідає узгодженості її складу та рухливості, параметрам коливаль – їх частоті, амплітуді, напрямку та тривалості дії.

Частота коливаль вібраторів, які використовуються у будівництві, становить від 2800 до 20 000 хв⁻¹. Амплітуда коливаль взаємозв'язана з частотою і становить для різних вібраторів від 3 до 0,1 мм. Горизонтально напрямлені коливання поширюються в бетонній суміші далі, ніж вертикальні, тому доцільно розміщувати вібратори у товщі ущільнюваної бетонної суміші зі збудженням горизонтальних коливаль – це забезпечує краще використання енергії вібрації.

За способами дії на ущільнювану бетонну суміш розрізняють вібратори:

- глибинні, що передають коливання на бетонну суміш від заглибленого у неї вібронаконечника або корпусу;
- поверхневі, які передають коливання через робочу площадку, встановлену на поверхні бетонної суміші;
- зовнішні, що закріплені на зовнішньому боці опалубки і передають коливання на бетонну суміш через опалубку.

Глибинні вібратори (рис. 6.20, б) бувають з електро- або пневмодвигуном, улаштованим у робочий наконечник (рис. 6.20, д); з електродвигуном, винесеним до держака (рис. 6.20, е); з винесеним до держака двигуном і гнучким валом (рис. 6.20, є). Глибинні вібратори з улаштованим у робочий корпус віброзбуджувачем – віброулави – мають діаметр 75, 100, 114, 133 мм і довжину від 420 до 500 мм; частота коливаль – від 5300 до 12 000 хв⁻¹. Їх застосовують при ущільненні бетонної суміші в мало- і середньоармованих масивних конструкціях – відстань між стержнями арматури відповідно більша ніж 300 мм і від 100 до 300 мм.



Вібратори з гнучким валом оснащують вібронаконечниками діаметром 28, 38, 51 та 76 мм, довжиною від 360 до 440 мм; частота коливань – 10 000–20 000 хв⁻¹. Ними ущільнюють бетонну суміш у густоармованих (відстань між стержнями до 100 мм) і середньоармованих конструкціях.

Частоту коливань залежно від діаметра корпусу глибинного вібробудувача можна визначити за формулою

$$N=4800(1+100/d_3), \quad (6.5)$$

де N – частота коливань, хв⁻¹;

d_3 – зовнішній діаметр корпусу вібробудувача, мм.

Від положення вібронаконечника у шарі бетонної суміші залежить ефективність процесу ущільнення. Робочий наконечник на 5–10 см заглиблюють вертикально або під кутом у раніше укладений і ще не затверділий шар бетону. Для якісного ущільнення у місці стику свіжоукладеного шару бетонної суміші з раніше укладеним та підвищення продуктивності ручного ущільнення глибинний вібратор слід заглиблювати під кутом 30–35° до горизонту.

Після ущільнення бетонної суміші на одній позиції вібратор переміщують на наступну. Відстань між позиціями заглиблення вібратора не повинна перевищувати 1,5 радіуса його дії.

Продуктивність глибинних вібраторів

$$P_{г.в} = 2K_v R^2 h_6 \frac{3600}{t + t_{пер}}, \quad (6.6)$$

де $K_v = 0,85$ – коефіцієнт використання вібратора;

R_v – радіус дії вібратора, м;

h_6 – товщина ущільнювального шару бетонної суміші, м;

t_v – раціональна тривалість вібрування бетонної суміші на одній позиції (20–40 с);

$t_{пер}$ – тривалість переміщення вібратора з однієї позиції на іншу (5–15 с).

Радіус дії вібратора залежить від рухливості бетонної суміші і виду вібратора. **Для віброулав він становить 45–50 см, для вібраторів з гнучким валом – 25–50 см,**

У великих масивах і фундаментах бетонну суміш ущільнюють потужними одинарними вібраторами і пакетами з 4, 6 або 8 глибинних

вібраторів, які підвішують на гаку крана (рис. 6.20, г).

Останнім часом застосовують **площинні глибинні вібратори**, робочою частиною яких є плоска плита, жорстко зв'язана з двома вібробуджувачами, що обертаються у протилежні боки. Вони самосинхронізуються, збуджуючи напрямлені коливання перпендикулярно до площини плити. При цьому активна зона дії вібратора збільшується у 3–4 рази, досягаючи 1,5 м, що дає змогу збільшити продуктивність і якість ущільнення.

Поверхневі вібратори застосовують для ущільнення плоских монолітних конструкцій – плит, підготовок, підлог тощо у тих випадках, коли найбільша глибина ущільнювального шару не перевищує 25 см при однорядному армуванні та 12 см – при дворядному. За більшої товщини конструкцій перші шари бетонної суміші ущільнюють глибинними вібраторами, поверхневий шар – поверхневими.

Поверхневі вібратори поділяють на віброплити і віброрейки (вібробруси).

Віброплити (рис. 6.20, ж) – робочий орган, гладка плита або піддон, на якому закріплений вібробуджувач. За схемою роботи віброплити бувають самопересувні, пересувні, причіпні, переставні і підвісні. Маса плит може становити 0,25–6 т. Плити масою до 2 т обладнують вібробуджувачами з частотою коливань $2000\text{--}3500\text{ хв}^{-1}$, масою 2–6 т – $1100\text{--}1500\text{ хв}^{-1}$, масою 6 т і більше – низькочастотними вібробуджувачами з частотою $600\text{--}1500\text{ хв}^{-1}$, що дає змогу збільшити товщину ущільнювального шару бетонної суміші до 0,4 м. Масивні віброплити найчастіше виготовляють за індивідуальними проектами для конкретних умов будівництва.

Віброрейки (рис. 6.19, ж) складаються з двох жорстко з'єднаних брусків з установленими на них одним або двома вібробуджувачами. Для переміщення віброрейок по поверхні ущільнювального шару бетонної суміші застосовують гнучкі тяги з держаками. Кінці віброрейки ставлять на маякові дошки, які обмежують карту

укладання і дають змогу отримати однорідніше ущільнення бетонної суміші. Швидкість переміщення віброрейок при ущільненні становить 1,0–1,25 м/хв.

Зовнішніми вібраторами (рис. 6.20, в) ущільнюють бетонну суміш у густоармованих конструкціях, стикових з'єднаннях збірних конструкцій. Опалубка, на зовнішню поверхню якої закріплюють електромеханічні вібратори, має бути міцнішою і жорсткішою, ніж за інших методів ущільнення. Радіус дії таких вібраторів – 25–80 см, тривалість віброущільнення – 50–90 с.

Трамбування виконують ручними і пневматичними трамбівками під час укладання дуже жорстких бетонних сумішей у малоармовані конструкції, а також у тих випадках, коли застосовувати вібратори неможливо через шкідливу дію вібрації на розміщене поряд устаткування.

Штикування виконують за допомогою шурників (рис. 6.20, а), проштовхуючи ними щербін між стержнями арматури під час укладання і вібрування сумішей рухливістю 4–8 см у густоармованих конструкціях, а також сумішей рухливістю більше ніж 10 см для запобігання їх розшарування від дії вібрації.

Коткуванням ущільнюють особливо жорсткі малоцементні бетонні суміші при зведенні масивних бетонних конструкцій, переважно у дорожньому, гідротехнічному і аеродромному будівництві. Для ущільнення застосовують котки і віброкотки. Товщина ущільнювального віброкотками шару залежить від їх маси і становить 20–50 см. При застосуванні статичних котків ця величина менша. Кількість проходів котків визначається випробуваннями. Достатньо одного–двох проходів котків із швидкістю 1–2 км/год без вібрації з наступними чотирма–шістьма проходами з вібрацією. Котки масою більше ніж 4 т можуть під'їжджати не ближче 15–20 см до опалубки та інших виступних елементів. Ущільнення у стиснених умовах виконують малогабаритними котками масою 0,5–2 т.

Вакуумування бетонної суміші є одним з ефективних методів впливу на властивості отриманого бетону. Вакуумування дає змогу вилучити з укладеної та вже ущільненої вібрацією суміші близько 10–20 % надлишкової (вільної) води. Це значно поліпшує фізико-механічні показники бетону. Після вакуумування міцність бетону становить 0,3–0,5 МПа, що достатньо для розпалублення вертикальної поверхні і деяких видів її оброблення, прискорюється твердіння бетону; зменшуються деформації усадки, підвищуються водо- непроникність і морозостійкість. Міцність вакуумованого бетону вже

через добу дорівнює міцності невакуумованого бетону після 3-х діб його твердіння, а через рік перевищує на 15–25 %.

Для вакуумування тонкостінних конструкцій до 250 мм товщиною застосовують вакуум-щити опалубки, які встановлюють з одного боку конструкції. У масивних конструкціях, балках, колонах, стінах більше ніж 250 мм товщиною вакуумування виконують за допомогою вакуум-трубок, які розміщують усередині бетону конструкції. На поверхні плит перекриття та підлог розміщують вакуум-мати. Вакуум-щити, трубки та мати з'єднують через всмоктувальні шланги з вакуум-насосами, що створюють розрідження не менше ніж 46,3 кПа (рис. 6.20, і, ї, й).

Вакуумування починають не пізніше ніж через 15 хв після закінчення укладання і віброущільнення бетонної суміші. Тривалість вакуумування бетону залежить від міри розрідження, створюваного вакуумним устаткуванням, складу, щільності і рухливості бетонної суміші, масивності вакуумованої конструкції. Так, для бетонної суміші рухливістю 4–6 см при розрідженні 70 кПа і температурі суміші 20° С тривалість вакуумування конструкції 10, 20 і 30 см товщиною становить відповідно 10, 25 і 55 хв. Процес вакуумування має бути завершеним до початку тужавлення цементу. Для забезпечення закриття пор у бетоні, що виникають під час вакуумування, відразу виконують повторне вібрування бетонної суміші, що дає змогу підвищити міцність бетону до 20 %. При вакуумуванні та наступному укладанні суміші шарами проміжні з них удруге не вібрують.

Улаштування робочих швів. Перерви в укладанні бетонної суміші, що виникають через технологічні та організаційні умови або під впливом інших чинників, можуть призвести до порушень монолітності конструкції внаслідок недостатньої адгезії бетону до поверхні між попереднім та наступно укладеним шаром, порушення зв'язків між частинками тверднучого бетону та арматурою від динамічних зусиль, що виникають при укладанні бетонної суміші наступного шару, різного напрямку деформацій усадки бетону суміжних шарів, що викликають розтяжні зусилля, які послаблюють зону стику. Тому стики між шарами або блоками бетонування, утворені через перерви у роботі, влаштовують за відповідною технологією і називають робочими швами.

Робочі шви – послаблене місце у конструкції, їх розташовують там, де несівна здатність конструкції не змінюється (рис. 6.21). **Так, у прогонових та рамних конструкціях їх розташовують у нульових точках розрахункових епюр моментів. Робочі шви вертикальних**

елементів (колони, пілони) мають бути горизонтальними і, як правило, на рівні верху фундаменту і низу прогону, балки або капітелі – перпендикулярними до граней елемента. У балках, прогонах, плитах його розміщують вертикально – нахилений послаблює конструкцію. Балки та плити бетонують одночасно, у високих балках горизонтальний робочий шов розміщують на 20–30 мм нижче нижньої поверхні плити.

Перед відновленням бетонування поверхню вже утвореного бетону очищають від цементної кірки. При цьому міцність бетону має бути не менше ніж 0,3; 1,5; 5 МПа при очищенні відповідно водяним або повітряним струменем, механічною металевою щіткою, гідропіщаним струменем або металевою фрезою. Оброблену у такий спосіб поверхню зволожують за одну–півтори години перед укладанням бетонної суміші. На горизонтальну поверхню наносять шар цементного розчину складу 1:3 товщиною 3–10 см.

Бетонування у місцях утворення робочого шва відновлюють після того, як бетон попередньо укладеного шару набере міцності не менше ніж 1,5 МПа, що забезпечує збереження його структури від дії динамічних навантажень. *На це у нормальних умовах твердіння і при температурі бетонної суміші 10–15° С потрібно 18–24 год, а при температурі 30°С – не менше ніж 7 год.*

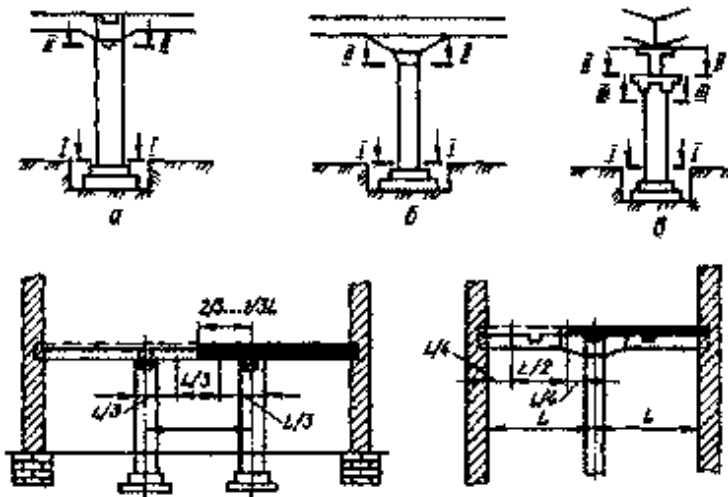
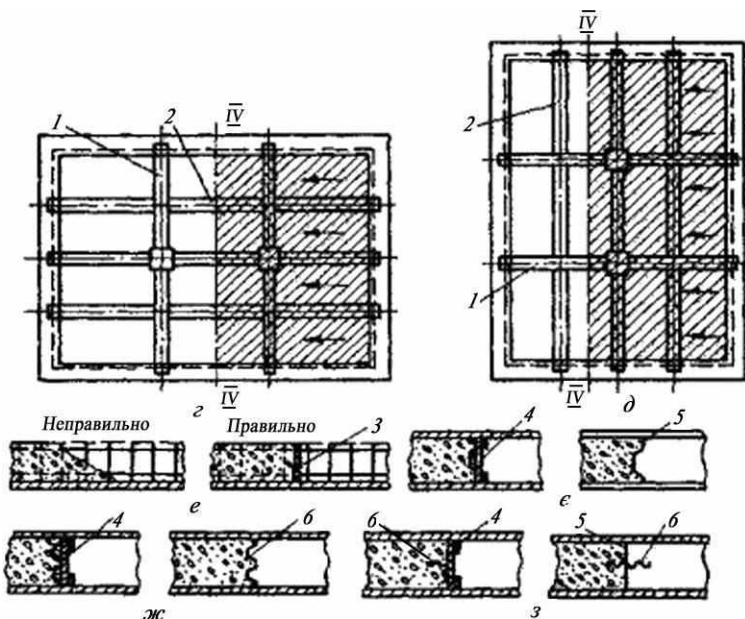


Рис. 6.21. Улаштування робочих швів



Продовження рис. 6.21. Улаштування робочих швів:

а – розташування робочих швів при бетонуванні колон і балок ребристого перекриття; б – те саме, колон з безбалковим перекриттям; в – те саме, колон з підкрановими балками; г – те саме, при бетонуванні ребристого перекриття в напрямку, паралельному балкам; д – те саме, у напрямку, паралельному прогонам; е – улаштування робочого шва у плитах; є, ж, з – те саме, у стінах;
 1 – прогони; 2 – балки; 3 – дошка; 4 – перегородка у опалубці стіни;
 5 – поверхня бетону робочого шва; б – мідна гофрована смуга; ІV – місце розташування робочих швів

Спеціальні методи бетонування. Напірне бетонування – це безперервне нагнітання готової бетонної суміші напірним бетоноводом у конструкцію під дією гідродинамічного тиску. Цей метод бетонування застосовують при влаштуванні набивних паль, споруд типу “стіна у ґрунті”, інших підземних конструкцій у складних гідрогеологічних умовах, у підводному бетонуванні при підвищених вимогах до бетону, а також конструкцій, в які укладання і ущільнення бетонної суміші іншими методами ускладнені. При цьому застосовують бетонну суміш високої рухливості – 12–24 см. Така

суміш ущільнюється під дією власної ваги і утвореного надлишкового тиску.

Опалубку конструкцій, що бетонують напірним методом, розраховують на сприймання додаткового гідродинамічного тиску, застосовуючи коефіцієнт запасу міцності 1,3–1,5.

Вертикальні конструкції зводять за допомогою автобетононасосів, приєднуючи кінцеву ланку бетоноводу розподільної стріли до напірних бетоноводів. Напірні бетоноводи розміщують вертикально у конструкції, поділені на захватки (блоки) (рис. 6.22, а). Відстань між ними має бути не більше ніж 3–4 м. Висоту ярусів бетонування визначають з умови забезпечення завершення бетонування блока до початку тужавлення суміші у суміжному попередньо забетонованому блоці. Для кращого зчеплення бетону суміжних блоків між ними установлюють металеву сітку, що виконує роль незнімної опалубки. За незначних розмірів конструкції в плані (до 4 м) нагнітання бетонної суміші здійснюють безперервно на всю висоту конструкції.

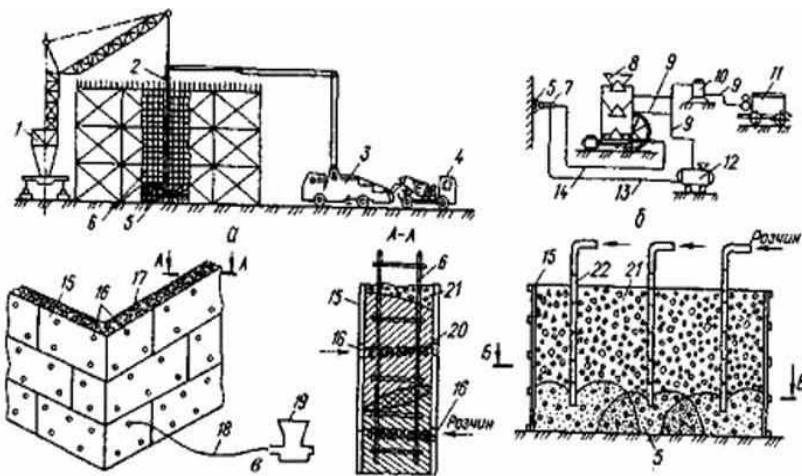
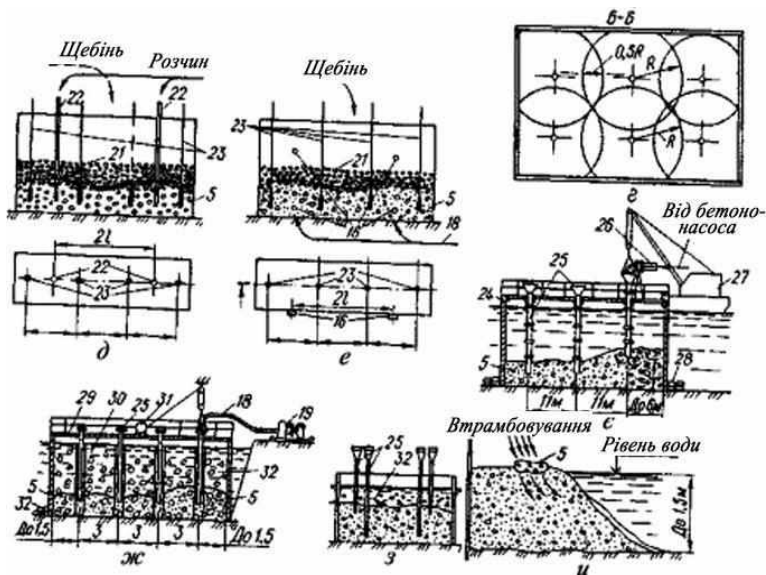


Рис. 6.22. Спеціальні методи бетонування



Продовження рис. 6.22. Спеціальні методи бетонування:

- а – схема напірного бетонування; б – схема устаткування для торкретування;
 в – схема роздільного бетонування конструкцій з нагнітанням розчину через отвори в опалубці; г – те саме, з нагнітанням розчину за допомогою ін'єкційних труб; д – схема вібронагнітального методу роздільного бетонування з подаванням розчину через ін'єкційні труби; е – те саме, в отвори в опалубці; є – схема підводного бетонування методом ВПТ;
 ж – те саме, методом ВР з шахтами; з – те саме, без шахт; и – те саме, методом утрамбовування бетонної суміші; 1 – підйомний кран; 2 – бетонолитна труба;
 3 – автобетононасос; 4 – автобетонозмішувач; 5 – бетонна суміш; 6 – арматура;
 7 – сопло; 8 – цемент-гармата; 9 – шланги для повітря; 10 – повітроочисник;
 11 – компресор; 12 – бак для води; 13 – шланг для води; 14 – те саме, для матеріалів; 15 – опалубка; 16 – ін'єкційні отвори в опалубці;
 17 – міжопалубний простір з установленою арматурою, заповнений щебеневною або гравійною засипкою; 18 – шланг для розчину;
 19 – розчинонасос; 20 – дрютова спіраль; 21 – щебінь; 22 – ін'єкційна труба;
 23 – глибинний вібратор; 24 – залізобетонна огорожена опалубка;
 25 – бетонолитна труба з бункером; 26 – бетоновід; 27 – плавучий кран;
 28 – мішки з цементним розчином; 29 – робочий настил; 30 – шахта;
 31 – лебідка; 32 – каменещебенева відсіпка

Роздільне бетонування конструкцій – це метод, який полягає у попередньому укладанні безпосередньо в опалубку крупного заповнювача з наступним нагнітанням в його міжзерновий простір цементно-піщаного розчину. Застосовують під час зведення залізобетонних резервуарів, підпірних стін, складних фундаментів під устаткування, колон, підсилення залізобетонних конструкцій.

Нагнітають розчин знизу вгору за допомогою розчинонасосів ін'єкційним або вібронагнітальним методами, при підводному бетонуванні – методом висхідного розчину (ВР). Ін'єкційне нагнітання розчину виконують через сталеві ін'єкційні труби при влаштуванні вертикальних монолітних конструкцій більших ніж 1 м товщиною та через ін'єкційні отвори або штуцери в опалубці влаштовуваних монолітних конструкцій меншої товщини (рис. 6.22, в, г).

Швидкість піднімання розчину складом 1 : 2 у конструкції має бути не менше ніж 12 см/хв та не менше ніж 6 см/хв для розчину складом 1:1.

Ін'єкційні отвори або штуцери діаметром 38–50 мм розташовують в опалубці у шаховому порядку на відстані 1–1,5 м один від одного. До укладання у конструкцію заповнювача напроти штуцерів улаштовують на всю товщину конструкції спіралі з дроту діаметром 3–5 мм. Крок витків спіралі не повинен перевищувати найменшого розміру крупного заповнювача, внутрішній діаметр має дорівнювати діаметру штуцера. Розчин нагнітають послідовно у кожний отвір, після чого його перекривають.

Вібронагнітальний метод (рис. 6.22, д, є) полягає у тому, що одночасно з нагнітанням розчину утворювану бетонну суміш вібрують глибинними вібраторами з подовженими штангами. Для забезпечення віброобробки утворюваної бетонної суміші крупний заповнювач засипають у конструкцію спочатку на висоту першого ярусу нагнітання розчину, а потім досипають одночасно з нагнітанням розчину. Якщо товщина конструкції більша ніж 1 м, розчинонагнітальні труби (не більше двох) і вібратори об'єднують у вібронагнітальні пакети, які піднімають після досягнення розчином верху робочої частини вібраторів.

Для забезпечення потрібної якості бетону при роздільному бетонуванні крупний заповнювач не повинен вміщувати більше ніж 1% забруднених частинок. Найменший розмір заповнювача приймають не менше ніж 40 мм, найбільший – не більшим ніж 1/3 найменшого розміру конструкції чи 3/4 найменшої відстані між стержнями арматури. Рухливість розчину має бути не менше ніж 12 см. Для поліпшення однорідності і в'язкості розчини готують у турбулентних або вібротурбулентних змішувачах.

Підводне бетонування – укладання бетонної суміші під водою

без виконання водовідливних робіт. За цим методом улаштовують підводні і підземні конструкції у складних геологічних та гідрогеологічних умовах. **Основні методи (рис. 6.22, є, ж, з) – вертикально переміщуваної труби (ВПТ) і висхідного розчину (ВР).**

Метод вертикально переміщуваної труби застосовують для підводного бетонування на глибинах до 50 м. Для подавання бетонної суміші в огорожену залізобетонною опалубкою, шпунтом або обсадною трубою конструкцію опускають бетонолитні труби діаметром 100–300 мм, які зібрані з легкорознімних ланок, що мають у верхній частині клапан та бункер для приймання бетонної суміші. Труби з бункером підвищують до підйомного механізму.

Перед початком бетонування у трубу вводять пробку-пакет із мішковини, м'який глиняний пиж або металеву, дерев'яну пробку з ущільненням і утримувальним канатом. У бетонолитну трубу подають бетонну суміш високої рухливості – 14–20 см. Пробка під вагою бетонної суміші опускається вниз труби, витискаючи воду. У міру подавання бетонної суміші і нарощування шару бетону у конструкції труби поступово піднімають. При цьому їх нижній кінець має бути постійно заглибленим у бетонну суміш не менше ніж на 0,8 м, якщо глибина бетонування до 10 м, на 1,5 м, якщо глибина більша. Для запобігання розшаруванню швидкість виходу бетонної суміші з труби обмежується 0,12 м/с. Її регулюють зміною глибини заглиблення кінця труби у бетонну суміш. Після піднімання бетонолитної труби на висоту її ланки подавання бетонної суміші зупиняють, демонтують верхню ланку труби, переставляють бункер, після чого відновлюють подавання бетонної суміші.

Бетонування здійснюють безперервно до рівня, який перевищує проектну позначку на 2 % висоти конструкції, але не менше ніж на 100 мм. Після досягнення бетоном міцності 2–2,5 МПа його верхній слабкий шар, що прилягав до води під час робіт, вилучають до проектного рівня конструкції.

З підвищених вимог до бетону застосовують метод **вертикально переміщуваної труби** з вібрацією: нижньому кінці труби закріплюють вібратор потужністю близько 1 кВт, при довжині бетонолитних труб більший ніж 20 м – ще один у середній частині труби. Дія вібраторів дає змогу застосовувати бетонну суміш рухливістю 6–12 см.

Метод **висхідного розчину** буває безнапірним і напірним. У першому випадку у центрі блока бетонування встановлюють шахту з ґратчастими сітками, в яку опускають на всю глибину сталеву трубу діаметром 38–100 мм. Шахту до 20 м глибиною заповнюють бутовим каменем розміром 150–400 мм, шахту до 50 м – кам'яною накидкою

розміром 40–150 мм. Після цього по трубах самопливом подають цементний розчин складу 1:1, 1:2 рухливістю 14–16 см або нагнітають розчин рухливістю 11–13 см, що витікає з труби і, поступово піднімаючись, заповнює порожнини між каменями. Труби мають заглиблюватися у розчин не менше ніж на 0,8 м. У міру підвищення рівня розчину труби піднімають. При напірному бетонуванні труби встановлюють у кам'яній накидці без утворення шахт. Розчин у труби подають під тиском від розчинонасоса або пневмонагнітача. Рівень розчину доводять на 10–20 см вище проектної позначки, а коли міцність накладки досягне 12–2,5 МПа, надлишок розчину вилучають.

При зведенні конструкцій з бетонів класу до В15 на глибинах більших ніж 20 м суміш подають краном у спеціальних герметичних бункерах або пристосованих герметичних грейферах місткістю 0,2–0,3 м³. Після опускання бункера на дно або на раніше укладений шар бетону, але до початку тузавлення цементу суміш вивантажують. Вільно скидати через шар води, розрівнювати її горизонтальним переміщенням бункера забороняється.

Методом утрамбовування бетонної суміші зводять конструкції великої площі з бетону класу до С25/30, нижня частина яких занурена у воду до 1,5 м у глибину. Бетонну суміш рухливістю 5–7 см спочатку укладають від кута блока бетонування або від однієї із стінок у вигляді виступного з води острівця. Наступні порції суміші укладають на горизонтальну поверхню острівця по його контуру на відстані не менше ніж 0,5 м від його краю і утрамбовують, витісняючи зовнішню поверхню острівця у воду (рис. 6.22, и). Утрамбовування поєднують з глибинним вібруванням. Надводну поверхню укладеної бетонної суміші захищають від розмивання водою і механічних пошкоджень, покриваючи брезентом, щитами, матами, та привантажують каменями або мішками з піском.

Торкретування (рис. 6.22, б) бетонування конструкцій методом нанесення цемент-гарматою на поверхню опалубки, конструкції одного, кількох шарів цементно-піщаного розчину (торкрет) або бетон-шприц-машиною бетонної суміші (набризк-бетон). **Торкретуванням улаштовують** тонкостінні конструкції, забезпечують водоне-проникність поверхневого шару бетону, виправляють дефекти бетонних та залізобетонних конструкцій або підсилюють їх. Торкретування виконують на неармованій або армованій поверхні.

До складу торкрету входять цемент і пісок або гравій розмірами частинок до 8 мм, до складу набризк-бетону ще додають крупний заповнювач розміром не більше ніж 25 мм.

Якщо виконують кілька шарів, то наступний наносять з таким інтервалом, щоб під дією струменя свіжої суміші не пошкоджувався

попередній шар. Як правило, цей інтервал становить не більше ніж 1–2 год.

6.6. ВИСТОЮВАННЯ БЕТОНУ І ДОГЛЯД ЗА НИМ

Догляд за бетоном. Після початку твердіння бетон має вистоюватись в умовах, які забезпечують потрібні міцність та якість. **Твердіння бетону** – це складний фізико-хімічний процес взаємодії цементу з водою і утворення нових сполук. Вода проникає всередину частинок цементу поступово, що обумовлює поступове і тривале набирання міцності бетоном.

Зростання міцності бетону значною мірою залежить від вологості середовища. Бетон, який твердне за високої вологості, міцніший, ніж бетон, що вистоювався у сухих умовах. На сухому повітрі вода швидко випаровується з бетону і його твердіння уповільнюється, або і зовсім припиняється. Для досягнення потрібної міцності не можна допускати передчасного висихання бетону.

На інтенсивність твердіння бетону значно впливає і його температура. При температурі нижче нормальної ($+20 \pm 2$ °C) процес уповільнюється, за від'ємної – практично припиняється. При підвищеній температурі і достатній вологості процес твердіння прискорюється.

До погіршення якості бетону призводять також удари та трясіння у початковий період його твердіння – порушується новоутворена структура.

Щоб бетон набув необхідної міцності та якості, потрібне підтримування температурних умов твердіння, запобігання виникненню значних температурно-усадкових деформацій і тріщин, зберігання тверднучого бетону від ударів, трясінь, інших дій.

Недотримання цих вимог може призвести до отримання низькоякісного, дефектного, непридатного бетону, інколи до зруйнування конструкції, навіть при застосуванні якісних матеріалів, правильно підбраному складу бетонної суміші і ретельно виконаному бетонуванні. Особливо важливим є догляд за бетоном протягом перших днів після укладання. Для попередження виникнення усадкових тріщин бетон укривають і поливають через 10–12 год, у жарку і вітряну погоду – через 2–3 години після укладання суміші. Ці терміни не стосуються виконання робіт в умовах жаркого сухого клімату і зими (рис. 6.9, 6.10). Улітку у помірній кліматичній зоні, сухої теплої погоди бетон на звичайному портландцементі поливають водою протягом 7 діб, на глиноземистому – 3-и доби, на шлакопортландцементі – 14 діб. Якщо температура повітря вище $+15^{\circ}$, протягом перших 3-ох діб бетон поливають удень кожні 3 години і один раз уночі, в наступні дні – не менше трьох разів на

добу. Якщо поверхню бетону попередньо вкрити матеріалами, що втримують вологу (брезентом, матами тощо), перерви між поливаннями збільшують у 1,5 разу.

Поверхню бетону, вкриту захисними плівками, не поливають. Можна не поливати бетон, якщо середньодобова температура повітря від + 5 до 0 °С.

Найпростішим і поширеним методом є безпосереднє укривання поверхні бетону матеріалами, що утримують вологу – матами, рогожею, піском. Проте у більшості випадків укладання, перекладання і підтримування цих матеріалів у вологому стані трудомісткі і малопридатні за значних обсягів робіт. Ефективніші водонепроникні плівки (наприклад, поліетиленова), а також відповідно до експлуатаційних вимог плівкоутворювальні матеріали, переважно світлих тонів. Для цього застосовують стандартні плівкоутворювальні матеріали (ПМ), лакетіноль, бітумні емульсії. Доцільно освітлювати темні плівки після їх формування, наприклад, водним розчином вапна.

Улітку бетон укривають від сонячних променів, взимку від морозу.

Активізація твердіння бетону. Тривалість твердіння бетону має велике практичне значення. Цей процес потрібно прискорювати у випадках раннього експлуатаційного навантаження конструкцій, скорочення термінів їх розпалублення, бетонування взимку і у жарких сухих умовах.

Час набуття міцності бетоном залежить від виду цементу, наявності хімічних добавок у бетонній суміші температури (рис. 6.23, а–г).

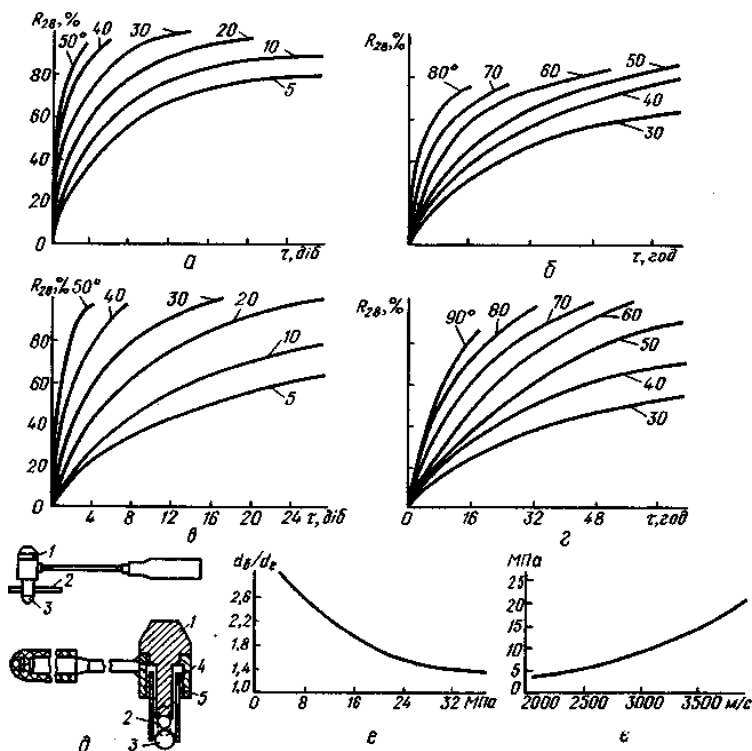


Рис. 6.23. Зростання та контроль міцності бетону:

а – графіки зростання міцності бетону на портландцементях марок 400–500 при температурах вистоювання до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$; б – те саме, при прогріванні; в – те саме, бетону на шлакопортландцементях марок 300–400 при температурах вистоювання до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$; г – те саме, при прогріванні; д – еталонний молоток (молоток Кашкарова); е – залежність між співвідношенням діаметрів відтисків у бетоні d_8 і еталонному стержні d_ϵ і міцністю бетону настискання; е – залежність між швидкістю ультразвуку у бетоні і його міцністю; 1 – корпус; 2 – еталонний стержень; 3 – кулька; 4 – стакан; 5 – пружина

Застосування бетонів на швидкотверднучому цементі забезпечує швидкість наростання міцності у ранній період твердіння (1–3 доби). Ці бетони використовують під час аварійних робіт, для влаштування стиків у збірних конструкціях.

Процес твердіння можна інтенсифікувати тепловою обробкою – електропрогріванням, контактним обігріванням термоактивною опалубкою, в зимових умовах – іншими методами.

Тривалість електропрогрівання бетону у звичайних і жарких умовах становить 3–8 год, після чого струм вимикають, а бетон твердне в опалубці до набуття потрібної міцності. Додаткові витрати на застосування теплової обробки компенсуються зменшенням термінів і підвищенням якості будівництва, зниженням витрат на догляд за бетоном.

6.7. КОНТРОЛЬ МІЦНОСТІ БЕТОНУ

Контроль міцності бетону полягає у перевірці відповідності фактичної його міцності у конструкції проектній або заданій у відповідний технологічний період. Наприклад, перед зніманням несвної опалубки конструкції, при передаванні зусиль натягування арматури на бетон тощо.

Міцність бетону визначають неруйнівними та руйнівними методами.

Неруйнівні методи:

механічний, що використовує залежність між міцністю бетону на стискання і його поверхневою твердістю;

ультразвуковий імпульсний – залежність між міцністю бетону і швидкістю поширення у ньому ультразвукових хвиль.

Інструментом, який застосовують при механічному методі контролю, є кульковий молоток Різделя. Міцність бетону визначають за тарувальною таблицею залежно від діаметра ямки, яка утворилася внаслідок удару по поверхні. Щоб результати випробовувань можна було порівняти, енергія удару кульковим молотком має завжди бути однаковою.

Точніші результати дає застосування еталонного молотка Кашкарова, який дає змогу врахувати енергію удару (рис. 6.23, д). Еталонний молоток кулькою встановлюють на поверхню бетону і ударяють по ньому слюсарним молотком. Нижня частина кульки втискується у бетон, верхня – в еталонний сталевий стержень. Міцність бетону визначають за співвідношенням діаметрів відтисків на поверхні бетону і еталонному стержні (рис. 6.23, є).

В ультразвуковому імпульсному методі спеціальними ультразвуковими приладами УП–4, УКБ–1 визначають швидкість проходження ультразвуку через бетон і за тарувальними кривими (рис. 6.23, є) – міцність бетону.

Руйнівний метод полягає у випробуванні контрольних зразків-кубів. Він залишається до цього часу найпоширенішим методом контролю якості бетону при виконанні робіт.

Міцність визначають переважно за статистичним методом, що враховує залежність між міцністю і однорідністю бетону.

Бетон технологічного комплексу розділяють на партії. Партія – це об'єм бетону, що укладають за період не більше однієї доби. Із кожної партії відбирають для контролю не менше двох проб з різних замісів. З кожної проби виготовляють одну серію зразків-кубів (3 шт.) для визначення марочної міцності і додаткової серії – для оцінки проміжної міцності бетону, в інших випадках згідно з вимогами проекту.

6.8 РОЗПАЛУБЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ. ВИПРАВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ БЕТОНУВАННЯ

Розпалублення конструкцій (знімання опалубки) виконують після набуття бетоном потрібної міцності.

Знімати бокові елементи опалубки, що не несуть навантажень, можна після досягнення бетоном міцності, яка забезпечує збереження кутів, ребер і поверхні монолітної конструкції (0,2–0,3 МПа). Бокові щити опалубки фундаментів, колон, стін, балок, ригелів знімають через 8–72 год. Ці терміни визначають індивідуально залежно від виду цементу і волого-температурних умов твердіння бетону.

Несівні елементи опалубки знімають після досягнення бетоном міцності, що забезпечує потрібну несівну здатність конструкцій. Якщо фактичне навантаження на елементи конструкцій буде менше ніж 70 % розрахункового, то для елементів конструкцій прогоном до 6 м міцність бетону має становити 70 % нормативної, для конструкцій прогоном більше ніж 6 м та з напружуваною арматурою – 80 %. Якщо навантаження більше ніж 70 % розрахункового, то несівні елементи опалубки розбирають після набирання бетоном проектної міцності. За наявності несівних армокаркасів опалубку знімають після досягнення бетоном 25 % проектної міцності.

Термін досягнення бетоном потрібної міцності визначають на основі контролю його міцності. Орієнтовно термін розпалублення можна визначити за графіком набирання міцності бетону залежно від марки, виду застосовуваного цементу і середньої температури твердіння.

Розпалублення колон починають із знімання рамки біля основи і хомутів. Потім знімають з бетону окремі щити.

Несівну опалубку розбирають у два, три або більше прийомів залежно від величини прогону і маси конструкції.

Перед зніманням несівної опалубки виконують плавне і рівномірне опускання підтримувальних риштувань – розкружальювання. Для цього опускають опорні домкрати або послаблюють клинові пари. Забороняється рубати або спилювати навантажені стояки-опори.

Опори, що підтримують опалубку балок, прогонів і ригелів, опускають одночасно у межах всього прольоту. Опори, що підтримують опалубку перекриттів, які ще бетонують, опускати і знімати не можна. Опори опалубки нижнього перекриття можна знімати лише частково. Під всіма балками і прогонами цього перекриття залишають так звані стояки безпеки на відстанях не більше ніж 3 м один від одного та від опор конструкції. Стояки знімають, коли бетон досягне проектної міцності.

Розпалублення плит перекриття починають із вилучення підкружальних дощок і кружал. Два–три знятих кружала укладають на риштування під плитою для запобігання падінню щитів опалубки перекриття. Після цього знімають з бетону окремі щити опалубки.

Розпалублення балок виконують у такій послідовності – знімають притискні дошки і бокові щити, плавно опускають стояки, після цього відокремлюють від бетону і знімають нижні щити.

Розбирання великощитової опалубки, масивів, стін і фундаментів виконують застосовуючи вантажні крани, спеціальні важільні засоби, домкрати та підкоси з механічними домкратами, відтискні засоби (рис. 6.24).

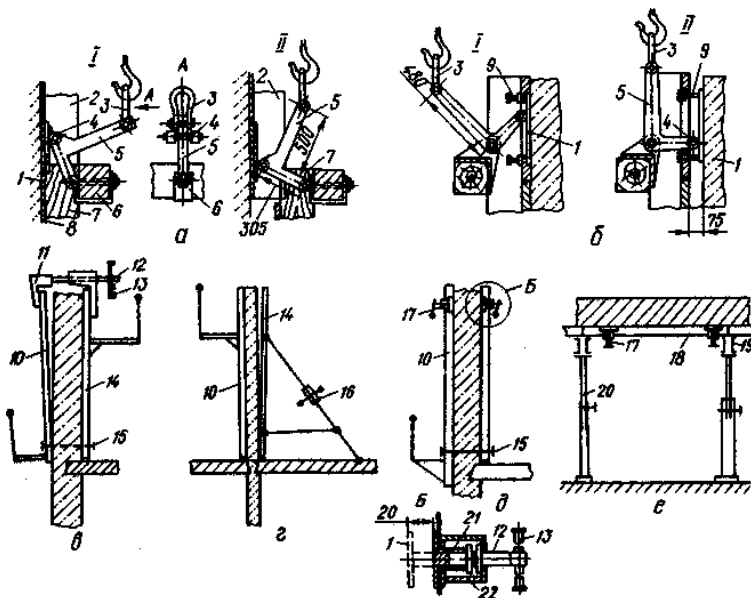


Рис. 6.24. Схеми розбирання великощитової опалубки:
а – зовнішнього щита за допомогою важільного пристрою; б – те саме, внутрішнього щита; в – за допомогою домкратів; г – із застосуванням розсувних підкосів; б, е – із застосуванням відтискних пристроїв; 1 – сталеве

пластина; 2 – ребро верхнього щита, 3 – петля; 4 – опорний ролик; 5 – штанга; 6 – горизонтальний опорний перегін; 7 – вертикальне ребро; 8 – палуба; 9, 12 – гвинт; 10, 14 – відповідно зовнішній і внутрішній щитопалубки; 11 – кронштейн; 13 – рукоятка; 15 – стяжні болти; 16 – стяжний пристрій підкосу; 17 – відтискний пристрій; 18 – щит опалубки перекриття; 19 – ригель; 20 – телескопічний стояк; 21 – пружина; 22 – стакан; I, II – послідовність розпалублення

Виправлення дефектів бетонування – раковин, гравелистої поверхні бетону, нерівностей, що утворюються при недотриманні технології бетонних робіт, – виконують відразу після розпалублення конструкцій, коли бетон ще не набув міцності.

За наявності раковин повністю вибивають і вибирають весь слабкий і нещільний бетон. Поверхню раковини вичищають дротяною щіткою і ретельно промивають струменем води, після чого влаштовують у цьому місці опалубку з карманом у верхній частині для подавання бетонної суміші. Порожнини заповнюють дрібнозернистою бетонною сумішшю – розмір зерен заповнювача до 20 мм.

Якщо раковини великі, для виправлення усадкових тріщин, що можуть виникнути у місцях примикання старого і нового бетону, у них закладають металеві трубки з дрібними отворами в стінках, і заповнюють бетонною сумішшю. Через дві–три доби після бетонування у трубки нагнітають під тиском цементний клей (суміш цементу з водою), який заповнює всі тріщини і порожнини і забезпечує монолітність бетону. Не можна замазувати раковини значних розмірів цементним розчином або тістом.

Дрібні раковини, що утворюють нерівну гравелисту поверхню бетону, можна затирати розчином після прочищення щітками і промивання. Для виправлення нерівностей поверхню бетону насікають, прочищають і заштукатурюють.

6.9 ВИКОНАННЯ БЕТОННИХ РОБІТ У ЗИМОВИХ УМОВАХ

Особливості впливу зимових умов на процес твердіння бетону. Під час виконання бетонних робіт зимовими вважаються умови, якщо середньодобова температура зовнішнього повітря знижується до $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, а протягом доби відбувається зниження температури нижче $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Якщо температура мінусова, внаслідок замерзання води у твердіючому бетоні припиняються фізико-хімічні процеси взаємодії з цементом, – припиняється сам процес твердіння бетону. Збільшення об'єму льоду на 10 % призводить до виникнення внутрішніх сил, що порушують кристалічні новоутворення, які при відтаванні та подальшому твердінні у нормальних умовах повністю не

відновлюються. Також порушується зчеплення із зернами заповнювача та арматурою, що знижує міцність бетону, його щільність, стійкість, довговічність у деяких випадках призводить до руйнування конструкції.

Мінімальну міцність, при якій замерзання бетону є небезпечним, називають критичною. Значення критичної міцності залежить від класу бетону, виду конструкції, умов її експлуатації і становить у бетонних і залізобетонних конструкціях з ненапруженою арматурою 50 % марочної міцності для бетонів класів до C8/10, 40 % – класів C10/12,5–C20/25, 30 % – класів C25/30 і вище, 20% – протиморозними добавками – 20 % марочної міцності.

Критична міцність бетону конструкцій, що піддаються відразу після вистоявання змінному заморожуванню і відтаванню, наприклад, при чергуванні холодних ночей і теплих днів, незалежно від його класу має бути не меншою ніж 70 %, у попередньо напружуваних – не менше ніж 80 % марочної міцності.

Для конструкцій зі спеціальними вимогами щодо морозостійкості, газо- та водотривкості та, що піддаються відразу після вистоявання дії розрахункового тиску води, критична міцність має бути не менше ніж 100 % проектної.

Приготування, транспортування і укладання бетонної суміші. Для твердіння бетону у зимових умовах потрібно, щоб укладена в опалубку бетонна суміш мала певну температуру і у ній були відсутні окремі мерзлі частинки заповнювача або бетону. Якщо приготувати бетонну суміш на мерзлом піску і щебені, то після її укладання і ущільнення при відтаванні мерзлих частинок утворюються порожнини навкруги зерен заповнювача – бетон буде нещільний, пористий, маломіцний.

У зимових умовах температуру бетонної суміші підвищують до 35–40 °С, готуючи її на підігретій до 40–90 °С воді і розморожених або підігрітих до 20–60 °С заповнювачах. Як виняток, можна застосовувати невідігрітим сухий щебінь або гравій, що не має намерзлого льоду на зернах і мерзлих грудок, вологістю не більше ніж 1–1,5 % за умови, що при виході з бетонозмішувача бетонна суміш матиме задану температуру. Цемент і тонкомелені добавки вводять без підігрівання.

Транспортувати бетонну суміш найдоцільніше в швидко-перемішуваній закритій утепленій тарі великої місткості. Ефективно застосовувати автобетоновози, пристосовані для перевезення теплої бетонної суміші. Бетонна суміш значно втрачає температуру при перевантажуванні.

Стан основи, на яку укладають бетонну суміш, та спосіб укладання мають бути такими, щоб не допустити як замерзання суміші

у стик з основою, так і деформацій основи (при укладанні суміші на ґрунти, що здимаються). Для цього основу до укладання суміші відігрівають і запобігають замерзанню до набуття новоукладеним бетоном потрібної міцності.

Опалубку і арматуру очищають від льоду і снігу. Для цього не можна застосовувати гарячу воду і пару, що зумовлюють утворення намерзлого льоду. У морози нижче -10°C арматуру діаметром більше ніж 25 мм, виконану з прокатних профілів, відігрівають до температури $+5^{\circ}\text{C}$ гарячим повітрям під легким поліетиленовим покриттям або індукційним нагріванням.

Укладають бетонну суміш безперервно і швидкими темпами, щоб до закінчення процесу суміш мала потрібну температуру не менше ніж $+2^{\circ}\text{C}$, при вистоюванні методом термоса – передбачену розрахунками. Роботи ведуть на невеликих захватках (ділянках), намагаючись, щоб укладений шар швидко закривався наступним. Після укладання останнього шару бетон відразу вкривають.

У деяких випадках ефективно укладати у конструкцію бетонну суміш, попередньо підігріту до температури 80°C . Це роблять безпосередньо перед її укладанням на будівельному майданчику, застосовуючи електророзігрівання при напрузі 120–380 В протягом 5–15 хв.

Для організації електророзігрівання суміші на будівельному майданчику обладнують установку з трансформатором, розподільним щитом і пультом керування.

Вистоювання бетону. При зведенні монолітних конструкцій у зимових умовах застосовують різні ефективні і економічно доцільні методи вистоювання бетону, що дають змогу забезпечити високу якість конструкцій. Їх методи поділяють на три основні групи:

6.9.1. методи, засновані на використанні початкового вмісту тепла у бетонній суміші і тепловиділенні цементу при твердінні бетону – методи термоса;

6.9.2 методи, що забезпечують зниження температури замерзання води у бетоні введенням у суміш під час її приготування протиморозних хімічних добавок;

6.9.3 методи, що забезпечують інтенсифікацію твердіння бетону через прогрівання або обігрівання.

Ці методи можна комбінувати.

Вибір методу вистоювання бетону у зимових умовах залежить від виду та масивності конструкції, виду і складу бетону, зовнішніх умов виконання робіт, технічної та енергетичної забезпеченості, інших чинників.

Методом термоса витримують масивні бетонні та залізобетонні конструкції, модуль поверхні яких не перевищує 6 – при

укладанні суміші на портландцементі, 10 – на швидкотверднучому портландцементі. Модуль поверхні конструкції визначається відношенням площі відкритої поверхні конструкції до її об'єму.

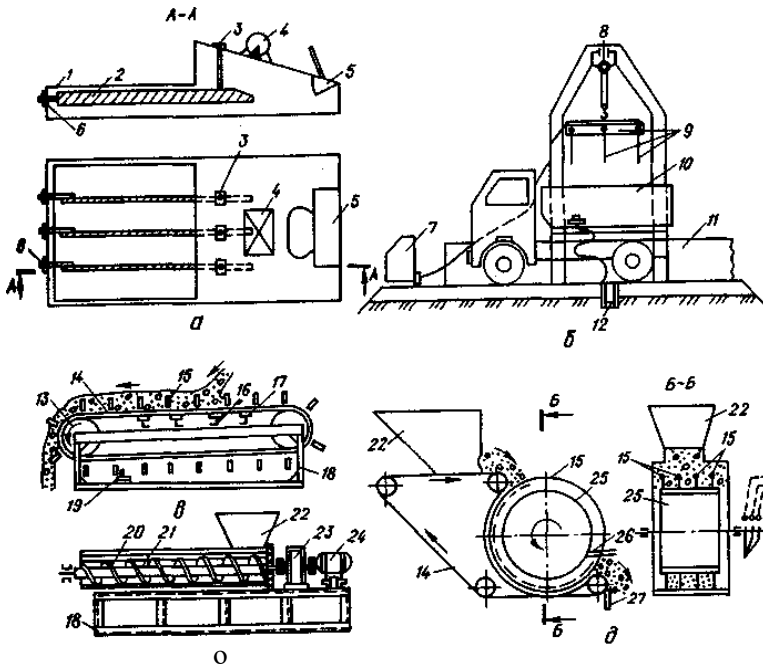


Рис. 6.25. Схеми устаткування для попереднього електророзігрівання бетонної суміші:

- а – баддя; б – пост електророзігрівання бетонної суміші у кузовах автосамоскидів; в – установка безперервної дії конвеєрно-стрічкового типу; г – те саме, шнекового типу; д – те саме, барабанно-стрічкового типу;
- 1 – корпус бадді; 2 – пластинчасті електроди; 3, 6 – елементи кріплення електрода; 4 – зовнішній вібратор; 5 – заслінка; 7 – щит керування; 8 – тельфер на порталі; 9 – рама з опускними електродами; 10 – кузов автосамоскида; 11 – огорожа; 12 – заземлення; 13 – барабан; 14 – конвеєрна стрічка; 15 – електроди; 16 – пристрій контактного підключення до електромережі; 17 – ізолятор; 18 – рама; 19 – вібромолоток для очищення електродів; 20 – шнек; 21 – труба-жолоб; 22 – приймальний бункер; 23 – редуктор; 24 – електродвигун; 25 – барабан; 26 – відсікач; 27 – пристрій для очищення стрічки

Метод термоса найбільш економічно вигідний і простий у використанні. Він не потребує устаткування для обігрівання бетону у конструкціях, його обслуговування, витрат електроенергії, пари,

палива.

Різновиди цього методу – **гарячий термос, термос із застосуванням хімічних добавок**. Вони дають змогу поширити метод на конструкції з більшим модулем поверхні.

Гарячий термос – укладання бетонної суміші, попередньо розігрітої до температури 60–80°C, ущільнення у гарячому стані і наступне термосне вистоювання. Цей метод застосовують при зведенні конструкції з $M_n < 12$.

Розбирають опалубку при температурах бетону, що близькі до температури його замерзання.

Другий різновид передбачає використання сумішей з хімічними добавками, що прискорюють твердіння бетону, знижують температуру замерзання рідкого компонента бетонної суміші та забезпечують твердіння при температурі нижче 0 °C.

Як добавку застосовують вуглекислий калій-поташ, – нітрит натрію, хлорид кальцію – сечовину, аміачну воду, нітрит-нітрат- хлорид кальцію та ін.

Хімічні добавки кількістю до 2–3 % маси цементу діють як прискорювачі твердіння (табл. 6.6).

Таблиця 6.6

Термін вистоювання бетону, діб	Для бетону на основі	
	портландцементу	пуцоланового портландцементу
2	1,65	2,0
7	1,2	1,25
28	1,1	1,15

При їх застосуванні бетонну суміш температурою 25–35°C укладають в утеплену опалубку, якщо температура зовнішнього повітря становить -15 – -20°C, після віброущільнення накривають теплоізолювальними матеріалами. Прискорене отримання критичної міцності у більш короткі терміни дає змогу застосовувати метод термоса для конструкцій з модулем поверхні до 8, якщо бетони на портландцементі.

Введення більшої кількості добавок, від 3 до 15 % маси цементу, знижує температуру замерзання суміші. Завдяки цьому бетон твердне при низьких температурах від -5 до -25 °C (табл. 6.7). Ці добавки називають **протиморозними**.

Таблиця 6.7

Рекомендована кількість протиморозних добавок,
відсоток маси цементу

Температура бетону, С°	Вид добавки		
	хлорид натрію + хлорид кальцію (ХН+ХК)	нітрат натрію (НН)	поташ (П)
-5	0 + 3	4-6	5-6
-10	3,5 + 1,5	6-8	6-8
-15	3 + 4,5	8-10	8-10
-20	—	—	10-12
-25	—	—	12-15

При температурах менше ніж 0 °С вода має низьку активність, твердіння бетону за низьких температур уповільнюється (табл. 6.8).

Таблиця 6.8

Міцність бетону на портландцементі з протиморозними добавками у різні терміни вистоювання, відсоток марочної

Добавка	Температура бетону, °С	Термін вистоювання бетону, діб			
		7	14	28	90
Хлорид натрію + хлорид кальцію	-5	35	65	80	100
	-10	25	35	45	70
	-15	15	25	35	50
Нітрат натрію	-5	30	50	70	90
	-10	20	35	55	70
	-15	10	25	35	50
Поташ	-10	30	50	70	90
	-15	25	40	55	70
	-20	20	30	50	60

Примітка. Дані перемножуються на коефіцієнт: 1,2 – при застосуванні швидкотверднучого цементу; 0,8 – при застосуванні шлакових або пуцоланових цементів, рідкої добавки НН, протиморозних добавок у сполученні з поверхнево активними.

Під час бетонування армованих конструкцій використовують добавки, що не викликають корозії арматури (поташ, нітрит натрію), хлориди використовують для неармованих конструкцій.

Бетони з протиморозними добавками не можна застосовувати при спорудженні конструкцій, що підлягають динамічним навантаженням, з попередньо напружуваною арматурою, розміщених у зоні змінного рівня води, залізобетонних, що експлуатуються в агресивних середовищах, зонах блукаючих струмів, під напругою постійного струму, в інших випадках.

Наявність добавок може спричинити появу на поверхні конструкції висолів.

Електропрогрівання бетону застосовують для конструкцій з модулем поверхні від 8 до 20, інших у разі потреби прискорити твердіння бетону.

Електропрогрівання полягає у використанні тепла, що виділяється у бетоні в процесі проходження через нього змінного електричного струму. Постійний струм непридатний, тому що викликає електроліз води. Укладену і ущільнену суміш через 1–2 год вмикають до електромережі за допомогою металевих електродів. Перетворення електроенергії на теплову здійснюється безпосередньо у бетоні.

Режим прогрівання складається з трьох основних періодів: розігрівання (T_1), ізоtermічного витримування (T_2); охолодження (T_3) (рис. 6.26). Для економного використання енергії загальну тривалість електропрогрівання (T_4), (тривалість підключення бетону до електромережі) для бетону з модулем поверхні від 8 до 15 визначають з умови забезпечення потрібної критичної міцності бетону до кінця його охолодження. Конструкції з $M_p > 15$ витримують під напругою до набирання ними потрібної критичної міцності.

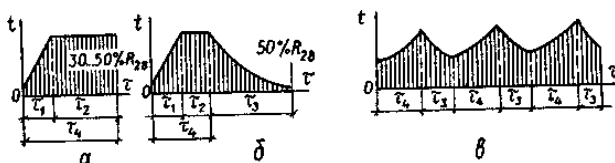


Рис. 6.26. Температурні режими електропрогрівання бетону:
а – без урахування зростання міцності бетону в період його охолодження; б – те саме, з урахуванням; в – при імпульсному подаванні напруги

Розігрівання – це один з найбільш відповідальних періодів прогрівання. При надто швидкому розігріванні у бетоні відбуваються структурні руйнування внутрішнім тиском через швидке розширення внутрішньої пари води і повітря, температурне розширення твердих частинок, інтенсивне випаровування вологи з поверхні бетону. Швидкість розігрівання бетону потрібно регулювати у відповідних межах (табл. 6.9):

Таблиця 6.9

Швидкість розігрівання

M_p	2–4	5–10	>	Стики
-------	-----	------	---	-------

Швидкість розігрівання, °C/год	5	10	15	20
--------------------------------	---	----	----	----

Максимальну температуру бетону при периферійному прогріванні, рамних і каркасних конструкцій з жорсткими стиками беруть не більше ніж 40 °C, для масивних конструкцій визначають з умов отримання у них рівномірного температурного поля.

Швидке охолодження бетону може спричинити додаткові температурні напруження, що пошкоджують бетон. Тому швидкість остигання теж регулюється у певних межах (табл. 6.10):

Таблиця 6.10

Швидкість остигання

M_n	2–4	5–10	>10
Швидкість остигання, °C/год	Визначення розрахунком	5	10

Температуру розігрівання регулюють зміненням напруги. Оскільки питомий електричний опір бетону залежить від його температури, кількості води і концентрації електролітів в одиниці обсягу, то на початку розігрівання ця величина зменшується, а з твердінням бетону, через 3–3,5 год, починає збільшуватись. Щоб умови прогрівання конструкції були рівномірні, через певні проміжки часу збільшують напругу. Для цього застосовують трансформатори для прогрівання бетону зі зміною напруги, наприклад, східчасті трансформатори зі зміною напруги 49-60-80-121 В.

Для автоматичного витримування заданого режиму застосовують імпульсне подавання напруги (рис. 6.26, в). За допомогою спеціальних датчиків, установлених у бетоні, електроди періодично вмикаються і вимикаються, регулюючи температуру ізотермічного витримування. У моменти недопустимого підвищення температури електромережа вимикається.

Швидкість охолодження бетону регулюють підбором теплоізоляції його поверхні залежно від температури зовнішнього повітря.

При електродному прогріванні застосовують різні види електродів: пластинчасті, смугові, стержневі, плаваючі, струнні.

Пластинчасті електроди відносяться до поверхневих. Їх виготовляють з пластин покрівельного заліза або сталі, що нашивають на внутрішню, прилеглу до бетону, поверхню опалубки. Розміщені з протилежних боків конструкції електроди підключають до різноименних фаз струму (рис. 6.27, а). Внаслідок проходження струму бетон нагрівається. За допомогою пластинчастих електродів прогрівають малоармовані конструкції незначної товщини – стіни, колони, балки тощо.

Рис. 6.27. Схеми розміщення електродів:

- а – пластинчастих; б – смугових під час двостороннього прогрівання;
в, г – смугових під час периферійного прогрівання; д – плоских груп
стержневих електродів; е – поодинокі стержневі; є – смугових на дощатій
панелі; ж – струнних електродів у колонах; 1 – пластинчасті електроди;
2 – смугові електроди; 3 – дерев'яна опалубка; 4 – стержневі електроди;
5 – щит із дощок; 6 – теплоізоляція; 7 – пристосування для підключення фаз
струму; 8 – струнні електроди; 9 – гаки для кріплення електродів;
10 – арматурний стержень

Плаваючі електроди виготовляють із сталі діаметром 6–12 см і заглиблюють у поверхню укладеної бетонної суміші на 3–4 см. Їх застосовують в основному для прогрівання плоских конструкцій (підлоги, плити) і периферійного прогрівання верхньої (неопалубленої) поверхні масивних конструкцій.

Струнні електроди виготовляють з арматурної сталі діаметром 4–16 мм. Перед бетонуванням паралельно поздовжній осі конструкції окремими, розміщеними одна за одною, ланками 2,5–3,5 м довжиною установлюють по дві-три струни. Один з кінців кожної струни загинають під прямим кутом, виводять на поверхню конструкції і підключають до різнойменних фаз струму (рис. 6.27, ж). Одним з електродів може бути металева або оббита листовим залізом опалубка.

Як електроди використовують також арматуру, підключену до нульової фази. Для запобігання пересушенню пристержневих зон бетону і зменшення його зчеплення з арматурою напруга має бути до 85 В. Якщо арматура не використовується як електроди, занулювати або заземлювати її не потрібно. У такому разі виникає нерівномірність температурного поля і підвищується електрична потужність.

Відстань між електродами для запобігання перегріванню бетону має бути не менше ніж 20–25 см при напрузі до 65 В і 30–40 см – при напругах до 106 В. небезпека місцевого перегрівання зменшується, якщо електроди розташовані групами до кожної фази мережі під'єднують не один, а групу електродів.

Для рівномірного прогрівання конструкцій встановлюються мінімальні відстані між електродами і арматурою – при початковій напрузі прогрівання 52, 65, 87, 106, 220 В, відповідно 5, 7, 10, 15, 20 см. Якщо забезпечити ці відстані неможливо, найближчі до арматури групи електродів ізолюють. Обмежується також найбільша відстань (100 мм) між електродами і робочим швом.

Устаткування для електропрогрівання складається з трансформатора, розподільних щитів і софітів дошки 3–4 м довжиною з рамками. На рамках монтують проводи фаз струму, до яких

приєднують провідники від електродів. Потужність трифазного трансформатора 50–60 кВт забезпечує добове прогрівання 11–12,5 м³ бетону при $M_n = 10$.

Індукційне прогрівання (рис. 6.28) застосовують для густо- і рівномірноармованих конструкцій балок, ригелів, прогонів, колон, складних монолітних стиків. Для цього навколо залізобетонного елемента влаштовують спіральну обмотку – індуктор з ізоляваного проводу і вмикають до мережі. Під дією змінного електричного струму сталеві опалубка або арматура, що виконує роль осердя (соленоїда), нагрівається і передає тепло бетону. Індуктор улаштовують до укладання бетонної суміші, що дає змогу попередньо підігрівати ним арматуру і металеву опалубку.

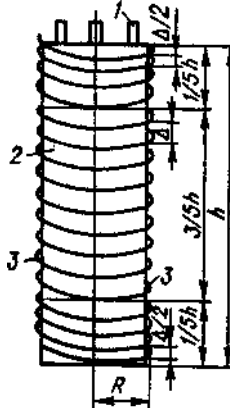


Рис. 6.28. Схема індукційного прогрівання:
1 – арматурний стержень; 2 – опалубка; 3 – індуктор

Інфрачервоне обігрівання (рис. 6.29, а–г) бетону застосовують при влаштуванні конструкцій із значним модулем поверхні (стін, плит, стиків), забезпечуючи протягом кількох годин (до 15) твердіння, для міцності бетону до 70 %. Метод полягає у передачі бетону тепла у вигляді променевої енергії електромагнітних хвиль 0,76–100 мкм довжиною. Для бетонних робіт генераторами інфрачервоного випромінювання є трубчасті металеві та кварцові випромінювачі.

Контактне обігрівання бетону виконують переважно із застосуванням нагрівальних (термоактивних) опалубок (рис. 6.30). **За цим методом тепло передається контактним способом від поверхні опалубки до поверхні бетону конструкції.** Термоактивні опалубки мають у своєму складі нагрівальні елементи, що встановлені із зовнішнього боку опалубки: нагрівальні проводи та кабелі, сітчасті нагрівачі, трубчасті електронагрівальні елементи (ТЕНи) тощо. Із

зовнішнього боку нагрівальні елементи теплоізолюють. На термоактивну опалубку подається електричний струм напругою 40–127 і 220 В. Частина конструкції, які не перекриті термоактивною опалубкою, покривають гнучкими термоактивними матами (рис. 6.30, г) або гнучким теплоізоляційним покриттям із склотканини і скловати. Для цього застосовують дощаті щити з додатковим утепленням.

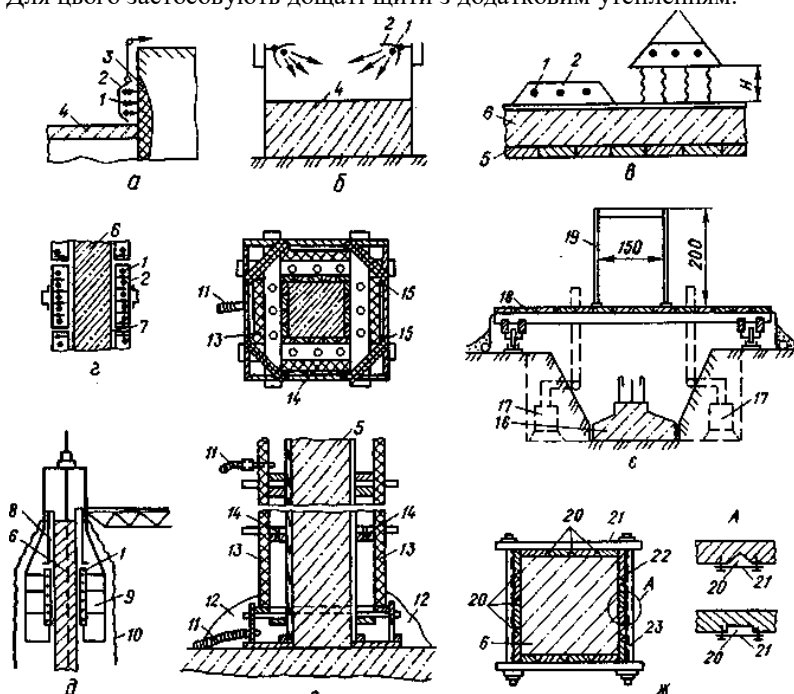


Рис. 6.29. Схеми інфрачервоного обігрівання, прогрівання, тепляка, капілярної опалубки:

- а – схема інфрачервоного обігрівання мерзлого бетону і основи; б – те саме, у разі теплового захисту укладуваної бетонної суміші; в – те саме, для забезпечення інтенсивності твердіння бетонного перекриття; г – те саме, бетону стін у металевій опалубці; д – те саме, у ковзній опалубці; е – схема паропрогрівання колони; є – схема тепляка під час улаштування фундаментів; ж – схема капілярної опалубки колони; 1 – інфрачервоний випромінювач; 2 – рефлектор; 3 – зона відігрітого бетону; 4 – новоукладений бетон; 5 – опалубка; 6 – бетон, що обігрівається; 7 – металева опалубка стін; 8 – ковзна опалубка; 9 – риштування; 10 – брезентове покриття; 11 – гнучкий шланг для подавання пари; 12 – тирса; 13 – утеплені щити; 14 – отвори у хомутах; 15 – повсть; 16 – улаштовуваний фундамент; 17 – печі; 18 – пересувний тепляк; 19 – кабіна для вивантаження бетонної суміші; 20 – канали для пари; 21 – смужка покрівельної сталі; 22 – щит опалубки;

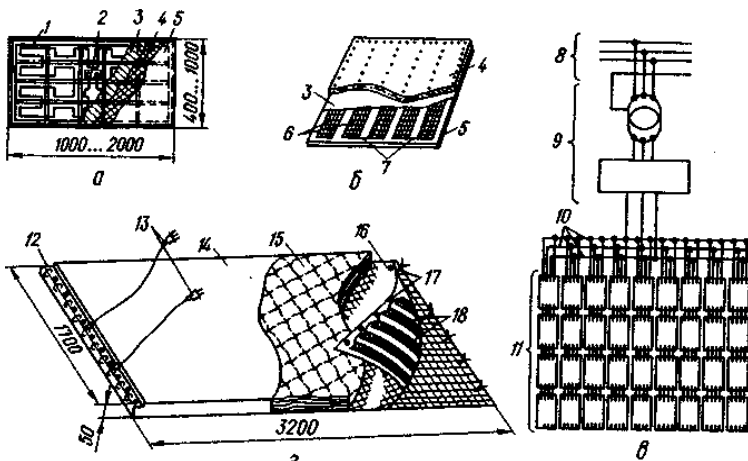


Рис. 6.30. Конструкції термоопалубки і термоактивного гнучкого покриття:

- а – панель опалубки з нагрівальним кабелем; б – те саме, із сітчастим нагрівачем; в – схема розташування панелей; г – термоактивний мат; 1 – кабель; 2 – клемна колодка; 3 – листи азбесту; 4 – мінеральна вата; 5 – лист фанери; 6 – сітчасті нагрівачі; 7 – розвідні шини; 8 – електромережа з напругою 380 В; 9 – знижувальний трансформатор; 10 – шини; 11 – нагрівальні елементи; 12 – притисні планки; 13 – рознімання; 14 – захисний чохол; 15 – теплоізоляція; 16 – склотканина; 17 – отвори для кріплення теплоізоляції; 18 – вуглецеві стрічкові нагрівачі

Конвективне обігрівання – обігрівання, при якому теплова енергія до бетону передається за допомогою теплого повітря або пари. Бетон до набуття міцності вистояють у тепляках, що є тимчасовими огорожувальними конструкціями або спорудами (рис. 6.29, е). Тепляки бувають об'ємні, що охоплюють всю конструкцію, та секційні, що огорожують тільки частину конструкції. Їх виконують з фанери, брезенту, полімерної плівки. Останнім часом для їхнього влаштування застосовують надувні двостінні конструкції з синтетичних матеріалів. За допомогою електричних або парових калориферів у тепляках підтримують потрібні температури від 5 до 15 °С і вологість.

У тепляках бетонують конструкції за умов, коли на відкритому повітрі це робити неможливо. Потрібні значні перерви для обігрівання робітників, знижується якість бетону при значному морозі, наприклад до -60 °С.

6.10 ВИКОНАННЯ БЕТОННИХ РОБІТ В УМОВАХ СУХОГО ЖАРКОГО КЛІМАТУ

До районів із сухим жарким літом належать південні області України, але особливості виконання робіт у таких умовах слід ураховувати і в інших місцях, коли в окремі періоди має місце суха жарка погода з температурою вище ніж 25°C і відносною вологістю повітря менше ніж 50%.

На технологію бетонних робіт за вищезазначених умов впливають такі чинники:

- підвищена температура бетонної суміші, що потребує збільшення її початкової рухливості;
- швидка втрата бетонною сумішшю рухливості під час транспортування і укладання внаслідок прискореного тужавлення цементу та інтенсивної втрати вологості;
- інтенсивне зневоднювання бетону, що призводить до втрат міцності до 50 % за місячний період вистоювання, довговічності, погіршення інших властивостей;
- розвиток значної пластичної (початкової) усадки бетону, що викликає розтріскування (особливо залізобетонних) конструкцій.

Щоб забезпечити відповідну температуру бетонної суміші під час приготування, змочують охолодженою водою заповнювачі, обдувають їх холодним повітрям, додають лід до 50 % маси води. Для запобігання нагріванню води у трубопроводах і резервуарах їх захищають теплоізоляцією. Температура бетонної суміші на час відправки її із заводу не повинна перевищувати $+25^{\circ}\text{C}$, тому що за цієї температури виникають труднощі з укладанням та ущільненням. Транспортувати суміш температурою вище $+35^{\circ}\text{C}$ заборонено – така суміш швидко тужавіє і її укладання стає неможливим.

Під час транспортування бетонної суміші має забезпечуватись збереження необхідної її температури і рухливості. Для цього застосовують закриті теплозахисні транспортні засоби. Тривалість транспортування бетонної суміші температурою $+25^{\circ}\text{C}$ не повинна перевищувати 30–50 хв, суміші температурою $+30^{\circ}\text{C}$ – 15–25 хв. Якщо цей термін більший за допустимий, визначений з умови втрати не більше ніж 25 % початкової рухливості, доцільне транспортування в автобетонозмішувачах сухих або частково приготовлених сумішей з добавками – уповільнювачами тужавлення типу СП, НТФ.

Укладають бетонну суміш при температурі не більше ніж $+25^{\circ}\text{C}$, в масиві – при температурі $+20^{\circ}\text{C}$. Ці вимоги не поширюються на попередньо розігріті суміші, в яких унаслідок швидкого твердіння пластична усадка виявляється слабо.

Перед початком бетонування місце укладання суміші захищають від сонячних променів щитами або навісами, охолоджують арматуру та опалубку обприскуванням холодною водою. Дерев'яну опалубку підтримують у вологому стані.

Укладання суміші потрібно здійснювати так, щоб кожна чергова укладена порція мала найменшу відкриту поверхню, після ущільнення та загладжувannya її слід накрити вологомісткими матеріалами. Якщо на поверхні бетону виникли тріщини від швидкого зневоднювання і пластичної усадки, потрібно не пізніше ніж через одну годину після закінчення укладання суміші виконати повторне поверхнєве вібрування, що знищує тріщини і запобігає появі нових.

Догляд за бетоном розділяють на два періоди – початковий та основний. **Початковий догляд виконують до моменту набрання бетоном** міцності 0,5 МПа. У цей період захищають поверхню бетону від випаровування вологи з метою запобігання ранньому виникненню тріщин на поверхні. Для цього відкриту поверхню покривають брезентом, щитами або захисними плівками. **Тривалість початкового догляду становить 4–8 год** і залежить від виду конструкцій, погодних умов, інших чинників і встановлюється будівельними лабораторіями під час виконання робіт. Термін можна скорочувати через штучне прискорення твердіння бетону.

В основний період догляду, до набрання бетоном 70 % проектної міцності, підтримують потрібну для твердіння вологість. При цьому поверхню конструкцій укривають водонепроникними плівками. Застосовують також вистоювання бетону під шаром води – спосіб “покривних водяних басейнів”. При використанні цього способу опалубку влаштовують з бортиком 68 см висотою, після закінчення початкового періоду догляду заливають поверхню конструкції шаром води 35 см товщиною. Для зменшення випаровування води з поверхні басейну застосовують речовини, що утворюють на поверхні води тонкий захисний шар, наприклад, із відпрацьованих олив. Воду для покривних басейнів підігрівають до температури не нижче укладеної бетонної суміші. Це дає змогу уникнути температурних напружень у бетоні.

Після досягнення бетоном заданої міцності бажано захистити поверхню бетону від швидкого висихання, витримуючи її ще додатково дві–три доби під покриттям без зволоження.

ЗМІСТ

Вступ	3
1. Тема 1. Основи технології будівельних процесів	4
1.1. Загальні відомості	4
1.2. Будівельні процеси	8
1.3. Будівельні робітники. Організація і продуктивність праці	11
1.4. Механізація будівельних процесів.....	18
1.5. Нормативна і проектна документація. Проектування технологій виконання будівельно-монтажних робіт	22
1.6. Техніко-економічні показники.....	24
1.7. Контроль якості будівельно-монтажних робіт і продукції	26
1.8. Охорона праці і протипожежний захист об'єктів будівництва	28
2. Тема 2. Підготовчі роботи на будівельному майданчику.....	30
2.1. Загальні відомості	30
2.2. Підготовка майданчика	30
2.3. Робочі місця і технологічні зони.....	36
2.4. Складування будівельних матеріалів та конструкцій	39
3. Тема 3. Транспортні роботи	41
3.1. Загальні відомості	41
3.2. Контейнеризація та пакування вантажів	42
3.3. Транспортування будівельних матеріалів і конструкцій	44
3.4. Комплексна механізація вантажно-розвантажувальних робіт	45
4. Тема 4. Земляні роботи.....	46
4.1. Загальні відомості	46
4.2. Основні будівельні властивості ґрунтів та їх класифікація	46
4.3. Способи виконання земляних робіт	48
4.4. Підготовчі та допоміжні роботи	49
4.5. Розроблення ґрунту механічним способом.....	61
4.6. Розроблення ґрунту гідромеханічним способом	82
4.7. Укладання, ущільнення та зворотне засипання ґрунту.....	86
4.8. Виконання земляних робіт у зимовий період	90
5. Тема 5. Кам'яні роботи	93
5.1. Загальні відомості	93
5.2. Кладка з дрібного природного і штучного каменю правильної форми.....	105
5.3. Кладка з природного каменю неправильної форми	124
5.4. Кладка з великих блоків правильної форми.....	128
5.5. Виконання кам'яних робіт у зимових умовах	130
5.6. Контроль якості кам'яних робіт.....	137
6. Тема 6. Бетонні та залізобетонні роботи	139
6.1. Загальні відомості	139
6.2. Опалубні роботи	145

6.3. Арматурні роботи	165
6.4. Приготування бетонної суміші	181
6.5. Бетонування конструкцій	193
6.6. Вистоювання бетону і догляд за ним	214
6.7. Контроль міцності бетону	217
6.8. Розпалублення конструкцій. Виправлення дефектів бетонування	218
6.9. Виконання бетонних робіт у зимових умовах	220
6.10. Виконання бетонних робіт в умовах сухого жаркого клімату	233

Список літератури:

1. Технологія будівельного виробництва: навчальний посібник /В.М. Гуденко. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 481 с.
2. Назаренко І.І., Німко Ф.О. Вантажопідйомна техніка (конструкції, ефективне використання, сервіс). Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К.: Видавничий дім «Слово», 2010.
3. Технологія будівельного виробництва: Підручник /В. К. Черненко, М. Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін.; За ред. В. К. Черненко, М. Г. Ярмоленка. – К.: Вища шк., 2002. - 430с.
4. Ищенко И. И. Каменные работы: Учебник для проф.-техн.училищ. 4е изд., перераб. и доп. –М.: Высш. школа, 1982.- 240с., ил.
5. Технология строительного производства: Учебник для вузов/ С. С. Атаев, Н. Н. Данилов, Б. В. Прыкин и др.. – М.: Стройиздат,1984. 559 с.
6. Технология строительного производства: Учебник для вузов/ Под ред. О. О. Литвинова, Ю. И. Белякова.–К. : Вища шк.. Головное узд-во, 1984.–479 с.
7. Т. М. Штоль, В.И. Телисенко, В.И. Феклин: Технология возведения подземной части зданий и сооружений. / М. Стройиздат -1990. – 284 с.
8. Акимова Л.Д., Амосов Н.Г., Бадьин Г.М. и др. Технология строительного производства.- Л.: Стройиздат, 1987.
9. Бородзин И.Г. и др. Техничко-экономические обоснования выборов кранов и приспособлений.- М.: Стройиздат, 1973.
10. Схема операционного контроля качества строительно- монтажных работ. –Киев: Будівельник, 1978
11. Економічні нормативи. Норми продуктивності на загально будівельні роботи в агропромисловому будівництві. Частина 1/ Київ - 2005.
12. В. И. Телеченко, О.М. Терентьев, А.А. Лapidус : Технология строительных процессов./ М. Высшая школа - 2005.
13. Справочник строителя. Строительная техника, конструкции и технологии (в 2-х томах). Сб. под ред. Х. Нестле. Москва: Техносфера, 2007.
14. В. П. Кизима, М. М. Ткачук, А. Г. Куковський, В. Ю. Громадченко. Технологія виконання та проектування земляних робіт у будівництві : Навч. посіб. / В. П. Кизима, М. М. Ткачук, А. Г. Куковський, В. Ю. Громадченко — Тернопіль : Підручники і посібники, 2011. — 448 с