



Національний університет
водного господарства
та природокористування

А. А. Білецький, С. В. Клімов, І. А. Рощик

ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ



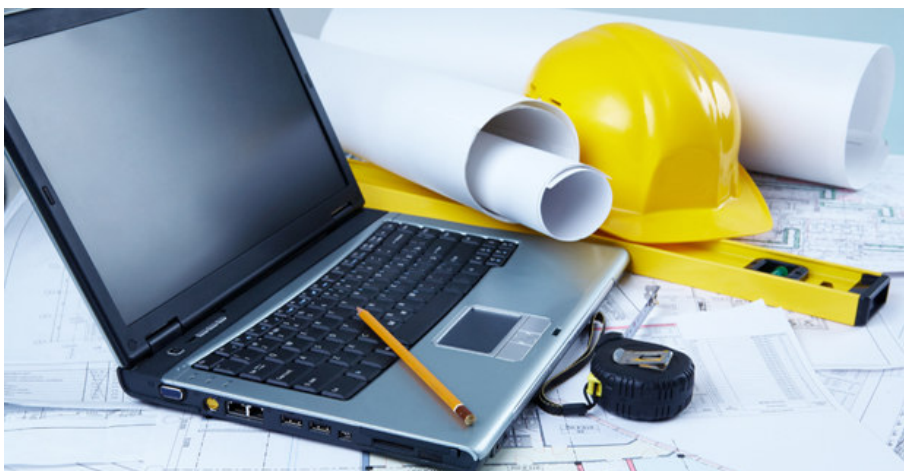
Навчальний посібник

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

А. А. БІЛЕЦЬКИЙ, С. В. КЛІМОВ, І. А. РОЩИК

ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

Навчальний посібник



РІВНЕ
2025

УДК 631.2:725(075.8)

Б27

Рецензенти:

Турченко В. О., д.т.н., професор, завідувач кафедри водної інженерії та водних технологій Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне;

Макаренко Р. М., к.т.н., доцент, директор Навчально-наукового інституту будівництва й архітектури Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне.

*Рекомендовано вченою радою Національного університету
водного господарства та природокористування.*

Протокол № 7 від 04 липня 2025 р.

А. А. Білецький, С. В. Клімов, І. А. Рощик

Б27 Організація і технологія будівельних робіт : навч. посіб. 2-ге вид., допов. і переробл. [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2025 р. – 186 с.

ISBN 978-966-327-668-7

Даний навчальний посібник спрямований на здобуття фахових компетентностей здобувачами вищої освіти, необхідних для виконання виробничих функцій і вирішення типових задач професійної діяльності бакалавра з будівництва та цивільної інженерії.

У навчальному посібнику наведено відомості про сучасні методи, засоби та технологічні рішення виконання основних видів робіт при зведенні будівель та інженерних споруд. Відображено особливості виконання будівельних робіт в складних умовах.

Навчальний посібник призначено для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, які навчаються за спеціальністю G19 «Будівництво та цивільна інженерія», освітні програми «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» та «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання.

Лл. 222, табл. 16. Бібліограф.: 16 назв.

УДК 631.2:725(075.8)

ISBN 966-327-069-1

© А. А. Білецький, 2007

ISBN 978-966-327-668-7

© А. А. Білецький, С. В. Клімов,
І. А. Рощик, 2025

© Національний університет водного
господарства та природокористування, 2025

Зміст

Зміст	3
ПЕРЕДМОВА	5
Розділ 1. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	6
1. ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ІНДУСТРІАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	6
1.1. Основні положення та поняття в технології будівельного виробництва.....	6
1.2. Система стандартизації та нормування в будівництві.....	10
1.3. Особливості індустриальної технології будівництва.....	12
1.4. Технічне і тарифне нормування	14
1.5. Технологічне проектування.....	19
Контрольні запитання і завдання	25
Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ. ЗЕМЛЯНІ РОБОТИ... ..	27
2.1. Загальні положення	27
2.2. Основні властивості та будівельна класифікація ґрунтів.....	29
2.3. Визначення об'ємів земляних споруд	31
2.4. Перенесення проектів в натуру та геодезичне розмічування споруд.....	38
2.5. Технологія виконання земляних робіт	41
Контрольні запитання і завдання	79
3. ТРАНСПОРТНІ ТА ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНІ РОБОТИ	81
3.1. Горизонтальний транспорт та його класифікація	81
3.2. Вантажно-розвантажувальні роботи.....	86
Контрольні запитання і завдання	92
4. БЕТОННІ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННІ РОБОТИ	93
4.1. Загальні відомості.....	93
4.2. Улаштування опалубки	95
4.3. Заготовляння арматури та армування конструкцій.....	100
4.4. Бетонування конструкцій.....	102
4.5. Контроль якості бетонних робіт.....	115
4.6. Заходи з охорони праці при виконанні бетонних робіт.....	116

Контрольні запитання і завдання	117
5. КАМ'ЯНІ РОБОТИ	119
5.1. Загальні відомості.....	119
5.2. Технологічні процеси виконання кам'яних робіт	124
5.3. Заходи з охорони праці при виконанні кам'яних робіт	131
Контрольні запитання і завдання	132
6. МОНТАЖ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	134
6.1. Технологічні процеси при монтажі збірних конструкцій.....	134
6.2. Монтаж залізобетонних конструкцій	138
6.3. Монтаж металевих конструкцій.....	144
6.4. Заходи з охорони праці при виконанні монтажних робіт	147
Контрольні запитання і завдання	148
7. ОПОРЯДЖУВАЛЬНІ ТА ІЗОЛЯЦІЙНІ РОБОТИ.....	149
7.1. Штукатурні роботи.....	149
7.2. Облицювальні роботи	156
7.3. Малярні роботи.....	159
7.4. Покрівельні роботи.....	163
7.5. Улаштування підлог	170
7.6. Ізоляційні роботи.....	179
7.7. Заходи з охорони праці при виконанні опоряджувальних та ізоляційних робіт.....	183
Контрольні запитання і завдання	184
Використана література	185

ПЕРЕДМОВА

Одним із факторів, що визначає економічний розвиток будь-якої держави, є будівництво, як невід’ємно важлива галузь матеріального виробництва. Темпи і якість будівництва значною мірою залежать від організації і технології виконання робіт.

Прийняття будівельними фахівцями раціональних організаційних і технологічних рішень при зведенні будівель та споруд вимагають відповідних вмінь і знань.

Навчальний посібник складено відповідно до освітньої програми «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології», спеціальність G19 Будівництво та цивільна інженерія. Він розроблений для вивчення здобувачами вищої освіти нормативного освітнього компонента «Організація і технологія будівельних робіт» та набуття ними компетентностей фахової підготовки фахівця освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр.

Успішне виконання технологічних процесів вимагає їх чіткої організації. Під **організацією** робіт розуміється система заходів, направлених на раціональне поєднання всіх елементів праці: робітників, знарядь та предметів праці.

У посібнику наведено відомості про організацію праці робітників і організації технологічних процесів на рівні окремих загально будівельних робіт, характерних для водогосподарського будівництва.

Під **технологією** прийнято розуміти сукупність процесів з обробки і переробки матеріалів. Стосовно будівельного виробництва - це переробка матеріалів, що використовуються для будівництва інженерних споруд різного призначення. Основними матеріалами, що використовуються у водогосподарському будівництві є ґрунт і бетон, тому значна увага приділяється технології виконання земляних і бетонних робіт. Також розглядаються питання щодо технології монтажу будівельних конструкцій, виконання опоряджувальних та ізоляційних робіт.

Технологія будівництва – це сукупність науково обґрунтованих методів, прийомів, послідовностей і технічних рішень, спрямованих на ефективну організацію та виконання будівельно-монтажних робіт з урахуванням властивостей будівельних матеріалів, умов будівельного майданчика, вимог проєктної документації та техніко-економічної доцільності. У контексті гідротехнічного будівництва вона охоплює процеси зведення, реконструкції та утримання споруд, що регулюють або використовують водні ресурси (гідротехнічні споруди, такі як греблі, дамби, канали, насосні станції, дренажні та зрошувальні системи, тощо), із забезпеченням їх надійності, довговічності та екологічної безпеки.

Розділ 1. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

1. ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ІНДУСТРІАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

1.1. Основні положення та поняття в технології будівельного виробництва

Будівельне виробництво – галузь економічної діяльності, що охоплює процеси пов'язані із зведенням нових будівель та споруд, реконструкцією, технічним переоснащенням, ремонтом діючих підприємств, будівель та споруд. Його основою являється будівельна індустрія, яка є сукупністю діючих будівельно-монтажних фірм, а також підприємств з виробництва і комплектування будівельних матеріалів та виробів.

Основними напрямками удосконалення будівельного виробництва є: індустріалізація; високий рівень механізації технологічних процесів; застосування сучасних матеріалів, виробів та конструкцій; скорочення витрат праці і зниження вартості будівництва.

В будівництві, як в будь-якому виробництві, беруть участь робітники, знаряддя та предмети праці.

Робітників, підготовлених до виконання будівельних робіт і беручих участь у будівельному виробництві називають будівельними робітниками, трудова діяльність яких характеризується професією. Професія – трудова діяльність, яка потребує певних знань, умінь та навиків для виконання тих чи інших технологічних процесів (монтажник, бетонник, машиніст і т. і.). Робітники однієї професії можуть мати за певним видом робіт більш вузьку спеціалізацію своєї діяльності, яка називається спеціальністю. Наприклад: серед монтажників є такі спеціальності – монтажники трубопроводів, залізобетонних, металевих конструкцій, технологічного обладнання тощо.

Професійні назви робіт (професій) визначаються за Державним класифікатором України «Класифікатором професій ДК 003:2010», затвердженим наказом Держспоживстандартом України від 28.07.2010 р. № 327, а кваліфікаційні вимоги до них – відповідно до Довідника кваліфікаційних характеристик професій працівників.

У класифікаторі професій виокремлюються такі професійні групи працівників:

1. Законодавці, вищі державні службовці, керівники.
2. Професіонали.
3. Фахівці.
4. Технічні службовці.
5. Робітники сфери торгівлі і побутових послуг.
6. Кваліфіковані робітники сільського та лісового господарств, риборозведення та рибальства.
7. Кваліфіковані робітники з інструментом.
8. Оператори та складальники устаткування і машин.

9. Найпростіші професії.

Рівень професійної підготовки робітників характеризується їх кваліфікацією і оцінюється кваліфікаційним розрядом.

Системою праці України рівень кваліфікації робітників класифікується таким чином (рис. 1.1):

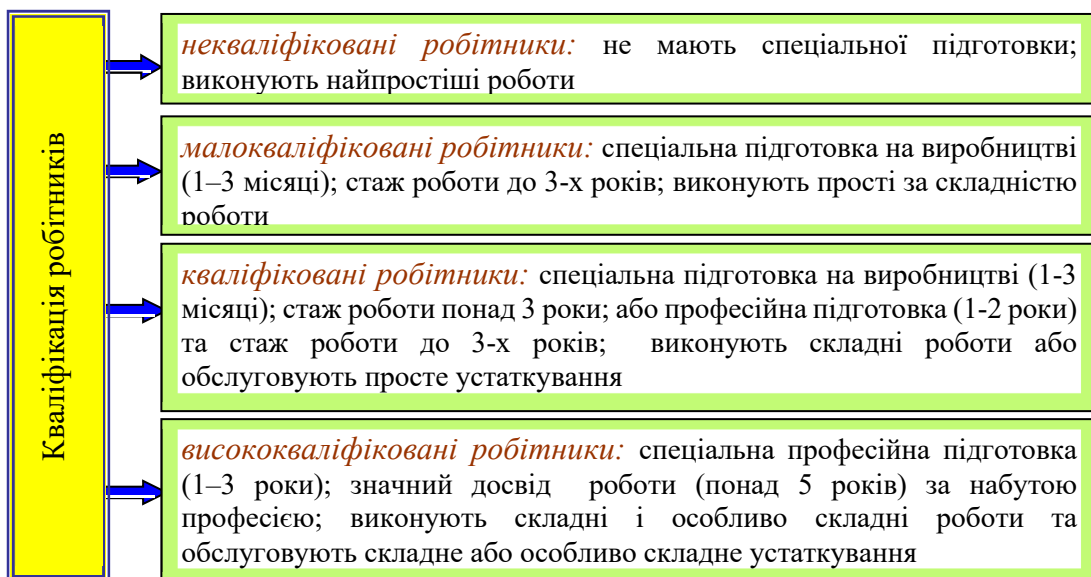


Рис. 1.1. Класифікація рівня кваліфікації робітників

Знаряддя праці – це будівельні машини та механізми, механізований інструмент, за допомогою яких робітники діють на предмети праці.

До **предметів праці** відносять: будівельні матеріали (грунт, цегла, цемент), напівфабрикати (розчин, бетонна суміш) і вироби (збірні залізобетонні, металеві елементи, технологічне обладнання тощо).

Будівництво, як галузь економічної діяльності має ряд особливостей. Так в процесі виконання робіт будівельна продукція залишається нерухомою, а знаряддя та предмети праці рухаються. Будівництво, як правило, ведеться на відкритому повітрі, в різних кліматичних та природних умовах з різною тривалістю циклу; воно відрізняється підвищеною залежністю будівельних процесів від зовнішніх факторів – температури повітря, вологості, геологічних, гідрогеологічних умов тощо. Гідротехнічне та водогосподарське будівництво окрім того має також специфічні особливості: розкиданість об'єктів на значній території, віддаленість від транспортних магістралей, малі об'єми робіт на окремих будівельних майданчиках, специфічні конструктивні рішення, що вимагають вибір методів виконання робіт.

Успішне виконання робіт на будові вимагає відповідного забезпечення матеріальними та трудовими ресурсами (рис. 1.2):

1. грошовими коштами, які виражають загальну міру витрат ресурсів, необхідних для будівництва;
2. робочими кадрами відповідних професій та кваліфікацій;
3. будівельними матеріалами, виробами та конструкціями;
4. відповідними машинами, механізмами та устаткуванням.

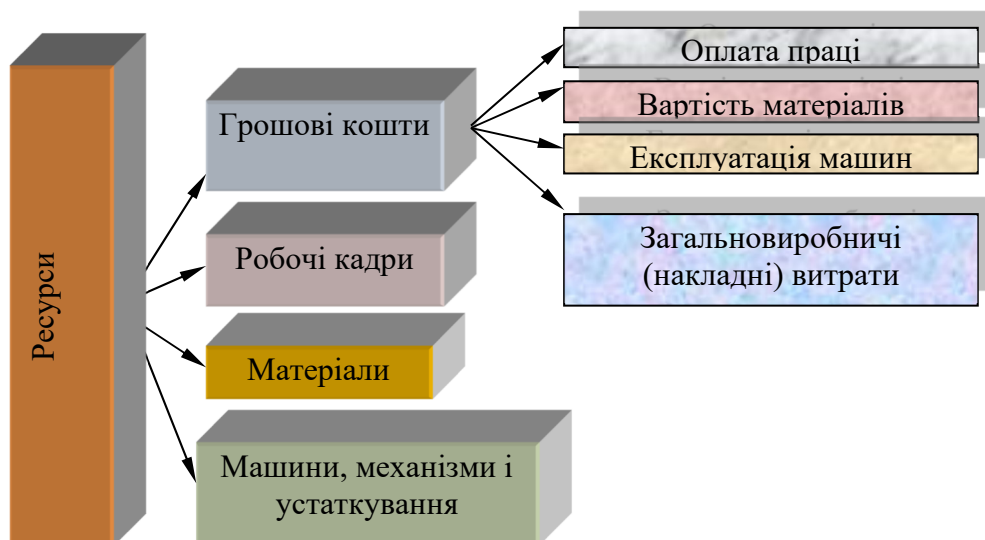


Рис. 1.2. Структура матеріально-технічних ресурсів будівництва

Грошові кошти витрачаються на оплату: праці робітників; будівельних матеріалів; експлуатації будівельних машин. Ці кошти складають прямі витрати. Крім цього, грошові кошти потрібні для оплати витрат, пов'язаних з організацією, управлінням і веденням будівництва. Ці витрати називаються накладними.

Потребу в різних видах ресурсів визначають на підставі обсягів робіт, чинних норм витрат матеріалів, витрат праці, продуктивності машин, цін на матеріали, розцінок на роботи.

Обсяги робіт визначають за кресленнями при розробленні проектів споруд і об'єктів.

Загальна потреба в тих чи інших ресурсах (A) прямо пропорційна до обсягів робіт

$$A = \kappa \cdot V, \quad (1.1)$$

де V – обсяг робіт; κ – питома потреба в ресурсах на одиницю обсягу робіт (витрата матеріалу, часу, праці, енергетичних ресурсів тощо).

У будь-якому виробництві предмети праці при обробці чи переробці проходять ряд стадій в технологічній послідовності та організаційному зв'язку, сукупність яких складає виробничий процес. Виробничий процес на будівельному майданчику називається будівельним процесом.

Будівельні процеси за технологічними ознаками поділяються на заготівельні, транспортні і монтажно-укладальні.

Заготівельні процеси виконуються при виготовленні будівельних виробів і напівфабрикатів (збірні залізобетонні конструкції, розчин, бетон тощо).

Транспортні процеси передбачають перевезення матеріалів і виробів на будівельний майданчик і подавання їх безпосередньо до робочого місця.

Монтажно-укладальні процеси виконуються безпосередньо на будові. За своїм призначенням вони можуть бути основними, утворюючими будівельну продукцію (цегляна кладка, монтаж конструкцій тощо), підготовчими (укрупнене збирання конструкцій перед монтажем тощо) і допоміжними (влаштування риштувань).

За способом виконання будівельні процеси ділять на ручні, механізовані, комплексно-механізовані і автоматизовані.

При ручних процесах всі трудові дії виконуються вручну за допомогою інструментів; при механізованих – частково машинами; при комплексно-механізованих – повністю машинами, але в послідовності, що визначається машиністом; при автоматизованих процесах – за допомогою машин без втручання людини.

За організаційною складністю будівельні процеси поділяють на прості і комплексні.

Складовими частинами будівельних процесів являється (рис. 1.3):



Рис. 1.3. Структура будівельних процесів

1.2. Система стандартизації та нормування в будівництві

Виконання будівельних процесів регламентується нормативними вимогами, що зосереджені в державних нормативних документах (НД) України в галузі будівництва.

Нормативний документ – документ, котрий містить правила, загальні принципи, характеристики, що стосуються визначених видів діяльності або їх результатів.

Нормативні документи в галузі будівництва поділяються на такі види:

- державні стандарти України – ДСТУ;
- державні будівельні норми України – ДБН;
- відомчі будівельні норми – ВБН;
- регіональні будівельні норми – РБН;
- технічні умови – ТУ;
- стандарти організації – СОУ.

ДСТУ встановлюють організаційно-методичні та загальнотехнічні вимоги до об'єктів будівництва і промислової продукції будівельного призначення, вони забезпечують їх розробку, виробництво (виготовлення) та експлуатацію (використання).

Державні будівельні норми, стандарти і правила розробляються і затверджуються центральним органом виконавчої влади з питань будівництва, містобудування та архітектури.

ДБН розробляються на продукцію, процеси та послуги в галузі містобудування (вишукування, проектування, територіальна діяльність, зведення, реконструкція і реставрація об'єктів будівництва, планування і забудова населених пунктів і територій), а також в галузі організації, технології, управління і економіки будівництва.

Схема класифікації нормативних документів України в галузі будівництва, згідно з [ДБН А.1.1-1:2009 «Система нормування та стандартизації у будівництві. Основні положення»](#)

Класи	А Організа- ційно- методичні документи	Б Місто- буду- вання	В Технічні норми, правила і стандарти	Г Рекомендова ні норми, правила і стандарти, довідково- інформаційні матеріали	Д Кошторисні норми
Підкласи	A.1; A.2; A.3	Б.1; Б.2;	В.1; В.2; В.3	Г.1	Д.1; Д.2;

Комп- лекси	A.1.1 – A.1.3; A.2.1 – A.2.4; A.3.1 – A.3.3;	Б.1.; Б.2.1 – Б.2.4;	В.1.1 – В.1.3; В.2.1 – В.2.8; В.3;		Д.1.1– Д.1.2; Д.2.1– Д.2.8;
----------------	---	----------------------------	--	--	--------------------------------------

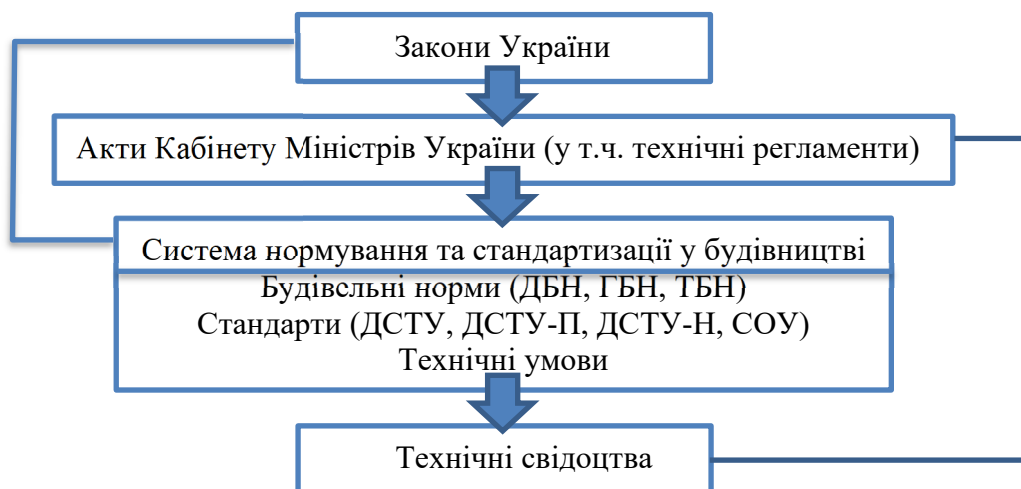


Рис. 1.4. Місце системи нормування та стандартизації у будівництві у структурі нормативно-правового забезпечення будівництва, [ДБН А.1.1-1:2009](#)

Структура державних будівельних норм:

- А. Організаційно-методичні норми, правила і стандарти
 - А.1. Стандартизація, нормування, ліцензування, сертифікація і метрологія
 - А.2. Вишукування, проектування і територіальна діяльність
 - А.2.1. Вишукування
 - А.2.2. Проектування
 - А.2.3. Територіальна діяльність в будівництві
 - А.2.4. Система проектної документації для будівництва
 - А.3. Виробництво продукції в будівництві
- Б. Містобудування
 - Б.1. Система містобудівної документації
 - Б.2. Планування та забудова населених пунктів і територій
- В. Технічні норми і правила
 - В.1. Загальнотехнічні вимоги до життєвого середовища та продукції будівельного призначення
 - В.2. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення
 - В.3. Експлуатація, ремонт, реставрація та реконструкція
- Г. Рекомендовані норми, правила і стандарти, довідково-інформаційні матеріали

Д. Кошторисні норми і правила

Д.1. Організація робіт з кошторисного нормування

Д.2. Кошторисні норми

Відповідно до нормативних документів виконується управління якістю продукції. Якість у будівництві – це сукупність властивостей продукції, що задовольняють певні вимоги до її призначення. Якість робіт та продукції характеризується показником якості.

Показник якості продукції – це кількісна характеристика однієї або кількох властивостей продукції, що складають її якість, розглядається відповідно до певних умов її виготовлення і експлуатації або використання.

У будівництві контроль за якістю здійснюється на всіх стадіях виробництва: при проектуванні, виготовленні будівельних виробів та виконанні будівельно-монтажних робіт.

Відповідальність за якість будівельно-монтажних робіт та будівельної продукції покладається на інженерно-технічний персонал будов.

До факторів, що впливають на якість будівельної продукції, відносяться:

- якість проектно-кошторисної документації;
- якість матеріалів, виробів;
- якість будівельно-монтажних робіт.

При постачанні на об'єкт будівельних матеріалів, виробів, конструкцій виконують вхідний контроль на відповідність якості матеріалів стандартам і проекту. Протягом всього періоду будівництва інженерно-технічний персонал проводить операційний контроль якості будівельно-монтажних робіт згідно з розробленими схемами операційного контролю.

Контроль виконується різними методами: візуально, інструментальним вимірюванням розмірів, натурними випробуваннями, механічними та фізичними методами.

Особливо ретельно необхідно контролювати якість прихованих робіт (підземна частина фундаментів, гідроізоляції, встановлення арматурних каркасів, сіток перед бетонуванням тощо), які повинні бути оформлені актом про їх якість та відповідність проекту.

Завершальним контролем будівельно-монтажних робіт є приймальний контроль, який виконується державною приймальною комісією.

Крім вказаних видів контролю якості будівництва періодично проводиться технічний нагляд замовника, авторський нагляд проектної організації, державний архітектурно-будівельний контроль, пожежний нагляд, контроль [Міністерства внутрішніх справ](#) (зокрема Відділом організації перевезення небезпечних вантажів, Відділом організації технічного контролю транспортних засобів, Сектором з питань охорони праці), [Управління державного нагляду за дотриманням санітарного законодавства](#), [Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України](#).

1.3. Особливості індустріальної технології будівництва

Індустріальна технологія будівництва міститься в розвитку та удосконаленні будівельного виробництва на основі використання сучасних

засобів механізації будівельних процесів, перетворенні будівельного виробництва в механізований потоковий процес спорудження будівель та споруд.

Індустріалізація – це головний напрямок технічного процесу в будівництві, її метою є підвищення продуктивності праці, заміна ручної праці машинами, прискорення темпів будівництва та строків введення об'єктів в експлуатацію, зменшення їх вартості і підвищення якості.

Використання збірних конструкцій значно зменшує строки будівництва, трудомісткість робіт на будівельному майданчику. Уніфікація конструктивних елементів при проектуванні будівель та споруд дозволяє досягнути високого рівня збірності будівництва. Рівень збірності будівництва визначається як відношення вартості будівельно-монтажних робіт використаних конструкцій із збірних елементів до загальної вартості будівництва об'єкта за формулою

$$P_{зб} = B_{БМР.зб} / B_{БМР.заг} , \quad (1.2)$$

де $B_{БМР.зб}$, $B_{БМР.заг}$ – відповідно вартість будівельно-монтажних робіт з використанням конструкцій із збірних елементів і загальна вартість будівельно-монтажних робіт будівництва об'єкта.

При комплексній механізації будівельних робіт усі основні та допоміжні процеси виконуються комплектом машин. Відповідно в комплект входять ведуча та допоміжні машини. Прикладом комплексної механізації може бути виконання земляних робіт при вертикальному плануванні будівельного майданчика з використанням скрепера для виконання ведучого процесу – розробки та переміщення ґрунту, бульдозера для планування поверхні кожного шару вкладеного ґрунту і котка для ущільнення ґрунту в насипу. В цьому випадку ведучою машиною являється скрепер, допоміжними – бульдозер та коток.

Комплексна механізація передбачає широке використання універсальних машин, оснащених змінними комплектами робочих органів. Важливу роль у розвитку комплексної механізації відіграє розробка і застосування нових, прогресивних технологій, які скорочують кількість операцій у технологічному процесі (особливо ручних) і дають можливість здійснювати технологічний процес механізовано традиційними машинами або ж новими, але в меншій кількості.

Перспективним напрямом є перенесення якомога більшої кількості процесів і операцій в заводські умови, де заготовляння і збирання конструкцій виконується промисловим способом з вищим ступенем механізації. Наприклад, процес виготовлення віконних блоків із склопакетів.

Ефективність комплексної механізації будівництва виражається рівнем комплексної механізації: відношенням комплексно-механізованого об'єму до загального об'єму робіт (%)

$$P_{\text{км}} = \frac{100 W_{\text{км}}}{W_{\text{км}} + W_{\text{р}}}, \quad (1.3)$$

де $W_{\text{км}}, W_{\text{р}}$ – відповідно об'єми робіт в натуральних показниках, виконані комплексно-механізованим способом та вручну.

Підвищенню рівня комплексної механізації та продуктивності праці сприяє впровадження механізованого інструменту. Його застосовують залежно від виду робіт як нормокomплект із різних інструментів.

1.4. Технічне і тарифне нормування

Технічне нормування – це наукова система дослідження витрат виробничих ресурсів для встановлення розрахункових нормативів та умов їх використання. Нормування праці є важливим елементом організації виробництва. Предметом технічного нормування є витрати праці та витрати матеріалів. Ці показники визначають на основі результатів спостережень.

Розрізняють нормативні і організаційні спостереження.

Нормативні спостереження використовують для розроблення нових та аналізу діючих виробничих норм. Основні методи нормативних спостережень – хронометраж, фотооблік, фотографія робочого дня і технічний облік.

Хронометраж застосовують для встановлення тривалості елементів будівельних процесів, які періодично повторюються. Хронометраж може бути суцільний і вибірковий. Тривалість циклу будівельного процесу або його елемента вимірюється секундоміром з точністю 0,2–1,0 с.

Фотооблік застосовують для обліку всіх витрат робочого часу ручних, механізованих, циклічних і неперервних будівельних процесів протягом визначеного відрізка часу. Точність вимірювання складає 5–30 с.

Фотографію робочого дня проводять для оцінки завантаження робочого часу з метою виявлення тривалості і причин простою. Спостереження проводять протягом однієї зміни за допомогою годинника з точністю до 30 с.

Метою технічного обліку є перевірка діючих норм. Спостереження проводять протягом робочого дня за роботою ланок або бригади з точністю обліку часу 5–10 хв. За даними технічного обліку виявляють причини значного відхилення від встановлених норм.

Організаційні спостереження проводять для виявлення корисних витрат робочого часу і часу використання машин. Основними методами таких спостережень являються фотографія робочого дня робітників і часу використання машин упродовж зміни.

Класифікація витрат робочого часу робітників та витрат часу використання машин приведена на рис. 1.5, 1.6. Всі витрати робочого часу поділяють на нормовані і ненормовані.

Нормованими називають витрати робочого часу, що необхідні для виготовлення будівельної продукції і включаються в норму витрат праці.

Ненормовані витрати робочого часу складаються із часу, не обхідного для виконання непередбаченої роботи і не регламентовані перерви.

На основі замірів часу за приведеними схемами і обробки результатів замірів методами математичної статистики визначають витрати праці на оперативну роботу (основну і допоміжну).

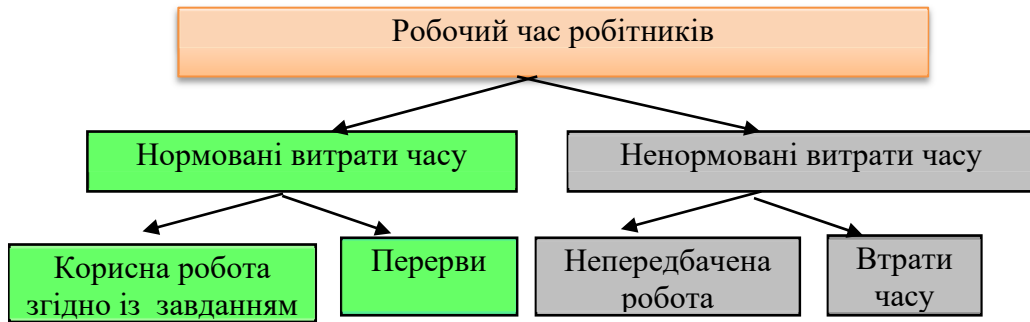


Рис. 1.5. Класифікація витрат робочого часу робітників

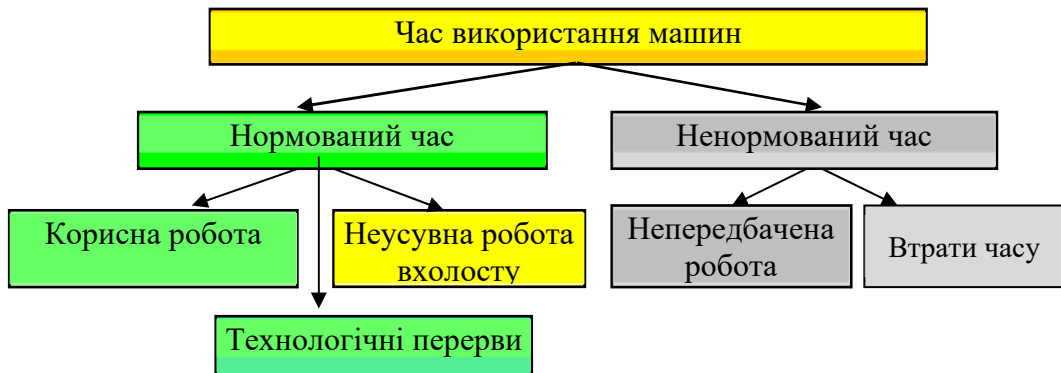


Рис. 1.6. Класифікація витрат часу використання машин

Витрати робочого часу на підготовчо–заключну роботу приймають згідно з встановленими нормативами в % від повної норми витрат праці.

Проектну норму витрат праці (люд.-год) визначають за формулою

$$H_{в.н.} = \frac{100T_{оп.р.}}{100 - (B_{нз.р.} + B_{м.н.} + B_o)}, \quad (1.4)$$

де $T_{оп.р.}$ – витрати праці на оперативну роботу, люд.-год; $B_{нз.р.}$, $B_{м.н.}$, B_o – відповідно витрати праці на підготовчо-заключну роботу, технологічні перерви та відпочинок, %.

Проектну норму використання машин (маш.-год) на одиницю виміру продукції будівельного процесу обраховують за формулою

$$H_m = \frac{1}{P_p} \frac{100}{100 - (B_p + B_x)}, \quad (1.5)$$

де P_p – розрахункова продуктивність машини за 1 годину роботи, м², м³, шт.;
 B_p, B_x – відповідно, час регламентованих перерв, роботи вхолосту, % від повної норми часу роботи машин.

Після відповідної перевірки розраховані норми вносяться у відповідний параграф виробничих норм.

Норми витрат будівельних матеріалів розроблюють також на основі нормативних спостережень одним із способів: технічний облік, виробничий метод, лабораторний метод, розрахунковий метод.

В результаті таких спостережень встановлюють фактичну витрату будівельних матеріалів, необхідних на одиницю виміру робіт або продукції. Остаточна норма витрат матеріалів враховує також відходи і втрати при виконанні робіт.

В будівельному виробництві заробітну плату робітникам нараховують відповідно до тарифного нормування праці і раціональних форм її оплати.

Тарифне нормування – це якісна оцінка праці для забезпечення регулювання її оплати. Держава регулює рівень заробітної плати на основі діючої тарифної системи.

Тарифна система – це сукупність нормативних матеріалів, за якими оцінюють якість праці.

Основними нормативними документами тарифної системи в будівництві являються: тарифна сітка, тарифні ставки.

Тарифна сітка – сукупність кваліфікаційних тарифних розрядів та відповідних їм тарифних коефіцієнтів, за якими визначається розмір тарифних ставок оплати праці працівників залежно від складності виконуваних робіт та кваліфікації працівників.

Тарифний розряд – елемент тарифної сітки, що характеризує складність виконуваних робіт та рівень кваліфікації працівника здатного виконувати роботу відповідної складності. Цей показник визначається за Довідником кваліфікаційних характеристик професій працівників.

Тарифна ставка – елемент тарифної сітки, що визначає годинний (денний, місячний) розмір оплати праці працівника залежно від складності виконуваних робіт або його кваліфікації (присвоєного йому тарифного розряду).

Тарифний коефіцієнт – елемент порозрядної диференціації тарифних ставок тарифної сітки, який є відношенням розміру тарифної ставки кожного наступного розряду тарифної сітки до розміру тарифної ставки першого розряду.

Значення тарифного коефіцієнту залежить від групи та категорії робітників і виду робіт (табл. 1.1).

Діапазон тарифної сітки – показник співвідношення тарифних

коефіцієнтів останнього та першого тарифних розрядів тарифної сітки.

Система оплати праці – це визначений взаємозв’язок між показниками, що характеризують міру (норму) праці та міру її оплати в межах і понад норми праці, що гарантують одержання працівником заробітної плати згідно з фактично досягнутими результатами праці (відносно норми), погодженої між працівником і роботодавцем ціною його робочої сили.

Будь-яка система оплати праці базується на її тарифній системі. У абсолютної більшості підприємств виробничого профілю, у тому числі у водному господарстві, в тарифній оплаті праці робітників прийнята 6-розрядна тарифна сітка із співвідношенням тарифних коефіцієнтів крайніх розрядів від 1,0:1,5 до 1,0:2,0.

Таблиця 1.1

Приклад Єдиної тарифної сітки з оплати праці усіх професій робітників

Групи та категорії робітників і види робіт	Тарифні розряди					
	1	2	3	4	5	6
	Тарифні коефіцієнти					
	1,0	1,12	1,28	1,48	1,72	2,0
Некваліфіковані та малокваліфіковані робітники, зайняті виконанням простих робіт з обслуговування виробництва	1–2 розряди					
Кваліфіковані робітники, зайняті виконанням нескладних робіт, обслуговуванням, ремонтом і налагодженням нескладного устаткування та переробкою вантажу на складах		2–4 розряди				
Кваліфіковані робітники, зайняті виконанням складних робіт, обслуговуванням, ремонтом і налагодженням складного устаткування та приладів, а також механізованих вантажно-розвантажувальних робіт					4–6 розряди	

В умовах, коли в загальному обсязі робіт значну частку займають складні роботи та застосовується складне устаткування для оплати праці робітників застосовуються різні за своєю будовою 6-розрядні тарифні сітки з діапазоном тарифних коефіцієнтів 1,0:1,8 та 1,0:2,0:

а) 6-розрядна тарифна сітка із співвідношенням тарифних коефіцієнтів крайніх розрядів 1,81

Кваліфікаційні розряди	1	2	3	4	5	6
Тарифні коефіцієнти	1	1,13	1,27	1,43	1,61	1,81

б) 6-розрядна тарифна сітка із співвідношенням тарифних коефіцієнтів крайніх розрядів 2,0

Кваліфікаційні розряди	1	2	3	4	5	6
Тарифні коефіцієнти	1	1,12	1,28	1,48	1,72	2,0

Першу тарифну сітку рекомендується застосовувати за умов рівного (50 на 50%) співвідношення простих та складних робіт; другу тарифну сітку, яка має прогресивну шкалу абсолютного зростання тарифних коефіцієнтів, рекомендується застосовувати в умовах, коли переважають складні роботи та використовується складне обладнання, яке потребує кваліфікованих робітників для його обслуговування.

Тарифна ставка – це величина заробітної плати робітника за одиницю часу. Тарифні ставки можуть бути: годинні, денні, місячні. Між годинними тарифними ставками існує залежність

$$C_i = C_1 \times \kappa_i, \quad (1.6)$$

де C_i, C_1 – відповідно годинна тарифна ставка i -того і 1 розрядів, грн, коп; κ_i – тарифний коефіцієнт i -того розряду.

Розцінка – це величина заробітної плати, що виплачується робітникам за одиницю виготовленої ними доброякісної продукції.

Розцінку i -того розряду знаходять:

- при індивідуальному виконанні

$$Розц_i = C_i \times H_{в.п.}, \quad (1.7)$$

- при груповому виконанні

$$Розц_i = \frac{\sum C_i \times N_i}{\sum N_i} H_{в.п.}, \quad (1.8)$$

де N_i – число робітників в ланці відповідних розрядів, чол.; $H_{в.п.}$ – норма витрат праці, люд.-год.

В будівництві використовують дві форми оплати праці робітників: *погодинну і відрядну*.

Погодинна форма оплати праці передбачає нарахування заробітку відповідно до відпрацьованого часу, незалежно від кількості виробленої продукції. Розпізнають дві різновидності погодинної форми оплати праці: просту погодинну і погодинно-преміальну.

Проста погодинна форма передбачає визначення розміру заробітку множенням погодинної тарифної ставки на кількість відпрацьованих годин.

Погодинно-преміальна оплата передбачає, крім основної заробітної плати, виплату премії за своєчасне і якісне виконання виробничих завдань.

Відрядна форма оплати має такі різновидності: *пряма відрядна, відрядно-преміальна і акордна*.

Пряма відрядна оплата передбачає, що праця робітника, ланки, бригади оплачується за прямою залежністю від кількості виробленої продукції і встановленої розцінки.

Відрядно-преміальна оплата передбачає до розміру основної заробітної плати виплату премії за якість та скорочення часу виконання робіт.

Акордна оплата – основна форма відрядної оплати праці в будівництві. Вона передбачає нарахування заробітної плати за акордною розцінкою за певний закінчений комплекс робіт, що вимірюється в одиницях кінцевої продукції. Акордна розцінка нараховується на основі калькуляції трудових витрат і заробітної плати.

Заробітна плата нараховується робітникам на підставі нарядів.

Наряд – це виробниче завдання на виконання робіт, що видається робітнику, ланці чи бригаді до початку роботи і являється первинним документом обліку виконання робіт.

В багатьох будівельних фірмах використовують безнарядну оплату праці робітників в комплексних бригадах. Заробітну плату за виконані роботи нараховують залежно від виконаного об'єму робіт в кошторисних цінах. Для цього на підставі калькуляції встановлюють розцінку на одиницю кінцевої продукції від кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт. Бригаді видається план-завдання, в якому вказується план будівельно-монтажних робіт і розцінка. Розподіл заробітної плати між членами ланки, бригади проводиться за годинними тарифними ставками, тарифними коефіцієнтами.

1.5. Технологічне проектування

Організація будівельного процесу на об'єкті виконується на основі проекту організації будівництва (ПОБ) та проекту виконання робіт (ПВР). Склад і об'єм цієї документації регламентується ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».

Проект організації будівництва usługовує основою для визначення тривалості будівництва, розподілу капітальних вкладень та обсягів будівельно-монтажних робіт, для вирішення питань матеріально-технічного забезпечення будівництва (рис. 1.7).

Проект виконання робіт є основою для визначення найбільш ефективних методів виконання будівельно-монтажних робіт, сприяє зниженню їх собівартості, підвищення ступеня використання будівельних машин і обладнання, покращання якості робіт. ПВР розробляється за замовленням будівельної організації на основі робочих креслень з врахуванням технічних рішень ПОБ і є керівним документом для оперативного управління будівельним виробництвом. Будівництво об'єктів при відсутності проекту виконання робіт не допускається.

Обсяг і зміст проектів організації будівництва та проектів виконання робіт, ступінь їх деталізації обумовлені характером об'єкта, особливостями його об'ємно-планувальних і конструктивних рішень та складністю умов або методів будівництва.

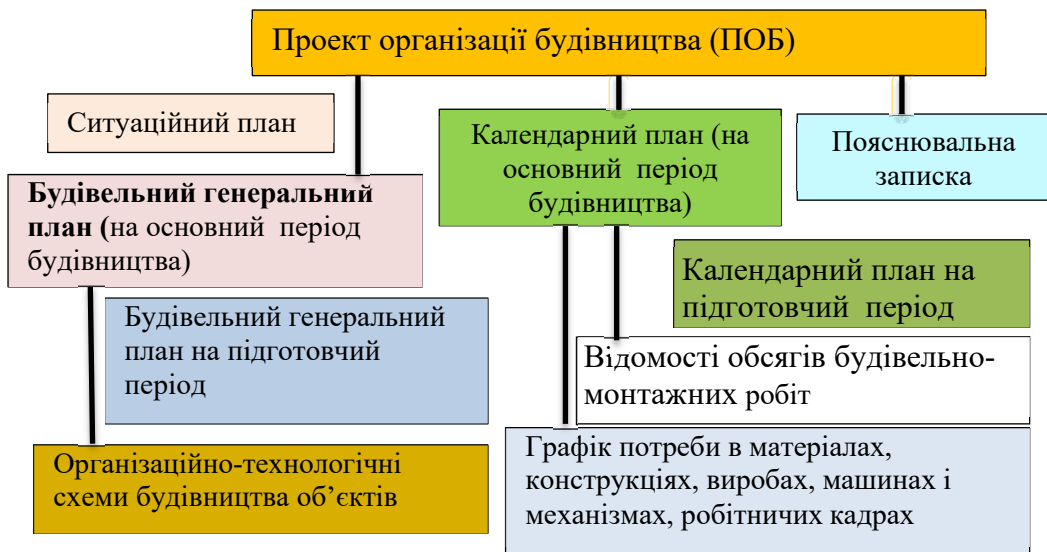


Рис. 1.7. Структура проекту організації будівництва

До складу проекту виконання робіт входить:

- будівельний генеральний план;
- календарний план виконання робіт;
- технологічні карти;
- рішення з виконання геодезичних робіт і безпеки праці.

Будівельний генеральний план (будгенплан) – це генеральний план запроєктованого об'єкта, на якому показано розміщення споруджуваних постійних і тимчасових будівель та споруд, а також визначені раціональний склад і розміщення об'єктів будівельного господарства з метою максимальної ефективності їх використання при обов'язковому врахуванні вимог охорони праці та пожежо- і вибухобезпеки. Він є основним проектним документом, який регламентує організацію будівельного майданчика і обсяг тимчасового будівництва.

Проектні матеріали на будівельному генеральному плані складаються з графічної і текстової частин.

Графічна частина включає:

- загальний план будівельного майданчика з нанесеними на ньому постійних будівель та споруд, знаків геодезичної розмічувальної основи і об'єктів тимчасового будівельного господарства;
- експлікацію основних постійних і тимчасових будівель та споруд;
- умовні позначення прийняті на будівельному плані;
- техніко-економічні показники.

Розрахунково-пояснювальна записка будівельного генерального плану має містити необхідні обґрунтування прийнятих в генеральному плані рішень з усіх об'єктів тимчасового будівельного господарства:

- розрахунок потреби в електроенергії, воді, кисні, стиснутому повітрі;

– рішення з влаштування тимчасового освітлення будівельного майданчика і робочих місць з розробленням, за необхідності, робочих креслень підведення мереж до об'єкта від джерел живлення;

– перелік тимчасових і інвентарних будівель та споруд з урахуванням потреби і обґрунтуванням умов прив'язки їх до ділянок будівельного майданчика.

Всі розрахунки повинні виконуватися на основі натуральних обсягів робіт за робочою документацією, а також конкретних технічних рішень з вибору механізованих установок, тимчасових будівель, споруд тощо.

Календарний план виконання робіт на об'єкті у складі проекту виконання робіт розробляється для:

– нескладного об'єкта, що включає в себе будівлі, споруди або їх частини невеликого будівельного обсягу з простими технологічними процесами;

– окремих видів технічно складних і великих за обсягом будівельних, монтажних і спеціальних будівельних робіт, об'ємно-планувальними і конструктивними рішеннями, що передбачає участь у будівництві крім генеральної підрядної будівельної організації, не більше двох спеціалізованих;

– робіт підготовчого періоду (рис. 1.8).

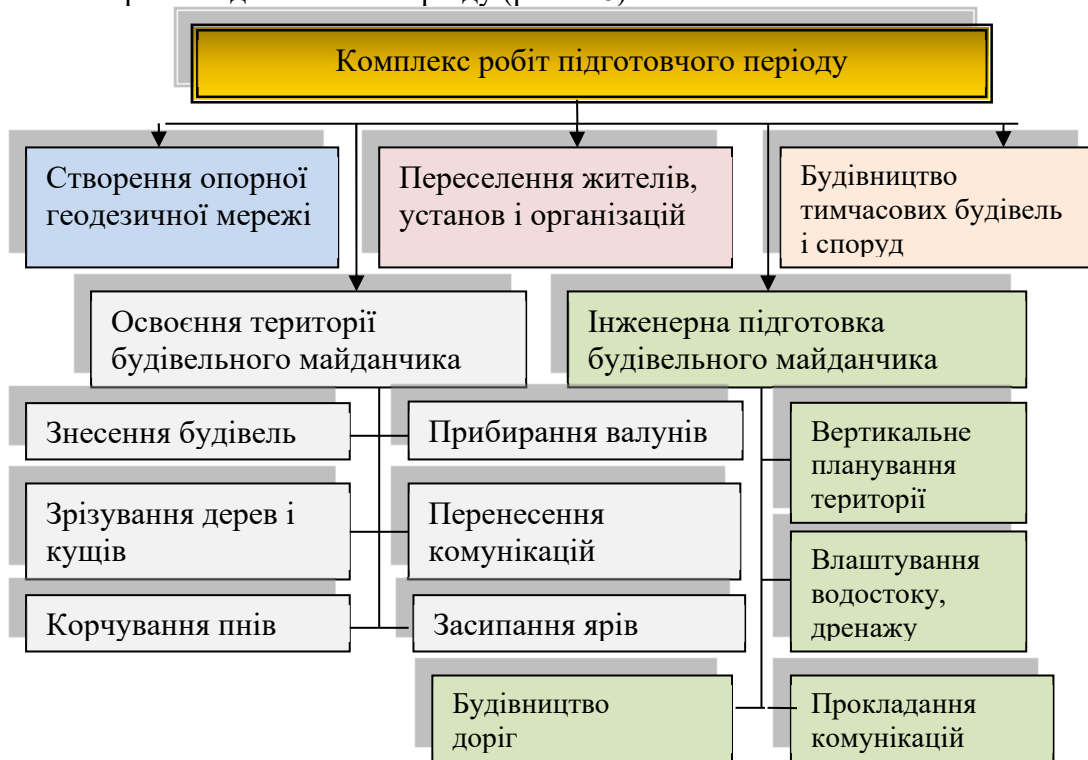


Рис. 1.8. Комплекс робіт підготовчого періоду

На основі проектних рішень будівлі чи споруди приймаються організаційно-технологічні схеми їх будівництва і методи виконання робіт.

Технологічна карта є основною складовою частиною проекту

виконання робіт (ПВР) і розробляється з метою забезпечення будівництва рішеннями з організації і технології виконання робіт, що сприяє підвищенню продуктивності, покращанню якості і зниженню вартості будівельно-монтажних робіт.

Структура і зміст технологічної карти визначаються ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» (рис. 1.9).



Рис. 1.9. Структура технологічної карти та послідовність її розроблення

Технологічна карта складається із таких розділів:

1. Область застосування

Цей розділ містить характеристику конструктивних елементів будівель і споруд, види будівельних процесів і їх склад, характеристику умов виробництва.

2. Організація та технологія виконання робіт

Він містить вказівки щодо підготовки об'єкта і вимоги готовності попередніх робіт, рекомендований склад машин і механізмів, ескізи конструктивних частин будівлі (споруди), де виконуються роботи, методи та послідовність виконання робіт, технологічні схеми виконання робіт, схеми складування матеріалів, виробів і конструкцій, вказівки до виконання робіт і складу виконавців.

3. Вимоги до якості і приймання робіт

Вказується перелік прихованих робіт, на які необхідно складати акти їх огляду в процесі будівництва, містить схеми операційного контролю якості виконання робіт.

Схема операційного контролю якості робіт

Операції, які підлягають контролю		Контроль якості виконання операцій			
Виконавцем робіт	майстром	склад	спосіб	строки	Залучені служби

4. Калькуляція трудових витрат

Використовується при складанні нарядів-завдань робітникам.

Калькуляція трудових витрат

Обґрунтування норм	Роботи	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Норма часу на одиницю виміру	Витрати праці на весь обсяг робіт, люд-год	Розцінки на одиницю виміру	Вартість праці на весь обсяг робіт
1	2	3	4	5	6	7	8
ВСЬОГО	-	-	-	-		-	

В калькуляції проставляються підсумки по графах 6 і 8.

5. Графік виконання робіт

Графік виконання робіт розроблюється на підставі даних трудових витрат калькуляції. У графіку вказуються послідовність виконання робочих процесів і операцій, їх тривалість і взаємна ув'язка з фронтом робіт і в часі. Тривалість виконання комплексного будівельного процесу, на який складена технологічна карта, повинна бути кратною тривалості робочої зміни при однозмінній роботі та робочій добі при дво- і тризмінній роботі.

Графік виконання робіт

Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Трудовістість на одиницю виміру, люд.-дні	Трудовістість на весь обсяг робіт, люд.-дні	Склад бригади (ланки), машини і механізми	Робочі дні, зміни, години
1	2	3	4	5	6	7

Примітки:

1. У графі «Найменування робіт» наводиться в технологічній послідовності виконання всіх основних, допоміжних і супутніх робочих процесів і операцій, що входять в комплексний процес, на який складена технологічна карта.

2. У графі «Трудовістість» вказуються витрати праці на їх виконання, що відповідають прийнятим методам виконання робіт.

3. У графі «Склад бригади (ланки), машини і механізми» наводиться чисельний, професіональний і кваліфікаційний склад будівельних підрозділів для виконання кожного процесу і операції залежно від трудовістісті, обсягів і термінів виконання робіт, а також найменування, тип, марка і кількість прийнятих машин і механізованих установок.

6. Матеріально-технічні ресурси

Тут наводяться дані про потребу в машинах і механізмах, інструменті, інвентарі та пристроях, а також в матеріалах, напівфабрикатах і конструкціях для виконання обсягів робіт, що передбачено калькуляцією.

Потреба в будівельних конструкціях, деталях, напівфабрикатах, матеріалах і устаткуванні

Будівельні конструкції, деталі, напівфабрикати, матеріали та устаткування	Марка	Одиниця виміру	Кількість
---	-------	----------------	-----------

Потреба в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі і пристроях

Машини, устаткування, інструмент, інвентар і пристрої	Тип	Марка	Кількість	Технічна характеристика
---	-----	-------	-----------	-------------------------

Потреба в експлуатаційних матеріалах

Експлуатаційні матеріали	Одиниця виміру	Норма на 1 годину роботи машини	Кількість на прийнятий обсяг робіт
--------------------------	----------------	---------------------------------	------------------------------------

7. Техніка безпеки. Містить рішення з техніки безпеки, конкретні заходи і правила, що відносяться до технологічних процесів даної технологічної карти.

8. Техніко-економічні показники. Складаються за даними калькуляції витрат праці, а також графіка виконання робіт на одиницю кінцевої продукції.

Техніко-економічні показники

1. Витрати праці на прийняту одиницю виміру і на весь обсяг робіт.
2. Витрати машино-змін на весь обсяг робіт.
3. Виробіток на одного робітника за зміну в фізичному вираженні.
4. Вартість будівельно-монтажних робіт.

Умови виконання робіт, особливості конструктивного рішення об'єкта дозволяють в технологічній карті варіантне проектування і вибір найбільш ефективного рішення. При виборі методів виконання будівельних процесів повинна забезпечуватись комплексна механізація виконання робіт.

При розробленні технологічних карт доцільно широко використовувати типові технологічні карти. Прив'язка типової технологічної карти до конкретних проектних рішень об'єкта та умов будівництва складається з уточнення обсягів робіт, засобів механізації, потреби в трудових і матеріально-технічних ресурсах, а також графічної схеми організації будівельного процесу.

Технологічні карти дозволяють завчасно розробляти технологічні нормалі для будівництва відповідних типів будівель і споруд, регламентувати послідовність будівельних процесів та використання засобів механізації, складу бригад виконавців і організацію їх праці.

Послідовність технологічного проектування:

- встановлюється склад та обсяг робіт, для яких знаходять потрібні параметри машин і механізмів;

- розглядаються можливі варіанти комплексної механізації з використанням ведучих і допоміжних машин відповідно до встановлених параметрів;
- визначається експлуатаційна продуктивність комплектів за ведучою машиною;
- визначається відповідно до продуктивності ведучої машини необхідна кількість допоміжних машин.

Умова комплектування машин за продуктивністю

$$P_6 \leq P_i N_i, \quad (1.9)$$

де P_6, P_i – відповідно продуктивність ведучої і допоміжних машин; N_i – кількість допоміжних машин.

Для оцінки ефективності застосування комплекту машин використовують методику знаходження основних техніко-економічних показників:

- тривалості виконання робіт (T), змін

$$T = \frac{W}{P_{зм}} + T_n, \quad (1.10)$$

де W – об'єм виконання робіт; $P_{зм}$ – змінна продуктивність комплекту машин; T_n – тривалість підготовки машин до виконання робіт (монтаж, опробування);

- собівартості C_j виконання комплексу робіт j -тим комплектом машин

$$C_j = 1,145 \cdot \sum Bn_i, \quad (1.11)$$

де 1,145 – коефіцієнт загальновиборничих витрат; Bn_i – вартість виконання i -го технологічного процесу) i -ою машиною;

$$Bn_i = M_i \cdot c_i, \quad (1.12)$$

де M_i – потреба у машино-годинах (машиноємність) i -ої машини для виконання i -го технологічного процесу; c_i – вартість однієї машино-години експлуатації i -ої машини, гривни.

На підставі визначених для комплектів машин техніко-економічних показників, шляхом їх порівняння, для застосування при виконанні робіт приймається той комплект, який буде характеризуватися кращими показниками.

Контрольні запитання і завдання

1. Яким показником оцінюється рівень професійної підготовки робітників?
2. Яку кількість кваліфікаційних розрядів прийнято у будівельному виробництві?
3. Які категорії матеріально-технічних ресурсів приймають участь у будівельному виробництві?

4. Як класифікуються будівельні процеси за технологічними ознаками?
5. Як поділяються будівельні процеси за способом виконання?
6. Дайте визначення термінів робочого прийому, робочої операції, простого робочого процесу, комплексного будівельного процесу.
7. Які колективні форми організації праці робітників в будівництві?
8. Які фактори впливають на якість будівельної продукції?
9. Якими методами виконується контроль якості в будівництві?
10. Які види контролю виконують в будівництві?
11. Яке рівняння використовується для визначення рівня збірності будівництва?
12. Яке рівняння використовується для визначення рівня комплексної механізації будівництва?
13. Дайте визначення технічного нормування.
14. Назвіть основні методи нормативних спостережень.
15. Які складові частини входять у витрати праці технологічного процесу?
16. За яким рівнянням визначають проектну норму витрат праці?
17. За яким рівнянням визначають проектну норму використання машин?
18. Які нормативні документи використовують для визначення норм часу на одиницю робіт?
19. Дайте визначення тарифного нормування.
20. Назвіть складові частини тарифної системи і дайте їх визначення.
21. Які існують види тарифних ставок?
22. За яким рівнянням визначають розцінку роботи при індивідуальному виконанні?
23. За яким рівнянням визначають розцінку роботи при груповому виконанні?
23. Які форми оплати праці робітників використовують у будівництві?
24. Як визначити витрати праці робітника на виконання заданого обсягу робіт?
25. Як визначити кількість машино-змін роботи машини при заданому обсязі робіт?
26. Як визначити суму заробітної плати робітника за виконаний обсяг робіт?
27. За якими проектними документами виконується організація будівництва об'єкта?
28. Поясніть структуру і послідовність розроблення технологічної карти.
29. Які основні документи входять до складу проекту виконання робіт?
30. За якими техніко-економічними показниками оцінюється ефективність комплексу машин?

Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ. ЗЕМЛЯНІ РОБОТИ

2.1. Загальні положення

При будівництві об'єктів різного призначення виконуються значні обсяги земляних робіт, що пов'язані з розробленням, переміщенням і вкладанням ґрунтів та наданням їм певних властивостей.

Земляні роботи є найбільш поширеними у будівельному виробництві, а технологічні процеси для їх виконання – найбільш трудомісткими.

Виконання земляних робіт дозволяється за наявності робочих креслень земляної споруди, проекту організації будівництва (ПОБ) і проекту виконання робіт (ПВР). Склад ПОБ і ПВР регламентовано ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».

При виконанні земляних робіт має бути передбачено наступні рішення:

- способи розроблення ґрунту у виїмках і способи планування будівельного майданчика з визначенням ведучих і допоміжних машин;
- способи технічної меліорації ґрунтів і покращення їх будівельних властивостей;
- способи приготування основ споруд до заданої несучої здатності;
- способи транспортування і вкладання ґрунтів у насипи, здійснення зворотних засипок і планувальних робіт;
- баланс ґрунтових мас з врахуванням осадок основ і усадок споруд, втрат ґрунту при зведенні споруд;
- заходи, що забезпечують виконання робіт у зимовий період і особливих умовах будівництва;
- заходи з рекультивації ґрунтів.

В будівництві ґрунт розробляють трьома основними способами:

- механічними засобами – за допомогою екскаваторів, бульдозерів, скреперів;
- гідромеханічним – за допомогою гідромоніторів і землевсмоктувальних снарядів;
- вибуховим – за допомогою вибухових речовин.

Вибір способу розробки ґрунту і засобів механізації залежить виду ґрунту, конструктивних особливостей споруди, обсягів і терміну, прийнятої технології виконання робіт, а також гідрогеологічних та кліматичних умов будівництва.

Всі земляні споруди відносно поверхні землі поділяються на виїмки і насипи (рис. 2.1).

Залежно від терміну використання вони можуть бути тимчасовими або постійними.

До постійних земляних споруд належать споруди, призначені для експлуатації протягом тривалого часу (греблі, дамби, земляне полотно доріг, меліоративні канали).

До тимчасових земляних споруд належать ті, що передують виконанню наступних робіт на об'єкті; їх використовують тільки під час виконання будівельних робіт, а потім засипають або залишають під зведеними будівлями і спорудами (траншеї, котловани, резерви, кавальєри).

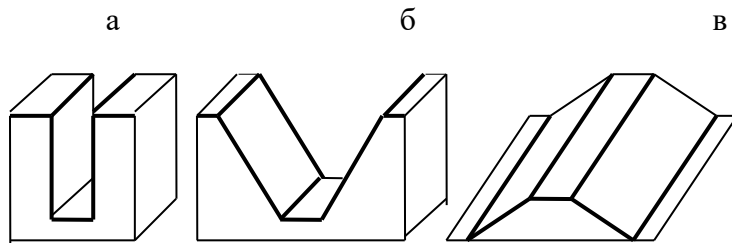


Рис. 2. 1. Види земляних споруд: виїмки: *а* – траншея з вертикальними стінками; *б* – траншея з укосами, канал; насипи: *в* – дамба, земляне полотно дороги

Земляні виїмки називають котлованами, якщо відношення їх довжини до ширини не більше 10:1, і траншеями, якщо воно більше. Похилі бокові поверхні виїмок і насипів називають укосами, а горизонтальні поверхні навколо них – бермами.

Інші елементи земляних споруд: брівка – верхня грань укосу; підшва – нижня грань укосу; дно виїмки – нижній горизонт виїмки; крутість укосу – відношення глибини виїмки або висоти насипу до проекції укосу на горизонтальну площину.

При влаштуванні земляних споруд виконуються підготовчі, основні та допоміжні процеси (рис. 2.2).

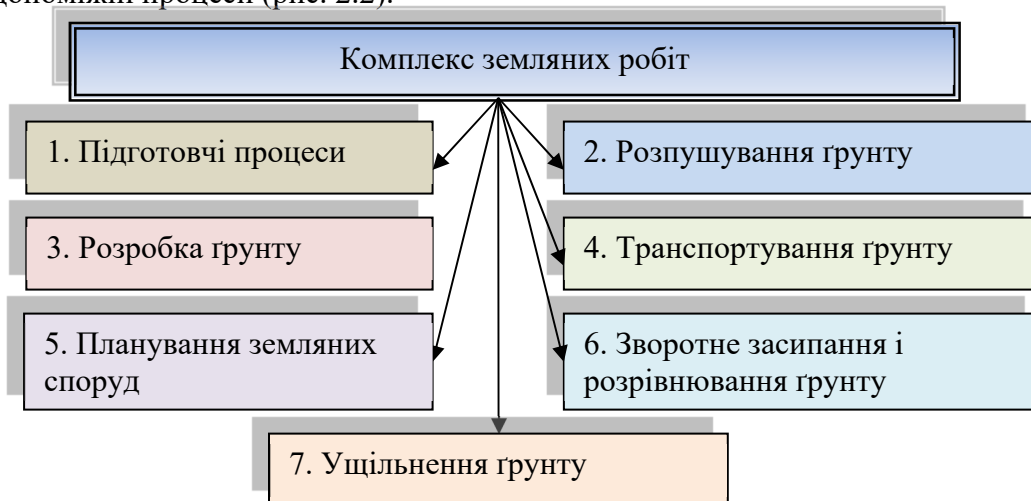


Рис. 2.2. Структура комплексу земляних робіт

До *підготовчих процесів*, що виконуються на початку освоєння будівельного майданчика, відносять:

- винесення проекту в натуру та геодезичне розмічування споруд;
- розчищення території в межах відводу землі під забудову; перекладання інженерних комунікацій;
- обладнання тимчасовими будівлями та спорудами;
- забезпечення будівництва тимчасовими інженерними комунікаціями водо-, енергопостачання, зв'язку і мережею тимчасових доріг.

Основні процеси пов'язані з переробкою ґрунту і одержанням будівельної продукції. До основних процесів відносяться:

- розробка ґрунту, за необхідності його розпушення;
- переміщення ґрунту у відвали, насипи і зворотні засипки;
- пошарове розрівнювання та ущільнення ґрунту;
- доведення земляної споруди до проектних розмірів.

Допоміжні процеси мають за мету забезпечення нормальних умов виконання основних процесів та вимог техніки безпеки і залежать від конкретних умов будівельного майданчика. За необхідністю виконується видалення води з виїмок, зниження рівня ґрунтових вод, укріплення стінок траншей і котлованів, стабілізація ґрунтів (створення водонепроникних завіс, підвищення несучої здатності). Склад технологічних процесів та вибір засобів механізації виконання земляних робіт залежить значною мірою від типу ґрунту і його фізико-механічних властивостей.

2.2. Основні властивості та будівельна класифікація ґрунтів

Ґрунтами у будівельному виробництві визнаються гірські породи, що залягають у верхніх шарах земної кори. Залежно від структурних з'єднань частинок ґрунти поділяються на скельні та нескельні.

Скельні ґрунти характеризуються високою міцністю зв'язків між частинками, які зцементовані між собою. Вони залягають у вигляді суцільного або шпаруватого масиву, який можна розробляти механічними засобами тільки після попереднього розпушення.

Нескельні ґрунти за своїм походженням та умовами формування бувають континентальними або морськими відкладеннями і в розпушеному стані поділяються на великоуламкові, незв'язні (піщані) і зв'язні (глинисті). Залежно від розміру частинок в розпушених ґрунтах розпізнають такі фракції (мм):

Окремі камені, уламки	≥ 60
Галька, щебінь	60...10
Гравій	10...2
Піщина	2...0,05
Пилувата	0,05...0,005
Глиниста	$\leq 0,005$.

Глинисті ґрунти класифікують за утриманням в них частинок розміром менше 0,005 мм (в % маси сухого ґрунту) таким чином: глина – 30; суглинок –

30...10; супісок – 10...3. Головними будівельними властивостями ґрунтів, що впливають на стійкість земляних споруд, трудомісткість і вартість земляних робіт є кут природного укосу, щільність, вологість, зчеплення, міцність, розпушеність.

Кут природного укосу φ – це кут, утворений похилою поверхнею (укосом) насипаного ґрунту і горизонтальною площиною, котрий знаходиться в стані критичної рівноваги. Його значення залежить від кута внутрішнього тертя, сил зчеплення між частинками та тиску верхніх шарів ґрунту. В сухому піску кут природного укосу складає 25–30°, супіску – 30–35°, суглинка – 40–50°, глині – 45–50°.

Враховуючи кут природного укосу ґрунту, визначається крутизна укосів земляних споруд, котра виражається відношенням висоти укосу h до його закладення a :

$$\operatorname{tg} \alpha = h/a = 1/(a/h) = 1/m, \quad (2.1)$$

де m – коефіцієнт закладання укосу.

Найбільша допустима крутизна укосів виїмок і насипів залежно від їх глибини (висоти) та виду ґрунту визначається будівельними нормами.

Щільність ґрунтів ρ – це маса одиниці об'єму ґрунту, включаючи масу води в його порах. Вологість ґрунтів ϖ – це ступінь насичення ґрунту водою. Виражається відношенням маси води в ґрунті до маси сухого ґрунту в долях одиниці або процентах. Так ґрунти при вологості до 5% вважаються сухими, при вологості 5–30% – вологими, понад 30% – мокрими. Знаючи наведені величини, розрахунком можна визначити фізичний стан ґрунту (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Формули для визначення характеристик фізичного стану ґрунту

№ з/п	Назва показника	Розрахункова формула
1	Щільність сухого ґрунту	$\rho_d = \rho / (1 + \varpi)$
2	Шпаруватість	$n = (1 - \rho_d / \rho_s) 100$
3	Коефіцієнт шпаруватості	$\varepsilon = (\rho_s - \rho_d) / \rho_d$
4	Ступінь вологості	$S = (\varpi \rho_s) / (\varepsilon \rho_w)$

де ρ_s – щільність частинок ґрунту (залежить від мінералогічного складу частинок); ρ_w – щільність води.

Міцність ґрунтів характеризується їх здатністю чинити опір зовнішньому силовому впливу. Зчеплення визначається початковим опором зрушенню і залежить від виду ґрунту та ступеня його вологості.

Розпушеність – здатність ґрунту збільшуватися в об’ємі при його розробці порівняно з об’ємом в природному стані; характеризується коефіцієнтами початкового і залишкового розпушення. Коефіцієнт початкового розпушення K_p – це відношення об’єму розпушеного ґрунту до його об’єму в природному стані. Для піщаних ґрунтів він складає 1,1–1,17, глинистих – 1,18–1,3, скельних – 1,3–1,5.

Коефіцієнт залишкового розпушення $K_{з.р.}$ – це відношення об’єму розпушеного ґрунту після його ущільнення до об’єму в природному стані. Для піщаних ґрунтів цей коефіцієнт складає 1,02–1,05, для суглинистих – 1,03–1,09, скельних – 1,15–1,3.

2.3. Визначення об’ємів земляних споруд

При проектуванні виконання земляних робіт, визначенні вартості будівництва необхідно знати об’єми земляних споруд, що відповідають обсягам земляних робіт. Обсяги земляних робіт при влаштуванні виїмок або насипів прийнято визначати за об’ємом ґрунту в щільному тілі, що відповідає геометричному об’єму в межах контурів земляної споруди. Складні форми рельєфу місцевості затрудняють точність підрахунків об’ємів, а тому умовно приймають, що поверхня ґрунту утворена площинами, не враховуючи окремі нерівності. Це припущення дозволяє при підрахунках використовувати геометричні формули плоских або просторових фігур. Якщо конфігурація земляної споруди складна, то її розбивають на ряд простих геометричних фігур, об’єми котрих потім сумують. Для кожного виду земляних споруд, з врахуванням рельєфу місцевості, використовують відповідні методи розрахунку об’ємів. Найбільш часто користуються методом поперечних профілів. Цей метод базується на побудові профільних площин в характерних місцях рельєфу, розташованих на певних відстанях одна від одної, і визначенні об’ємів окремих ділянок споруди між площинами (рис. 2.3).

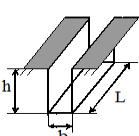
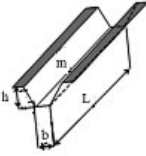
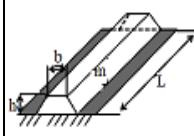
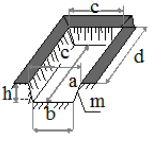
Назва споруди	Траншея	Канал, траншея	Дамба, полотно, насип	Котлован
Розрахункова схема				
Площа перетину	$\sigma = b \times h$	$\sigma = (b + m \times h)h$	$\sigma = (b + m \times h)h$	$\sigma = (b + m \times h)h$

Рис. 2. 3. Схеми і формули для підрахунку об’ємів земляних споруд

Об'єм ділянки траншеї, дамби, земляного полотна дороги, насипу визначається за формулою

$$W = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \cdot L, \quad (2.2)$$

де ω_1, ω_2 – площі поперечного перерізу відповідно на початку і в кінці ділянки траншеї, дамби, земляного полотна дороги, насипу, L – довжина ділянки.

Об'єм котловану можна визначити за формулою

$$W = [a \times b + c \times d + (a + c) \times (b + d)] \cdot \frac{h}{6}, \quad (2.3)$$

де a, b, c, d, h – розміри котловану, наведено на рис. 2.3.

Загальний об'єм земляної споруди буде складатися із суми об'ємів окремих її ділянок.

Вертикальне планування будівельних майданчиків є основним елементом підготовки території для зведення будівель і споруд.

Природний рельєф поверхні майданчика вирівнюють до проектної поверхні шляхом зрізування мінерального ґрунту, розташованого вище проектних відміток, та переміщення і підсилення його в місця, розташовані нижче проектних відміток (рис. 2.4).

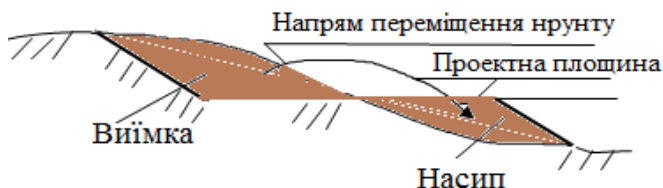


Рис. 2.4. Схема вирівнювання будівельного майданчика

Для визначення об'ємів виїмки і насипу при плануванні будівельних майданчиків користуються методами поперечних профілів, чотиригранних і тригранних призм. Метод поперечних профілів використовують при рівному рельєфі і для орієнтовних підрахунків. Цей метод передбачає побудову на плані будівельного майданчика профільних площин на відстані одна від одної до 100 м і сумування об'ємів призматодів між ними.

Метод чотиригранних призм передбачає нанесення на плані будівельного майданчика сітки квадратів з довжиною сторони 10...100 м залежно від розмірів майданчика та рельєфу місцевості і визначення об'ємів виїмок та насипів в межах цих квадратів (рис. 2.5, а).

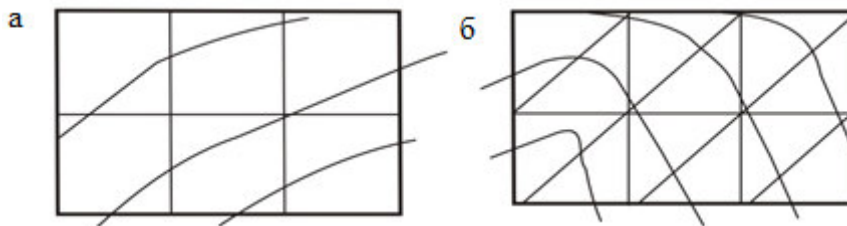


Рис. 2.5. Схеми розмічування майданчика: а – на квадрати; б – на трикутники

Метод тригранних призм передбачає додатковий поділ квадратів діагоналями на трикутники. Діагоналі проводять в напрямку тальвегу або водорозділу, а при спокійному рельєфі паралельно до горизонталей (рис. 2.5, б). Для підрахунку окремих об'ємів земляних мас у фігурах планувальної сітки необхідно визначити значення відміток природного рельєфу у вершинах квадратів методом лінійної інтерполяції (рис. 2.6) за формулою

$$H_a = H + h \cdot l / L, \quad (2.4)$$

де H – відмітка горизонталі, що знаходиться нижче вершини квадрата, що розглядається, м; h – перевищення між горизонталями, м; l, L – відповідно відстань від вершини квадрата до горизонталі, яка знаходиться нижче вершини, і відстань між горизонталями, м.

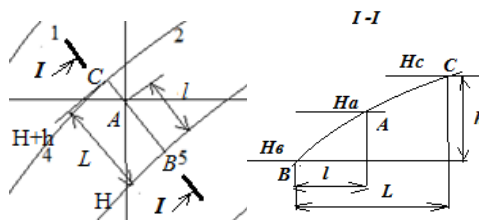


Рис. 2.6. Визначення значень відміток природного рельєфу у вершинах квадратів

Значення середньої відмітки природного рельєфу H_0 при підрахунку обсягів земляних робіт за методом чотиригранних призм визначають за формулою

$$H_0 = (\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 4 \sum H_4) / 4n, \quad (2.5)$$

а при підрахунках за методом тригранних призм – за формулою

$$H_0 = (\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4 + 5 \sum H_5 + 6 \sum H_6 + 7 \sum H_7 + 8 \sum H_8) / 3n, \quad (2.6)$$

де $\sum H_1 \dots \sum H_8$ – суми відміток поверхні землі, спільних відповідно для однієї, двох і т.д. призм; n – кількість призм.

Влаштування котлованів, траншей, насипів в межах контуру спланованого майданчика за умови нульового балансу ґрунтових мас потребує врахування цих додаткових об'ємів земляних споруд.

Тому значення середньої планувальної відмітки будівельного майданчика H_{cp} буде складати

$$H_{cp} = H_o \pm \Delta H, \quad (2.7)$$

де $\pm \Delta H$ – підвищення або зниження середньої планувальної відмітки (приймається з додатнім знаком при надлишку ґрунту і з від'ємним знаком – при нестачі ґрунту);

$\pm \Delta H = V_i / F$, V_i – додатковий об'єм з виїмок або насипів; F – площа планувальної площини будівельного майданчика.

Для забезпечення стоку води будівельний майданчик може мати ухил в одному або двох напрямках.

Значення проектних (червоних) відміток планувальної площини в кожній вершині квадратів визначають за формулами

- без прив'язки вершин –

$$H_{np} = H_{cp} \pm i_1 l_1 \pm i_2 l_2, \quad (2.8)$$

де i_1, i_2 – задані ухили планування; l_1, l_2 – відстань від осі повороту до вершини, що розглядається;

- з прив'язкою вершин до вулиці, дороги або рельєфу місцевості –

$$H_{np} = 2H_{cp} - H_3, \quad (2.9)$$

де H_3 – значення заданої відмітки об'єкта або місцевості, до якої ведеться прив'язування майданчика.

Значення робочих відміток в кожній вершині квадрата визначаються за формулою

$$\pm h_i = H_{np} - H_i, \quad (2.10)$$

де H_i – відмітки поверхні землі в вершинах квадратів.

Визначені значення робочих відміток $h \geq 0$ означають насип, а $h \leq 0$ – виїмку.

В подальшому на основі значень робочих відміток визначають положення нульової лінії, що з'єднує нульові робочі відмітки на сторонах чотирикутників і показує межу виїмки і насипу.

Положення нульової лінії визначають графічно (рис. 2.7) або аналітично із подібності трикутників.

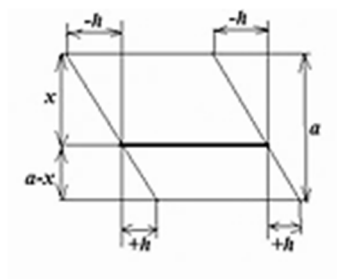


Рис. 2.7. Визначення положення лінії нульових робіт у перехідному квадраті

Обсяг земляних робіт визначають окремо для виїмки і насипу кожної фігури планувальної сітки.

Об'єм виїмки або насипу в однойменних фігурах з робочими відмітками одного знаку визначають відповідно для чотирикутників і трикутників за формулами

$$V_{\text{в(н)}} = \frac{F}{4}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4), \quad (2.11)$$

$$V_{\text{в(н)}} = \frac{F}{6}(h_1 + h_2 + h_3), \quad (2.12)$$

де $V_{\text{в(н)}}$ – об'єм виїмки або насипу, м³; F – площа фігури, м²; $h_1 \dots h_4$ – значення робочих відміток, м.

В перехідних фігурах об'єм виїмки або насипу визначають за формулою:

$$V_{\text{в(н)}} = \frac{a^2 (\sum h_{\text{в(н)}})^2}{4 \sum |h_i|}, \quad (2.13)$$

де a – сторона квадрата планувальної сітки; $\sum h_{\text{в(н)}}$ – сума абсолютних значень робочих відміток виїмки або насипу; $\sum |h_i|$ – сума абсолютних значень всіх робочих відміток по кутах квадрата.

Для визначення обсягів земляних робіт при вертикальному плануванні майданчика також використовують спеціальні таблиці.

В загальному балансі земляних мас необхідно враховувати об'єм ґрунту в укосах виїмки і насипу по периметру майданчика. Відкладаючи в вершинах чотирикутників величину закладення укосів, визначають зовнішнє окреслення в плані виїмок і насипів (рис. 2.8).

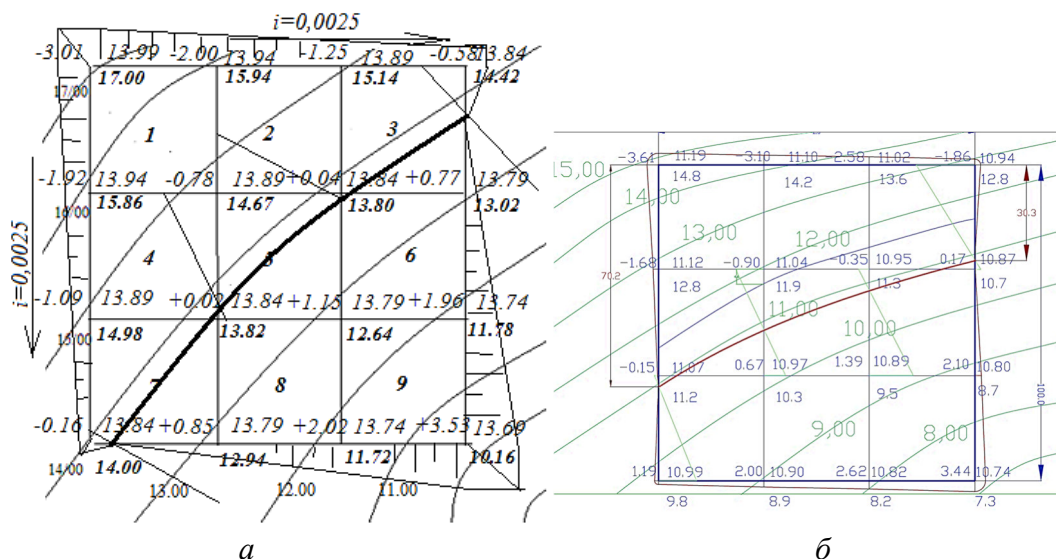
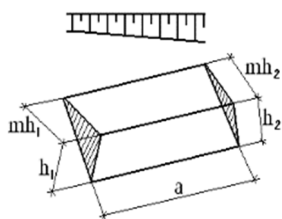


Рис. 2.8. Встановлення зовнішнього окреслення укосів виїмки і насипу: *а* – схема; *б* – в програмі Autodesk Civil3D

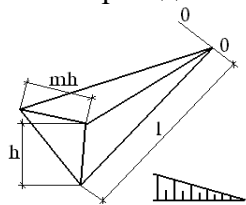
Об'єм фігур укосів, що прилягають до сторін чотирикутників залежно від окреслення геометричної фігури визначають за формулами

- призматоїда



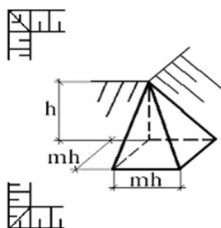
$$W_{y.H(B)} = \frac{m \cdot a}{6} (h_1^2 + h_1 \cdot h_2 + h_2^2); \quad (2.14)$$

- тригранної піраміди



$$W_{y.H(B)} = m \cdot h^2 \cdot l / 6; \quad (2.15)$$

та чотиригранної кутової піраміди



$$W_{y.H(B)} = m^2 \cdot h^3 / 3, \quad (2.16)$$

де m – коефіцієнт закладання укосу; h – значення робочої відмітки, м; a – висота призматоїда; l – висота тригранної піраміди, м.

На вибір методів та засобів виконання земляних робіт значною мірою впливає відстань переміщення ґрунту. У загальному вигляді середня відстань переміщення ґрунту із виїмки в насип може бути визначена за виразом:

$$L_{cp} = \frac{\sum V_i l_i}{\sum V_i}, \quad (2.17)$$

де V_i, l_i – відповідно об'єм окремої виїмки, m^3 і відстань переміщення ґрунту із окремих виїмок, м.

На підставі підрахунків об'ємів земляних робіт по влаштуванню будівельного майданчика середню відстань переміщення ґрунту із виїмки в насип можна визначити аналітичним, графічним і графоаналітичним методами.

Аналітичний метод передбачає визначення координат центрів ваги об'ємів виїмки і насипу відносно координатних осей (рис. 2.9) за формулами

$$X_v = \frac{\sum V_{vi} x_{vi}}{\sum V_{vi}}, \quad X_n = \frac{\sum V_{ni} x_{ni}}{\sum V_{ni}}, \quad Y_v = \frac{\sum V_{vi} y_{vi}}{\sum V_{vi}}, \quad Y_n = \frac{\sum V_{ni} y_{ni}}{\sum V_{ni}}, \quad (2.18)$$

де X_v, X_n, Y_v, Y_n – координати центрів ваги виїмки і насипу на майданчику; V_{vi}, V_{ni} – об'єми ґрунту виїмок і насипів окремих елементарних ділянок майданчика; $x_{vi}, x_{ni}, y_{vi}, y_{ni}$ – координати центрів ваги і насипів окремих елементарних ділянок майданчика.

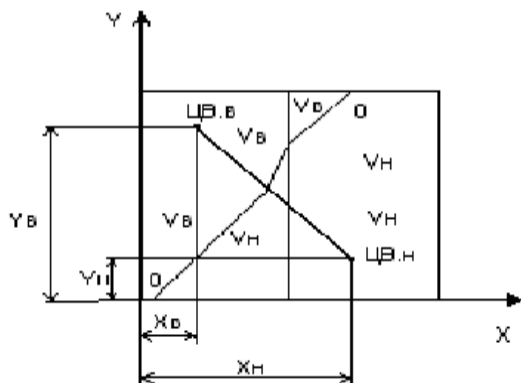


Рис. 2.9. Схема до визначення середньої переміщення ґрунту із виїмки в насип аналітичним способом

Середню відстань переміщення ґрунту розраховують як відстань між координатами центрів ваги виїмки і насипу за формулою

$$L_{cp} = \sqrt{(X_v - X_n)^2 + (Y_v - Y_n)^2}, \quad (2.19)$$

де – позначення у формулі ілюстровано на рис. 2.9.

Графічний метод полягає в побудові інтегральних кривих об'ємів на двох взаємно перпендикулярних осях окремо для виїмки і насипу (рис. 2.10).

Із середини кутових ординат проводять перпендикуляри до перетину з кривими об'ємів.

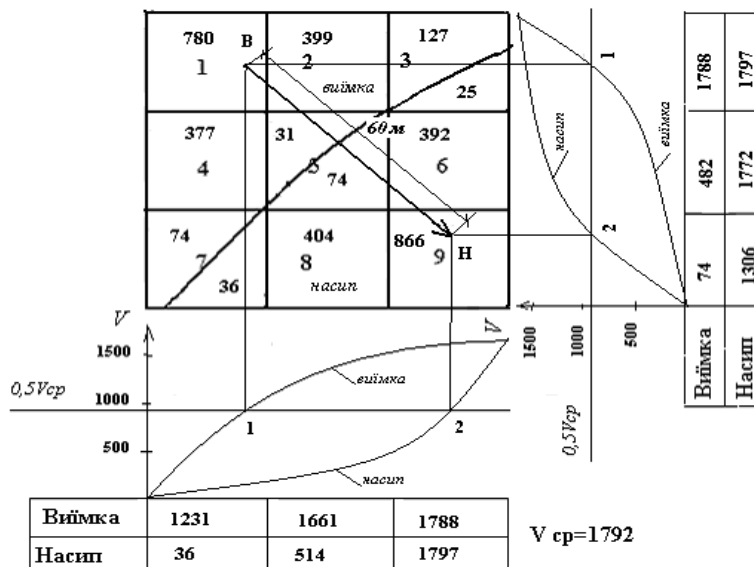


Рис. 2.10. Схема до визначення середньої відстані переміщення ґрунту із виїмки в насип графічним способом

Проекції отриманих точок перетину на площину будівельного майданчика визначають положення центрів ваги відповідно ділянок виїмки і насипу. Відстань між центрами ваги являє собою середню відстань переміщення ґрунту із виїмки в насип.

2.4. Перенесення проектів в натуру та геодезичне розмічування споруд

Перенесенням проектів в натуру і розмічуванням споруд називаються геодезичні роботи, що виконуються на місцевості для визначення планового і висотного положення характерних точок і площин проекцій споруди згідно з робочими кресленнями проекту.

Геодезичною основою при перенесенні проектів в натуру є розмічувальна геодезична мережа та повздовжні і поперечні осі споруди, відносно яких в проекті задаються всі розміри елементів споруди.

Для перенесення проекту в натуру будують планову і висотну геодезичну мережі. Розмічування споруд виконують у два етапи:

1. За допомогою геодезичної мережі на місцевість виносять положення головних (осі симетрії) і основних осей, які закріплюють бетонними стовпами або металевими трубами.

Для визначення положення споруди на місцевості і перенесення в натуру її розмірів на генеральний план наносять геодезичну будівельну сітку в

умовній системі координат зі стороною квадратів 100–200 м. Осі координат орієнтують паралельно до осей споруди і лінії регулювання забудови.

Положення споруди на генеральному плані визначають за координатами її характерних точок (рис. 2.11).

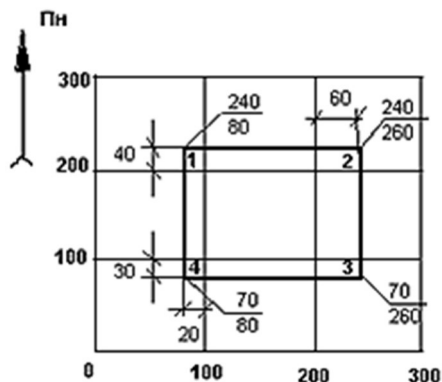


Рис. 2.11. Схема прив'язування споруди до геодезичної будівельної сітки

Будівельна сітка повинна бути прив'язана до пунктів геодезичної основи топографічного знімання, за яким був складений генеральний план і перенесений на місцевість.

2. Детальне розмічування елементів споруди в плані виконують за розмічувальним кресленням, яке прив'язане до геодезичної будівельної сітки. Спочатку виносять і закріплюють на місцевості основні осі, які проходять через кутові точки, які повністю відповідають перетинами базових осей плану проекту.

Вони закріплюються по обидві сторони за допомогою спеціальних створних знаків так, щоб вони знаходилися на значній відстані від місць проведення земляних робіт і гарантовано збереглися до завершення будівництва (рис. 2.12). Ця відстань визначається глибиною майбутньої виїмки, а також необхідністю проїзду технологічного транспорту.

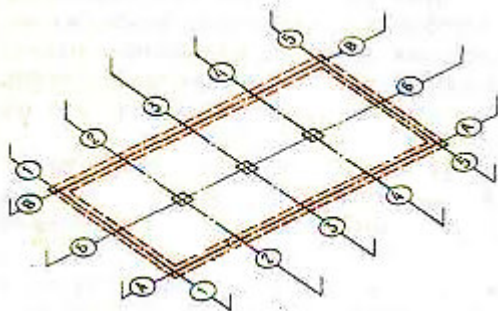


Рис. 2.12. Схема закріплення осей будівлі або споруди на місцевості

Кожна будівля або споруда влаштовується у котловані. Робочі креслення, як правило, визначають контур котловану за розмірами зовнішніх

граней фундаменту, таким чином містять дані про прив'язування в плані на рівні низу укосів котловану.

На рівні проектної відмітки поверхні землі розміри котловану мають бути збільшені на величину d порівняно з його розмірами на рівні дна (рис. 2.13), яку визначають за формулою

$$d = (H_n - H_o) \cdot m_k, \quad (2.20)$$

де H_n, H_o – проектні відмітки поверхні землі і дна котловану, m_k – коефіцієнт закладання укосів котловану (табл. 2.3).

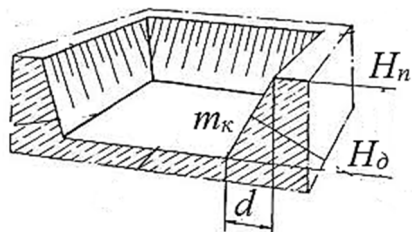


Рис. 2.13. Схема до визначення розмірів котловану

Після цього паралельно до зовнішніх осей, за межами винесених укосів виїмки влаштовують обгороджування (рис. 2.14). Воно складається із закопаних в землю дерев'яних палів висотою 1,1–1,2 м, розміщених на відстані 2–3 м і дощок, прибитих до них горизонтально з зовнішньої сторони на однаковій висоті для всього обгороджування. На верхній обрізній грані дощок розмічають осеві лінії, брівки котлованів і траншей, фіксуючи їх забитими цвяхами.

Таблиця 2.3

Допустима крутість укосів котлованів, які влаштовуються без кріплення

Ґрунт	Найбільша крутість укосів, при глибині виїмки, м, не більше		
	1,5	3,0	5,0
Насипний	0,67	1,0	1,25
Піщаний	0,5	1,0	1,0
Глинистий:			
супісок	0,25	0,67	0,85
суглинок	0	0,5	0,75
глина	0	0,25	0,5
Лес	0	0,5	0,5

Для перенесення розмітки на поверхню землі між протилежними дошками обгороджування протягують дріт, а в точці перетину опускають будівельний льон. На поверхні землі ці точки закріплюють кілочками.

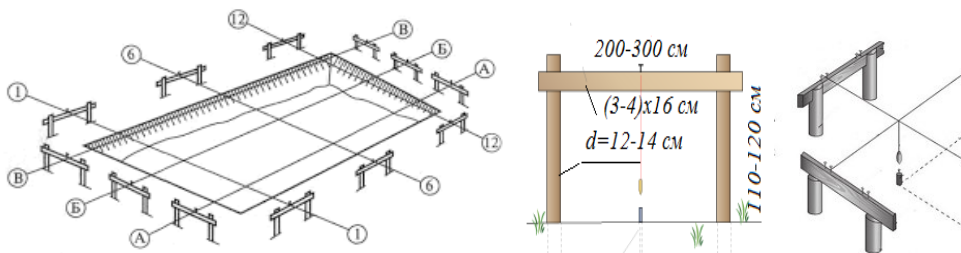


Рис. 2.14. Схема огорожування котловану

Після закінчення винесення проекту в натуру перевіряється правильність розмічування і складається відповідний акт з додатками до нього розмічувальних схем. На підставі цього акту дається дозвіл на виконання земляних робіт.

Висотне розмічування і винесення відміток виконують методом геометричного нівелювання від постійних реперів геодезичної основи.

Перенесення проектних відміток на дно котловану і на верхні горизонти виконується з допомогою нівеліра і підвішеної на кронштейні рулетки відповідної довжини, на нижньому кінці якої підвішений вантаж вагою 7–10 кг (рис. 2.15).

На вихідній точці P , відмітка якої відома, і на дні котловану (точка F) встановлюють геодезичні рейки, а на поверхні землі і в котловані – нівеліри. Спочатку одночасно з допомогою двох нівелірів беруться відліки по рейках, а потім по рулетці.

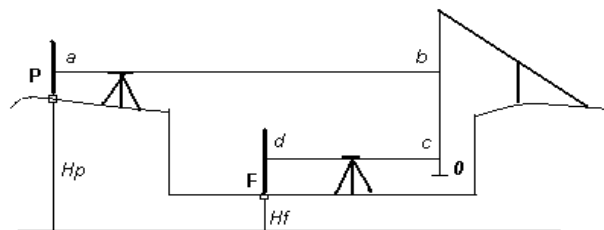


Рис. 2.15. Схема перенесення проектних відміток на дно котловану і на висоту

Відмітку точки F (H_f) на дні котловану на підставі проведених вимірів визначають за формулою

$$H_f = H_p + a - (b - c) - d, \quad (2.21)$$

де H_p – відома відмітка точки P , a , d – відліки по геодезичних рейках, b , c – відліки по рулетці.

2.5. Технологія виконання земляних робіт

До початку основних будівельних робіт на будівельному майданчику необхідно виконати підготовчі роботи: встановлення і закріплення на

місцевості контурів та розмірів майбутніх земляних споруд, звільнення будівельного майданчика від рослинності (зрізування дерев та корчування кущів), влаштування поверхневого водовідведення і тимчасових доріг, обладнання побутових приміщень та тимчасових інженерних комунікацій. Відповідно до природоохоронних вимог необхідно в межах контуру будівельного майданчика зрізати рослинний шар ґрунту товщиною 0,2–0,3 м і укласти його в тимчасові кавальєри за межами будівельного майданчика для наступної рекультивації земель в період освоєння будівельного майданчика.

Усі підготовчі роботи мають бути виконані відповідно до будівельного генерального плану на підготовчий період.

2.4.1. Виконання земляних робіт механічним способом

Для виконання земляних робіт механічним способом застосовують землекопальні і землерізально-транспортні машини. Засіб механізації вибирають залежно від виду земляної споруди і ґрунтових умов.

Так, для розробки котлованів споруд різних об'ємів і форм, каналів можуть бути використані екскаватори, скрепери і бульдозери. Для розробки траншей використовують екскаватори, що обладнані зворотною лопатою, або траншейні екскаватори. При вертикальних плануваннях будівельних майданчиків і будівництві лінійних споруд, земляного полотна доріг, дамб, каналів великих розмірів доцільно застосовувати скрепери і бульдозери.

Остаточний вибір способу розробки ґрунту і застосування того чи іншого засобу механізації визначається техніко-економічним обґрунтуванням.

Розробка ґрунту бульдозерами

Бульдозер – землерізально-транспортна машина циклічної дії, призначена для виконання технологічних операцій з розробки, переміщення і укладання ґрунту. Робочим органом бульдозера є відвал з ножем, який установлений разом з штовхаючою рамою в передній частині трактора (рис. 2.16).



Рис. 2.16. Загальний вигляд бульдозера, <https://www.automirok.com.ua>

Цикл роботи бульдозера складається із трьох основних операцій: зрізування та набирання ґрунту, його переміщення і укладання (рис. 2.17).



Рис. 2.17. Схема циклу роботи бульдозера

За допомогою відвалу зрізується шар ґрунту, який переміщується до місця укладання. Основні види робіт, що виконуються бульдозерами приведено на рис. 2.18 (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Технічні характеристики бульдозерів

Модель	Базовий трактор	Потужність, кВт	Розміри відвала, мм	
			довжина	висота
ДЗ-27С	Т-130.1-1	118	3200	1300
ДЗ-35С	Т-180ГП2	132	3640	1200
ДЗ-109	Т-130.1.Г-1	118	4120	1000
ДЗ-110А,В	Т-130.1.Г-1	118	3220	1300
ДЗ-118	ДЕТ-250М	243	4310	1550
ДЗ-129ХЛ	Т-330	243	4800	1880
ДЗ-94С	Т-330	243	4730	1750

Роботи, які пов'язані з розробкою і переміщенням ґрунту, можна виконувати за різними схемами шляхів руху бульдозерів. Розпізнають поперечну і поздовжню схеми розробки.

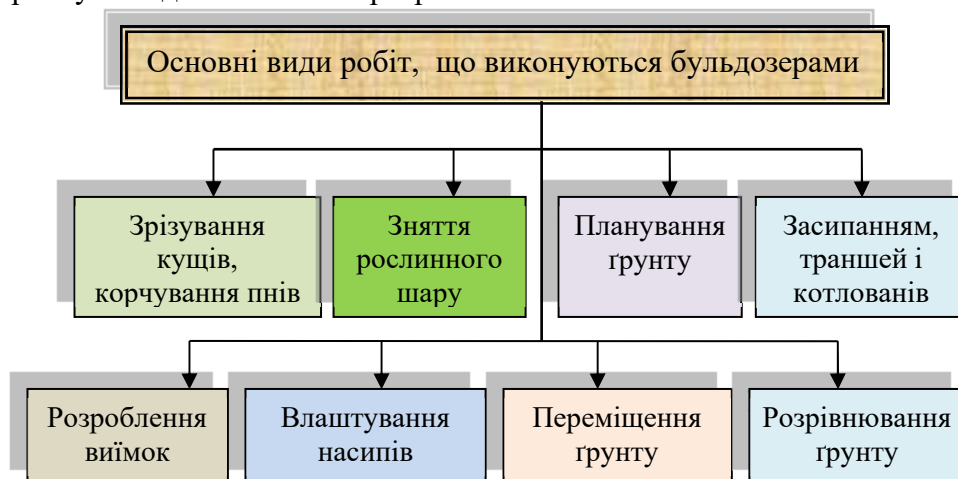


Рис. 2.18. Основні види робіт, що виконуються бульдозерами

Найчастіше бульдозери застосовують для поперечної розробки і переміщення ґрунту (рис. 2.19, а, б, в).

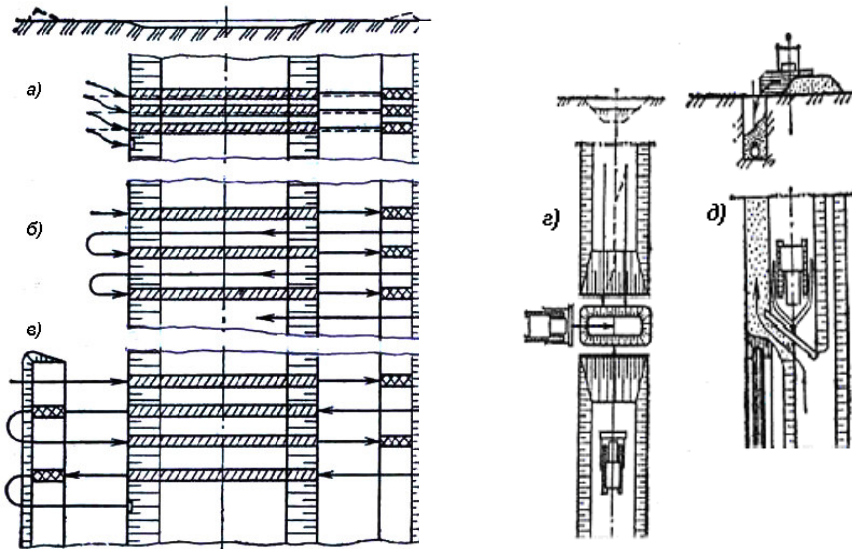


Рис. 2.19. Схеми розробки ґрунту бульдозером: а – поперечна човникова; б – поперечна еліптична; в – поперечна з укладанням ґрунту на дві сторони; г – поздовжньо-поперечна; д – поздовжня

Зрізування та переміщення ґрунту на відстань до 50 м необхідно виконувати за човниковою схемою, при якій бульдозер після відсипання повертається в початкове положення заднім ходом (рис. 2.19, а).

При переміщенні ґрунту на відстань 50–100 м рекомендується використовувати еліптичну схему розробки, при цьому бульдозер розвертається на 180° і повертається у вихідну позицію переднім ходом (рис. 2.19, б). У випадку укладання ґрунту на дві сторони від виїмки значної ширини розробку ґрунту доцільно виконувати при робочих рухах бульдозера в двох напрямках (рис. 2.19, в).

Бульдозери також застосовують для поздовжньої розробки і переміщення ґрунту (рис. 2.19, г, д).

При будівництві вузьких лінійно-протяжних споруд ґрунт можна розроблювати за поздовжньо-поперечною схемою. При цьому спосіб ґрунт розроблюється поздовжніми ходами і переміщується до межі двох суміжних ділянок споруди, а потім поперечними ходами переміщується за межі виїмки (рис. 2.19, г).

За поздовжньою схемою, застосовуючи універсальний бульдозер з поворотним відвалом, виконується засипання траншей, котлованів, а також зняття рослинного шару ґрунту з траси інженерних комунікацій (рис. 2.19, д).

Для зменшення втрат ґрунту при його переміщенні застосовують траншейний спосіб виконання робіт або спарену роботу бульдозерів.

Розробку ґрунту на відстань до 50 м доцільно виконувати окремими траншеями глибиною 40–50 см з перемичками між ними шириною 40–60 см, котрі після розроблення основної маси ґрунту зрізують (рис. 2.20).

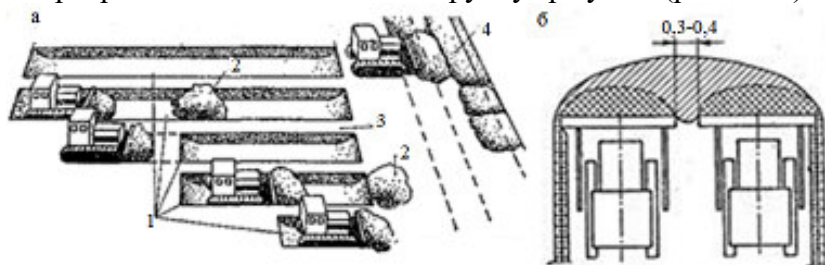


Рис. 2.20. Способи розробки ґрунту бульдозером: а – траншейний; 1 – траншеї проходок бульдозера; 2 – проміжки валики; 3 – перемички між траншеями; 4 – насип; б – спарена робота бульдозерів, <https://yak.bono.odessa.ua>

Для розробки і переміщення ґрунту на відстань до 100 м доцільно використовувати два або три бульдозери, які з однаковою швидкістю на відстані 0,3–0,4 м один від одного переміщують ґрунт одним суцільним валом, що забезпечує зменшення втрат ґрунту в 2–3 рази.

Розробка і переміщення ґрунту скреперами

Скрепер являється землерізально-транспортною машиною і призначений для пошарового розроблення ґрунту з переміщенням його та подальшим вкладанням в насипи або відвали.

Робочий орган скрепера – ківш з ножем в передній його частині.

Розпізнають два основні види скреперів – причіпні до тракторів і самохідні на базі одновісних тягачів (рис. 2.21).

Причіпні скрепери з ковшами місткістю до 3 м³ доцільно застосовувати при переміщенні ґрунту на відстань до 250 м (табл. 2.5).

Потужніші скрепери з місткістю ковша до 6 м³ застосовують при переміщенні ґрунту на відстань до 350 м, відповідно при місткості 8–10 м³ – до 550 м; при 15 м³ – до 1000 м.

Самохідні скрепери з ковшами місткістю 4,5–15 м³ застосовують для переміщення ґрунту на відстань до 5 км. Нові моделі самохідних скреперів випускають зі збільшеною місткістю ковша (до 25 м³), гідравлічною або електрогідравлічною системою управління, автоматизованими пристроями для регулювання режиму роботи робочого органу скрепера.



Рис. 2.21. Загальний вигляд скреперів: а – самохідного; б – напівпричіпного; в – причіпного, <https://presa.com.ua>

У будівельному виробництві скрепери застосовують для розробки широких котлованів, каналів і траншей, зведення насипів, вертикальному плануванні (рис. 2.22). При достатній вологості ґрунту і рівномірному русі скреперів на всій площі, яка насапється, можна отримати достатньо хороше ущільнення ґрунту в тілі насипу.

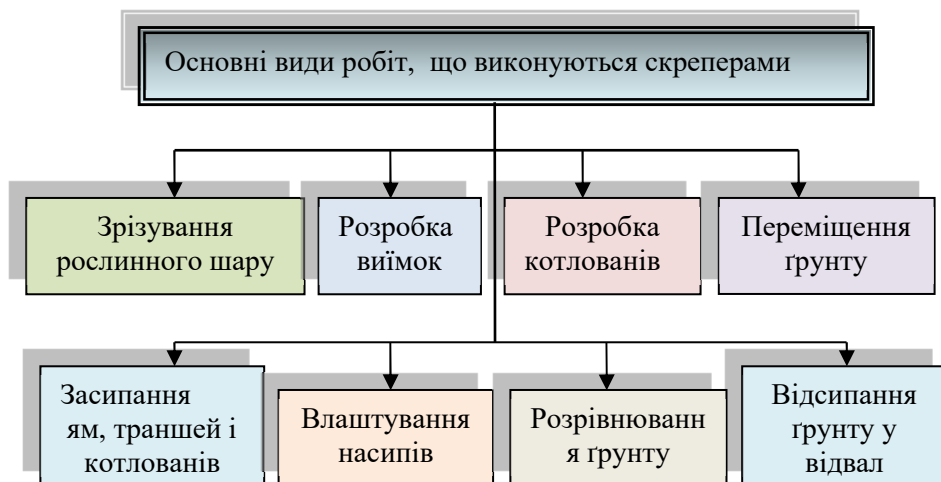


Рис. 2.22. Основні види робіт, що виконуються скреперами

Робочий цикл скрепера складається з наповнення ґрунту в ківш у виїмці, транспортування ґрунту, вивантаження ґрунту шаром заданої товщини в насипу, переміщення скрепера в порожньому стані у виїмку (рис. 2.23).

Таблиця 2.5

Технологічні параметри скреперів

Модель	Місткість ковша, м³	Ширина різання, мм	Глибина різання, мм	Товщина шару відсипання, мм	Найбільша швидкість руху, км/год
Самохідні скрепери					
Д-357П	8	2750	230	55	40
ДЗ-13, ДЗ-13А	15	2920	350	55	43
ДЗ-115	15	3040	350	55	50
Причіпні скрепери					
ДЗ-33	3	2100	200	30	11
ДЗ-111	4,5	2430	130	40	10
ДЗ-203	7	2080	300	25	9
ДЗ-77	8	2718	350	50	9

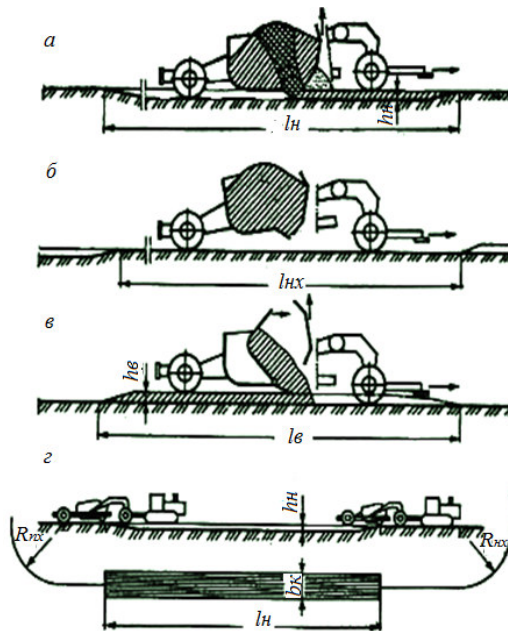


Рис. 2.23. Схеми робочого циклу скрепера: *а* – наповнення коша; *б* – переміщення ґрунту; *в* – вивантаження ґрунту; *г* – схема для визначення довжини шляху наповнення ґрунту; l_n , l_{nx} , l_e – відповідно довжини шляху наповнення ковша, переміщення ґрунту, вивантаження ґрунту; b_k – ширина ковша, <https://hydrotechnik.com/>

Наповнення ковша скрепера можна виконувати тільки на прямолінійних ділянках довжиною достатньою для розміщення довжини скреперного агрегату і довжини шляху наповнення ковша.

На тривалість і довжину шляху наповнення ковша впливає спосіб різання ґрунту (рис. 2.24).

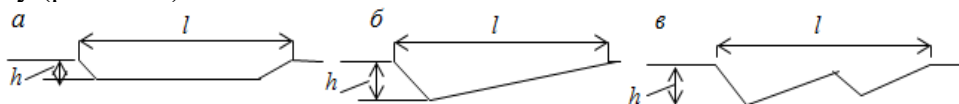


Рис. 2.24. Способи різання ґрунту скрепером: *а* – тонкою стружкою; *б* – клиноподібною стружкою; *в* – гребінчастим профілем: h – глибина різання; l – довжина шляху наповнення ковша

Тонкою стружкою постійної товщини ($h = 10...20$ см) зрізують щільні зв'язні ґрунти.

Спосіб різання клиноподібною стружкою застосовують для розроблення м'яких зв'язних ґрунтів на найбільшу глибину ($h = 30...35$ см). Різання клиноподібною стружкою є більш продуктивне, тому що скорочується шлях набирання ґрунту в ківш, але це вимагає більших зусиль при набиранні ґрунту.

Гребінчастий профіль різання застосовують при розробленні піщаних і сухих зв'язних ґрунтів з перемінним зануренням і підйомом ковша, коли двигун зменшує оберти внаслідок великого навантаження.

На умови набирання ґрунту в ківш впливає також послідовність розробки виїмки.

Застосовують три основні схеми розробки ґрунту скреперами (рис. 2.25):

- послідовними проходами;
- проходами через смугу;
- шаховими проходами.

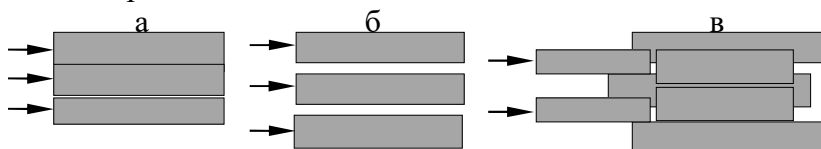


Рис. 2.25. Схеми розробки ґрунту скреперами: а – послідовними проходами; б – проходами через смугу; в – шаховими проходами

Тривалість переміщення завантаженого і порожнього скрепера досягає 70% часу всього робочого циклу.

Тому важливе значення має вибір раціональної схеми руху скрепера найкоротшим шляхом.

Залежно від розмірів земляної споруди, розташування виїмок, насипів, кавальєрів або відвалів ґрунту застосовують різні схеми руху скреперів (рис. 2.26).

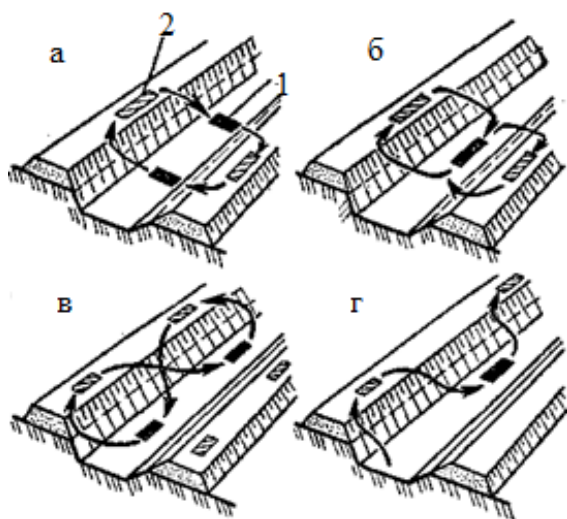


Рис. 2.26. Схеми руху скреперів: а – еліпсом при поперечній розробці; б – те ж, при поздовжній розробці; в – вісіркою; г – зигзагом; 1 – місце набору; 2 – місце розвантаження,

<https://budtehnika.pp.ua>

Еліптична схема руху скрепера, найбільш прийнятна, має дві основні різновиди: поперечну і подовжню. При поперечній схемі руху (рис. 2.26, а) наповнення ковша і його розвантаження здійснюються під час руху скрепера перпендикулярно осі споруди. При поздовжньої схемою руху (рис. 2.24, б) наповнення ковша і його розвантаження здійснюються під час руху скрепера уздовж осі споруди. Однією з переваг зазначених схем руху скреперів є те, що при виконанні робіт відстань транспортування не змінюється.

Поперечна схема розроблення ґрунтів застосовується при великих поперечних перетинах виїмок і їх малій глибині. Застосовуються також комбіновані схеми: спочатку – поперечну схему руху, потім після збільшення глибини виїмки – подовжню.

Схему руху вісілкою (рис. 2.26, в) застосовують при зведенні насипів з бічних резервів. При цьому скрепер за один прохід робить дві операції завантаження ковша і дві операції його розвантаження, що скорочує шлях порожнього пробігу.

Схему руху зигзагом (рис. 2.26, г) застосовують при влаштуванні насипів із односторонніх і двосторонніх резервів великої протяжності, коли розробка ґрунту виконується декількома скреперами, що рухаються один за одним.

Основним показником при виборі схеми руху скрепера служить середня відстань переміщення ґрунту, яка рівна половині шляху, який проходить скрепер за один цикл.

Схему руху скрепера для кожного конкретного випадку необхідно вибирати з урахуванням місцевих умов так, щоб довжина шляху руху була найкоротшою.

Для забезпечення рівномірної товщини шару відсіпання ґрунту ківш розвантажується тільки при русі скрепера. Найбільша товщина шару відсіпання становить 0,3–0,5 м.

При значних глибинах виїмки і значних висотах насипу на землевозних дорогах влаштовують виїзди і з'їзди (рис. 2.27).

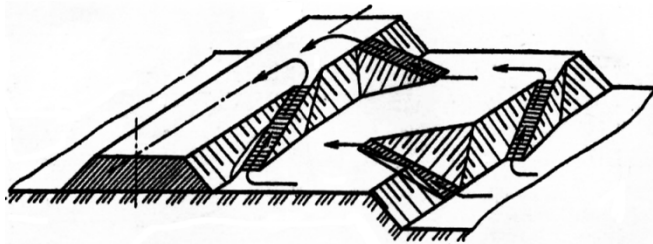


Рис. 2.27. Схеми різних видів з'їздів

Виїзди і з'їзди можуть влаштовуватися паралельно або перпендикулярно до осі виїмки чи насипу. Найбільші ухили землевозних доріг повинні складати для скреперів: в вантажному напрямку – при підйомі – 12–15%, а при спуску 20–25%; в порожньому напрямку – при підйомі 15–17%, а при спуску 25–30%.

Ширина проїзної частини в'їздів і з'їздів у разі однобічного руху скреперів повинна становити:

- для скреперів з об'ємом ковша до 6 м^3 – не менше ніж 4 м;
- для скреперів з об'ємом ковша від 6 до 10 м^3 – не менше ніж 4,5 м;
- для скреперів з об'ємом ковша понад 10 м^3 – не менше ніж 5,5 м.

Відстань між сусідніми в'їздами та з'їздами визначається в ПВР залежно від обсягу робіт, у середньому вона коливається у межах 60–100 м, але не більше ніж 150–200 м для причіпних скреперів, а для самохідних скреперів відстань між сусідніми в'їздами та з'їздами встановлюють орієнтовно через

300–400 м.

При розробленні земляних мас застосовують як одиночні скрепери, так і комплексні механізовані бригади.

Розробка ґрунту одноківшовими екскаваторами

Одноківшові екскаватори класифікують за такими ознаками:

- видом робочого обладнання – пряма чи зворотна лопата, драглайн, грейфер;
- типом ходового оснащення – автомобільні, пневмоколісні, гусеничні, крокуючі;
- системою управління – механічні, гідравлічні, пневматичні, електричні;
- місткістю ковша – 0,25; 0,5; 0,65; 1,0; 1,25; 1,6; 2,5 м³.

Екскаватори з гідравлічним приводом управління порівняно з механічним мають підвищену на 15–20% продуктивність, ефективніші при розробці щільних і мерзлих ґрунтів.

Екскаватори з робочим обладнанням пряма лопата розробляють ґрунт вище рівня свого стояння і працюють переважно з завантаженням в транспортні засоби (рис. 2.28).



Рис. 2.28. Екскаватор з робочим обладнанням пряма лопата, <https://machineryline.ua>

Екскаватори з робочим обладнанням зворотна лопата застосовують при розробленні траншей і котлованів з відсіпанням ґрунту у відвал, або ж завантаженням у транспортні засоби (рис. 2.29).



Рис. 2.29. Екскаватори з робочим обладнанням зворотна лопата: а – на пневмоколісному ходу; б – на автомобільному шасі; в – на гусеничному ходу, <https://hydromarket.com.ua/ua>

Екскаватори з робочим обладнанням драглайн призначені для розроблення ґрунту в каналах, котлованах з вивантаженням його у відвал, насип чи на транспортні засоби (рис. 2.30, а).



Рис. 2.30. Екскаватори з робочим обладнанням драглайн (а), грейфер (б), <https://www.regdorstroy.kiev.ua/>

Екскаватори з робочим обладнанням грейфер застосовують на обмеженій площі при реконструкції будівель та споруд, влаштування колодязів, котлованів під опори, розробленні глибоких (до 20 м) вузьких траншей, зворотному засипанні ґрунту (рис. 2.30, б).

Екскаватор працює у вибої. Вибій – це робоча зона екскаватора де знаходиться місце його стояння, з якого розробляється масив ґрунту.

Робота однокішшового екскаватора має циклічний характер. Робочий цикл складається з послідовно виконуваних операцій: копання ґрунту і наповнення ковша, підйом ковша, поворот стріли навколо осі до місця вивантаження, розвантаження ґрунту із ковша, поворот стріли, опускання ковша у вихідне положення для копання ґрунту.

Послідовне переміщення екскаватора при розробці ґрунту з одного місця стояння до наступного називають проходкою.

Робота однокішшових екскаваторів характеризується такими параметрами:

R_p – найбільший радіус копання;

$R_{p \max}$ – найбільший радіус копання на рівні стояння екскаватора;

$R_{p \min}$ – найменший радіус копання на рівні стояння екскаватора;

$R_v \max$ – найбільший радіус вивантаження на рівні стояння екскаватора;

$H_v \max$ – найбільша висота вивантаження;

$H_z \max$ – найбільша висота (глибина) копання (вибою).

Екскаватори з робочим обладнанням пряма лопата. При роботі екскаватора, обладнаного прямою лопатою (рис. 2.31, табл. 2.6), розпізнають два види вибоїв: лобовий (торцевий) (рис. 2.32, а–в) і боковий (бічний) (рис. 2.32, г).

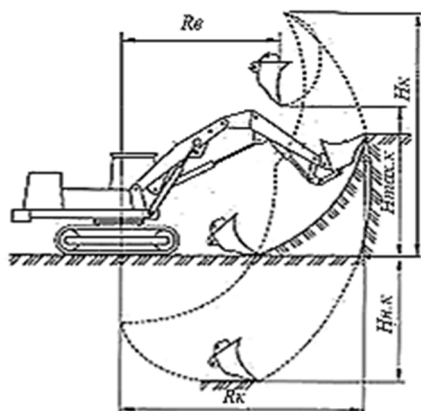


Рис. 2.31. Схема робочих параметрів одноківшового екскаватора з робочим обладнанням пряма лопата:

R_k – найбільший радіус копання;

$H_{max.в}$ – найбільша висота вивантаження;

$H_{max.к}$ – найбільша висота (глибина) копання;

$H_{н.к}$ – найбільша глибина наповнення ковша;

H_k – найбільша висота копання

Крок переміщення екскаватора (L_n) визначається як різниця між найбільшим і найменшим радіусами копання на рівні стояння екскаватора

$$L_n = R_{p \max} - R_{p \min} , \quad (2.22)$$

де $R_{p \max}$ – найбільший радіус копання на рівні стояння екскаватора; $R_{p \min}$ – найменший радіус копання на рівні стояння екскаватора.

Таблиця 2.6

Технологічні характеристики одноківшових екскаваторів з гідравлічним приводом, обладнаних прямою лопатою

Модель	Місткість ковша, м ³	$H_{з \max}$ – найбільша висота копання, м	$R_{p \max}$ – найбільший радіус копання, м	$H_{в \max}$ – найбільша висота вивантаження, м
ЕО-4121А;	1,0;	7,4	7,0	5,0
ЕО-4124	1,6	7,4	7,2	4,4
ЕО-5122А;	1,6;	9,65	7,9	5,1
ЕО-5124А	2,0	9,65		

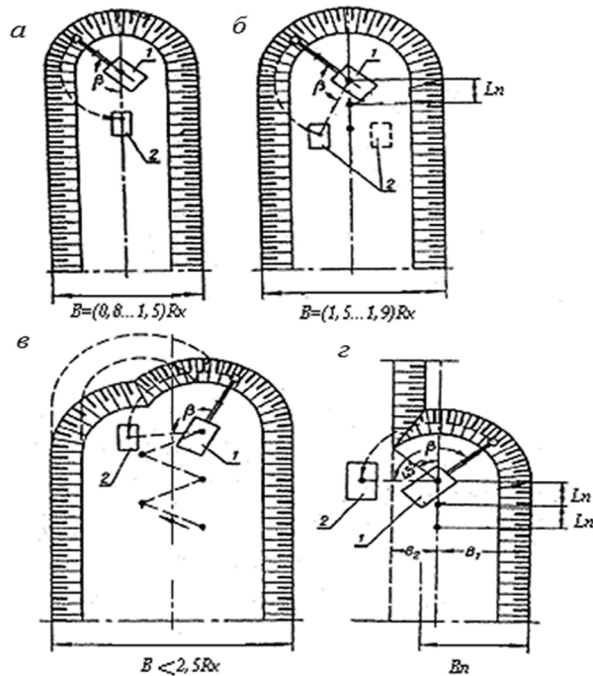


Рис. 2.32. Схеми роботи екскаватора з прямою лопатою вибоями: а-в – лобовим: а – при вузькому вибої; б – при вибої нормальної ширини; в – при розширеному вибої до $2,5R_k$; г – бічним; 1 – екскаватор; 2 – автосамоскид

Лобовими вибоями розроблюють піонерні траншеї, перші проходки та вузькі котловани, ширина котрих не перевищує $B \leq 3,5 R_k$ (B – ширина виїмки).

Залежно від проектної ширини виїмки (B) лобові вибої бувають вузькими і нормальними. Вузький вибій має ширину $B \leq 1,5 R_k$, нормальний – $B \leq (1,5...1,9) R_k$, при цьому екскаватор розроблює виїмку, рухаючись по її осі.

Якщо ширина виїмки $B \geq 2 R_k$, то екскаватор розроблює ґрунт розширеним вибоєм, але за різними схемами переміщення. При $B = (2,0...2,5) R_k$ екскаватор рухається у виїмці зигзагом, а при $B = (2,5...3,5) R_k$ – поперек виїмки.

Бічний вибій використовується при значних розмірах виїмки $B \geq 3,5 R_k$. При такому вибої покращуються умови руху транспортних засобів для завантаження. Розроблення виїмки починається з влаштування піонерної траншеї лобовим вибоєм, а наступне розроблення виконується бічними вибоями.

При виборі схеми роботи екскаватора перевага віддається розробленню ґрунту лобовими вибоями, тому що при розробленні бічними вибоями ширина виїмки завжди менша ніж при лобовому, і не перевищує одного радіуса копання, при цьому екскаватор розроблює ґрунт у положенні найменшої стійкості, що небезпечно.

Найменша висота вибою, що забезпечує наповнення ґрунтом ковша

екскаватора, має бути не меншою трикратної висоти ковша, а найбільша – не більшою максимальної висоти копання екскаватором.

Екскаватори з робочим обладнанням зворотна лопата. Екскаватори оснащені зворотною лопатою застосовують при розробленні траншей і котлованів із завантаженням транспортних засобів або ж у відвал (рис. 2.33, табл. 2.7).

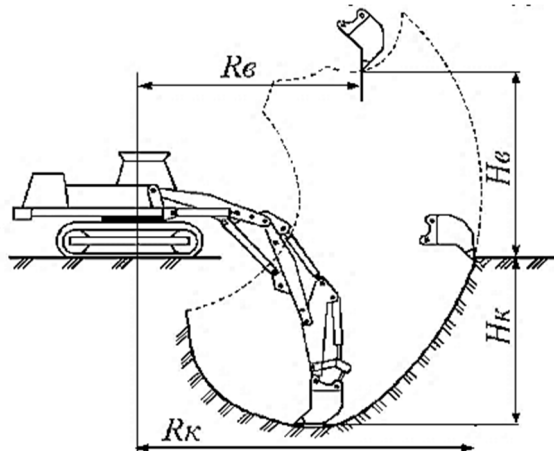
Рис. 2.33. Схеми робочих параметрів одноківшового екскаватора з робочим обладнанням зворотна лопата:

R_k – найбільший радіус копання;

R_e – радіус вивантаження ковша;

H_e – найбільша висота вивантаження;

H_k – найбільша глибина копання



Таблиця 2.7

Технологічні характеристики одноківшових екскаваторів з гідравлічним приводом, обладнаних зворотною лопатою

Модель	Місткість ковша, м ³	$H_{z \max}$ – найбільша глибина копання, м	$R_{p \max}$ – найбільший радіус копання, м	$H_{v \max}$ – найбільша висота вивантаження, м
ЕО-3322Б	0,4;	5,0	8,2	5,2
	0,5;	4,3	7,5	4,8
	0,63	4,2	7,3	4,7
ЕО-3121Б	0,5	4,5	7,3	3,9
ЕО-4321А	0,3	6,7	10,2	6,2
	0,8	5,5	9,9	5,6
	1,0	5,5	9,9	5,6
ЕО-4121А	0,65	7,1	10,2	5,2
	1,0	5,8	9,0	5,0
ЕО-4124	0,65	7,1	10,2	5,2
	1,0	5,8	9,0	5,0
ЕО-5122А	1,25	6,2	10,0	5,3

Розроблення ґрунту одноківшовим екскаватором з робочим обладнанням зворотна лопата виконується лобовим та бічним вибоями.

При розробленні ґрунту лобовим вибоєм ківш екскаватора рухається «на себе» нижче рівня свого стояння. Екскаватор рухається вздовж осі котловану чи траншеї і послідовно опускає ківш для набирання ґрунту то в одну то в другу сторону від осі ($B \leq R_k$) (рис. 2.34). Ця обставина важлива у тих випадках, коли ґрунти мокрі, або розроблення ведеться із-під води.

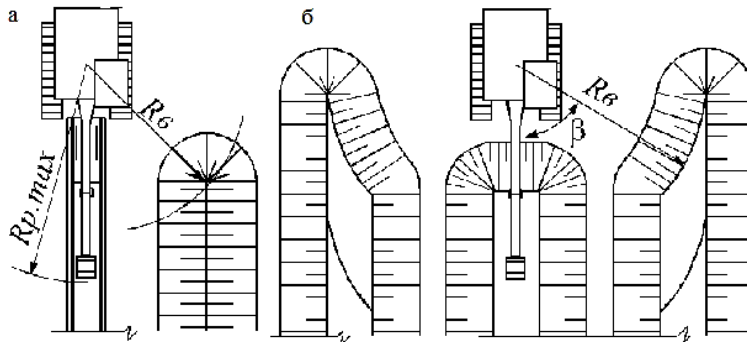


Рис. 2.34. Схеми розроблення виїмок одноківшовим екскаватором, обладнаним зворотною лопатою: а – траншеї; б – каналу

Більш широкі виїмки можуть розроблюватись паралельно – лобовими проходами ($B \geq 1,7 R_k$), або зигзагом ($B = 3 \dots 3,5 R_k$), при цьому ширина вибою B_6 визначається за виразом

$$B_6 = \sqrt{R_p^2 - L_n^2}, \quad (2.23)$$

де R_p – найбільший радіус копання; L_n – крок переміщення екскаватора.

Екскаватори з робочим обладнанням драглайн. Екскаватори оснащені ковшами-драглайнами розроблюють ґрунт нижче рівня свого стояння (рис. 2.35, табл. 2.8). Це дозволяє розроблювати мокрі і водонасичені ґрунти без попереднього їх осушення або з-під води.

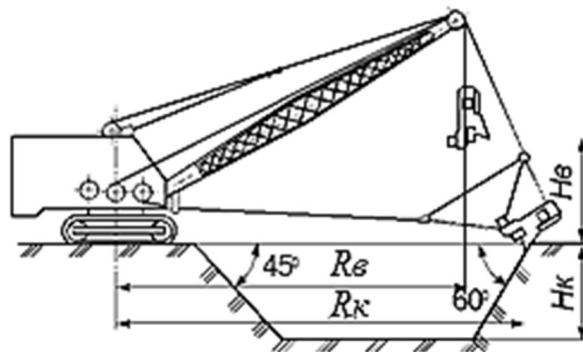


Рис. 2.35. Схеми робочих параметрів одноківшового екскаватора з робочим обладнанням драглайн: R_p – найбільший радіус копання; R_6 – радіус вивантаження ковша; H_6 – найбільша висота вивантаження; H_k – найбільша глибина копання

Таблиця 2.8

Технологічні характеристики одноківшових екскаваторів, обладнаних драглайнами

Модель	Місткість ковша, м ³	$H_{з\ max}$ – найбільша глибина копання, м	$R_{р\ max}$ – найбільший радіус вивантаження, м	$H_{в\ max}$ – найбільша висота вивантаження, м
ЕО-3311Г	0,4;	7,6	10,0	6,3
ЕО-4111В	0,8	7,3	10,0	5,5
Е-10011Е	1,0	9,4	12,2	6,6
Е-1251Б	1,25	9,8	12,4	6,5

Глибина копання може досягати до 20 м, а найбільший радіус на рівні стояння – 26 м. При розвантаженні ґрунту в транспортні засоби найефективнішими є поперечно-човникова і поздовжньо-човникова схеми роботи екскаватора, при чому автосамоскиди заїжджають у виїмку (рис. 2.36).



Рис. 2.36. Розроблення котловану екскаватором з робочим обладнанням драглайн із розвантаженням ґрунту в транспортні засоби

Розроблення виїмок одноківшовими екскаваторами, обладнаними драглайнами, ефективно може виконуватись як лобовим, так і боковим вибоями (рис. 2.37), при цьому ґрунт може розвантажуватись у відвал, насип чи на транспорт.

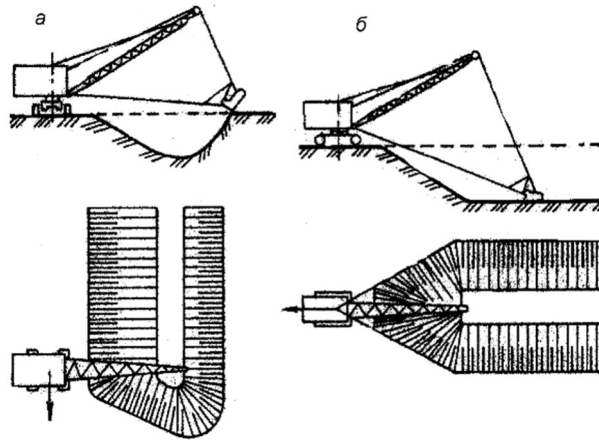


Рис. 2.37. Схеми розроблення виїмок одноківшовим екскаватором, обладнаним драглайном: *а* – боковим вибоєм; *б* – лобовим вибоєм

Розроблення виїмок лобовим вибоєм здійснюється при русі екскаватора вздовж осі виїмки, а бічним вибоєм – при русі екскаватора паралельно осі виїмки. У першому випадку розроблений ґрунт може вкладатися в кавальєри з однієї або з двох сторін виїмки, у другому – тільки з однієї сторони виїмки. При великих розмірах виїмки застосовують комбіновані способи розробки за декілька проходів екскаватора. Перший прохід виконується лобовим вибоєм за поздовжньою з відсипанням ґрунту в проміжний тимчасовий відвал (рис. 2.35), який перекидають цим же екскаватором (або переміщують бульдозером) в постійну частину кавальєру. Подальше розроблення виїмки виконується бічним вибоєм за поперечною схемою (рис. 2.38).

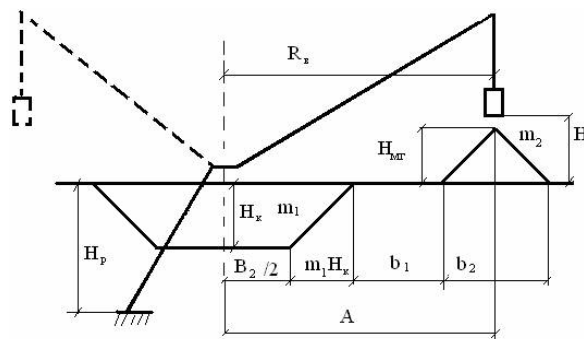


Рис. 2.38. Схема поздовжньої розробки виїмки, <https://hydrotechnik.com/>

Для виконання поздовжнього розроблення ґрунту у виїмці екскаватор з робочим органом драглайн за технічними параметрами має відповідати наступним умовам (рис. 2.35):

$$1. R_B \geq A,$$

$$\text{де } A = \frac{B_2}{2} + m_1 \cdot H_K + b_1 + \frac{b_2}{2};$$

$$2. H_p \geq H;$$

$$3. H_B \geq H_K;$$

$$4. b \geq b_K,$$

де b , b_K – відповідно ширина виїмки на дні і ширина ковша.

Для виконання поперечного розроблення ґрунту у виїмці екскаватор з робочим органом драглайн за технічними параметрами має відповідати наступним умовам (рис. 2.36):

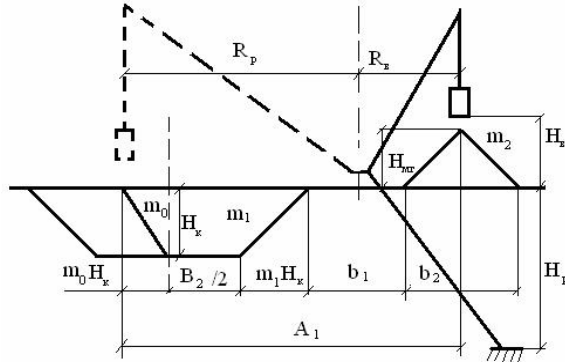


Рис. 2.39. Схема поперечного розроблення виїмки, <https://hydrotechnik.com/>

$$1. R_p + R_k \geq A_1,$$

$$\text{де } A_1 = \frac{B_2}{2} + m_1 \cdot H_k + b_1 + \frac{b_2}{2} + m_0 \cdot H_k;$$

$$2. H_p \geq H;$$

$$3. H_B \geq H_{M \cdot Г};$$

$$4. b \geq 1,5 l_K,$$

де l_K – довжина ковша.

При виконанні планування укосів каналів, котлованів, насипів екскаватор оснащується ковшем з суцільною ріжучою кромкою, розроблюючи ґрунт боковим вибоєм за поперечною схемою.

Розробка ґрунту багатоківшевыми екскаваторами. Багатоківшеві екскаватори – це машини безперервної дії із ланцюговим чи роторним робочими органами.

Екскаватори повздовжнього копання застосовують при розробленні каналів, кюветів, траншей під інженерні комунікації, стрічкові фундаменти тощо (рис. 2.40).

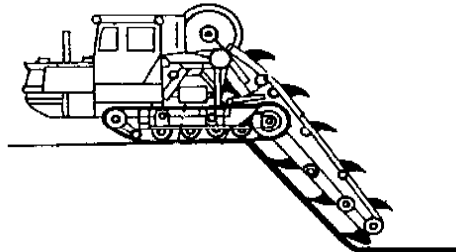


Рис. 2.40. Схема багатоківшевого екскаватора

Екскаватори поперечного копання застосовують при влаштуванні котлованів і траншей великих розмірів, вирівнюванні укосів та розробленні кар'єрів. Вони можуть розробляти ґрунт як вище, так і нижче рівня стояння.

Багатоковшові ланцюгові екскаватори дозволяють розробляти траншеї з вертикальними стінками.

Для влаштування каналів або траншей з укосами застосовують роторні екскаватори, або на екскаватор додатково монтують укосоутворювачі (рис. 2.41), а для створення виїмок ступеневого профілю – поперечні шнеки різної довжини.

При влаштуванні траншей екскаватор рухається вздовж осі назустріч ухилу, починаючи розроблення ґрунту з понижених місць для забезпечення стоку поверхневих вод.

Глибину розроблення траншеї чи каналу регулюють опусканням чи підніманням робочого органу.

Для автоматизації цього процесу застосовують лазерні або променеві пристрої, які дозволяють в автоматичному режимі дотримуватися заданої проектною відмітки або ухилу.

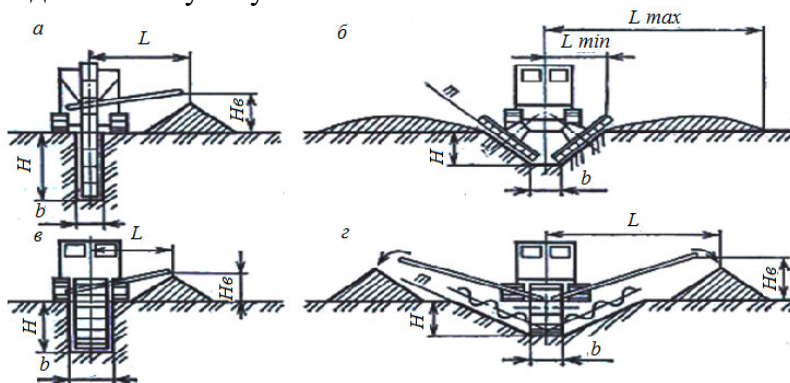


Рис. 2.41. Схеми розроблення виїмок багатоківшовими екскаваторами: *а* – траншейними ланцюговими повздовжнього копання; *б* – траншейними роторними; *в* – двохроторними канавокопачами; *з* – шнекороторними копачами: L – відстань вивантаження ґрунту; H – глибина розроблення виїмки; H_e – висота вивантаження ґрунту

Розрахунок продуктивності землерізально-транспортних машин та шляхи її підвищення

Експлуатаційну продуктивність землерізально-транспортних машин визначають за формулами

$$\text{— бульдозера} \quad P_e = \frac{60 t_{зм} v_k k_c k_b}{t_u}, \quad (2.23)$$

де $t_{зм}$ – тривалість зміни; v_k – об’єм призми перед ножом; k_c – коефіцієнт збереження ґрунту; $k_c = 1 - 0,005l$; l – відстань переміщення ґрунту; k_b – коефіцієнт використання змінного часу; t_u – тривалість циклу розроблення ґрунту.

$$\text{- скрепера} \quad \Pi_e = \frac{60 t_{зм} v_k k_e k_b}{t_{\psi}}, \quad (2.25)$$

де v_k – місткість ковша; k_e – коефіцієнт використання місткості ковша;

- одноківшового екскаватора

$$\Pi_e = 60 t_{зм} v_k n_{\psi} k_e k_b, \quad (2.26)$$

де n_{ψ} – кількість циклів екскавації за хвилину;

- багатоківшового екскаватора

$$\Pi_e = 60 t_{зм} v_k n_k k_e k_b, \quad (2.27)$$

де n_k – число ковшів, що вивантажуються за хвилину,

$$n_k = \frac{60V}{l}, \quad (2.28)$$

де V – швидкість руху ковша; l – відстань між ковшами.

Решта параметрів однакові для всіх формул.

У виробничих умовах експлуатаційну продуктивність землерізально-транспортних машин визначають за ресурсними елементними кошторисними нормами на будівельні роботи за нормою машинного часу, яка витрачається на одиницю обсягу роботи.

Шляхи підвищення продуктивності землерізально-транспортних машин поділяються на три групи: конструктивні, технологічні, організаційні.

Група конструктивних заходів націлена на збільшення об'єму ґрунту, який розробляється за один цикл, за рахунок удосконалення робочих органів машин. Наприклад: для зменшення втрат об'єму ґрунту, що переміщує бульдозер за один цикл на його робочому органі встановлюють спеціальні бокові щитки, ефективність використання яких зростає зі збільшенням відстані переміщення ґрунту.

Технологічні заходи передбачають збільшення кількості циклів роботи машини за одиницю часу (раціональні способи різання ґрунту, раціональні схеми шляхів переміщення машин).

Організаційні заходи націлені на більш повне використання робочого часу землерізально-транспортних машин.

Земляні роботи слід організовувати з використанням комплектів машин – ведучих і допоміжних.

Комплект машин вибирають відносно ведучої машини за умовою:

$$M_{\epsilon} / n_{\epsilon} = M_i / n_i, \quad (2.29)$$

де M_{ϵ}, M_i – відповідно машиномісткість ведучого і допоміжного процесів; n_{ϵ}, n_i – відповідно кількість ведучих і комплектувальних машин.

Склад комплексу машин встановлюють шляхом порівняння основних техніко-економічних показників: собівартості та трудомісткості одиниці роботи, тривалості виконання робіт.

Закриті способи розробки ґрунту

В практиці будівельного виробництва зустрічаються випадки, коли траси трубопроводів перетинають залізничні насипи, автомобільні дороги та інші об'єкти, при цьому не дозволяється відкритий спосіб розробки траншей. В таких випадках застосовують безтраншейні способи розробки ґрунту: проколювання, продавлювання, горизонтальне буріння тощо.

Спосіб **проколювання** застосовують для прокладання тільки сталевих труб без ізоляції або футлярів діаметром до 400 мм на довжину до 50 м. Для проколювання по обидві сторони споруди, під якою виконується проколювання, влаштовуються котловани: робочий і приймальний (рис. 2.42). Проколювання виконують трубою з привареним на кінці конусоподібним наконечником, діаметр якого більше діаметра основної труби. Для цього в робочому котловані розміщують ланку труби з заведеним всередину шомполом (трубою меншого діаметра), який зблокований з штоком гідродомкрата. Під дією домкрата шомпол штовхає трубу вперед, проколюючи товщу ґрунту. Шляхом нарощування ланок процес повторюють до виходу труби в приймальний котлован.



Рис. 2.42. Виконання проколу під дорогою: *а* – установка для проколу; *б* – робочий котлован, <https://pipemastak.com.ua>

Продавлювання застосовують для прокладання сталевих і залізобетонних із сталеву ріжучою кромкою труб діаметром 600–1400 мм, довжиною до 80 м. Трубу вдавлюють відкритим кінцем, застосовуючи декілька домкратів (рис. 2.43).

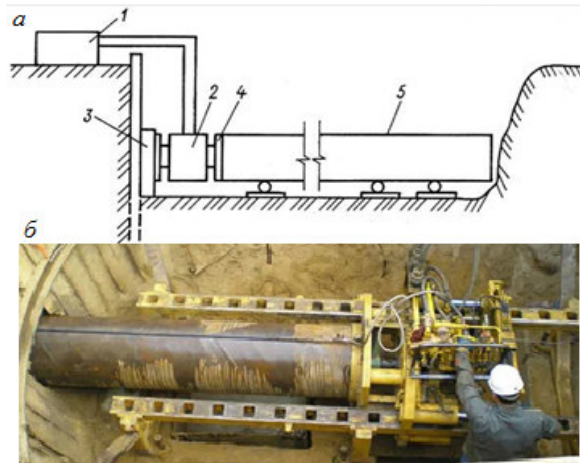


Рис. 2.43. Прокладання труб способом продавливання: *а* – схема продавливання: 1 – масляний насос; 2 – гідравлічний домкрат; 3 – опорна конструкція; 4 – опорна плита; 5 труба, що продавлюється; *б* – виконання продавливання, <https://keycentre.com.ua/beztransheyne-prokladannya-trub-svo-mi-rukami/>

Тиск на трубу передається за допомогою зовнішніх шомполів, які заблоковані натискною рамою з домкратом. Після вдавливання ґрунту всередину труби, його видаляють за допомогою шнекового пристрою або шляхом розмиву струменем води з наступним відкачуванням водогрунтової суміші.

Горизонтальне буріння виконують за допомогою спеціальних машин, які одночасно з бурінням подають трубу в отвір і видаляють ґрунт з труби (рис. 2.44).



Рис. 2.44. Установка для горизонтального шнекового буріння, <https://moodle.znu.edu.ua>

Цей спосіб застосовують переважно в глинистих ґрунтах для прокладання сталевих труб діаметром до 1000 мм на довжину до 100 м.

Ущільнення ґрунту

При будівництві гребель, дамб, ґрунтового полотна дороги, засипанні пазах котлованів виникає необхідність одержати ґрунти з заданими фізико-механічними властивостями. Крім того для збільшення міцності ґрунту в основі будівель і споруд або для зменшення втрат води на фільтрацію ґрунт ущільнюють також у стані природного залягання. Таким чином при створенні якісного насипу, або основи споруди з достатньою несучою здатністю ґрунти доводять до проектної щільності. Зі збільшенням щільності ґрунту зростає його міцність, водонепроникність, опір розмиванню, збільшується статична стійкість споруди.

На ущільнення ґрунту впливають ряд факторів:

- механічний склад;
- зв'язність частинок ґрунту;
- початкова щільність і його вологість;
- товщина ущільнюючих шарів;
- число проходів механізмів одним слідом;
- спосіб ущільнення та параметри для ущільнення.

Звичайно, більш інтенсивно і з меншими витратами енергії ущільнюються незв'язні ґрунти, між частинками котрих немає цементаційних зв'язків. Витрати енергії на ущільнення значною мірою залежить від вологості ґрунту. Наявність води в ґрунті супроводжується створенням водяної плівки навколо частинок, що знижує тертя між ними. Але зі збільшенням вологості щільність ґрунту буде зростати до певної межі, вище якої щільність буде зменшуватися, що пояснюється нестисканням води в порах розпушеного ґрунту (рис. 2.45).

Цю межу вологості, при якій досягається найбільша щільність ґрунту, прийнято називати оптимальною вологістю.



Рис. 2.45. Графік залежності щільності ґрунту від його вологості при ущільненні

Ущільнення ґрунту до проектної щільності з найменшими енергетичними витратами можна досягнути при оптимальній його вологості (рис. 2.43).

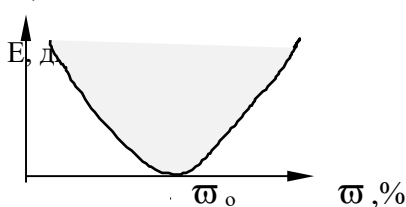


Рис. 2.46. Графік залежності енергетичних витрат від вологості ґрунту при ущільненні

Для ефективного використання ущільнюючих машин сухі ґрунти зволожують, а перезволожені підсушують до оптимальної вологості.

Кількість води ($\text{м}^3 / \text{м}^3$ ґрунту), необхідну для зволоження ґрунту до оптимальної вологості, визначають за виразом

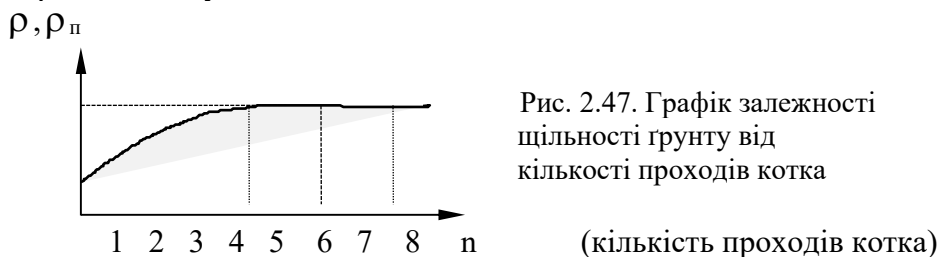
$$g = \frac{(\varpi_o - \varpi_n + \varpi_b) \rho_p}{100 \rho_b}, \quad (2.30)$$

де $\varpi_o, \varpi_n, \varpi_b$ – відповідно оптимальна вологість, природна вологість ґрунту, втрати вологості при вкладанні і ущільненні ґрунту, %; ρ_p, ρ_b – відповідно проектна щільність ґрунту і щільність води, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Проектну щільність ґрунту неможливо досягнути одноразовим прикладанням ущільнюючого навантаження.

При перших ущільнюючих навантаженнях щільність ґрунту різко зростає, а при наступних зменшується і згодом припиняється (рис. 2.47).

У більшості випадків для досягнення проектної щільності необхідно 6–8 кратне прикладання ущільнюючого навантаження.



Залежно від виду ґрунту і типу використаних катків кількість проходів катка одним слідом та товщину ґрунтового шару необхідно встановлювати за результатами пробного ущільнення.

Проектна щільність може бути досягнута наступними способами:

- статичним природним самоущільненням ґрунту під дією власної ваги земляної споруди;
- машинами статичної дії (катки), машинами динамічної дії (ущільнюючі плити), машинами вібраційної дії (вібратори) (рис. 2.48).



Рис. 2.48. Способи механічного ущільнення ґрунту

Найбільш поширеним способом механічного ущільнення ґрунту є укочування котками: гладкими, кулачковими, пневмоколісними, решітчастими (рис. 2.49).

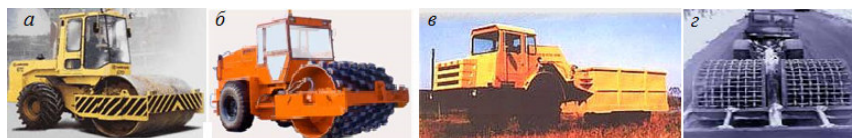


Рис. 2.49. Котки для ущільнення ґрунту: *а* – гладкий; *б* – кулачковий; *в* – пневмоколісний; *г* – решітчастий

Котки можуть бути самохідними і причіпними.

Схеми руху котків мають бути ув'язані з розмірами поперечного перетину споруджуваних насипів. Залежно від ширини насипу ущільнення ґрунту може виконуватись з розворотом на насипу (при ширині насипу $a \geq 2R_{нов}$) і з розворотом зі з'їздом з насипу (при ширині насипу $a \leq 2R_{нов}$) (рис. 2.50).

В останньому випадку для розвороту котка за межами насипу необхідно влаштувати з'їзди і виїзди.

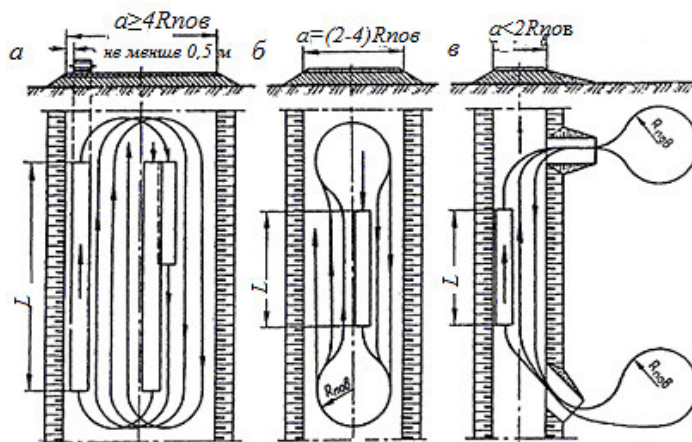


Рис. 2.50. Схеми руху котків при ущільненні ґрунту в насипах різної ширини: а – широка насип; б – насип шириною $a \geq 2R_{нов}$; в – насип шириною $a \leq 2R_{нов}$

При зведенні земляної споруди якісний насип ділять на окремі ділянки (карти), на яких після вкладання і розрівнювання ґрунту проводиться його ущільнення.

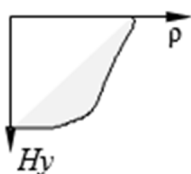
Довжина ділянки приймається 100–300 м. Ущільнення повинно виконуватися шарами від країв земляної споруди до її середини.

Товщина ущільненого шару ґрунту залежить від ущільнюючої спроможності котка і визначається за його технічною характеристикою.

При ущільненні ґрунту котки проходять від краю насипу не ближче 0,5 м, що призводить до неущільненої зони вздовж укусу. Таким чином для забезпечення проектної ширини насипу робоча ширина насипу має бути більшою на 1 м. На завершальному етапі зведення споруди неущільнений ґрунт зрізується і направляється в насип.

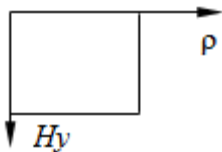
При виборі ущільнюючого засобу необхідно враховувати характер взаємодії його робочого органу з ґрунтом:

– валець гладкого котка



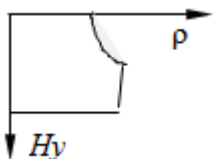
- ущільнення характеризується нерівномірністю передачі навантаження на ґрунт;

– пневмоколісний коток



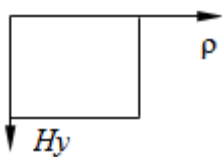
- ущільнення характеризується рівномірністю передачі навантаження на ґрунт, тому що деформується не тільки ґрунт, але і шина;

– кулачковий коток



- ущільнення характеризується розпушенням верхнього шару ґрунту кулачками;

ущільнюючі плити



- процес характеризується рівномірністю ущільнення.

Основними показниками, що характеризують роботу ущільнюючих машин, являються:

- товщина ущільненого шару ґрунту;
- рівномірність ущільнення по глибині шару ґрунту;
- необхідна кількість проходів по одному сліду для досягнення проектної щільності.

Оптимальна товщина шару ущільненого ґрунту залежить від виду котків, їх параметрів, вологості ґрунту і може бути визначена за формулами для гладких котків

$$H_y = A \frac{\varpi}{\varpi_o} \sqrt{qR}, \quad (2.31)$$

для пневмоколісних котків

$$H_y = A \frac{\varpi}{\varpi_o} \sqrt{\frac{Qp}{1-\xi}}, \quad (2.32)$$

для кулачкових котків

$$H_y = 0,65 (L - 0,25b - h_l), \quad (2.33)$$

де ϖ, ϖ_o – відповідно вологість ґрунту, що ущільнюється і оптимальна вологість, %; q – лінійний тиск котка, кН/см; R – радіус котка; Q – сила ваги

одного колеса пневмоколісного котка, кН; p – тиск в шині, кН; ξ – коефіцієнт жорсткості шини, $\xi=f(p)$; L – довжина котка; b – товщина кулачка; h_1 – товщина розпушеного шару після проходу кулачкового котка; A – експериментальний коефіцієнт: – для гладких котків 0,3–0,4; – для пневмоколесних котків – 0,2.

Широке застосування при ущільненні ґрунту отримали машини динамічної дії, робочим органом яких являються трамбувальні плити різних розмірів, ваги і форми, що скидаються на поверхню ґрунту з різної висоти.

Трамбувальні плити в якості змінного обладнання встановлюються на одноківшових екскаваторах та самохідних стрілових кранах, які забезпечуються направляючими для плит і автоматичним пристроєм для їх підйому і скидання плити.

Явище удару трамбувальної плити по поверхні ґрунту протікає за короткий проміжок часу. За цей проміжок часу кінетична енергія падаючої плити передається частинкам ґрунту, викликаючи їх щільну укладку.

Сила удару прямо пропорційна масі плити (G), висоті скидання (H) і обернено пропорційна тривалості удару і глибині занурення плити за один удар (h) (рис. 2.51).

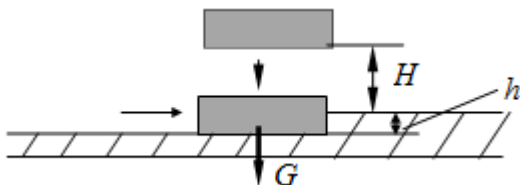


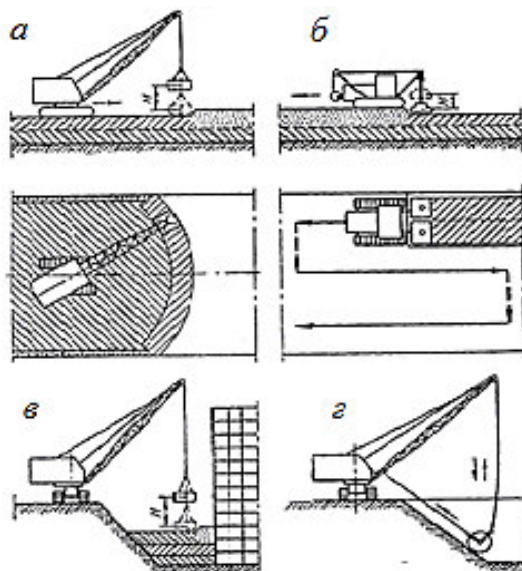
Рис. 2.51. Схема ущільнення ґрунту машинами динамічної дії

Ущільнення плитами здійснюється проводиться послідовними ударами з одночасним поворотом стріли крана або екскаватора. Ширина смуги трамбування залежить від вильоту стріли. Ущільнення плитами проектна щільність ґрунту досягається при 4–6 ударах по одному місцю і при висоті падіння плити 1,5–2 м.

Трамбування ґрунту методом укочування передбачає застосування вальцових трамбівок, які мають масу 25–35 т і являються в якості змінного підвісного обладнання одноківшових екскаваторів і самохідних стрілових кранів. Вальцові трамбування застосовують для комбінованого ущільнення укосів насипів і каналів трамбуванням і укочуванням.

Технологія ущільнення ґрунту трамбувальними плитами і вальцовою трамбівкою наведена на рис. 2.52.

Рис. 2.52. Ущільнення ґрунту трамбуванням: а – трамбувальними плитами на базі крана-екскаватора; б – трамбувальною машиною на базі гусеничного трактора; в – при зворотному засипанні котлованів; г – вальцевою трамбівкою на укосах



Машини і механізми вібраційної дії передають ґрунту частий коливний рух. В результаті порушуються зв'язки між частинками, що спонукає їх взаємному руху і більш щільному укладанню. Ефективність застосування вібраційних пристроїв залежить від механічного складу ґрунту (краще різномірний), вологості ґрунту, тривалості вібрації.

Під дією вібрації значно змінюється коефіцієнт внутрішнього тертя (K_m) ґрунту. Так сухий пісок до вібрації мав $K_m = 0,5$, під час вібрації – $K_m = 0,07$, після вібрації – $K_m = 0,85$. Інтенсивність ущільнення підвищується зі збільшенням частоти коливань. У виробничих умовах для ущільнення ґрунту застосовують вібраційні плити, віброущільнювачі поверхневі і глибинні, віброкотки (рис. 2.53).

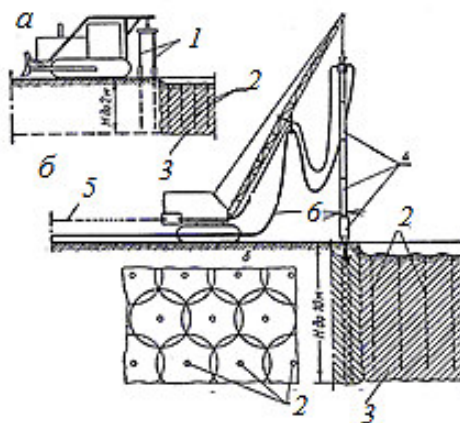
Для підвищення несучої здатності ґрунтів в основах споруд застосовують метод гідровібрування. Спільна дія вібрації та води сприяє кращому і швидшому ущільненню ґрунту. Для зручності роботи глибинні гідровібратори підвішують до стріл екскаваторів або кранів, на яких також можуть монтуватися насосні установки для подачі води.

Ущільнення здійснюється за послідовним зануренням і витяганням вібратора в різних точках поверхні. Гідровібратор встановлюється вертикально, включається насосна установка, і коли вода під тиском до 6 ат почне подаватися в нижні сопла вібратора, здійснюється його занурення в ґрунт.

Занурюється гідровібратор в ґрунт на необхідну глибину ущільнення під дією власної ваги. Швидкість занурення залежить від маси вібратора, щільності і гранулометричного складу ґрунту, тиску і кількості води, що подається. Під час занурення гідровібратора відбувається ущільнення ґрунту, що викликає його осідання і утворення заглиблення. На проектній глибині

занурення подачу води переводять в верхні сопла. Утворене навколо вібратора заглиблення засипають піском.

Рис. 2.53. Ущільнення ґрунту глибинними гідровібраторами: *а* – на глибину до 2 м; *б* – на глибину до 10 м; *в* – схема перекриття зон ущільнення гідровібратором: 1 – глибинні вібратори на штангах; 2 – місця занурення вібраторів; 3 – зона ущільненого ґрунту; 4 – гідровібратор; 5 – підведення електроенергії; 6 – підведення води



Машини для ущільнення ґрунту вибирають з врахуванням лінійних розмірів, площі і форми поверхонь, які необхідно ущільнити, обсягів і інтенсивності робіт, виду і властивостей ґрунтів, характеру дії ущільнюючих засобів на ґрунт і економічних показників.

Котки і ущільнюючі машини слід вибирати так, щоб напруга, що виникає в ґрунті не була руйнівною

$$\sigma_{\max} = (0,8 \dots 0,9) \sigma_{\text{руйн.}} \quad (2.34)$$

При застосуванні котків максимальний питомий тиск (МПа) на ґрунт не повинен перевищувати для легких і середніх суглинків 0,7–1,5; середніх і тяжких суглинків 1,5–4,0; тяжких суглинків і глин 4,0–6,0. У всіх випадках товщина шару ґрунту, що ущільнюється, не повинна перевищувати максимальної ущільнюючої спроможності машини за технічною характеристикою.

Державним підприємством України «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» розроблено і впроваджено спосіб ущільнення лесових ґрунтів гідровибухом. Принцип його дії полягає в ослабленні структурних зв'язків ґрунту при замочуванні до границі плинності і здійсненні серії вибухів одиночних зарядів, розташовуваних на глибині (рис. 2.54).



Рис. 2.54. Ущільнення лесового ґрунту гідровибухом: *а* – до вибуху; *б* – після вибуху, <http://www.niisk.com>

Підготовка основ гідровибухом виконується в наступній послідовності:

- буріння по сітці 5х5 м дренажних і дренажно-вибухових свердловин діаметром до 500 мм;
- розміщення в свердловинах труб діаметром до 100 мм;
- засипання свердловин і затрубного простору щебенем;
- замочування ґрунту через систему мілких траншей і інвентарних труб;
- розміщення у трубах зарядів вибухової речовини;
- здійснення вибухів зарядів вибухової речовини.

Виконання декількох серій вибухів зарядів з інтервалом в одну добу і більше дозволяє скоротити час консолідації ґрунту та підвищити його несучу здатність.

Продуктивність машин для ущільнення оцінюється в одиницях площі (м²/год) або в одиницях об'єму (м³/год):

- для машин безперервної дії (котки, віброплити)

$$P_f = \frac{V(B-c)k_{\text{в}}}{n}, \quad (2.35)$$

де V – швидкість переміщення машини, м/год; B – ширина ущільненої смуги, м; c – ширина смуги перекриття, м; n – число проходів по одному сліду; $k_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання машини в часі;

- для машин циклічної дії

$$P_f = \frac{60 F m k_{\text{пер}} k_{\text{в}}}{n}, \quad (2.36)$$

де F – площа ударної поверхні плити, м²; m – число ударів за хвилину; $k_{\text{пер}}$ – коефіцієнт перекриття, 0,8; n – число ударів, необхідних для ущільнення, щоб досягнути проектної щільності.

Продуктивність в одиницях об'єму визначається за виразом

$$P_W = P_f H_y, \quad (2.37)$$

де H_y – товщина шару ґрунту в ущільненому стані, м.

Виконання земляних робіт в зимовий період року

У зимовий період року ґрунтова вода замерзає і зв'язує мінеральні частинки ґрунту в тверде тіло. В такому стані розроблювати ґрунт механічними засобами неможливо. А тому щоб полегшити розроблення замерзлих ґрунтів, виконують такі заходи (рис. 2.55):

- захист ґрунтів від глибокого промерзання;
- розморожування замерзлого ґрунту;
- попереднє розпушування замерзлого ґрунту механізованим способом або подрібнення вибухом.

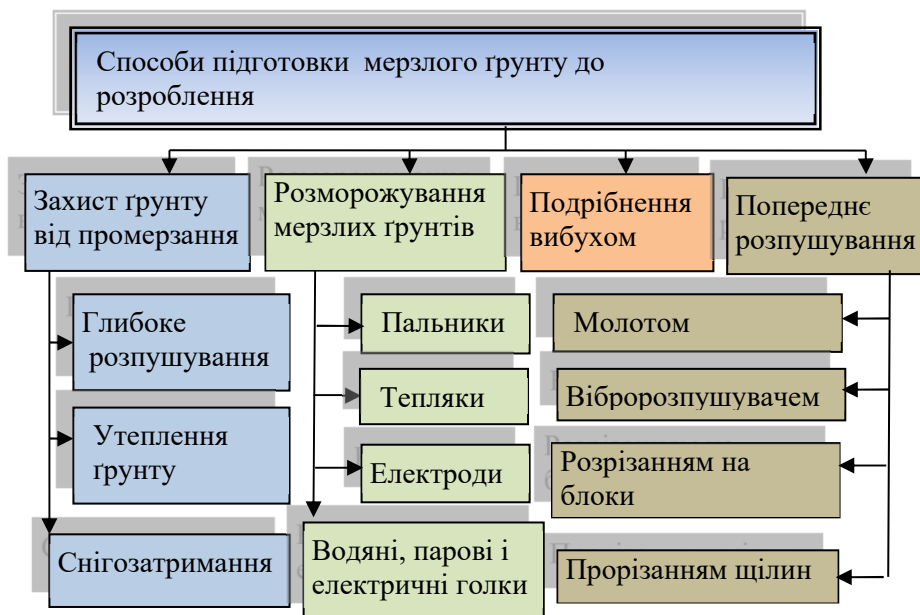


Рис. 2.55. Способи підготовки мерзлого ґрунту до розроблення землерізальними машинами

Захист ґрунтів від глибокого промерзання виконують такими основними способами: оранка або глибоке розпушення ґрунту тракторним розпушувачем (рис. 2.57); покриття ґрунту теплоізоляційними матеріалами (шлаком, торфом тощо); затримання снігу (рис. 2.56, а, б, в).

Розморожування замерзлих ґрунтів виконують двома відомими основними способами: поверхневим і глибинним.

За поверхневим способом розморожують ґрунт з поверхні землі нагрівальними елементами у вигляді печей або безпосередньо діючи вогнем на нього.

За глибинним способом прогрівають ґрунт за допомогою нагрівальних приладів у вигляді голок (електричних, водяних циркуляційних або парових), що вставляються в пробурені свердловини.

Розпушування замерзлого ґрунту виконують з допомогою тракторних розпушувачів (рис. 2.54) на глибину до 0,35 м, або одноківшовими екскаваторами, перелопачуючи його на глибину можливого промерзання. При вказаній глибині промерзання розпушування замерзлого ґрунту може виконуватись вібраційними розпушувачами.

Замерзлий шар ґрунту завтовшки до 0,7 м подрібнюють підвішеним до стріли крана або екскаватора молотом у вигляді кулі, груші або клина, що падає, (рис. 2.54, г, д, е, ж).

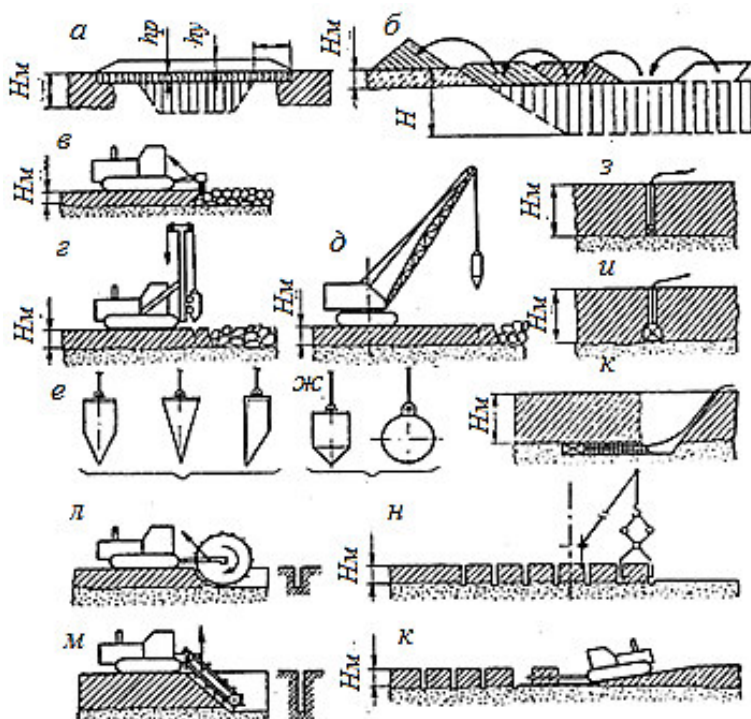


Рис. 2.56. Способи зменшення глибини промерзання, розпушування і розроблення мерзлого ґрунту: *а* – розпушування і утеплення ґрунту над виїмкою з осені; *б* – перелопачування ґрунту в межах глибини промерзання; *в, г, д* – розпушування мерзлого ґрунту механічним способом; *е* – клини для розпушування ґрунту ударним способом; *ж* – вантажі для подрібнення ґрунту; *з, и, к* – розпушування ґрунту вибухом; *л, м* – нарізання щілин дисковою і баровою машинами; *н, к* – способи прибирання блоків мерзлого ґрунту після нарізання щілин



Рис. 2.57. Тракторний розпушувач

Розроблення мерзлого ґрунту полягає в нарізуванні баровими або фрезерними машинами у мерзлом шарі блоків із наступними видаленням їх за допомогою тракторів або кранів (див. рис. 2.56, л, м, н, о).

2.4.2. Виконання земляних робіт гідромеханічними способами

Гідромеханічними називаються способи виконання земляних робіт на основі використання енергії води для розробки, транспортування і вкладання ґрунту. Такими способами за наявності достатньої кількості води розробляють в основному незв'язні ґрунти.

Гідромеханічні способи застосовують при зведенні гідротехнічних споруд, будівництві доріг, при підготовці значних за площею територій під забудову, при розробці виїмок, видобуванні будівельних матеріалів.

Ці способи мають ряд переваг перед іншими способами. Це безперервні технологічні процеси із значною концентрацією виробничих потужностей устаткування, високим рівнем комплексної механізації робіт, низькою трудомісткістю.

Найбільшої ефективності виконання земляних робіт гідромеханічними способами досягають за таких умов: річний обсяг робіт не повинен перевищувати 100 тис. м³ ґрунту; за наявності ґрунтів, що легко розмиваються; при забезпеченні електроенергією та кількістю води; відстань транспортування пульпи повинна бути не менше 300 м.

Розпізнають два способи гідромеханічної розробки ґрунту:

- гідромоніторний, за яким ґрунт у відкритому забої розроблюється потужним струменем води, який вилітає при великому тиску з насадки спеціальної гідравлічної установки – гідромонітора (рис. 2.58);



Рис. 2.58. Сучасний гідромонітор з гідравлічним приводом управління (а); розроблення ґрунту гідромонітором (б),

<https://uk.wikipedia.org/wiki/>

Конструкція гідромонітора складається з патрубків, шарнірів, стовбура і насадки. Вода за допомогою насосів по трубопроводу подається в патрубок, далі через шарніри і стовбур надходить в насадку і вилітає з неї під високим тиском.

- рефулерний, за яким ґрунт у підводному вибої річки, водоймища або затопленого кар'єру розроблюється плавучою установкою – землевсмоктувальним снарядом (земснарядом).

При гідромоніторному способі розробки ґрунту розпізнають дві схеми розмиву ґрунту гідромоніторами: зустрічним вибоєм – «знизу вверху» і попутним вибоєм «зверху вниз» (рис. 2.59).

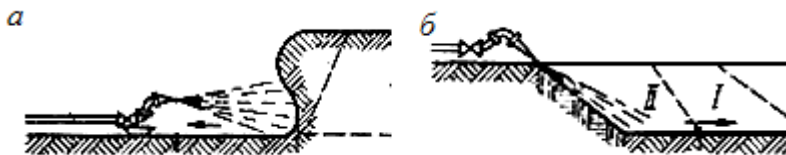


Рис. 2.59. Схеми розробки ґрунту гідромонітором: *а* – попутним вибоєм; *б* – зустрічним вибоєм,

<http://www.ogm.obogreem.com.ua/Articles/3.htm>

Щільні ґрунти розробляють зустрічним вибоєм, направляючи струмінь води до підніжжя укосу для підмиву і обвалення ґрунту. Пухкі, незв'язні ґрунти розробляються попутним вибоєм, при цьому гідромонітор розміщують на брівці виїмки. При цьому на 1 м³ ґрунту, що розмивають, витрачають 3–15 м³ води.

Розмитий гідромонітором ґрунт при сприятливому рельєфі у вигляді водогрунтової суміші (пульпи) відводиться лотками або трубопроводами, а при несприятливому рельєфі пульпу перекачують ґрунтовою помпою.

При рефулерному способі розробки ґрунт з дна водоймища засмоктується помпою земснаряда разом з водою і подається у пульпопровід, спочатку плавучий, далі у береговий (рис. 2.60).

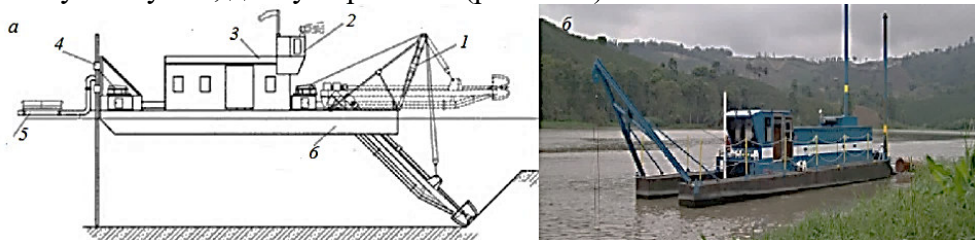


Рис. 2.60. Схема земснаряда (*а*) та загальний вид земснаряда (*б*): 1 – стріла підвіски всмоктувальної труби; 2 – рубка управління; 3 – надбудова; 4 – паливний апарат; 5 – напірний пульпопровід; 6 – понтон,

https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload//page24.html;

<https://dredger.com.ua/uk/proizvodstvo-zemsnyaradov/obshhie-svedeniya-o-zemsnyaradah/>

Інтенсивність засмоктування ґрунту залежить від його гранулометричного складу, зв'язності і як наслідок опору ґрунту розмиванню, параметрів потоку на вході в забірну трубу і висоти вибою.

Зв'язні ґрунти необхідно попередньо розпушувати механічними або гідравлічними пристроями, які розміщуються біля входу у забірну трубу.

Розробка підводної виїмки виконується папільонуванням (переміщенням) земснаряда.

Папільонування залежно від моделі і оснащення земснаряда може бути паралельне якірне і пальове (рис. 2.61).

При паралельному якірному переміщенні земснаряда його корпус закріплюється до якорів за допомогою чотирьох тросів. При використанні палів для робочого переміщення земснаряда достатньо двох якірних тросів. Палі, які розміщені в кормовій частині корпусу земснаряда, перемінно опускаються на дно виїмки, коли земснаряд здійснює повертання в одну чи протилежну сторону. Повертання земснаряда виконується шляхом підтягування його корпусу тросами до одного чи іншого берега, де кінці тросів закріплюються до якорів.

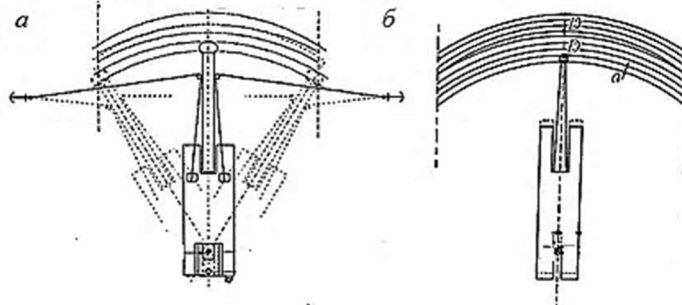


Рис. 2.61. Схеми папільонування земснаряда: а – паралельне якірне; б – пальове, <https://ua.trodatgroup.com/>

При пальовому папільонуванні переміщення земснаряда відбувається під дією пальового апарата.

Положення земснаряда відносно вибою визначається рівнем води у вибої. Коливання рівня води можуть призвести до зміни відміток дна вибою. При розробленні ґрунту в котлованах під споруди необхідно залишати захисний шар товщиною 0,5–1,5 м, котрий після осушення котловану видаляється землерізально-транспортними машинами.

Для напірного транспортування пульпи використовують зазвичай металеві або поліетиленові труби (рис. 2.62).

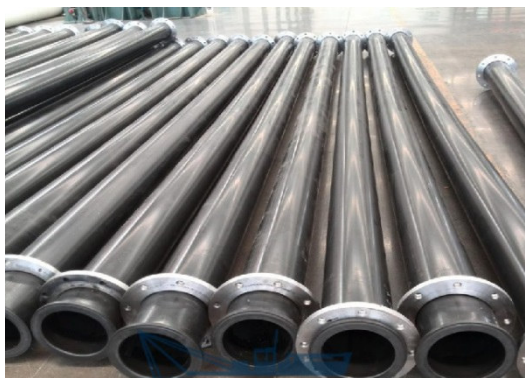


Рис. 2.62. Ланки пульпопроводу із поліетиленових труб, <https://dredgers.com.ua/products/pulpline/>

З'єднання ланок труб залежно від матеріалу може бути зварне, фланцеве і швидкокорозійне. Монтаж плавучих пульпопроводів проводиться на спеціальних поплавках, кількість яких залежить від довжини пульпопроводу.

Пульпа за своїми властивостями значно відрізняється від чистої води. Вона має більшу щільність та в'язкість, нерівномірний розподіл частинок ґрунту в межах поперечного перерізу пульпопроводу. В нижній частині потоку їх концентрація значно вища і переважають більш крупні частинки. Для транспортування твердих частинок необхідна відповідна швидкість потоку.

Найменша швидкість потоку, яка забезпечує транспортування частинок ґрунту без випадання їх в осад на дно пульпопроводу, називається критичною.

Гідравлічний розрахунок пульпопроводів зводиться до визначення критичної швидкості, питомих втрат напору по довжині пульпопроводу і розмірів поперечного перетину пульпопроводу.

Намивання проводять шляхом організованого випуску пульпи на обмеженій ділянці насипу – карті намиву, де формується пляж намиву. Кожна карта відокремлена від іншої дамбами, висота яких повинна бути не меншою висоти ярусу намивання. На карті намиву організовується освітлення води і відведення її через скидні колодязі і трубопроводи за межі споруди.

На практиці при зведенні споруд найчастіше застосовують два способи транспортування пульпи і укладання ґрунту в насип: безестакадний і естакадний.

При **безестакадному** способі перед намивом ґрунту шляхом обвалування влаштовують карти, дренажні колодязі з випускними трубами. Розподільчі пульпопроводи вкладають безпосередньо на поверхню намитого ґрунту, а пульпу випускають із кінця пульпопроводу.

Ґрунт намивають ярусами. Перед намивом кожного ярусу влаштовуються карти намиву шляхом обвалування боковими дамбами, на які вкладаються за допомогою гусеничного крана розподільчі пульпопроводи. Бокові дамби влаштовуються бульдозером із намитого ґрунту.

Естакадний спосіб намиву передбачає влаштування тимчасової дерев'яної естакади, яку розміщують в тілі майбутнього насипу і яка перевищує його по висоті. На естакаду вкладається пульпопровід з спеціальними, через кожні 6 м, випусками, через які пульпа поступає на карту намиву.

У випадку застосування високих естакад для попередження розмиву ґрунту під випусками встановлюють похилі лотки.

При правильній організації роботи проводять одночасно не менше ніж на трьох картах: на першій виконують обвалування, на другій – монтаж пульпопроводів, на третій – намивання.

Зведення насипів шляхом намивання забезпечує достатню щільність ґрунту і не вимагає штучного його ущільнення.

З врахуванням вимог до поперечного профілю споруди, яка намивається, її розмірів і властивостей ґрунтів застосовують різні способи намиву.

Двохсторонній налив застосовують для формування зовнішніх укосів за рахунок двохстороннього влаштування дамб обвалування з заданою крутизною зовнішніх укосів; наливання пульпи проводять з двох сторін від зовнішніх укосів (рис. 2.63).

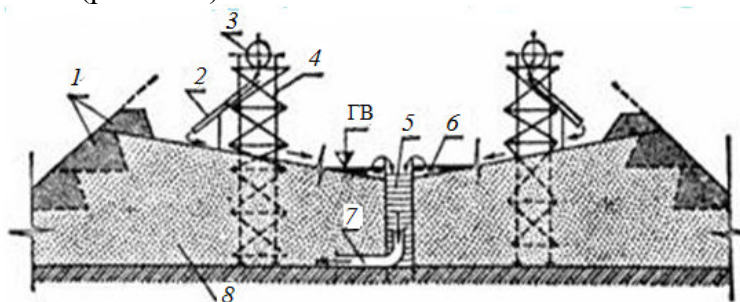


Рис. 2.63. Схема двохстороннього наливу споруди: 1 – дамби обвалування; 2 – лоток; 3 – розподільчий пульпопровід; 4 – естакада; 5 – водоскидний колодязь; 6 – відстійник; 7 – водоскидна труба; 8 – намита частина споруди

Односторонній налив виконують з формуванням одного укосу споруди дамбами обвалування, а другого – за рахунок вільного розтікання пульпи. Пульпу подають із одного розподільчого пульпопроводу зі сторони дамби обвалування (рис. 2.64).

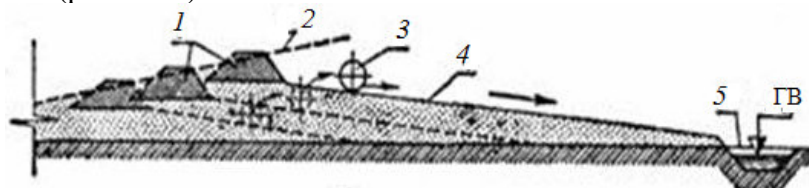


Рис. 2.64. Схема одностороннього наливу споруди: 1 – дамби обвалування; 2 – проектний профіль укосу споруди; 3 – розподільчий пульпопровід; 4 – пляж наливу; 5 – водоскидна канава

2.4.3. Заходи з охорони праці при виконанні земляних робіт

До початку земляних робіт необхідно встановити місця знаходження підземних комунікацій і отримати в установленому порядку дозвіл на проведення розроблення ґрунту.

Виїмки доцільно розробляти з укосами. Під час розроблення ґрунту необхідно забезпечувати стійкість укосів земляних споруд і слідкувати за їх станом. При розробленні виїмок з вертикальними стінками стан кріплень перевіряють кожну зміну.

Машини і механізми повинні рухатись на відстані не меншій за 0,5 м від брівки земляної виїмки або насипу. Для переходу через траншеї потрібно влаштовувати перехідні містки з поруччям. Опускатися у виїмки та підніматися з них робітники повинні по драбинах шириною не менше 0,75 м, обладнаних поруччям, а у вузьких траншеях – по приставних драбинах.

Під час розроблення ґрунту екскаватором робітникам заборонено перебувати під ковшем і стрілою та працювати з боку вибою. Сторонні особи можуть знаходитися на відстані, не меншій, ніж 5 м від радіуса дії екскаватора.

При розпушенні або розморожуванні ґрунту електричними засобами і розробленні його гідромеханічними способами територія виконання робіт повинна бути загороджена і встановлені попереджувальні знаки.

Під час розморожування ґрунту електричними засобами необхідно передбачати заходи електробезпеки: трансформатор повинен бути заземлений; тимчасові електричні дроти повинні бути підвішені на висоті не меншій 2,5 м; на майданчику повинен чергувати електромонтер, який забезпечено індивідуальними захисними засобами.

Під час механічного розпушення мерзлих ґрунтів ударним способом робітники повинні знаходитися на безпечній відстані, за межами зони розлітання кусків мерзлого ґрунту.

Контрольні запитання і завдання

1. В яких якостях можуть використовуватись ґрунти?
2. Як поділяються земляні споруди відносно поверхні землі, залежно від терміну користування?
3. Якими показниками оцінюється група ґрунту по трудності розробки?
4. За яким рівнянням визначається середня відмітка природного рельєфу при вертикальному плануванні будівельного майданчика, розбитого на квадрати.
5. За яким рівнянням визначаються проектні відмітки вершин квадратів без їх прив'язки?
6. Які показники враховуються при визначенні похилу укусу виїмки або насипу?
7. За яким рівнянням визначається об'єми однойменного квадрату, перехідного квадрату?
8. Якими способами визначається середня відстань переміщення ґрунту при вертикальному плануванні?
9. За якими схемами виконується розробка і переміщення ґрунту бульдозером залежно від ширини виїмки і відстані переміщення ґрунту?
10. Які конструктивні, технологічні й організаційні прийоми застосовують для зменшення втрат ґрунту при розробці його бульдозером?
11. За якими схемами виконується різання та розробка ґрунту скреперами?
12. Які схеми руху скреперів використовують при розробці виїмок з наступним вкладанням ґрунту в насип?

13. За якими схемами розроблює екскаватор ґрунт у виїмці залежно від виду вибою і ширини виїмки?
14. За якими схемами розроблюють ґрунт багатоківшеві екскаватори повздовжнього та поперечного копання?
15. За якими формулами виконується розрахунок земле різально-транспортних машин?
16. Визначте шляхи підвищення продуктивності землерізально-транспортних машин.
17. Дайте характеристику закритих способів розробки ґрунту.
18. Дайте характеристику способів ущільнення ґрунту, ущільнюючих засобів і умов їх застосування.
19. За якими формулами визначається продуктивність ущільнюючих машин.
20. Дайте характеристику способів підготовки мерзлого ґрунту до розроблення земле різальними машинами.
21. Дайте характеристику способів гідромеханічної розробки ґрунту.
22. Дайте характеристику способів зведення насипів шляхом наміву.
23. Назвіть заходи з попередження виробничого травматизму при виконанні земляних робіт.

3. ТРАНСПОРТНІ ТА ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНІ РОБОТИ

3.1. Горизонтальний транспорт та його класифікація

Транспортні роботи відіграють важливу роль при будівництві будь якого об'єкта. Своєчасне доставляння на будову матеріалів, виробів, конструкцій та обладнання гарантовано забезпечує дотримання графіка виконання робіт, що є запорукою введення об'єкту в експлуатацію в установлені строки.

Для водогосподарського та будівництва, що відрізняється значними відстанями між об'єктами і від виробничої бази будівельного підприємства, значення горизонтального транспорту, вантажно-розвантажувальних робіт являється визначальним. Їх частка в складі вартості будівельно-монтажних робіт досягає 30%.

Вантажі для забезпечення об'єктів будівництва транспортують різними видами транспорту: повітряним, річковим, залізничним, автомобільним і тракторним транспортом. Як найбільш маневрений в будівництві широко застосовується автомобільний транспорт.

Залізничний транспорт використовується за наявності колійних шляхів для транспортування вантажів до складів виробничих баз.

На близькі відстані та в межах будівельного майданчика, особливо при бездоріжжі, будівельні вантажі перевозять тракторами з причепами.

Будівельні вантажі поділяють на такі види:

- порошкоподібні (цемент, вапно);
- сипучі (пісок, щебінь, гравій);
- штучні (плити, блоки, перемички);
- довгоміри (балки, ферми, труби);
- крупнооб'ємні (блок-кімнати, санітарно-технічні кабіни);
- тістоподібні (розчин, бетон, асфальт);
- рідкі (мазут, бензин, вода).

За призначенням горизонтальний транспорт ділять на зовнішній і внутрішній.

Зовнішній транспорт забезпечує транспортування вантажів на будівельний майданчик шляхами загального користування; внутрішній – перевезення вантажів на території будівельного майданчика.

На вибір виду транспорту впливає інтенсивність і відстань перевезень, транспортабельність вантажів, рельєф місцевості, наявність та стан доріг, собівартість 1 т перевезень.

Інтенсивність перевезень характеризується вантажооборотом і вантажопотоком.

Вантажооборот – це загальна кількість тон вантажів, що транспортуються з місця одержання на об'єкт за відомий проміжок часу (доба, місяць, рік).

Вантажопотік – це кількість тон вантажу, транспортуються даною ділянкою шляху за одиницю часу.

Транспортабельність – це здатність вантажу в процесі перевезення зберігати свої первинні властивості.

Транспортні роботи організаційно зв'язані з вантажно-розвантажувальними роботами і складають єдиний комплексний процес, від правильної організації якого залежить ефективність виконання будівельно-монтажних робіт.

Як найбільш поширений в будівництві автомобільний транспорт відповідно до видів вантажів та їх транспортабельності за призначенням ділять на: транспорт загального призначення (бортові автомобілі, автомобілі з напівпричепами) і спеціалізований (загальнобудівельні автосамоскиди, землевози, цементовози, плитовози, панелевози тощо.) (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Автотранспортні засоби для перевезення будівельних вантажів: а – тягач; б – автосамоскид напівпричіп для перевезення плит; в – бортовий автомобіль; г – колоновоз; д – панелевоз; е – спеціалізований напівпричіп з маніпулятором; є – фермовоз; ж – цементовоз; з – водовоз; и – паливозаправник, <https://specmash.org.ua/article/tipi-i-vidi-vantazhnih-avtomobiliv>; <https://zakupka.com/uk/odessa/t/avtocisterny-285/>, <https://varz.ua/ru/napivprichip-paneleviz-varz-npp-3811>

Автомобільний транспорт перевозить вантажі дорогами, які класифікують за призначенням, терміну служби, інтенсивності руху.

За призначенням автомобільні дороги розпізнають – загальнодержавної дорожньої мережі і внутрішньогосподарські автомобільні дороги в межах населених пунктів, на території сільськогосподарських підприємств та інших установ.

За терміном служби дороги бувають постійними і тимчасовими.

За інтенсивністю руху або розрахунковій вантажонапруженості автомобільні дороги загального користування поділяються на 5 категорій, а внутрішньогосподарські – на 3 категорії.

Радіуси закруглення доріг залежать від маневрових можливостей автомобілів, але не повинні бути меншими 12 м, ширина проїжджої частини шляхів 3,5 м при русі транспортних засобів в одному напрямку та 6 м при русі у двох напрямках.

Поперечний профіль дороги складається із таких елементів: проїжджа частина, узбіччя, кювет і обріз (рис. 3.2)



Рис. 3.2. Схема поперечного профілю дороги

Згідно з ДБН В.2.3-4:2015 «Споруди транспорту. Автомобільні дороги» автомобільні дороги загального користування мають такі параметри поперечного профілю (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Параметри поперечного профілю доріг					
Параметри поперечного профілю	Значення параметрів доріг категорій				
	I	II	III	IV	V
Число смуг руху	4; 6	2	2	2	1
Ширина, м: смуги руху	3,75	3,75	3,75	3,0	4,5
узбіччя	3,75	3,75	2,5	2,0	1,75
укріпленої смуги	0,75	0,5	0,5	0,5	-

Проїжджа частина дороги може бути з дорожнім одягом або без нього. Залежно від типу дорожнього одягу та виду покриття дороги діляться на удосконалені капітальні, удосконалені полегшені, перехідні і нижчі.

До удосконаленого капітального дорожнього одягу відносять покриття цементобетонні, залізобетонні та асфальтобетонні, покладені в гарячому стані.

До полегшених покриттів відносять асфальтобетонні, покладені в холодному стані, гравійні, оброблені бітумом. До перехідних покриттів відносять гравійні із місцевих кам'яних матеріалів та піщаних ґрунтів, що оброблені в'язучими поверхнево-активними речовинами. До нижчих відносяться ґрунтові дороги, покращенні скелетними добавками (гравієм, золою, шлаком).

В період будівництва влаштовують тимчасові дороги з покриттям збірними залізобетонними плитами, які після завершення будівництва демонтують для повторного використання.

На вибір транспортних засобів впливають:

- вид вантажів;
- розміри та маса конструкцій;
- відстань транспортування вантажів;
- напрям транспортування (горизонтальний, вертикальний);
- засоби вантаження і розвантаження;
- температура вантажів та навколишнього повітря.

Роботу транспортних засобів має бути організовано таким чином, щоб кожна транспортна одиниця була спроможна перевезти найбільшу кількість вантажів за найкоротший час, дотримуючись при цьому технічних, технологічних та економічних умов.

При проектуванні транспортних робіт визначають обсяг вантажу, встановлюють способи його доставляння і підбирають вид транспорту з врахуванням відстані перевезення вантажу, наявності і виду доріг.

При зведенні будівлі або споруди із збірних конструкцій широко використовуються залізобетонні вироби. Транспортування залізобетонних виробів слід здійснювати спеціальними автотранспортними засобами, що оснащені інвентарною оснасткою, яка забезпечує стійке положення виробу.

Для перевезення збірних конструкцій автомобільним транспортом потрібно використовувати:

- спеціалізовані транспортні засоби – панелевози, обладнані інвентарними касетними пристроями для перевезення елементів у вертикальному положенні;
- причеми або напівпричеми, обладнані спеціальними пристроями у вигляді пірамід для транспортування елементів в нахиленому положенні;
- бортові автомобілі та автопоїзди різної вантажопідйомності для перевезення елементів в горизонтальному положенні.

Звичайні вантажні автомобілі доцільно використовувати для перевезення фундаментних блоків, настилів, панелей, сходових майданчиків та маршів вагою від 1 до 12 т.

Кількість транспортних одиниць (N_m) при циклічному вантаженні встановлюється за умови безперебійної роботи навантажувальних засобів за формулою

$$N_m = t_m / t_e, \quad (3.1)$$

де t_m , t_e – відповідно тривалість виробничого циклу транспортної одиниці та тривалість вантаження, хв.

$$t_m = t_e + 2 \cdot 60 L / V_{cp} + t_p + t_m, \quad (3.2)$$

L – відстань транспортування вантажу, км; V_{cp} – середня швидкість переміщення автотранспортного засобу, км/год (табл. 3.2);

t_p , t_m – відповідно тривалість розвантаження і маневрів транспортного засобу, хв.

Таблиця 3.2

Рекомендовані швидкості автомобілів залежно від виду доріг та відстані перевезення вантажу

Відстань, км	Швидкість руху автосамоскида, км/год при вантажопідйомності, т	
	3,5–7,0	10 і більше
Дороги булижні, гравійні, ґрунтові накатані		
1,0–5,0	17	15
5,0–10,0	21	19
10,0 і більше	21	19
Дороги ґрунтові, бездоріжжя		
1,0–5,0	14	12
5,0–10,0	18	16
10,0 і більше	18	16

Для навантажувальних машин безперервної дії кількість транспортних одиниць визначається за формулою

$$N_m = \Pi_n / \Pi_m, \quad (3.3)$$

де Π_n , Π_m – відповідно змінна продуктивність навантажувального засобу і транспортної одиниці.

Якщо ведучим процесом являється транспортування вантажів, то кількість транспортних засобів для окремого технологічного процесу визначається за формулою

$$N_m = \frac{Q \cdot t_m \cdot k_o}{q}, \quad (3.4)$$

де Q – інтенсивність подавання матеріалу або його відвезення, т/год, м³/год; t_m – тривалість виробничого циклу транспортної одиниці; k_o – коефіцієнт, який враховує втрати часу (1,1–1,15); q – вантажопідйомність автомобіля, т (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Вантажна характеристика автосамоскидів

Назва параметра	Зил 130 ММЗ-555	КамАЗ-43255	МАЗ-5551А2	КрАЗ-65032-040	КрАЗ-6133 С6	КрАЗ-7133 С4
Вантажопідйомність, т	4,5	7	10	15	19	23
Швидкість з вантажем, км/год	24	27	17	20	21	16
Швидкість без вантажу, км/год	28	35	21	24	25	19

Після вибору комплекту машин розробляється диспетчерський графік, який дозволяє регулювати рух транспортних засобів.

При перевезенні вантажів безпечна швидкість руху автомобілів вибирається відповідно до «Правил дорожнього руху» з врахуванням дорожньої обстановки, а також особливостей вантажу, що перевозиться. Верх вантажів не повинен перевищувати габаритну висоту проїзду під шляхопроводами, мостами і переходами.

Подавання автомобіля для його вантаження або розвантаження виконується заднім ходом в зоні, де ведуться роботи, і дозволяється тільки за командами осіб, які беруть участь у цих роботах.

3.2. Вантажно-розвантажувальні роботи

Важливою складовою ланкою транспортних робіт є вантажно-розвантажувальні роботи.

При вантажно-розвантажувальних роботах необхідно використовувати інвентарні стропи чи спеціальні вантажозахватні пристрої (рис. 3.3, 3.4).



Рис. 3.3. Стропи різноманітного призначення,
(<https://1kanat.com.ua/ua/vybiraem-stropy-chno-vazhno-znat/>)



Рис. 3.4. Траверси,
(<https://kievlift.com.ua/ua/traversy-495/>)

Вантажні гаки повинні мати запобіжні замикаючі пристрої, а способи стропування не повинні допускати падіння чи зісковзування вантажу з гака.

Стропування вантажів повинно проводитися відповідно до схем стропування (рис. 3.5).

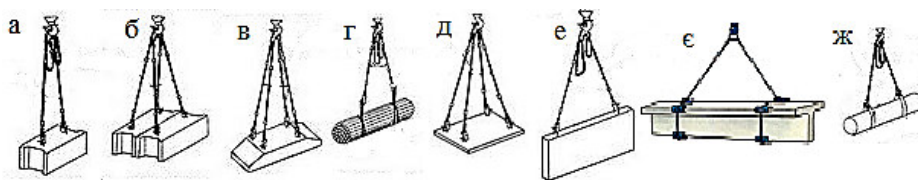


Рис. 3.5. Схеми стропування вантажів: а, б – фундаментних блоків; в – фундаментних плит; г – труб малого діаметра; д – плит перекриття; е – стінових панелей; є – балок; ж – труб великого діаметра,

<https://yak.bono.odessa.ua/articles/stropuvannja-vantazhiv-studopedija.php>

Для стропування призначеного до підйому вантажу мають застосовуватися стропа за вантажопідйомністю відповідно до маси і характеру вантажу, що піднімається, з урахуванням числа гілок і кута їх нахилу; стропа загального призначення слід підбирати так, щоб кут між їх гілками не перевищував 90° (по діагоналі).

В процесі експлуатації не рідше як один раз упродовж 6 місяців проводиться технічний огляд всіх вантажозахватних пристроїв.

До початку вантажно-розвантажувальних робіт необхідно уважно оглянути монтажні петлі, очистити їх від розчину і бетону, а за необхідністю їх виправити без пошкодження конструкції.

Заздалегідь проведена підготовка будівельного майданчика є запорукою досягнення високого рівня організації праці. Цьому сприяє організація раціонального складського господарства. Місця відкритих складів визначено проектом виконання робіт – у будгенплані та робочих кресленнях розташування будівельних вантажів на складі. Вся вільна площа в зоні дії монтажного крана повинна використовуватись під складування збірних конструкцій (рис. 3.6).

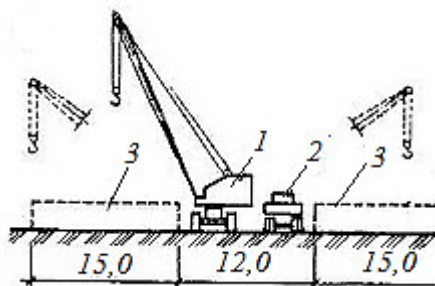


Рис. 3.6. Складування матеріалів в зоні дії крана: 1 – монтажний кран; 2 – вантажний автомобіль; 3 – будівельні матеріали, вироби

Розкладання конструкцій та розміщення місць складування слід здійснювати відповідно до технологічних рішень організації складу. Штабелі з важкими елементами розміщують ближче до рейкового ходу крана, а з легшими – в глибині складу, ширина якого визначається вильотом стріли крана. Суміжні штабелі укладають на відстані не менш як 0,2 м один від одного.

Повздовжній прохід повинен знаходитися посередині складу, а поперечні проходи – через 25–30 м при ширині їх не менш як 0,7 м.

Збірні залізобетонні та бетонні вироби складають у місцях, визначених будівельним генеральним планом та планом розміщення деталей, розробленими у проєкті виконання робіт.

Під час зберігання збірні вироби за можливістю повинні мати таке положення, яке б відтворювало умови їх роботи в будівлі, щоб не викликати перенапруги в бетоні. При зберіганні виробів у штабелях, тобто в горизонтальному положенні, перший елемент та всі наступні слід укласти на дерев'яні прокладки перерізом 6×6, 8×8 або 10×10 см (рис. 3.7, 3.8), які встановлюються строго горизонтально на відстані не далі, ніж на 30–45 см від торців плит.

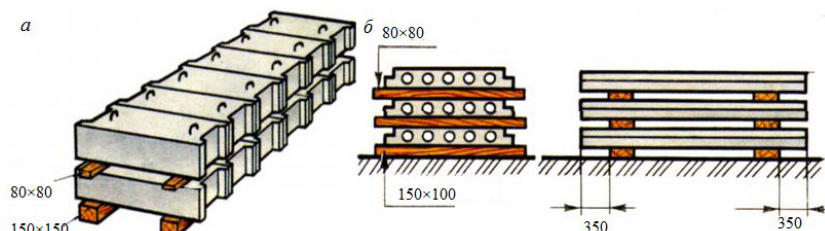


Рис. 3.7. Схеми складування: *а* – фундаментних блоків; *б* – плит перекриття,

https://nmc-ptd.dp.ua/doc/2013/foreignpto_9.pdf

Підкладки під штабелі виробів зазвичай мають перетин не менше 10 × 10 см. Максимальна висота штабеля разом з прокладками не повинна перевищувати 2,5 м (8–10 плит). Слід забезпечити сувору вертикальність розташування прокладок одна над одною. У цьому випадку навантаження буде розподілено між виробами рівномірно.



Рис. 3.8. Штабелі фундаментних блоків(*а*), плит перекриття (*б*),

<https://yak.koshachek.com/articles/jak-zrobiti-fundamentni-bloki-silki-potribno.html>;

https://maxhome.com.ua/budynok-ta-kvartyra/znavomtes-plyty-perekryttya/#google_vignette

Неправильне складування плит покриття призводить до руйнування залізобетонних виробів і непридатності їх використання (рис. 3.9).

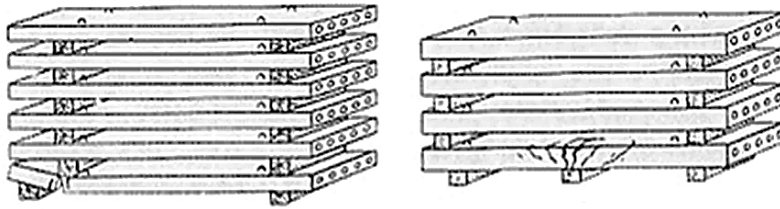


Рис. 3.9. Неправильне складування плит покриття

Стінові панелі встановлюються вертикально у спеціальні касети (рис. 3.10).

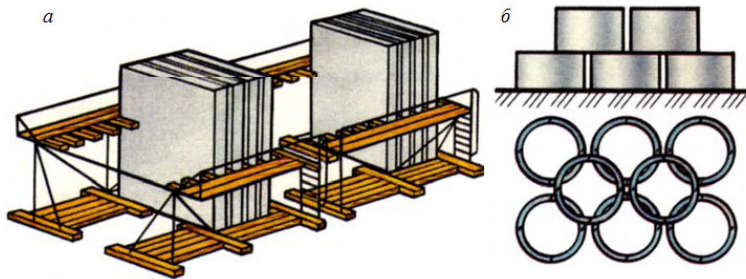


Рис. 3.10. Складування стінових панелей (а); залізобетонних кілець (б),
https://nmc-pto.dp.ua/doc/2013/foreignpto_9.pdf

Допускається складувати їх в похилому стані в пірамідах (рис. 3.11).

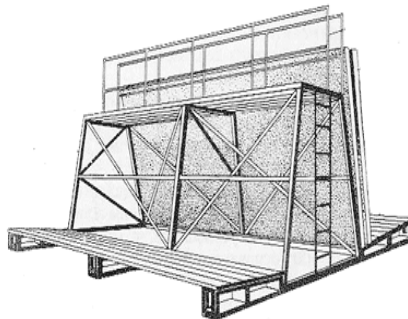


Рис. 3.11. Складування стінових панелей в піраміді

Залізобетонні кільця складаються у два яруси, при цьому кільця другого ярусу опираються на 4 кільця нижнього ярусу (рис. 3.10, б).

Залізобетонні труби укладають в штабелі так, щоб розтруби двох сусідніх рядів були направлені в різні боки. Труби наступного ряду кладуть перпендикулярно трубам попереднього. Підкладки кладуть паралельно під циліндричну частину труби (рис. 3.12).

Рис. 3.12. Схема складування залізобетонних труб,
https://nmc-pto.dp.ua/doc/2013/foreignpto_9.pdf

Кількість труб в штабелі залежно від діаметра має складати 3–6 в ряду при 2–4 ярусах. Залізобетонні труби діаметром 1400 мм і більше укладають в один ряд.

Залізобетонні та бетонні вироби розміщують так, щоб їх заводське маркування можна було легко прочитати з боку проходу або проїзду, а монтажні петлі виробів, покладених в штабелі, були звернені догори.

Азбестоцементні труби складують на підкладках з клинами пірамідою або в штабель (рис. 3.13).

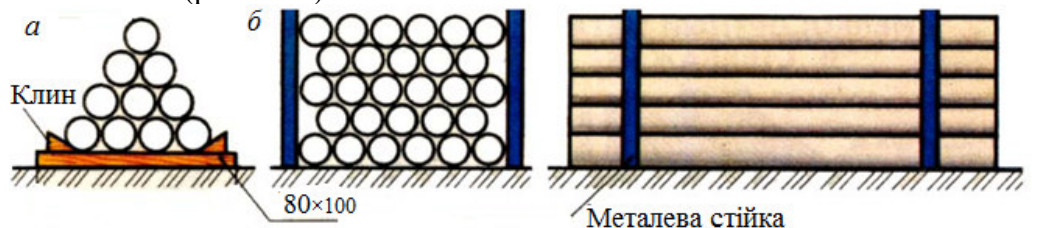


Рис. 3.13. Схема складування азбестоцементних труб: *а* – пірамідою; *б* – в штабель, https://nmc-pto.dp.ua/doc/2013/foreignpto_9.pdf

При укладанні труб в штабель рекомендується між рядами труб укласти підкладки з перерізом 80×100 мм.

Металеві конструкції у вигляді лінійних елементів прокатного профілю вкладають в штабелі висотою не більше 1,5 м з прокладками між рядами (рис. 3.14).

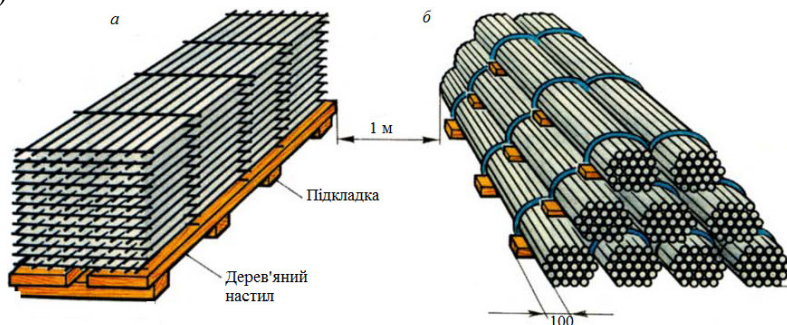


Рис. 3.14. Схема складування арматурних сіток (*а*); металевих труб (*б*),
https://nmc-pto.dp.ua/doc/2013/foreignpto_9.pdf

Висота штабелів труб малого діаметра не повинна перевищувати 3 м, а прохід між штабелями має бути шириною не менше 1 м.

Дерев'яні пиломатеріали і конструкції, що допускають зберігання у горизонтальному положенні, укладають у штабелі (рис. 3.15).

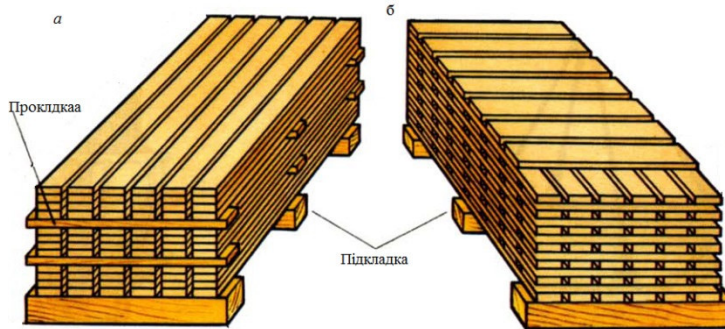


Рис. 3.15. Складування пиломатеріалів: а – укладка рядами; б – укладка у клітку
https://nmc-ptd.dp.ua/doc/2013/foreignpto_9.pdf

Дерев'яні елементи малих розмірів розміщують на стелажах. При зберіганні дерев'яні конструкції і вироби повинні бути захищені від зволоження.

Шифер складається на підкладках з перерізом 80×100 мм (рис. 3.16).



Рис. 3.16. Складування шиферу: а – хвильового; б – плоского,
<https://odessa.kub.in.ua/ua/shkola-remonta/kak-pravilno-khranit-listy-shifera>

Шифер потрібно складати на спеціальні піддони або інші рівні та тверді поверхні. Листи шиферу повинні лежати в стопках рівно, без значного нахилу, оскільки це може призвести до деформації. Оптимальна висота стопки – до 1 метра.

Поверхня землі на місці складу повинна бути ретельно спланована і ущільнена. Для відведення талих та дощових вод поверхня складу повинна мати похил 1–2° в бік зовнішнього контуру.

На майданчиках, де виконують вантажно-розвантажувальні роботи, у відповідних місцях необхідно встановити таблички «В'їзд», «Виїзд» тощо.

При виконанні вантажно-розвантажувальних, складських робіт мають виконуватися вимоги ДБН Г.1-4-95. Правила перевезення, складування та зберігання матеріалів, виробів, конструкцій і устаткування в будівництві та ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.

Контрольні запитання і завдання

1. Як класифікується за призначенням горизонтальний транспорт в будівництві?
2. Якими показниками характеризується інтенсивність перевезень вантажів?
3. Як класифікуються автомобільні дороги за призначенням?
4. За яким рівнянням визначають тривалість виробничого циклу транспортної одиниці?
5. Назвіть вимоги до вантажно-розвантажувальних робіт і організації складського господарства.

4. БЕТОННІ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННІ РОБОТИ

4.1. Загальні відомості

Бетон та залізобетон є основними матеріалами, що широко використовується у сучасному будівельному виробництві. Широке застосування цих матеріалів зумовлене високими фізико-механічними показниками, їх довговічністю, можливістю виготовлення різноманітних будівельних конструкцій та архітектурних форм простими технологічними методами, використанням місцевих будівельних матеріалів з порівняно низькою собівартістю.

Бетон – це штучний кам'яний матеріал, одержаний в результаті твердіння ретельно перемішаної та ущільненої суміші із в'язучої речовини, води, дрібного та крупного заповнювачів, взятих в певних пропорціях (рис. 4.1). До затвердіння цю суміш називають бетонною.

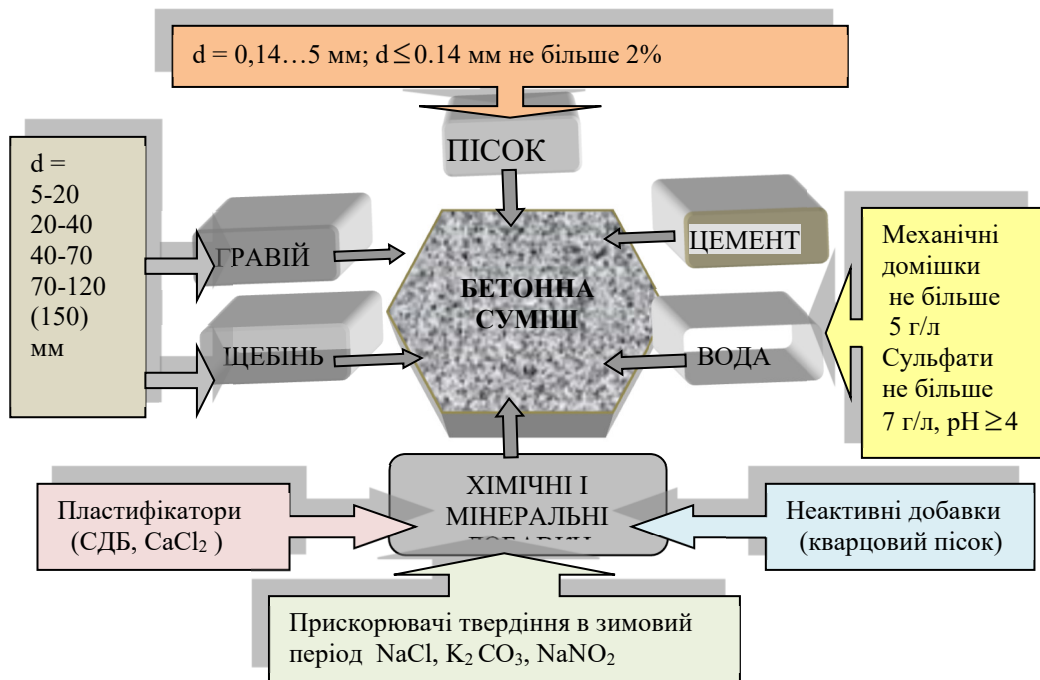


Рис. 4.1. Схема складових частин бетону

Залізобетоном називають матеріал, в якому з'єднані в одне ціле сталева арматура та бетон. Арматура розміщена так, щоб сприймати розтягуючі зусилля, а стискуючі зусилля передавались на бетон.

Із залізобетону зводять фундаменти, підпірні стінки, тунелі та канали, каркаси житлових, цивільних і промислових будівель, оболонки, конструкції монументальних споруд тощо.

Відповідно до ДБН В.2.6-98:2009 за основними видами бетон поділяється на два класи: конструкційний (важкий, легкий, на цементному в'язучому і щільних заповнювачах, силікатний, конструкційний ніздрюватий, лужний, гіпсобетон, на полімерному в'язучому); спеціальний (жаростійкий, теплоізоляційний, хімічно стійкий, радіаційно-захисний, декоративний, напружений, само ущільнюючий).

Згідно з ДБН В.2.6-98:2009 бетон характеризується такими значеннями своїх властивостей:

- щільність 2200–2500 кг/м³;
- міцність – C8/10; C12/15; C16/20; C20/25; C25/30; C30/35; C32/40; C50/60; (МПа);
- водонепроникність – W 2; W4; W6; W8; W 10; W 12 (відповідає тиску води 0,2–1,2 МПа без її просочування);
- морозостійкість – F 50; F 75; F 100; ...F500.

Визначення кількісного складу складових частин бетону виконується за формулами

- водо-цементне співвідношення
- $$B/C = AR_u / (R_b + 0,5 AR_u); \quad (4.1)$$

- кількість цементу на 1 м³ бетону
- $$C = B / (B/C), \text{ кг}; \quad (4.2)$$

- кількість щебеню на 1 м³ бетону
- $$Щ = 1000 / (\alpha P_{щ} / \gamma_{щ} + 1 / \rho_{щ}), \text{ кг}; \quad (4.3)$$

- кількість піску на 1 м³ бетону
- $$П = [1000 - (C / \rho_u + B + Щ / \rho_{щ})] \rho_n, \text{ кг}, \quad (4.4)$$

де А – коефіцієнт, який залежить від якості матеріалів; R_u, R_b – міцність на стиск відповідно цементу і бетону в 28-добовому віці; α – коефіцієнт розсування зерен щебеню, $\alpha = 1.2\text{--}1.46$; $C, Щ, П$ – кількість відповідно цементу, щебеню, піску в 1 м³ бетону; $P_{щ}$ – порожнистість щебеню; $\gamma_{щ}$ – насипна маса щебеню; $\rho_{щ}, \rho_u, \rho_n$ – щільність відповідно щебеню, цементу, піску.

Орієнтовне дозування складових частин на 1 м³ бетону:

Щебінь або гравій $\approx 0,95 \text{ м}^3$;
 Пісок $\approx 0,45 \text{ м}^3$;
 Цемент $\approx 180\text{--}400 \text{ кг}$;
 Вода (при $B/C=0,6$) $\approx 0,12\text{--}0,25 \text{ м}^3$.

Залежно від способу влаштування розпізнають монолітні, збірні та збірно-монолітні бетонні і залізобетонні конструкції.

Монолітні конструкції влаштовують безпосередньо, встановлюючи в проектному положенні арматуру і вкладаючи бетонну суміш в спеціально підготовлені форми – опалубку.

Збірні конструкції встановлюють на будівельному майданчику, виготовлених на заводах залізобетонних виробів.

Збірно-монолітні конструкції влаштовують безпосередньо на будівництві із збірних елементів, що з'єднуються в єдине ціле монолітними ділянками.

Залізобетонні конструкції залежно від способу армування можуть бути з ненапруженою і напруженою арматурою.

Влаштування бетонних та залізобетонних конструкцій – це складний процес, який складається із заготівельних, транспортних та монтажно-укладальних процесів.

Заготівельні процеси включають виготовлення опалубки, заготовлення арматури, приготування бетонної суміші.

Транспортні процеси забезпечують доставляння з місць виготовлення до будівельного майданчика опалубки, риштувань, арматури, арматурно-опалубних блоків, бетонної суміші та устаткування.

Монтажно-укладальні роботи виконують безпосередньо на будівельному майданчику і включають встановлення опалубки та арматури в проектне положення, подавання бетонної суміші, її вкладання та ущільнення, догляд за бетоном, зняття опалубки з конструкцій та їх оздоблення.

В процесі влаштування бетонних та залізобетонних конструкцій і споруд виконуються опалубні, арматурні та бетонні роботи (рис. 4.2).

4.2. Улаштування опалубки

Опалубка – це форма, в яку вкладають бетонну суміш для одержання бетонних чи залізобетонних конструкцій заданих розмірів, форми і положення в просторі.

В опалубні форми вкладають бетонну суміш, де вона твердне до досягнення бетоном потрібної міцності.

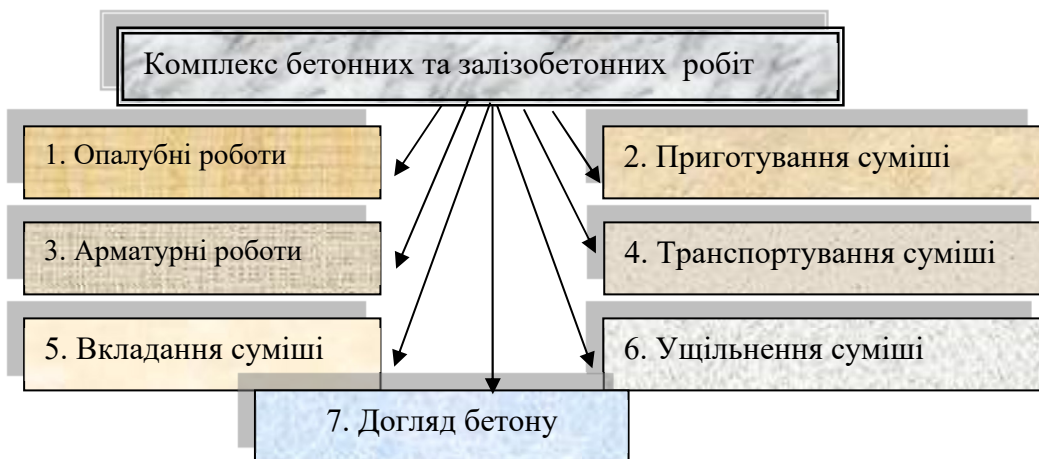


Рис. 4.2. Структура бетонних та залізобетонних робіт

Вимоги до опалубки:

- внутрішні розміри мають відповідати проектним розмірам конструкції;
- якість внутрішньої площини повинна відповідати якості зовнішньої поверхні конструкції;
- мати достатню міцність і жорсткість;
- мінімальні витрати на її влаштування.

Опалубку розпізнають за такими ознаками:

- за кількістю циклів використання – опалубка неінвентарна (застосована тільки один раз) та інвентарна (багатооборотна);
- за матеріалами, що використовуються для її виготовлення – із дерева, металу, синтетичних матеріалів, на основі цементних в'язучих та комбінована;
- за конструктивними особливостями – індивідуальна, незнімна, розбірно-переставна, блочна, ковзна, котюча, пневматична.

Дерев'яну опалубку виготовляють із пиломатеріалів, водостійкої фанери та деревних плит (ДСП, ДВП). Оборотноість дерев'яної опалубки складає 10–20 циклів (рис. 4.3).

Металеву опалубку виготовляють із прокатних та гнутих ефективних профілів з палубою із металевого листа завтовшки 2–3 мм. Оборотноість опалубки може досягти 100–300 циклів (рис. 4.4).



Рис. 4.3. Дерев'яна опалубка,
https://yak.koshachek.com/articles/derev-jana-opalubka-svoimi-rukami-vigotovlennja-ta.html#google_vignette

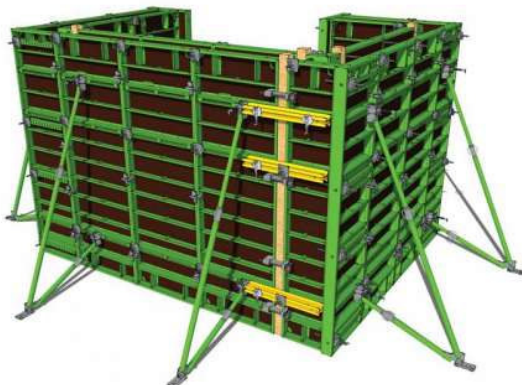


Рис. 4.4. Металева стінова опалубка,
<https://pioner.ua/catalog/ctenovaya-opalubka/p-opalubka-krupnoshchitova-legka-seriya/>

Синтетичну опалубку виготовляють із склопластику, текстоліту, гетинаксу поліетилену та інших синтетичних матеріалів. Оборотність опалубки із синтетичних матеріалів досягає 20–100 циклів (рис. 4.5).

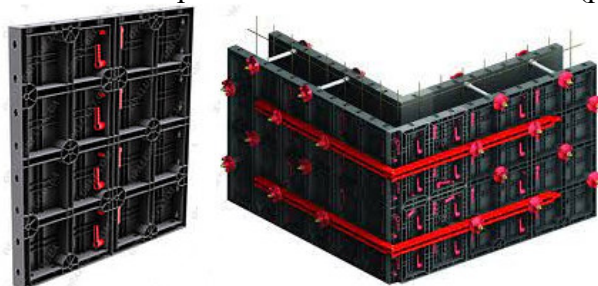


Рис. 4.5. Пластикова стінова опалубка,

<https://opalubki.com.ua/ua/p1498753320-opalubka-geoplast-plastikovaya.html>

Опалубки з матеріалів на основі цементних в'язучих виготовляють із залізобетону, армоцементу, склоцементу, фібробетону, азбестоцементу. Такі опалубки використовують як незнімні (рис. 4.6).



Рис. 4.6. Незнімна опалубка з матеріалів на основі цементних в'язучих

Комбінована опалубка складається із різних матеріалів. В ній елементи каркасу, підтримуючі конструкції та елементи кріплення виготовлено із сталі, а палуба і опалубні щити – із водостійкої фанери чи синтетичних матеріалів. Така опалубка, зберігаючи основні позитивні властивості металевої має порівняно з нею і значні переваги – вона дешевша і легша.

Індивідуальну опалубку застосовують для спорудження конструкцій складних, неповторних форм.

Незнімна опалубка складається із формуютьючих елементів (плит, шкаралуп, блоків), кріплень та підтримуючих елементів. Після бетонування формуютьючі елементи з монолітної конструкції не знімають і вони утворюють з нею єдине ціле.

Розбірно-переставна опалубка складається із окремих щитів, підтримуючих елементів та кріплень. На висоті опалубні щити підтримуються риштуванням із інвентарних стояків та прогонів. Розрізняють два види розбірно-переставної опалубки – дрібнощитову (при висоті меншій 0,5 м) та великощитову (при висоті більшій 0,5 м) (рис. 4.7, 4.8).

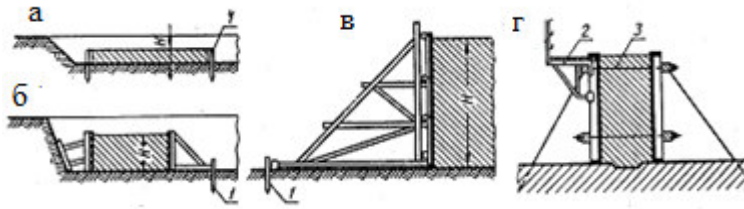


Рис. 4.7. Основні способи кріплення розбірно-переставної опалубки:
а, б – дрібнощитової; в, г – великощитової

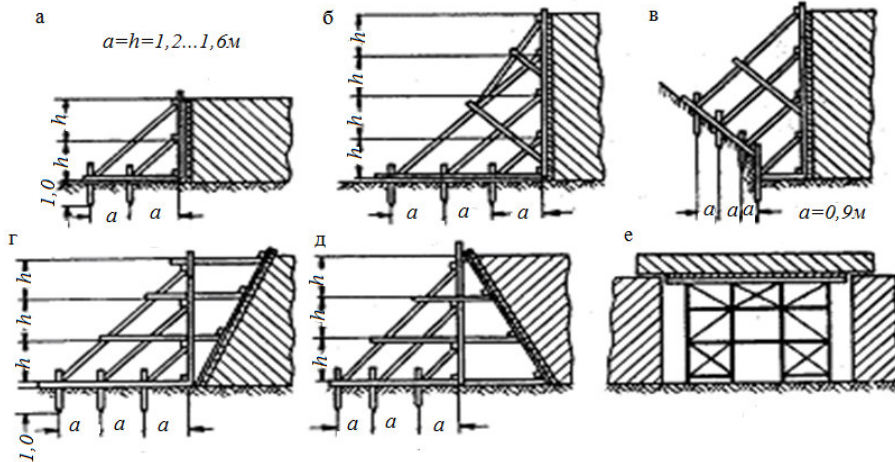


Рис. 4.8. Схеми кріплення великощитової опалубки: а – при висоті блоків до 3 м; б – при висоті блоків до 5 м; в – при близькому розміщенні укосів котловану; г, д – для похилих поверхонь; е – при бетонуванні балок і перекриттів

Блочна опалубка – це опалубна форма, яку монтують і демонтують у суцільному вигляді; застосовується для бетонування однотипних конструкцій (основ під колони, колон, балок) (рис. 4.9).

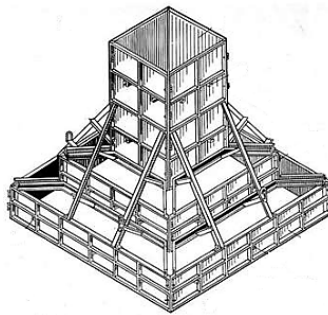


Рис. 4.9. Блочна опалубка,
<https://repository.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/16953c81-4086-4069-bd21-9483be58ef10/content>

Ковзна опалубка відрізняється від інших видів опалубки тим, що при переміщенні по висоті вона не відділяється від конструкції, яку бетонують, а ковзає по її поверхні за допомогою підйомних пристроїв (рис. 4.10).



Рис. 4.10. Ковзна опалубка,

<https://remontu.com.ua/sfera-zastosuvannya-kovzno-opalubki-ta-pravila-montazhu>

Таку опалубку застосовують для бетонування висотних споруд з незмінною за висотою формою плану (силосні башти, елеватори, будинки).

Котюча опалубка – це опалубна форма з механічним пристроєм для її відривання, опускання та стулювання, встановлена на візках, що переміщуються по колії. Цю опалубку використовують для бетонування лінійнопротяжних споруд постійного перерізу по довжині (тунелів, траншейних складів, стінових конструкцій) (рис. 4.11).



Рис. 4.11. Котюча опалубка

Пневматичну опалубку застосовують для бетонування купольних та склепінчастих покриттів із залізобетонних оболонок завтовшки 30–100 мм (рис. 4.12). Оболонка пневматичної опалубки являє собою багатошаровий композитний гідроізоляційний матеріал з тканинною основою із поліефірного волокна, покритого з двох сторін пастою ПВХ.



Рис. 4.12. Пневматична опалубка,

https://bstudy.net/797917/tehnika/ustanovka_naduvnoy_pnevmaticheskoy_opalubki

Вибір опалубки проводять з урахуванням її відповідності до споруджуваних конструкцій та економічної ефективності її застосування. При цьому перевагу віддають технологічним факторам, через те, що вони визначають можливість застосування опалубки і умови забезпечення якості споруджуваної конструкції.

4.3. Заготовляння арматури та армування конструкцій

Арматура – це сталеві круглі стержні, прокатні профілі, дріт, а також вироби з них, які розміщують у бетоні для сприйняття розтягуючих і знакозмінних сил.

Згідно з ДСТУ 3760:2006 арматурний прокат виготовляють класів: за технологією виготовлення – А240С – з гладким профілем, А400С, А500С, А600, А600С, А600К, А800, А800К, А800СК і А1000 – з періодичним профілем; арматурний дріт класу Вр-1, А-Н, А-Ш ($d=3\ldots 10$ мм); за призначенням – робоча (сприймає основні зусилля розтягу), розподільча (розподіляє навантаження між стержнями робочої арматури), монтажна (для збирання арматурних каркасів); за способом встановлення – одинарна, арматурні сітки і каркаси.

Універсальні арматурні стержні підвищеної міцності для залізобетонних конструкцій виготовляються в класі А-400 й можуть використовуватись як напружена, так й ненапружена арматура (рис. 4.13). Основні види арматури зображені на рис. 4.14.

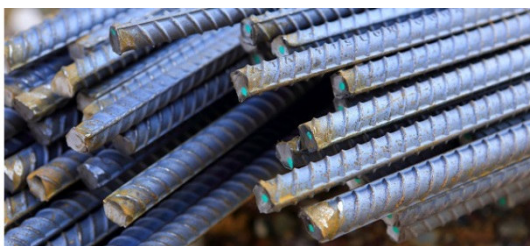


Рис. 4.13. Арматурні стержні періодичного профілю,

<https://d-nk.com.ua/vidi-armaturi-po-zastosuvannyu-v-budivnictvi/armatury1/>

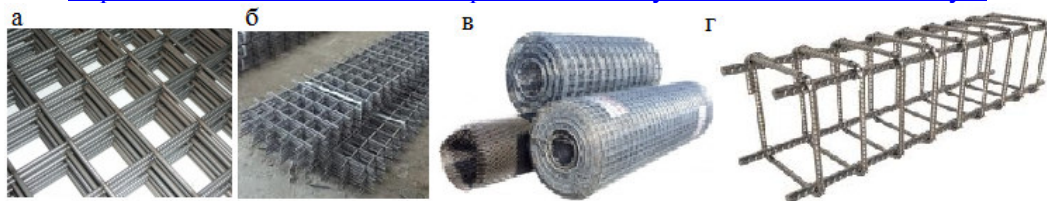


Рис. 4.14. Види арматури та типи з'єднань арматурних стержнів: а – плоский каркас; б, в – плоска і рулонна арматурні сітки; г – просторовий каркас, <https://stroyset.promobud.ua/setka.htm>

З'єднання арматурних стержнів може здійснюватися такими способами: зв'язуванням; зварюванням; за допомогою втулок та муфт.

Існує два методи фіксації арматурних стрижнів способом зв'язування: ручний і автоматизований (рис. 4.15).



Рис. 4.15. Зв'язування арматурних стрижнів: а – в'язальним гачком; б – шурупвертом; г – пістолетом, <https://isu.org.ua/yak-v-yazaty-armaturu-dlya-pochatktivsiv-sposoby-normy-i-pravyla-karkas-pid-fundament/>

Найпростіше зв'язувати арматурні стрижні гачком. Місце перетину стрижнів охоплюють сталевим дротом, складеним вдвічі. В'язальний гачок у петлю вставляють і захоплюють ним інший вільний кінець. Після цього інструмент обертають до моменту стягування. Кінці дроту загинають всередину каркаса. Робота з шурупвертом не має принципових відмінностей від в'язання гачком. Перевага полягає в більш високій швидкості і меншій трудомісткості. Автоматизовану в'язку виконують в'язальним пістолетом. Продуктивність його така, що зав'язування одного вузла відбувається за 1 секунду.

Окремі стрижні, сітки і каркаси з'єднують між собою електрозварюванням ванним способом (рис. 4.16, а) або внаклад (рис. 4.16, б); за допомогою втулок (рис. 4.16, в) з конічним різьбленням; за допомогою муфт (рис. 4.16, г) з прямим різьбленням.

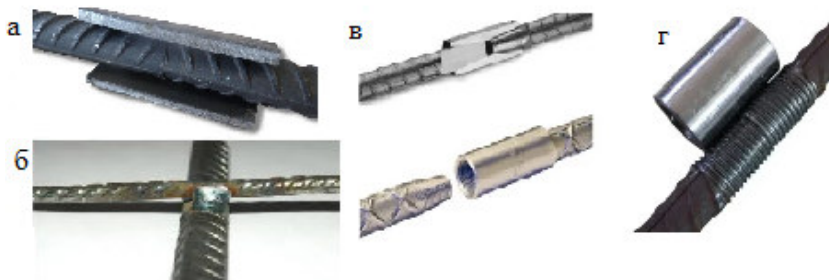


Рис. 4.16. Способи з'єднання арматури, <https://ukrbudrent.com/product-category/sale-mechanical-reinforcement-connections/>; <https://ukritarm.com.ua/product-details/vannocka-dla-zvaruvanna-armaturi/32-t-8>

Арматурні роботи складаються з таких процесів: заготовляння арматури; збирання арматурних каркасів і сіток зварюванням чи зв'язуванням стрижнів; встановлення арматури в опалубку з наданням їй проектного положення.

Заготовляння арматури і виготовлення арматурних каркасів виконується централізовано в арматурних цехах заводів залізобетонних конструкцій або в арматурних майстернях будівельних організацій.

Заготовляння арматури з стрижнів складається з таких операцій: виправляння і очищення стрижнів, з'єднання стиків одним із способів для нарощування довжини, різання і згинання стрижнів. Заготовляння арматури з дроту складається з розмотування і виправляння, різання і згинання стрижнів.

Виготовлення в заводських умовах арматурних каркасів і сіток повністю механізовано і виконується на спеціальному обладнанні.

Арматуру для попередньо напружених залізобетонних конструкцій виготовляють у вигляді пучків або канатів з високоміцного сталевого дроту.

Готові каркаси фундаментів, колон і балок вкладають у відповідні опалубки, а зварені сітки – на опалубку перекриттів і в опалубку стін.

Вкладені в проектне положення сітки і каркаси з'єднують між собою зварюванням або зв'язуванням, збираючи впритул робочі стрижні або перепускаючи каркаси і сітки внапуск на довжину 30–50 діаметрів стрижня. Якщо на будову арматура надходить у вигляді окремих стрижнів, їх з'єднують в каркаси і сітки на робочому місці. Місця перетину стрижнів зварюють або перев'язують в'язальним дротом, діаметр якого 0,8–1 мм.

4.4. Бетонування конструкцій

Приготування бетонної суміші. Бетонну суміш готують, як правило, централізовано на спеціальних заводах, а якщо обсяги робіт невеликі – на приоб'єктних бетонозмішувальних установках циклічної дії.

При приготуванні бетонної суміші виконуються наступні операції: дозування складових, вантаження їх в змішувач і змішування, вивантаження готової суміші у витратний бункер.

За характером виконання операції змішування бетонної суміші розпізнають бетонозмішувачі циклічної і безперервної дії.

За способом змішування бетонозмішувачі можуть бути гравітаційного і вимушеного змішування (рис. 4.17).

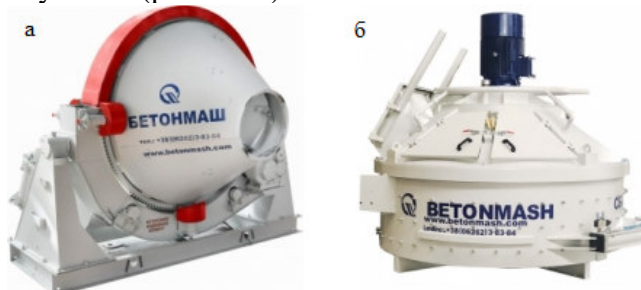


Рис. 4.17. Промислові бетонозмішувачі: а – гравітаційного; б – вимушеного змішування, <http://betonmash.com/rozchynozmishuvachi?language=uk>

Гравітаційні бетонозмішувачі працюють за рахунок принципу гравітаційного падіння суміші (під дією сили тяжіння) в барабані. В такому барабані нерухомо закріплені лопатки, які не дозволяють компонентам ковзати по стінках при обертанні, цим самим і забезпечується перемішування.

Бетонозмішувачі примусової дії мають нерухомий барабан і робочі лопаті, що обертаються, за допомогою яких і відбувається перемішування.

Основний робочий параметр бетонозмішувача циклічної дії – місткість його барабана. Розпізнають такі місткості барабана: геометричну (L_g), завантаження ($L_{зав}$), вивантаження (виходу) готової бетонної суміші ($L_{вих}$) (рис. 4.18).

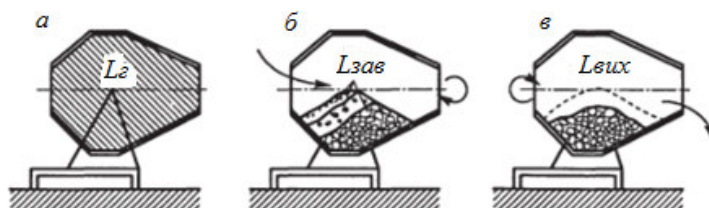


Рис. 4.18. Робочі параметри бетонозмішувача: а – геометрична місткість; б – місткість завантаження; в – місткість виходу готової бетонної суміші

Місткість барабана за завантаженням характеризує загальний об'єм матеріалів, що необхідні на одне замішування.

Місткість завантаження барабана бетонозмішувача складає 25–30% його геометричної місткості. При перемішуванні внаслідок заповнення дрібними частинками піску і цементу проміжків між більш крупними фракціями щебеню і гравію об'єм готової бетонної суміші буде менше об'єму завантажених складників.

Таблиця 4.1

Технологічні характеристики бетонозмішувачів гравітаційного змішування

Показник	СБ-101	СБ-116	СБ-30А	СБ-16В	СБ-91А	СБ-153
Об'єм завантаження матеріалів, л	100	100	250	500	750	1500
Продуктивність, м ³ /год	1,5	1,5	5,0	8,0	10,0	30,0

Таблиця 4.2

Технологічні характеристики бетонозмішувачів вимушеного змішування

Показник	СБ-141	СБ-146	СБ-138А	СБ-151	СБ-152
Об'єм завантаження матеріалів, л	375	750	1500	1500	1000
Число циклів роботи за 1 год	48	40	45	30	42

Між місткістю барабана за завантаженням і виходу готової бетонної суміші існує залежність

$$L_{вих} = L_{зав} \cdot k_{вих} \quad (4.5)$$

де $k_{вих} = \frac{1}{\frac{Ш}{\rho_{щ}} + \frac{П}{\rho_n} + \frac{Ц}{\rho_ц}}$ – коефіцієнт виходу бетонної суміші; Ш, П, Ц – маса доз щебеню, піску, цементу на 1 м³ бетону; $\rho_{щ}, \rho_n, \rho_ц$ – середня щільність щебеню, піску, цементу.

Дозування матеріалів виконують ваговим або об'ємним способами, при цьому цемент необхідно дозувати ваговим способом, а воду достатньо точно дозують об'ємним способом.

Необхідно на кожне замішування кількість матеріалів для заданого складу бетону визначають із таких співвідношень:

- при дозуванні ваговим способом

$$G_i' = G_i \frac{L_{зав}}{1000}; \quad (4.6)$$

- при об'ємному дозуванні

$$V_i' = V_i \frac{L_{зав}}{1000}, \quad (4.7)$$

де G_i', G_i – маса дози кожного із складників бетонної суміші (щебеню, піску, цементу) відповідно на одне замішування і на 1 м³ бетону; V_i', V_i – об'ємні дози кожного із складників бетонної суміші (щебеню, піску, цементу) відповідно на одне замішування і на 1 м³ бетону;

Продуктивність (м³/год) бетонозмішувача циклічної дії визначається за формулами

$$\Pi = \frac{L_{вих}}{1000} \cdot n \cdot k_{\epsilon}, \text{ або } \Pi = \frac{L_{зав} \cdot k_{вих}}{1000} \cdot n \cdot k_{\epsilon}, \quad (4.8)$$

де $L_{вих}, L_{зав}$ – відповідно об'єм виходу бетонної суміші і завантаження складників бетону у бетонозмішувач, л; n – кількість циклів приготування бетонної суміші за годину; $n = \frac{3600}{T_{\epsilon}}$, T_{ϵ} – тривалість одного циклу

приготування бетонної суміші, с; $T_{\epsilon} = t_3 + t_n + t_6$, t_3, t_n, t_6 – відповідно тривалість вантаження бетонозмішувача, перемішування складників і вивантаження бетонної суміші; $k_{\epsilon} = 0,8 \dots 0,85$ – коефіцієнт використання бетонозмішувача в часі.

Залежно від рельєфу місцевості і прийнятої технологічної схеми бетонозмішувальні установки можуть бути одно - і двоступеневими (рис. 4.19).

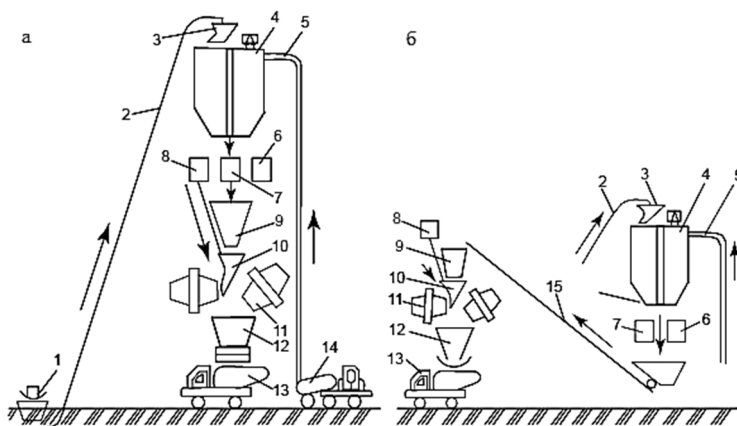


Рис. 4.19. Схеми компоновання бетонозмішувальних установок: а – баштова (одноступенева); б – двоступенева (партерна); 1 – конвеєр складу заповнювачів; 2 – конвеєр подавання заповнювачів у витратні бункери; 3, 9, 10 – поворотна направляюча, розподільна лійка; 4 – витратний бункер; 5 – труба пневмоподавання цементу; 6, 7, 8 – дозатори цементу, заповнювачів, води; 11 – бетонозмішувач; 12 – витратний бункер; 13 – автобетоновоз; 14 – автоцементовоз, 15 – скіповий підйомник, <https://iua.waykun.com/articles/betonzmishuvalni-ustanovki.php>

Бетонну суміш на бетонозмішувальних заводах виготовляють за баштовою (одноступеневою) технологічною схемою. При цьому всі її компоненти піднімають зразу на верхній поверх у витратні бункери, а потім під дією власної ваги опускають через дозатори у розподільну лійку, а із неї в бетонозмішувач. Готову суміш видають із витратного бункера в автотранспортні засоби.

На будівельному майданчику бетонну суміш готують за двоступеневою схемою (рис. 4.20). Спочатку заповнювачі подаються у витратні бункери, а потім опускаються вниз у візок-дозатор.

Дозовані складові вивантажують в скіповий підйомник і подають в бетонозмішувач, що розташований на другому поверсі. Після змішування компонентів готову суміш видають із витратного бункера в автотранспортні засоби.

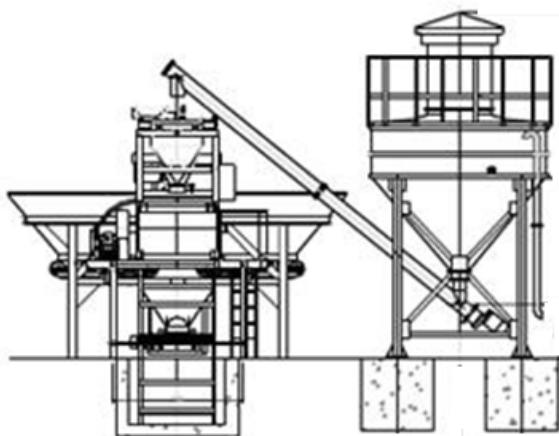


Рис. 4.20. Двоступенева бетонозмішувальна установка на будівельному майданчику

Залежно від потужності бетонного заводу і прийнятої кількості бетонозмішувачів останні можуть мати однорядну, дворядну або кушову схеми розташування (рис. 4.21).

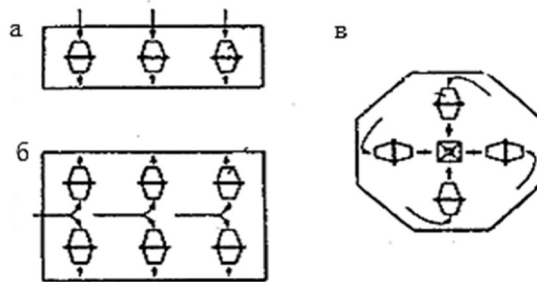


Рис. 4.21. Схеми горизонтального компонування обладнання бетонозмішувальних установок: а – однорядне розміщення бетонозмішувачів; б – двохрядне; в – кушове

Бетонну суміш готують відповідно до заданих показників на основі розрахунків і підібраного в лабораторії складу – марки бетону, жорсткості, рухомості бетонної суміші та зручності вкладання.

Розмір заповнювачів в бетонній суміші для армованих конструкцій не повинен перевищувати $2/3$ мінімальної відстані між стержнями арматури і $1/3$ мінімального розміру конструкції.

Тривалість перемішування залежить від виду бетонної суміші, її рухомості, типу змішувача і становить 50–240 с.

Транспортування бетонної суміші. Спосіб транспортування бетонної суміші від місця її приготування до місця вкладання залежить від часу початку твердіння цементу, відстані перевезення, обсягу робіт і висоти транспортування до робочого місця. Основні вимоги – збереження якості бетонної суміші; не допускати розшарування заповнювачів при перевезенні бетонної суміші; тривалість транспортування не повинна перевищувати термін початку твердіння бетону.

Якщо бетонна суміш подається на висоту і на будівельному майданчику наявні підймальні крани, то транспортувати бетонну суміш з заводу доцільно в спеціальних місткостях (баддях) на бортових автомобілях; розвантажують такі місткості через дно, що відкривається.

Для перевезення бетонної суміші на відстань 3–4 км звичайно застосовують автосамоскиди та автобетоновози (рис. 4.22, а; табл. 4.3).

Безтарне транспортування бетонної суміші самоскидами має великі переваги: більш повно використовується вантажопідйомність і не тратиться час на встановлення бадді в кузов і знімання її краном. Найбільш повно використовуються переваги автосамоскидів при вивантаженні бетонної суміші безпосередньо у блок бетонування.

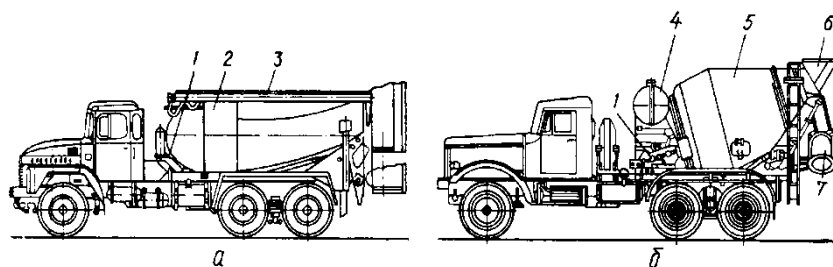


Рис. 4.22. Автомобілі для транспортування бетонної суміші: а – автобетоновоз; б – автобетонозмішувач; 1 – привід піднімання; 2 – кузов; 3 – кришка; 4 – бак для води; 5 – бетонозмішувальний барабан; 6 – лійка для завантаження; 7 – секційний лоток

Таблиця 4.3

Технічні характеристики автобетоновозів

Показник	СБ-113	СБ-113А	СБ-113М	СБ-124
Модель автомобільного шасі	ЗИЛ-130Д	ЗИЛ-130Д-1	МАЗ-504Г	КамАЗ-5511
Місткість кузова, м ³	1,6	2,2	1,6	1,6

Якщо об'єкти віддалені від заводу на відстані, для яких час перевезення бетонної суміші перевищує допустимий, то використовують автобетонозмішувачі (рис. 4.22, б, 4.23; табл. 4.4).



Рис. 4.23. Автобетонозмішувачі: а – на базі автомобіля; б – на базі самохідного шасі, <https://kievspecteh.com/catalog/avtobetonozmishuvach>; https://aleanda.com/product_cat/fiori-avtobetonozmishuvachi/

На заводі автобетонозмішувач завантажують у сухому вигляді складові частини бетонної суміші на один заміс (рис. 4.24).



Рис. 4.24. Схема бетонозмішувальної установки із вантаженням сухих компонентів у автобетонозмішувач, <https://karmel.com.ua/ua/pl485084410-mobilnaya-betonosmesitelnaya-ustanovka.html>

Перемішуються сухі компоненти бетонної суміші з додаванням води під час руху автобетонозмішувача упродовж 3–5 останніх хвилин.

Таблиця 4.4

Технічні характеристики авто бетонозмішувачів

Показник	СБ-69Б	СБ-92-1А	СБ-159 СБ-127	АМ-6Н 4218428 АМ-6Н
Модель автомобільного шасі	МАЗ-503	КамАЗ-5511	КамАЗ-5511	КрАЗ-2858
Місткість змішувального барабана по готовому продукту, м ³	2,5	4,0	6,0	6,0

Для вертикального переміщення бетонної суміші в баддях використовують підйомні крани різних типів: автомобільні, пневмоколісні, гусеничні, баштові.

Підйомні крани вибирають за необхідними вантажопідйомністю, вильотом стріли і висотою підйому гака. Для цього використовують кранові характеристики (рис. 4.25).

Вантажопідйомність крана (P) повинна відповідати масі бадді з бетонною сумішшю і такелажним обладнанням

$$P = G + Q + q, \quad (4.9)$$

де G , Q , q – відповідно маса бадді, бетонної суміші і такелажного обладнання.

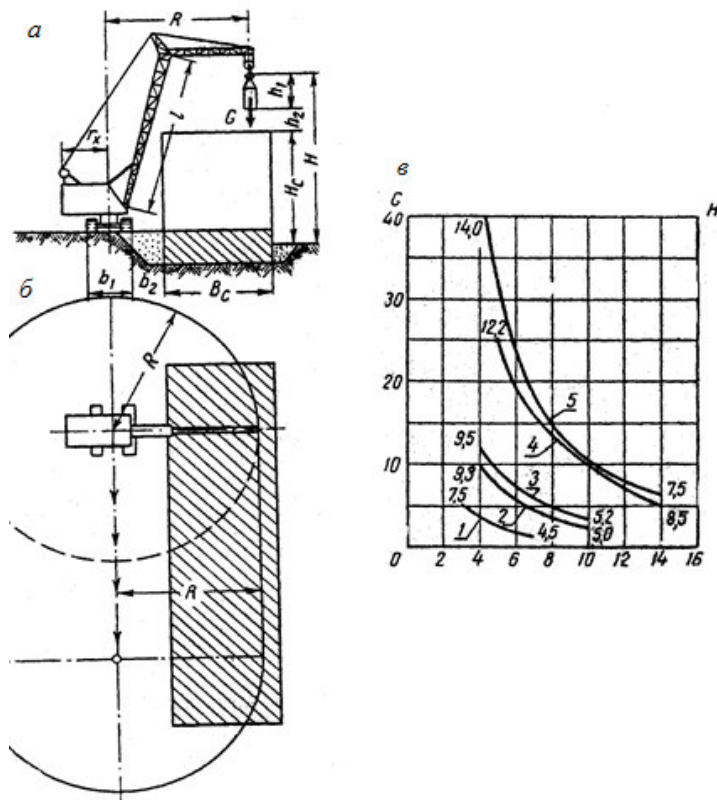


Рис. 4.25. Схема визначення параметрів підйомного крана для виконання бетонних робіт: *а* – визначення висоти підйому гака і вильоту стріли; *б* – визначення робочої зони крана; *в* – вантажні характеристики кранів

Необхідні виліт стріли (R) і висоту підйому гака (H) визначають за виразами

$$R = B_c + \frac{b_1}{2} + b_2, \quad (4.10)$$

$$H = H_c + h_1 + h_2, \quad (4.11)$$

де B_c – ширина смуги бетонування або всієї споруди; b_1 – ширина смуги, що зайнята ходовою частиною крана; b_2 – запас між краном і спорудою, який повинен враховувати конструкцію котловану, положення нахилу стріли крана, умовам безпеки виконання робіт; H_c – висота частини споруди, що бетонується і розміщена вище рівня стояння крана; h_1, h_2 – відповідно висота бадді (рис. 4.26) з такелажним обладнанням і запас над верхньою частиною споруди за умовами техніки безпеки.

Рис. 4.26. Бадді для бетонних сумішей: *а* – ківш-баддя (туфелька); *б* – конічна <https://www.a-profi.com.ua/product84-2>



Крім того у межах будівельного майданчика бетонну суміш до місць укладання транспортують: стрічковими конвеєрами; бетонопомпами; віброхоботами; віброжолобами чи віброкоритами.

Пересувні і переносні стрічкові конвеєри застосовують для розподілу бетонної суміші в блоки бетонування. Але вони вимагають частого переставляння.

Більш ефективним є **самохідний бетоноукладач** з телескопічним стрічковим конвеєром, який забезпечує бетонування в радіусі 3–20 м з повертанням стріли на 360° і подавання бетонної суміші на висоту 8 м або опускання її нижче рівня стояння машини з похилом до 10° (рис. 4.27).



Рис. 4.27. Самохідний бетоноукладач, <https://machineryline.ua/-/betonoukladachi--cl114?page=2>

При великих обсягах бетонування використовують бетонопомпні установки, що складаються із бетонопомпи, перевантажувальної естакади з приймальним бункером и бетоновозу із сталевих рознімних труб (рис. 4.28).



Рис. 4.28. Бетонопомпні установки: *а* – гібрид на платформі автобетонозмішувача; *б* – на шасі автомобіля; *в* – причіпна, <https://stroytexnika.com.ua/betononasos>; <https://hydrolider.com.ua/ua/p1286365067-betononasos-putzmeister-bsa.html>

Бетонопомпи сучасних моделей з гідравлічним приводом забезпечують подавання бетонної суміші на відстань до 400 м і на висоту до 100 м при продуктивності 10–60 м³/год.

Спосіб подавання бетонної суміші до місця укладання вибирають на основі техніко-економічного співставлення варіантів.

Укладання і ущільнення бетонної суміші. До початку вкладання бетонної суміші перевіряють якість виконання опалубки, її міцність і правильність встановлення арматури.

Опалубку перед розміщенням арматури очищають від сміття, а перед вкладанням бетонної суміші промивають напірним струменем води. Поверхні сталеві і пластмасові опалубки покривають агдезійним мастилом.

Основними способами укладання бетонної суміші є:

- кранами;
 - бетонопомпами і пневмонагнітачами;
 - бетоноукладачами;
 - за допомогою технологічного транспорту (автобетонозмішувачами)
- (рис. 4.29).

При подаванні бетонної суміші за схемою «кран – переносний бункер (баддя)» використовують стрілові крани.

Автомобільні крани рекомендується використовувати на невеликих об'єктах бетонних і залізобетонних робіт.

Стрілові крани на гусеничному ході можуть бути використані на об'єктах задовільної конфігурації шириною до 30 м і висотою до 20 м.



Рис. 4.29. Укладання бетонної суміші: *а* – краном; *б* – бетонопомпою; *в* – автобетонозмішувачем, <https://ukraine-standart.com.ua/news/shhitovaya-opalubka-idealnoe-reshenie-dlya-stroitelstva-prochnyh-sten.html>

При подаванні бетонної суміші за схемою «кран – переносний бункер (баддя)» використовують стрілові крани.

Автомобільні крани рекомендується використовувати на невеликих об'єктах бетонних і залізобетонних робіт.

Стрілові крани на гусеничному ході можуть бути використані на об'єктах задовільної конфігурації шириною до 30 м і висотою до 20 м.

Укладають бетонну суміш так, щоб виключити її розшарування; висота вільного скидання не повинна перевищувати 2 м. Будівельними нормами обмежується висота безперервного бетонування: для колон 5 м, для стін і перегородок – 3 м.

Технологія укладання бетонної суміші залежить від виду, розмірів та положення конструкцій, кліматичних умов, устаткування, енергетичних ресурсів, властивостей суміші.

Укладають бетонну суміш безперервно на весь об'єм конструкції чи в межах окремих ділянок (блоків, ярусів).

Залежно від розмірів блоку бетонування, використаних ущільнюючих засобів можуть застосовуватися такі способи вкладання бетонної суміші: горизонтальними шарами, нахиленими шарами і ступенями (рис. 4.30).



Рис. 4.30. Схеми бетонування конструкцій: *а* – горизонтальними шарами; *б* – нахиленими шарами; *в* – ступенями; *H* – висота блоку бетонування; *1* – шар бетонної суміші, що вкладається; *2* – шар попередньо вкладеного бетону

Для забезпечення монолітності конструкції верхній шар бетонної суміші вкладають до початку схоплювання нижнього шару.

Товщина горизонтальних шарів залежить в основному від засобів ущільнення. Так, при використанні ручних вібраторів товщина шару не повинна перевищувати 1,25 довжини її робочої частини.

Масивні споруди розділяють на блоки бетонування, що спричиняється необхідністю попередження виникнення усадочних тріщин та обмеження площі бетонування залежно від виробітку бетоноукладальних механізмів та часу зчеплення цементу. Розміри та місцезположення блоків встановлюють з урахуванням конструктивного вирішення масиву та його армування.

Найбільший об'єм блоку визначається умовами укладання та твердіння бетону за виразом

$$V_{max} = F_{max} \times H_{max}, \quad (4.12)$$

де F_{max} і H_{max} – максимально допустима площа і висота будівельного блоку бетонування.

Висота блоку бетонування обмежується конструкцією опалубки і приймається на практиці 3–6 м.

Головною умовою при визначенні максимальної площі будівельного блоку є термін вкладання наступного шару до початку схоплювання бетонної суміші у раніше вкладеному нижче лежачому шарі:

$$F_{\max} = \frac{P_c(t_{cx} - t_{mp} - t_{вк})\kappa_3}{h_{ш}}, \quad (4.13)$$

де P_c – годинна інтенсивність вкладання бетонної суміші, м³/год; t_{cx} – час від моменту подачі води при приготуванні бетонної суміші до початку її схоплювання, год; t_{mp} – час транспортування бетонної суміші, год; $t_{вк}$ – час вкладання бетонної суміші, год; κ_3 – коефіцієнт запасу на організаційні втрати часу при транспортуванні і вкладанні бетонної суміші, 0,8; $h_{ш}$ – товщина шару вкладання бетону, залежить від спроможності ущільнюючих засобів, м.

При відомій площі блоку бетонування призначається його довжина і ширина.

Ущільнення бетонної суміші забезпечує щільність і однорідність бетону і, як наслідок, його міцність і довговічність. Як правило, бетонну суміш ущільнюють вібруванням упродовж 30–100 с. Під дією вібрації суміш розріджується, з неї виділяється повітря; при цьому опалубна форма щільно заповнюється. Для ущільнення бетонної суміші використовують вібратори трьох типів: внутрішні (глибинні), поверхневі і зовнішні (рис. 4.31).

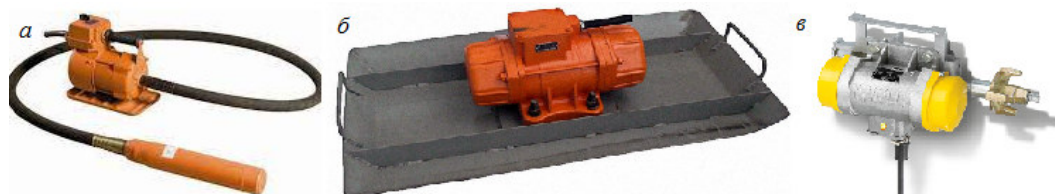


Рис. 4.31. Вібратори для ущільнення бетонної суміші: а – глибинний, б – поверхневий; в – зовнішній, https://kwitka.ua/budiwelne-obladnanya/vibratory_hlibinni/; <https://storgom.ua/ua/product/externalvibratorar26-060-2.html>

Внутрішні вібратори застосовують при бетонуванні різноманітних конструкцій, ручні – при невеликих розмірах конструкцій, пакети вібраторів при бетонуванні масивних конструкцій.

Поверхневі вібратори використовують при бетонуванні плит покриття, підлог, доріг. Зовнішні вібратори застосовують при бетонуванні густо армованих тонкостінних конструкцій.

Для забезпечення однорідності ущільнення бетону і, як наслідок, його міцності і довговічності, ущільнення бетонної суміші необхідно виконувати з перекриттям зон (рис. 4.32).

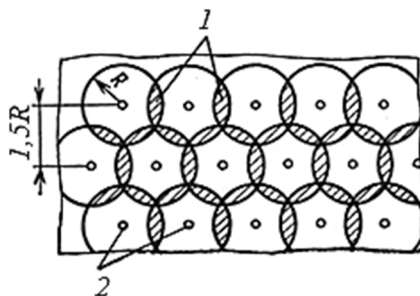


Рис. 4.32. Схема перекриття зон ущільнення бетонної суміші: 1 – перекриття робочих зон глибинного вібратора; 2 – точка занурення вібратора в бетонну суміш

Зовнішня ознака достатнього ущільнення бетонної суміші – це відсутність її осідання і поява цементного молока.

При з'єднанні свіжих шарів бетону, потрібно занурювати вібратор з діаметром не менше 100 мм в попередній шар. Таким чином отримується міцна зв'язка між різними шарами бетону, при цьому поява тріщин, руйнування структури бетону практично виключено.

Для ефективної обробки бетонної суміші використовують метод вакуумування, який дозволяє видалити з укладеної та ущільненої вібрацією суміші 10–20% надлишкової води, що значно поліпшує фізико-механічні властивості бетону, а саме: бетон досягає відразу після вакуумування міцності 0,3–0,5 МПа, це достатньо для розпалубки вертикальної поверхні, прискорюється твердіння бетону, зменшуються деформації усадки, підвищується морозостійкість.

Вакуумування виконують за допомогою вакуум-установки, яка створює розрідження повітря, та поверхневих чи внутрішніх засобів вакуумування. При вакуумуванні тонкостінних конструкцій використовують вакуум-щити опалубки, масивних конструкцій – вакуум-трубки, плит перекриття та підлог – вакуум-мати.

Догляд бетону полягає в заходах, що забезпечують необхідну вологість і додатну температуру твердіння, захист від ударів і струсів. Для досягнення необхідної вологості бетону в жарку і вітряну погоду відкриту його поверхню не пізніше ніж через 2–3 години після вкладання суміші вкривають мішковиною або шаром тирси, що постійно змочуються водою.

У вертикально бетонованих поверхнях необхідний вологісний режим підтримують, поливаючи поверхню бетону і опалубки.

Тривалість підтримання вологісного режиму залежить від виду цементу і температури довкілля; для бетонів на портландцементі – не менше ніж 7 діб, на глиноземному цементі – не менше від 3 діб, для бетонів на інших цементах – не менше як 14 діб. Недостатній вологісний режим викликає появу тріщин. Якщо температура повітря нижча за +5° С, поливання бетону не допускається. Забороняється поливання кислотостійкого бетону. Цей бетон твердіє в повітряно-сухих умовах за температур не нижчих, ніж +10° С упродовж 20 діб.

Розбирання опалубки допускається тільки після досягнення бетоном такої міцності, за якої бетонні поверхні та грані кутів не будуть пошкоджуватись.

Виконання бетонних робіт в зимову пору року. Якщо температури близькі і нижчі за 0°C , твердіння бетону сповільнюється, а під час його замерзання повністю припиняється. Багаторазове заморожування бетону на початку твердіння значно знижує його міцність. До моменту замерзання міцність бетону повинна бути не меншою за 50% від його проектної міцності, але не нижчою, ніж 5 МПа.

Основна вимога до бетонування взимку – створення такого температурно-вологісного режиму твердіння, за якого бетон до початку його замерзання набуває потрібної міцності.

Існують різні способи захисту бетону від замерзання і підтримання додаткової температури при його твердінні: спосіб термоса, паропрогрівання, електропрогрівання тощо. У всіх способах бетонну суміш готують із нагрітих наповнювачів і води для одержання суміші з температурою $25\text{--}45^{\circ}\text{C}$.

У способі термоса додатна температура бетону, що вкладений в утеплену опалубку, забезпечується не тільки за рахунок теплоти суміші, а також за рахунок тепла, що виділяється цементом в процесі його твердіння. Спосіб термоса рекомендується для використання при бетонуванні масивних конструкцій.

За способом паропрогрівання опалубку роблять двошаровою і в проміжок між шарами впускають пару. Температура прогрітого бетону повинна бути в межах $60\text{--}95^{\circ}\text{C}$, при якій бетон через 48 годин набуває 70% проектної міцності.

У способі електропрогрівання використовують теплоту, що виділяється в бетоні при проходженні через нього електричного струму.

Найбільш поширеним є електродне прогрівання. При електродному прогріванні через свіжо-вкладений бетон пропускають змінний струм напругою 50–110 В, в результаті чого бетон нагрівається і упродовж 1,5–2 діб набирає міцність, достатню для знімання опалубки. Для електропрогрівання використовують металеві стрижні або пластинчаті електроди, які заглиблюють у свіжо-вкладений бетон, при чому вони не повинні дотикатись до арматури.

4.5. Контроль якості бетонних робіт

Під час зведення бетонних і залізобетонних конструкцій необхідно здійснювати контроль на всіх стадіях. Недотримання правил виконання робіт може викликати ряд дефектів, а саме: напливи, здування, оголення арматури, утворення порожнин, тріщин тощо.

За якість готової бетонної суміші відповідає завод, що її виготовляє. Бетонна суміш, що надходить з заводу, повинна супроводжуватись накладною, в якій вказується марка бетону, рухомість суміші і час її відправлення з заводу.

Приймаючи на об'єкті бетонну суміш, вона перевіряється на недопустимість розшарування складових частин і зміни рухомості, а також на дотримання допустимого часу перевезення.

Перед бетонуванням перевіряється правильність встановлення опалубки та кріплень, закладних деталей, жорсткість і незмінність всієї системи загалом, наявність мастила на внутрішніх поверхнях опалубки.

При контролюванні арматурних робіт, які відносяться до схованих, перевіряється відповідність змонтованої арматури до робочих креслень і відхилень згідно з чинними будівельними нормами. Допустимі відхилення від проектної товщини захисного покриття: якщо товщина захисного шару до 15 мм – 3 мм; при товщині захисного шару більше за 15 мм – 5 мм.

Якість вкладеного бетону оцінюють за результатами випробувань на міцність, а в спеціальних конструкціях – на водонепроникність і морозостійкість. Вкладаючи бетонну суміш, необхідно дотримуватись таких вимог: швидкість наповнення опалубки повинна відповідати її міцності і жорсткості; в жарку сонячну погоду бетон необхідно захищати від висихання, взимку – від промерзання, під час дощу – від розмивання водою.

При бетонуванні в зимових умовах проводять спостереження за температурою бетонної суміші в момент її укладання і під час твердіння 2–3 рази на добу.

Якість бетону перевіряється неруйнівними механічними або фізичними методами випробувань.

При виконанні бетонних робіт ведеться спеціальний журнал, до якого кожної зміни заносять такі дані: дату укладання бетонної суміші, марку бетону, кількість вкладеного бетону, умови виконання робіт (температура повітря, наявність опадів), результати випробувань контрольних кубиків, дату розбирання опалубки.

4.6. Заходи з охорони праці при виконанні бетонних робіт

При виконанні бетонних робіт необхідно дотримуватись правил, викладених в державних нормативних документах – ДБН А.3.2-2-2009 (НПАОП 45.2-7.02-12) Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві.

При виконанні опалубних, арматурних, бетонних робіт і робіт з розпалублення необхідно стежити за кріпленням риштувань, їхньою сталістю, правильним улаштуванням настилу, драбин, огороження.

Опалубка і конструкції, що її підтримують, повинні бути виготовлені згідно з проектом. Доріжки і естакади, якими підвозять бетонну суміш, повинні мати суцільний настил завширшки не менше 1,2 м з бортовою дошкою, висота якої 0,15 м, і поруччям.

При подачі бетонної суміші кранами повинні бути позначені небезпечні зони з заборорою виконання в них інших робіт (рис. 4.33).



Рис. 4.33. Схема небезпечної зони вантажного крана

При вивантаженні бетонної суміші із бадді відстань між вихідним отвором і площиною вкладання не повинна перевищувати 1,0 м.

Під час ущільнення бетонної суміші електровібраторами, а також при електропрогріванні бетону, необхідно передбачати заходи від ураження електричним струмом: корпуси вібраторів повинні бути заземлені, робітники, які працюють з ними, повинні бути в гумовому взутті; зону виконання робіт з електропрогріванням огорожують, встановлюють попереджувальні написи і вмикають червону сигнальну лампу. При застосуванні паропрогрівання бетону паропроводи повинні бути теплоізольовані.

Очищення або ремонт бетонозмішувачів, бетононасосів та іншого устаткування допускається тільки відключених від електричної мережі та за наявності на вимикачі таблички «Не вмикати, працюють люди».

Усі роботи, що пов'язані з обслуговуванням електричного інструменту, зварювальних установок, електропрогріванням і підключенням електродвигунів будівельних машин, повинні виконуватись електриком. До виконання зварювальних робіт допускаються робітники, які мають відповідну кваліфікацію і дозвіл на ці роботи.

Контрольні запитання і завдання

1. Дайте визначення бетону і характеристику його складових.
2. Назвіть структуру виробничих процесів при виконанні бетонних та залізобетонних робіт.
3. Якими значеннями характеризується міцність, водонепроникність та морозостійкість бетону?
4. Від яких показників залежить водоцементне співвідношення бетонної суміші?
5. За якими формулами визначається кількість цементу, піску та щебеню на 1 м³ бетону?
6. Якими технологічними процесами характеризується влаштування бетонних та залізобетонних конструкцій?
7. Як розміщується арматура в залізобетонних конструкціях?

8. Як класифікують опалубку за матеріалом та технологією виготовлення, конструктивними особливостями, кількістю циклів використання?

9. Як класифікується арматура за призначенням, способом встановлення?

10. З яких робочих процесів складаються арматурні роботи?

11. З яких технологічних операцій складається процес приготування бетонної суміші?

12. Як класифікуються бетонозмішувачі за способом змішування?

13. Як класифікуються бетонозмішувальні установки за технологічною схемою?

14. Які схеми розміщення бетонозмішувачів використовуються на бетонних заводах?

15. Яким показникам повинна відповідати бетонна суміш?

16. Яким показником обмежується тривалість транспортування бетонної суміші?

17. Які застосовуються способи подачі бетонної суміші до місця виконання робіт?

18. За якими параметрами вибирається підйомний кран для виконання бетонних робіт?

19. Яка найбільша висота вільного падіння бетонної суміші?

20. Яким параметром обмежується товщина шару вкладання бетонної суміші?

21. В чому полягає догляд бетону?

22. Які найчастіше використовують способи захисту бетону від замерзання?

23. Назвіть робочі процеси і операції, які підлягають контролю при виконанні бетонних робіт.

24. Назвіть заходи з охорони праці при виконанні бетонних робіт.

5. КАМ'ЯНІ РОБОТИ

5.1. Загальні відомості

Кам'яні роботи – це складний будівельний процес, у якому провідною є кладка з природних або штучних каменів несучих і огорожуючих конструкцій будівель і споруд. Кладку виконують на будівельному розчині вручну чи за допомогою підйомних кранів з дотриманням відповідних правил розрізування.

Різновиди каменів, що використовуються у будівництві, визначають вид кладки.

Цегляну кладку із звичайної глиняної чи силікатної цегли застосовують при зведенні стін, простінків, стовпів, перемичок, арок і сволоків, перегородок (рис. 5.1).



Рис. 5. 1. Види цегли та цегляна кладка: а – рядова повнотіла цегла; б, в – порожнєтїла облицювальна; д – різні види цегли; е – цегляна кладка, <https://www.pngwing.com/uk/free-png-iuduw> , <https://atlant-shop.com.ua/uk/all-records-uk/kladka-kirpicha-uk>

Цегла має стандартні габарити: 250x120x65 мм. Також існують деякі похідні від цього стандарту:

250x120x88 мм (полуторна цегла);

250x120x140 мм (подвійна цегла).

Залежно від матеріалу, який лежить в основі виробу, цегла ділиться на: керамічну; силікатну.

Дрібноблочна кладка виконується із штучного і природного каменю правильної форми (керамічних, бетонних і шлакобетонних, гіпсових, силікатних і каменів із вапняків, черепашнику і туфів, маса яких (до 16 кг) дозволяє укладання їх вручну при зведенні стін, простінків, стовпів і перегородок (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Дрібноблочна кладка: а – форми блоків; б – кладка блоків, <https://kontrakty.ua/article/224269>

Тесова кладка – це кладка із природних каменів, яким надана правильна форма, призначена для зведення і облицювання фундаментів та монументальних будівель і споруд (рис. 5.3).

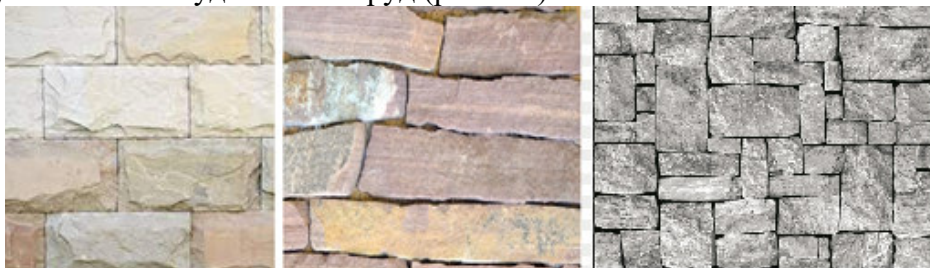


Рис. 5.3. Тесова кладка із природних каменів,
<https://karat.vn.ua/category/oblyczyvalnyj-kamin/>

Кладку виконують тільки горизонтальними рядами. Камені, що вклені довгим боком – ложком – вздовж стіни, створюють ложковий ряд, коротким боком – поперечником – тичковий ряд, а відносно до фасаду будівлі – зовнішню і внутрішню версти (рис. 5.4).



Рис. 5.4. Цегляна кладка: *а* – найменування граней цеглини; *б* – види рядів кладки; *в* – елементи цегляної кладки,

<https://pp-budpostach.com.ua/ua/a226540-perevyazka-tseglyanoyi-kladki.html>

Заповнення між верстами зветься забуткою. Нижня грань каменю, що передає зусилля, і верхня, що їх сприймає, називаються постелями; щілина між каменями, яку заповнюють розчином, називається швом.

Шви бувають горизонтальними і вертикальними. Форма шва залежить від подальшого упорядкування поверхні кам'яних конструкцій. Під штукатурку та облицювання кладку ведуть з незаповненими швами (глибина незаповненого шва 10–15 мм). Якщо кладку ведуть під розшивання з наданням швам відповідної форми, то щілину між каменями цілком заповнюють розчином.

Достатня міцність і стійкість кладки забезпечується послідовністю розміщення цеглин в рядах і чергуванням горизонтальних рядів, тобто певною системою перев'язування вертикальних швів.

Найросповсюдженими видами перев'язування швів є: для стін і простінків – однорядне і багаторядне, для стовпів і простінків, ширина яких до 1 м – трирядне.

У однорядній кладці вертикальні шви кожного ряду перекриваються цеглинами вище лежачого ряду. Якщо тичкові і ложкові ряди чередуються рівномірно, однорядну кладку називають ланцюговою. Ланцюгова кладка має повну перев'язку всіх вертикальних швів (рис. 5.5).

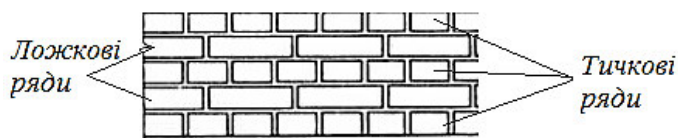


Рис. 5.5. Схема ланцюгової кладки

У багаторядній системі кладки декілька ложкових рядів перекривають одним тичковим. Для зведення стін використовують п'ятирядну кладку, у якій п'ять ложкових рядів перекриваються одним тичковим (рис. 5.6).

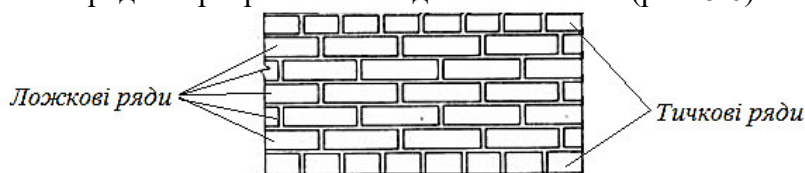


Рис. 5.6. Схема п'ятирядної кладки

При цьому вертикальні поперечні шви перекриваються вище лежачими цеглинами в кожному ряду, а поздовжні – тільки через п'ять рядів.

Для перев'язування поперечних вертикальних швів кладку кожного ряду зміщують на $\frac{1}{4}$ або $\frac{1}{2}$ цеглини (рис. 5.7).

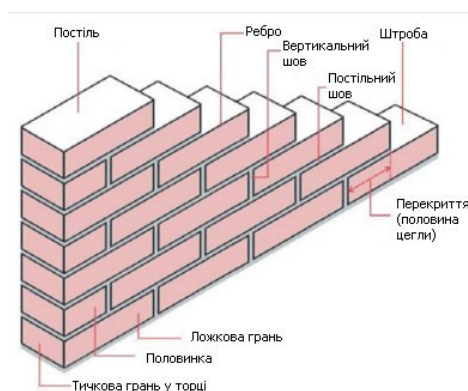


Рис. 5.7. Схема перев'язування поперечних вертикальних швів,
<https://uk.wikipedia.org/wiki/>

Цегла у попередньому ряду повинна перекриватися цеглою наступного ряду як уздовж стіни, так і поперек, що дає можливість рівномірно розподілити усі навантаження, у тому числі і власну вагу стіни, по товщині й висоті стіни до фундаменту.

Правила розрізування кам'яної кладки. Монолітність та несуча здатність кладки забезпечується дотриманням певних правил розрізування,

а саме: певним розміщенням рядів кладки, розподілом їх на окремі камені та розміщенням вертикальних швів у суміжних рядах (рис. 5.8).

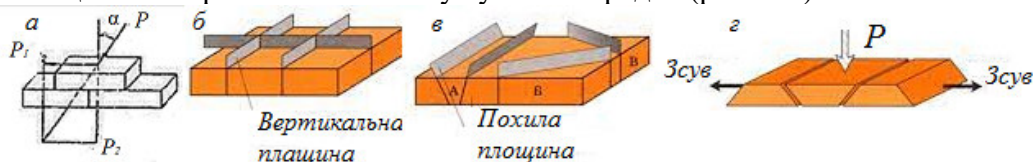


Рис. 5.8. Схема розрізування кам'яної кладки: а – дія похилої сили на кладку; б – правильне розташування площин розрізування; в – неправильне розташування; г – розклинення ряду, <https://msd.com.ua/tehnologiya-budivnictva/tehnologiya-kam-yanoji-kadki/>

Перше правило розрізування вимагає, щоб постелі каменів, що укладені в ряди, були перпендикулярні до сил, що діють на них, або сприймали зусилля, спрямовані під таким кутом, який запобігав би зсуву каменів (не більше 15–17°).

Друге правило розрізування передбачає, щоб кожний ряд кладки поділявся на окремі камені системою вертикальних площин, одні з яких перпендикулярні верстовим рядам кладки, а другі – їм паралельні. Невиконання цього правила може призвести до розклинення рядів.

Третє правило розрізування передбачає перев'язку вертикальних швів, що виключає накладання у суміжних рядах кладки поперечних і поздовжніх швів (рис. 5.9).



Рис. 5.9. Види перев'язки вертикальних швів цегляної кладки: а – $\frac{1}{2}$ цеглини; б, в – $\frac{1}{4}$ цеглини

Розчини для кам'яної кладки. Кам'яну кладку виконують на будівельному розчині. За видом в'язучого розчини бувають простими цементними або вапняними і складними – цементно-вапняними, цементно-глиняними.

На цементних розчинах зводять підземні і наземні конструкції, що несуть великі навантаження і працюють у вологих умовах.

Вапняні розчини застосовують при кладці конструкцій, які працюють в сухих умовах і несуть незначні навантаження.

Цементно-вапняні, цементно-глиняні розчини використовують при кладці конструкцій, що працюють в сухих і вологих умовах. За нормальних умов застосовують розчини марок М4, М10, М25, М50, М75, М100, М150, М200 та М300 з рухливістю 4–6 см для бутової кладки і 9–13 см для кладки із цегли та інших каменів. Розчини М4 та М10 виготовляють переважно з вапна.

Марку розчинів за міцністю визначають на зразках – кубиках довжиною ребра 70,7 мм або балочках розмірами 40х40х160 мм через 28 діб твердіння.

Склад будівельних розчинів підбирають за таблицями або розрахунком залежно від умов їх застосування, але в обох випадках уточнюють експериментальним шляхом стосовно до конкретних матеріалів.

Розчини готують на центральних розчинних вузлах або в розчинних мішалках безпосередньо на будівельному майданчику (рис. 5.10).



Рис. 5.10. Розчиномішалка міксерна, <https://www.motoblok.biz/ua/catalog/14323/mikseri-eibenstock/54576/ustanovka-mikserna-eibenstock-automix-1801.html>

При приготуванні і використанні розчинів у зимовий період застосовують протиморозні добавки – нітрит натрію, поташ, нітрит кальцію, хлорид натрію і кальцію, а також деякі інші солі.

Інструменти і пристрої для кам'яної кладки. При виконанні виробничих операцій користуються такими інструментами: розчинною лопатою перемішують розчин у ящику і подають його на стіну; комбінованою кельмою розрівнюють і підрізують розчин; молотком-кирочкою обрубують і стесують цеглу; розшивками надають швам відповідної форми (рис. 5.11).



Рис. 5.11. Інструмент для кам'яної кладки: *а* – комбінована кельма; *б* – молоток-кирочка; *в* – розшивка; *г* – шнур; *д* – льон мулярський; *е* – водяний рівень; *є* – будівельний рівень, <https://trivita.ua/ua/blog/kakie-sushhestvujut-vidy-kladki-i-perevjazki-kirpicha-a-141>

Під час контрольно-вимірювальних операцій використовують такі інструменти і пристрої: рулетку і стальний метр, шнур-причалку, гнучкий водяний рівень, будівельний рівень завдовжки 500 чи 700 мм, льон мулярський (рис. 5.12).

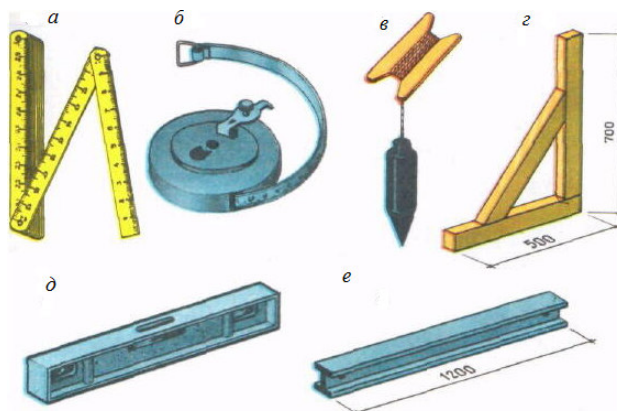


Рис. 5.12. Контрольно-вимірювальні інструменти для кам'яної кладки: *a* – стальний метр; *б* – рулетка; *в* – льон мулярський; *з* – кутник; *д* – будівельний рівень; *е* – правило, <https://vseosvita.ua/lesson/kontrolna-robota-1-z-tekhnologii-kamianikh-robot-z-temy-kladka-prostykh-stin-z-tsehly-ta-dribnykh-blokiv-483019.html>

5.2. Технологічні процеси виконання кам'яних робіт

Цеглу для перевезення вкладають на піддони «в ялинку» або рядами (рис. 5.13).

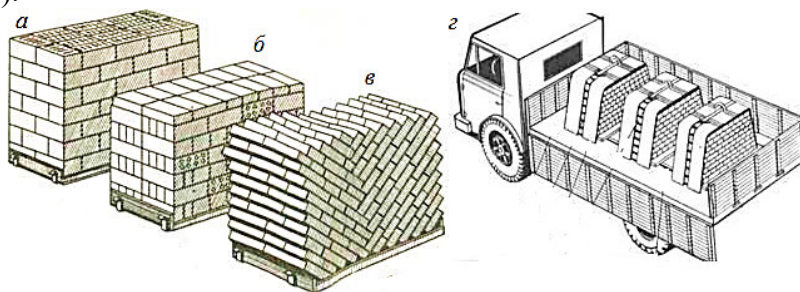


Рис. 5.13. Схеми укладання цегли на піддони з перев'язкою та перевезення: *a*, *б* – перехресною, *в* – «в ялинку»; *з* – укладання пакетів силікатної цегли в кузові, <https://iua.waykun.com/articles/transportuvannja-skladuvannja-podacha-j-rozkladka.php>

Пакетне перевезення цегли дає змогу: механізувати завантажувально-розвантажувальні роботи; ліквідувати бій цегли під час перевантаження; скоротити простоювання транспорту; зменшити кількість робітників на транспортних операціях.

Розчин доставляють на об'єкт будівництва в автосамоскидах або в авторозчиновозах. Там його перевантажують в бункер, спеціальні місткості або ящики, які краном подають на робоче місце.

Для забезпечення безперервної роботи мулярів об'єкт ділять на захватки, а захватки – на ділянки. Працюючи за захватковою системою, на одній захватці виконують кладку, а на іншій – вкладають плити чи встановлюють риштування. Муляри з одного рівня не можуть вкласти стіну на всю висоту, тому кладку стін виконують ярусами; якщо висота поверху 3–3,3 м – трьома

ярусами, висота яких 1–1,5 м. Тривалість кладки кожного ярусу на захватці приймають 1–2 робочі зміни.

Найкращої організації праці мулярів досягають, ділячи кладку на ряд операцій, кожен з яких, залежно від її складності, здійснює муляр відповідної кваліфікації.

Муляр вищої кваліфікації виконує основні, найвідповідальніші операції: кладку верстових рядів, поєднання стін, перевірку правильності кладки.

Муляр нижчої кваліфікації перелопачує розчин у ящику, подає розчин і цеглу на стіну, кладе забуток. В зв'язку з цим цегляну кладку виконують ланками з 2–3 чоловік (рис. 5.14).



Рис. 5.14. Схема організації праці мулярів

Для подавання і розстилання розчину на стіні користуються розчинною лопатою (рис. 5.15).

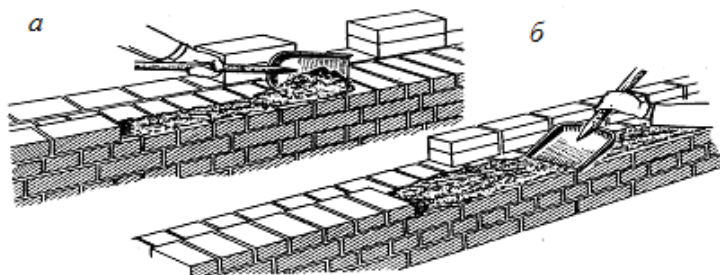


Рис. 5.15. Вкладання і розстилання розчину: а – ложкового ряду; б – тичкового ряду

У міру збільшення висоти кладки доводиться переміщувати робоче місце муляра на вищий рівень. Для цього застосовують риштування різних типів: стійкові, трубчасті, інвентарно- і шарнірно-блокові, панельні (рис. 5.16).

Цеглу вкладають трьома основними способами: **«вприсик»**, **«вприсик з підрізанням»** і **«впритиск»**.

Спосіб **«вприсик»** застосовують переважно для кладки порожньошовних стін (рис. 5.17).

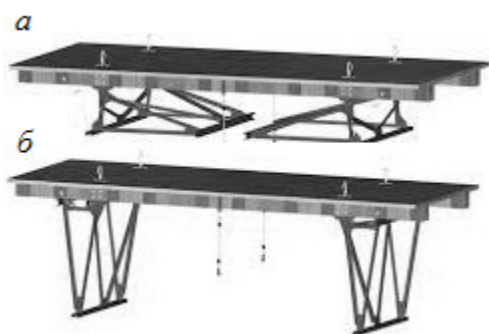


Рис. 5.16. Інвентарні шарнірно-панельні помости: *а* – для кладки першого ярусу; *б* – для кладки другого ярусу

Розчин розстеляють шаром завтовшки 2–2,5 см, не доходячи до краю стіни на 2–3 см. Ширина шару розчину для тичкового ряду 22–23 см, а для ложкового – 9–10 см. Способом «вприсик» цеглу вкладають без кельми. Муляр, тримаючи цеглину в руці під кутом до постелі, рухає нею в напрямку вже вкладки цеглини, захоплюючи частину розчину на відстані 6–7 см від раніше вкладки цегли. Цеглу вкладають натиснувши рукою.

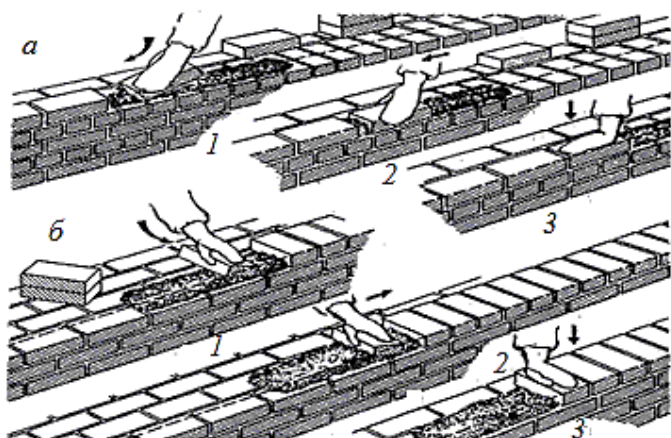


Рис. 5.17. Кладка цегли способом вприсик: *а* – ложкового ряду; *б* – тичкового ряду (цифрами показана послідовність операцій)

Способом «*вприсик з підрізанням*» кладку ведуть за необхідності повного заповнення швів розчином з наступним їх розширенням (рис. 5.18). Цеглу вкладають аналогічно, як у способі «вприсик», а розчин, що витісняється на лицеву поверхню стіни, підрізають кельмою.

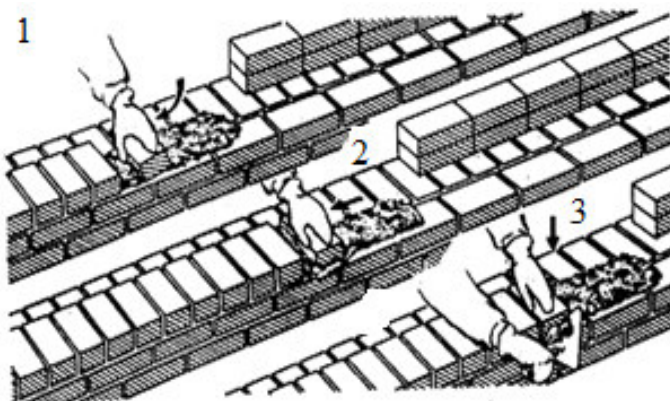


Рис. 5.18. Кладка тичкового ряду цегли способом впритиск з підрізанням (цифрами показана послідовність операцій)

Під час кладки способом «*впритиск*» розчин на постелі розстеляють шаром висотою 2,5–3 см і шириною 21–22 см під тичковий ряд, 8–9 см – під ложковий (рис. 5.19).

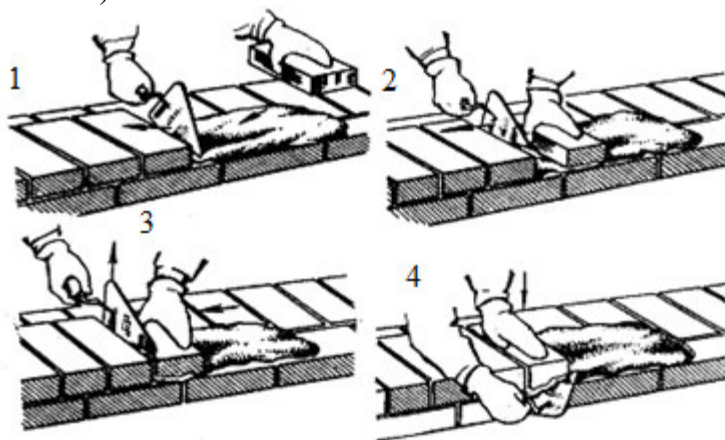


Рис. 5.19. Кладка тичкового ряду цегли способом впритиск з підрізанням (цифрами показана послідовність операцій)

Вкладаючи цеглу, муляр зрізує з постелі частину розчину, наносить його на грань раніше вкленої цегли, затискає його новою цеглиною, поступово віднімаючи кельму. Рівномірного обтискання горизонтальної постелі досягають, вкладаючи цеглини до рівня причального шнурка. Витіснений розчин зрізують кельмою. Горизонтальні та вертикальні шви повністю заповнюються розчином.

Способом «*напівприсик*» виконують кладку забутки після укладених цеглин у зовнішню і внутрішню версти (рис. 5.20).

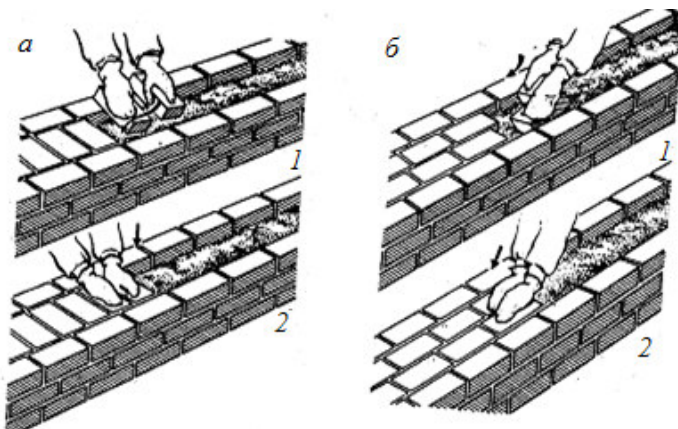


Рис. 5.20. Кладка забутки способом напівприсик (цифрами показана послідовність операцій): *а* – тичками; *б* – ложками

Залежно від конструктивних, експлуатаційних особливостей несучих і огорожуючи конструкцій будівель і споруд розглядають суцільну полегшену кладку і кладку з облицюванням.

Суцільну неармовану цегляну кладку застосовують при зведенні стін, простінків і стовпів, перегородок, при влаштуванні перемичок і карнизів.

Товщину стін вибирають кратною половині довжини цеглини – 0,5, 1,5, 2, 2,5, 3 цеглини (рис. 5.21).

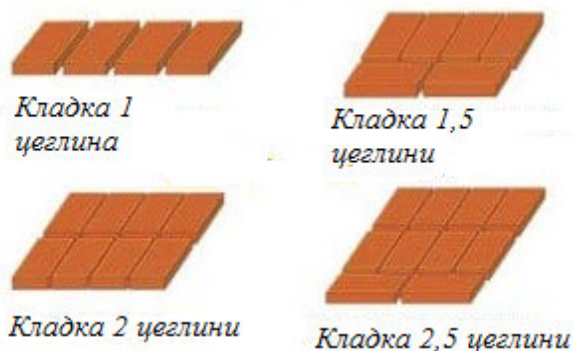


Рис. 5.21. Види кладки за кількістю цегли в ряді,

<https://remontu.com.ua/ceglyana-kladka-osoblivosti-stvorenniya-i-cina-pitannya>

Середня товщина горизонтальних швів 12 мм, вертикальних – 10 мм. Для забезпечення монолітності кладки передбачають перев'язку поперечних і поздовжніх вертикальних швів за одно- чи багаторядною системою.

При кладці **суцільних цегляних стін** за однорядною системою перев'язування кожний вертикальний шов нижнього тичкового ряду повинен перекриватися цеглинами верхнього ложкового ряду. Для цього цеглини тичкових і ложкових рядів зміщують у повздовжньому напрямі на $\frac{1}{4}$ цеглини. При кладці стін за багаторядною системою перев'язки вертикальні поперечні шви у суміжних ложкових рядах зміщують на $\frac{1}{2}$ цеглини, а у тичкових – на $\frac{1}{4}$ цеглини.

Простінки і стовпи кладуть за трирядною системою перев'язки, при якій допускається збіг поперечних вертикальних швів у трьох суміжних рядах кладки. Ці шви перекривають цеглою кожного четвертого тичкового ряду.

Суцільна армована цегляна кладка застосовується у разі необхідності підвищення несучої здатності цегляних стін шляхом армування вертикальних і горизонтальних швів. Армування може бути поперечним і поздовжнім.

Для **поперечного армування** використовують сітки прямокутної форми з діаметром стержнів 3–5 мм, або сіток типу «зигзаг» з діаметром арматури до 8 мм (рис. 5.22). Відстань між стержнями сіток повинна бути не більше 120 мм і не менше 30 мм.

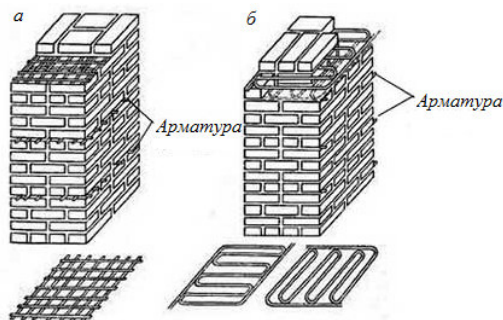


Рис. 5.22. Схема армування цегляної кладки сітками: *а* – прямокутної форми; *б* – зигзагоподібної форми,

<https://blokbud.lviv.ua/blog/armuvannja-tseglanili-kladku/>

Повздовжнє армування гнучких і позacentровано стиснутих конструктивних елементів – стовпів, простінків, перегородок, що сприймають розтягуючі зусилля – здійснюють окремими стержнями або каркасами (рис. 5.23).

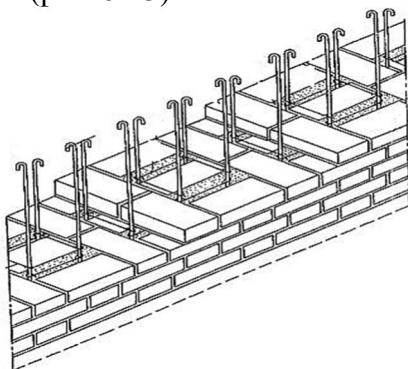


Рис. 5.23. Повздовжнє армування перегородки,
<http://poradu24.com/remontu/armuvannya-ceglyano-kladki-stin-pozdovzhnye-vertikalne-poperechnij.html>

Полегшену цегляну кладку застосовують при зведенні малоповерхових будівель. Стіни складаються із двох верстових стінок завтовшки $\frac{1}{2}$ цеглини, простір між якими заповнюють легким бетоном, блоками-вкладишами, або засипають теплоізоляційними матеріалами (рис. 5.24).

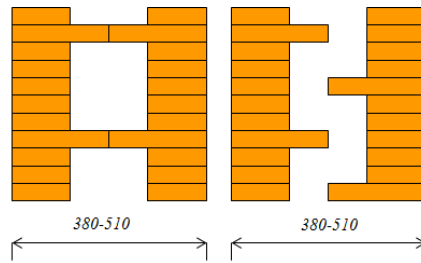


Рис. 5.24. Схеми полегшених цегляних кладок з горизонтальними діафрагмами

Кладку з облицюванням застосовують у тих випадках, коли декоративне опорядження стін із цегли та інших каменів виконують одночасно з зведенням їх.

Кладка, облицьована лицьовою (чільною) цеглою, може бути двох видів:

- зовнішня верста (чільна поверхня) і внутрішня частина стіни, викладені з однієї і тієї ж цегли;
- зовнішня верста – із чільної цегли, а внутрішня верста і забутка – із звичайних чи інших каменів.

Кладку виконують за багаторядною системою перев'язування, зв'язуючи масив стіни з його чільним шаром тичковими рядами.

Для зовнішньої версти використовують цеглу підвищеної якості, однорідну за кольором, з добре обробленими бічними поверхнями і ребрами. Шви кладки розшивають (рис. 5.25).

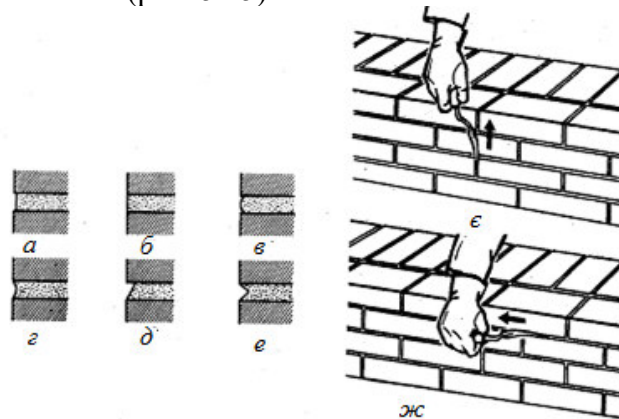


Рис. 5.25. Форми швів і їх розшивання: а – прямокутна заглиблена; б – прямокутна; в – випукла; г – вгнута; д – однорізна; е – двох різна; жс – розшивання горизонтальних швів

Виконання цегляної кладки в зимову пору року. Взимку цегляну кладку виконують способом заморожування. Кладку ведуть на відкритому повітрі з використанням розчину, що виготовлений з нагрітих води і піску. Температура розчину в момент кладки повинна бути $+10...+20^{\circ}\text{C}$, при цьому розчин повинен мати марку на один, два ступені вищу ніж в літніх умовах. Для підвищення міцності розчину до моменту замерзання і пониження температури замерзання в розчин вводять проти морозні добавки (поташ,

нітрит натрію, хлористий кальцій і натрій). Їх кількість залежить від температури зовнішнього повітря, що очікується в перші 10 діб після завершення кладки.

Кладка, що відтає, потребує ретельного нагляду і за необхідності вжиття заходів, що забезпечують стійкість зведених конструкцій. Відтавання розчину знижує монолітність кладки. Під час відлиги слід гранично обмежити навантаження на перекриття від матеріалів, інвентарю.

Узимку при виконанні кам'яних робіт обов'язково ведуть журнал, у якому не менше трьох разів на добу відмічають температуру зовнішнього повітря і розчину в момент його укладання, температуру кладки і фіксують можливі зміни в конструкціях кладки (тріщини, нерівномірне осідання і т. ін.).

Вимоги до якості цегляної кладки. В процесі виконання кладки контролюють відповідність марки розчину і цегли, правильність перев'язування швів та їх якість, вертикальність поверхонь та кутів.

Параметри, що контролюються	Допустимі відхилення
Відхилення поверхонь і кутів по вертикалі	Не більше 10 мм на поверх і 30 мм на всю висоту будівлі
Відхилення рядів кладки від горизонталі на довжині 10 м	Не більше 20 мм

Якщо виявлені відхилення перевищують допустимі, то кладка повинна бути розібрана і виконана заново.

Якість матеріалів і виробів для кладки встановлюють за заводськими паспортами, а якість розчину – за актами лабораторних досліджень.

Особливу увагу під час приймання робіт необхідно приділяти захованим роботам: укладанню арматури, встановленню закладних деталей і захисту їх від корозії, упиранню ферм, бантин, прогонів, балок, плит і розміщенні їх у кладці. Ці роботи контролюють і приймають безпосередньо в процесі їхнього виконання. На кожний вид робіт складають акт, у якому дають оцінку їхньої якості, відзначають їхню відповідність будівельним нормам і проекту. Тільки після цього дозволяється виконання наступних робіт.

5.3. Заходи з охорони праці при виконанні кам'яних робіт

Виконуючи кам'яні роботи, необхідно дотримуватись таких основних вимог: перед закладанням фундаментів перевірити міцність кріплень і стійкість укосів траншей чи котлованів; кладку стін дозволяється виконувати з міжповерхових перекриттів та з інвентарних риштувань; зводити стіни, стоячи на них забороняється; під час кладки зовнішніх стін висотою більше двох поверхів необхідно влаштовувати захисні дашки завширшки 1,5 м з нахилом в бік стіни під кутом 20°.

До робочих місць у котловані або траншеї камені необхідно подавати по дерев'яних жолобах. Робітники повинні спускатися в котлован або траншею по драбинах.

Риштування повинні задовольняти вимоги щодо допустимих навантажень і, за необхідності, мати поруччя. Стійкість і жорсткість риштувань у плані забезпечується встановленням діагональних в'язей. Риштування закріплюють до стін гаками за анкери, які закладають у кладку стін слідом за ходом їхнього зведення. Складувати пакети цегли на перекритті або риштуванні дозволяється з урахуванням їх міцності (рис. 5.26).

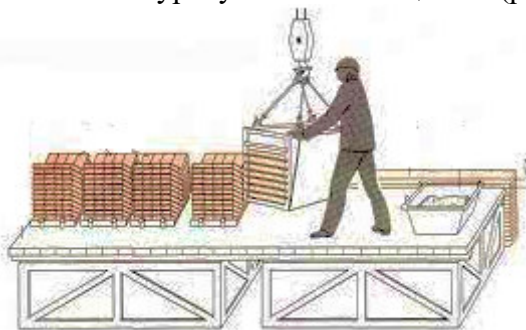


Рис. 5.26. Складування пакетів цегли на помості

Кожний ярус стіни слід класти так, щоб після влаштування настилу риштувань і плит міжповерхових перекриттів він був вищим від робочого місця муляра на 2–3 ряди кладки.

Робочий настил риштувань обов'язково захищають інвентарними ґратчастими щитами, а помости – огороженням висотою не менше 1 м, які повинні мати поруччя, не менше одного проміжного горизонтального елемента і внизу бортову дошку висотою 0,15 м. Проміжок між стіною і робочим настилем риштувань не повинен перевищувати 50 мм. Віконні і дверні отвори в зовнішніх стінах повинні бути закриті тимчасовим огороженням.

Під час перерви на настилах риштувань не дозволяється залишати матеріали, інструмент та сміття. Настили риштувань і помостів необхідно регулярно очищати від сміття, а взимку від снігу і льоду та посипати піском.

Небезпечні зони повинні бути позначені попереджувальними знаками встановленої форми.

Контрольні запитання і завдання

1. Які види кладки застосовують у будівництві?
2. Як називаються сторони каменя правильної форми?
3. Які види розчинів використовують для цегляної кладки?
4. Які розчини використовують для конструкцій, що працюють в вологих умовах?
5. Які розчини використовують для конструкцій, що працюють в сухих умовах?

6. Назвіть способи вкладання цегли використовують при зведенні будівлі?
7. Який спосіб вкладання цегли використовують для повного заповнення швів розчином з наступним їх розшиванням?
8. Який спосіб вкладання цегли використовують для зведення порожньошовних стін?
9. Які системи перев'язування поперечних і повздовжніх вертикальних швів використовують при цегляній кладці?
10. Яка середня товщина відповідно вертикальних і горизонтальних швів повинна бути при цегляній кладці?
11. Які допустимі відхилення поверхонь і кутів по вертикалі при цегляній кладці?
12. Які допустимі відхилення рядів кладки від горизонталі на довжині 10 м?
13. Назвіть заходи з охорони праці при виконанні кам'яних робіт.

6. МОНТАЖ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

6.1. Технологічні процеси при монтажі збірних конструкцій

Монтажні роботи – це комплексний процес механізованого зведення об'єктів з елементів заводського виготовлення, який складається із підготовчих і основних процесів. В підготовчі процеси входять транспортування, складування і укрупнене збирання елементів. Основні процеси – це підготовка до підняття і піднімання конструкцій, їх вивірення і тимчасове закріплення, стаціонарне закріплення в проектному положенні, а також протикорозійний і теплотехнічний захист.

Піднімання конструкцій – ведуча монтажна операція, яка заключається в переміщенні в просторі всіх або окремих елементів конструкції. Рекомендується конструкцію піднімати в такому положенні, в якому вона буде знаходитись в споруді. Важкі елементи і конструкції піднімають в два прийоми: спочатку підняття на 0,2–0,3 м з затримкою у підвішеному стані для перевірки надійності стропування і правильного положення, а потім піднімання на всю висоту.

Наведення і орієнтування – операції, що забезпечують максимальне наближення елементів до проектного положення.

Встановлення – операція, яка завершує наведення і орієнтуванні для забезпечення проектного положення конструкції. Встановлення конструкції проводять по прийнятих орієнтирах (рисках) або у фіксуючих пристроях (кондукторах), добиваючись повного контакту відповідних поверхонь конструктивних елементів.

Вивірення – операція, що забезпечує точне положення конструкції відповідно проекту. Вивірення може бути візуальним або інструментальним. Візуальне вивірення проводять при достатній точності опорних поверхонь. Інструментальне вивірення виконують при умовах, коли забезпечити точне встановлення конструкції складно. Його виконують із застосуванням теодолітів, нівелірів, лазерних приладів. Результати вивірення з зазначенням відхилень в межах допустимих значень оформляються актами геодезичного контролю з додаванням виконавчої схеми.

Тимчасове закріплення конструкцій повинно забезпечувати їх стійкість в проектному положенні на період перевірки. Для тимчасового закріплення конструкцій використовують клини, клинові вкладиші, підкоси, розпірки, фіксатори, кондуктори.

Постійне закріплення є останньою операцією монтажного процесу і закінчується зварюванням арматури, встановленням болтів і заклепок тощо.

Перед зароблянням стиків виконують роботи з протикорозійного захисту, які передбачають нанесення на металеві поверхні металізацій них, полімерних або комбінованих покриттів. Перед нанесенням покриттів металеві поверхні ретельного очищають і ґрунтують.

Для теплотехнічного захисту стиків використовують різні теплоізоляційні матеріали у вигляді пінопласту, скловолокна або мінеральної вати.

Методи монтажу

Залежно від *ступеня укрупнення* розрізняють такі методи монтажу:

1. дрібноелементний монтаж об'єктів ведуть з окремих деталей, що вимагає великих трудовитрат і часу;
2. елементний монтаж застосовують при зведенні об'єктів зі залізобетонних деталей (панелей, колон, ферм тощо) (рис. 6.1);
3. блоковий монтаж передбачає зведення будівель і споруд із блоків, що попередньо зібрані із окремих конструктивних елементів;
4. монтаж конструктивно-технологічними блоками, оснащеними технологічним, електротехнічним, санітарно-технічним та іншим обладнанням.

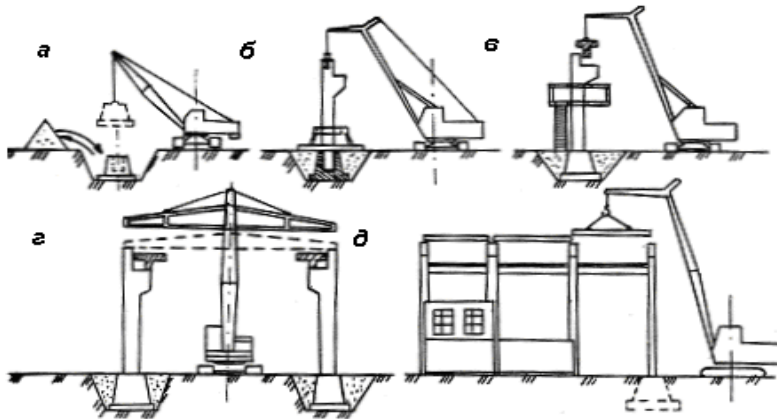


Рис. 6.1. Схеми елементного монтажу: а – фундаментних блоків; б – колон; в – підкранових балок; г – ферм; д – плит перекриття

Залежно від послідовності встановлення конструкцій визначають *диференційований, комплексний та комбінований* методи монтажу.

Диференційований метод передбачає послідовне встановлення всіх однотипних конструкцій у межах ділянки чи захватки і застосовується при зведенні одноповерхових будівель великої довжини, житлових будинків.

Комплексний метод передбачає послідовний монтаж різнотипних конструкцій в межах однієї або кількох суміжних чарунок, які створюють жорстку стійку систему.

Комбінований метод є поєднанням двох попередніх.

Залежно від способу встановлення конструкцій на опори застосовують такі методи монтажу: піднімання складним переміщенням в просторі, поворот, поворот з ковзанням, насування.

При підніманні із складним переміщенням у просторі (рис. 6.2, а) конструкція піднімається, переміщується краном у горизонтальному напрямі та опускається у проектне положення.

При повороті (рис. 6.2, б) конструкція нижнім кінцем упирається на фундамент або з'єднується з ним. Піднімання відбувається за рахунок повороту відносно грані опори чи шарніра, що встановлений на ній.

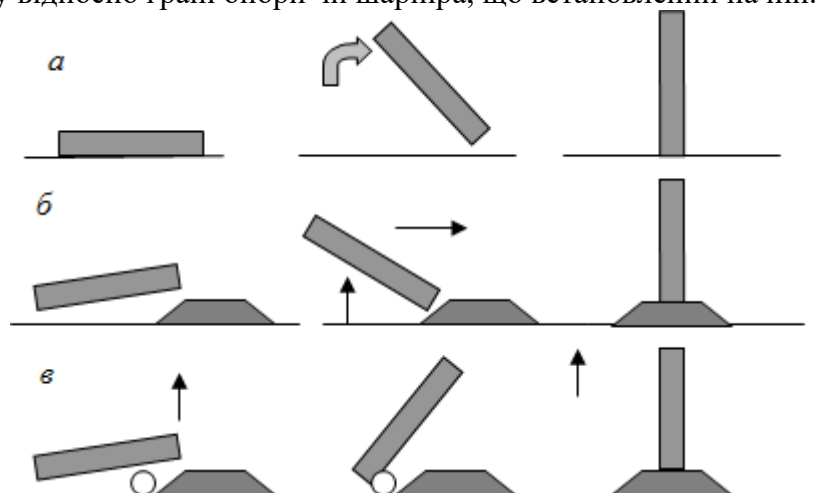


Рис. 6.2. Методи встановлення конструкцій на опори: а – піднімання з складним переміщенням; б – поворотом; в – поворот із ковзанням

Поворот із ковзанням (рис. 6.2, в) відрізняється від просто повороту тим, що конструкцію при підготовці її до монтажу укладають верхнім кінцем на опори, а нижній закріплюють на спеціальному опорному візку. При підніманні верхнього кінця конструкції візок з нижнім наближається до опори доти, доки конструкція не буде встановлена в проектне положення.

Машини і механізми для монтажних робіт

Для виконання монтажних робіт найчастіше застосовують автомобільні, пневмоколісні і тракторні стрілові крани.

Вибір тої чи іншої марки крана залежить від виду конструкції та її маси, відстані крана до центру маси конструкції в проектному положенні, висоти, на яку необхідно підняти конструкцію при монтажі.

Вибір монтажного крана виконують в два етапи:

- визначають потрібні монтажні характеристики: монтажну масу елементів з врахуванням маси монтажних пристроїв, висоту піднімання гака крана та виліт стріли. Після цього за довідковою літературою добирають не менше двох варіантів кранів, що відповідають визначеним характеристикам.
- на другому етапі виконують техніко-економічне порівняння варіантів і вибирають один, найбільш доцільний.

Схема для визначення необхідних характеристик крана наведені на рис. 6.3.

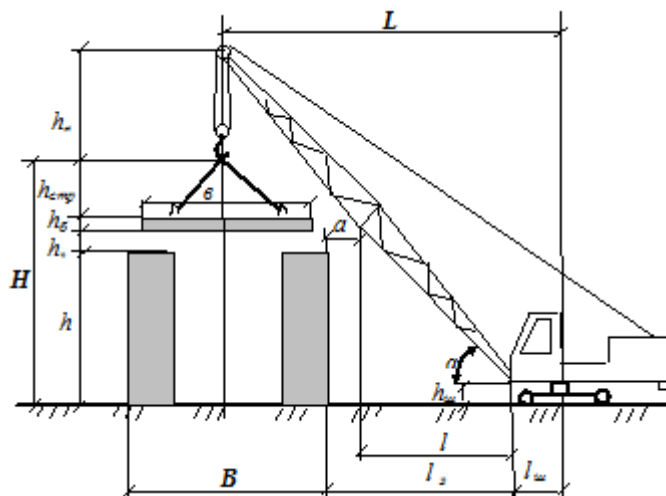


Рис. 6.3. Схема для визначення монтажних характеристик крана

Монтажна маса елемента, т,

$$Q_m = Q + \sum g, \quad (6.1)$$

де Q – маса найважчого елемента, розташованого на максимальній відстані від крана, т; $\sum g$ – маса встановленого на ньому оснащення, вантажозахватних пристроїв тощо, т.

Висота підйому гака, м,

$$H = h + h_з + h_б + h_{ср}, \quad (6.2)$$

де h – відстань між рівнем стояння крана та монтажним горизонтом, м; $h_з = 0,5 \dots 1$ м – зазор між рівнем опори та нижнім кінцем елемента, що подається на монтаж; $h_б$ – висота елемента, що монтується, м; $h_{ср}$ – висота такелажного пристрою, м.

Виліт стріли для самохідних кранів, м,

$$L = l_{ш} + l_з + \frac{B}{2}, \quad (6.3)$$

де $l_{ш}$ – відстань між шарніром кріплення стріли і віссю повороту крана, м; $l_з$ – відстань між зовнішньою поверхнею будівлі та шарніром кріплення стріли крана, м; B – ширина будівлі (прольоту), м.

Для монтажу конструкцій використовують вантажозахватні пристрої у вигляді прядивних гнучких сталевих канатів, універсальних строп, одно- і багатогілкових строп, різного роду траверс, механічних і вакуумних захватів (рис. 6.4).

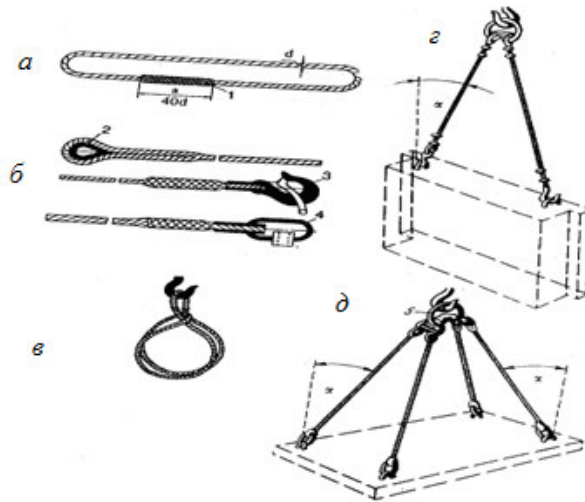


Рис. 6.4. Вантажозахватні пристрої: *а* – універсальний строп; *б* – полегшений строп; *в* – стропування універсальним стропом; *г* – стропування двох гілковим стропом; *д* – стропування чотирьох гілковим стропом; 1 – заплітка; 2 – коуш; 3 – гак; 4 – кільце

6.2. Монтаж залізобетонних конструкцій

Фундаментні блоки стаканного типу. До початку монтажу виконують підготовчі роботи та визначають і закріплюють місця розташування фундаментів. По периметру будівлі чи по її кутах установлюють обгороджування і натягують між ними дріт, який визначає положення осей (рис. 6.5).

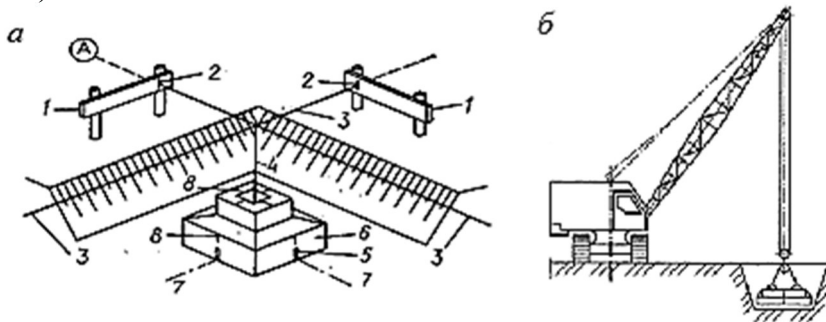


Рис. 6.5. Схема геодезичного розмічування (а) та монтажу фундаментів (б): 1 – обгородження; 2, 8 – риски; 3 – дріт, що визначає положення осей; 4 – будівельний льон; 5 – кілочки-фіксатори; 6 – фундамент; 7 – осі

За допомогою будівельного льону (виска) переносять на дно виїмки точки перетину осей. Від цих точок відміряють положення зовнішньої грані фундаментного блока в чотирьох напрямках і закріплюють це положення кілками. На бічних поверхнях фундаменту фарбою наносять риски. При

монтажі блоків нанесені на їх гранях риски суміщають з забитими кілками (рис. 6.6).

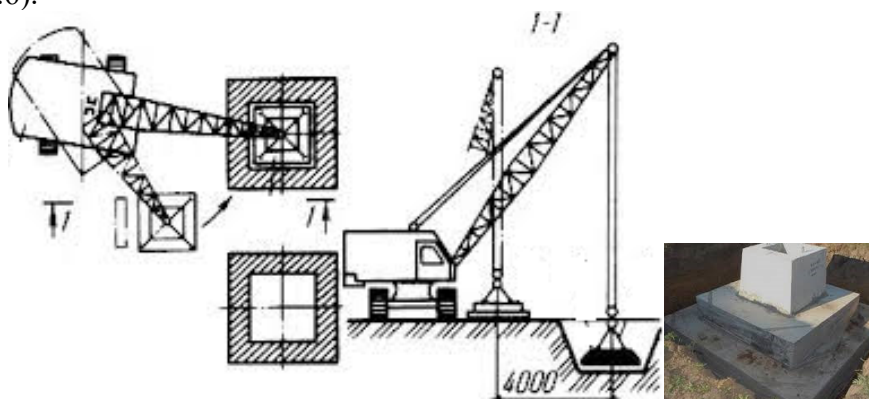


Рис. 6.6. Схема монтажу фундаментних блоків стаканного типу

Стрічкові фундаменти. Підготовку основи та розмічування осей виконують так, як це робиться при монтажі фундаментів стаканного типу. Стрічкові фундаменти складаються з двох елементів: блока-подушки та стінових блоків (рис. 6.7).

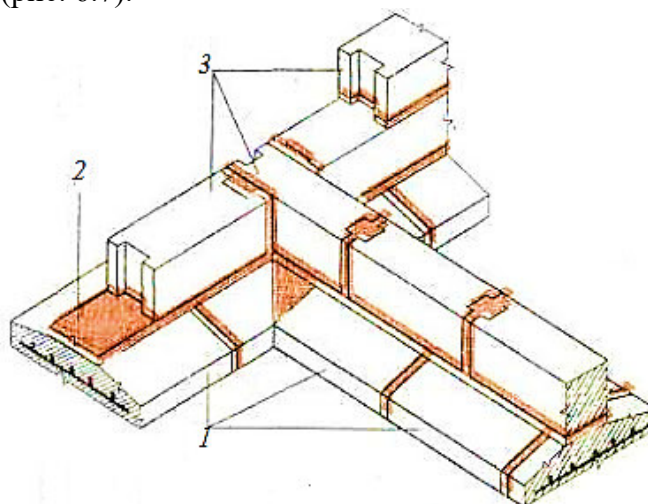


Рис. 6.7. Схема стрічкового фундаменту: 1 – блок-подушка; 2 – розчин; 3 – стіновий блок, https://dvpbud.ucoz.ua/index/konstruktivni_elementi_budivel/0-120

Монтаж починають з установлення двох маячних блоків-подушок на відстані не більше 20 м один від одного. Між ними натягують шнур-причалку і монтують проміжні блоки. Наступні ряди фундаментних блоків встановлюють на розчині з ретельним заповненням горизонтальних і вертикальних швів (рис. 6.8).

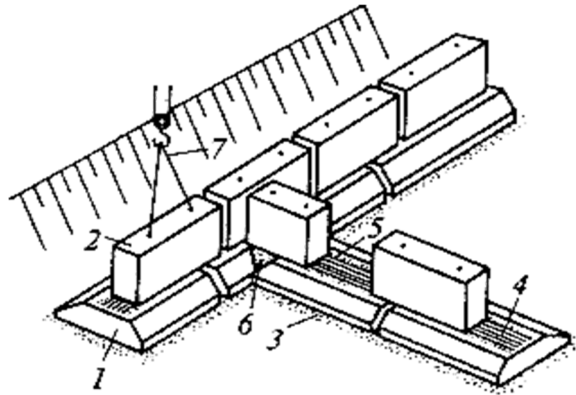
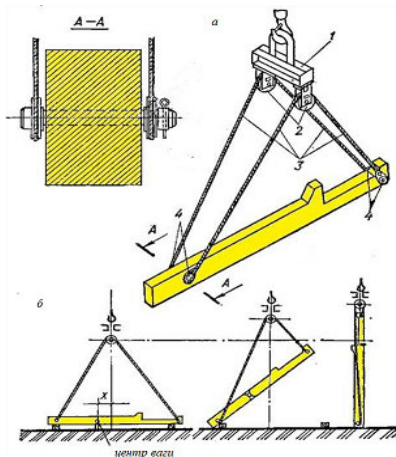


Рис. 6.8. Монтаж збірних стрічкових фундаментів: 1 – фундаментна подушка, 2 – стіновий блок, 3 – піщана підготовка; 4 – арматурний пояс; 5 – постіль з розчину; 6 – закладення стику монолітним бетоном; 7 – стропування блоку, <https://studfile.net/preview/7751145/page:9/>

Проектне положення блоків визначають за рисками, нанесеними на маячні блоки-подушки. Правильність положення блоків відносно розмічувальних осей перевіряється з допомогою теодоліта, а їх висотне положення перевіряється нівеліром.

Колони. Колони починають монтувати після приймання фундаментів або опор. Під час підготовки до монтажу наносять риси установочних осей на верхні грані фундаментів та на бічні грані колон. На дно стаканів фундаментів укладають армобетонні підкладки або шар жорсткого бетону. Для піднімання колон застосовують універсальні стропи, захвати та спеціальні траверси.

Піднімання колон можна здійснювати методом повороту або ковзання. При підніманні поворотом башмак колони розташовують біля опори, захоплюють краном колону за верхню точку, повертають стрілу з одночасним вибиранням поліспасти і приводять колону у вертикальне положення. У разі піднімання ковзанням біля опори розташовують ту частину колони, за яку вона стропована. Залежно від маси колони для ковзання башмака напрямні використовують у вигляді бруса чи рейки або встановлюють башмак на спеціальні візки, що рухаються по колії.



Після піднімання колони кран переміщує її до місця встановлення й опускає в стакан фундаменту. Після встановлення колон на місце, не знімаючи її з гака крана, виконують вивіряння її положення, суміщаючи осеві риси на фундаменті і на колоні (рис. 6.9, 6.10).

Рис. 6.9. Схема піднімання колони самобалансирною траверсою: а – траверса; б – схема піднімання колони; 1 – траверса; 2 – блоки; 3 – канатні стропи; 4 – штировий захват, <https://ppt-online.org/360012>

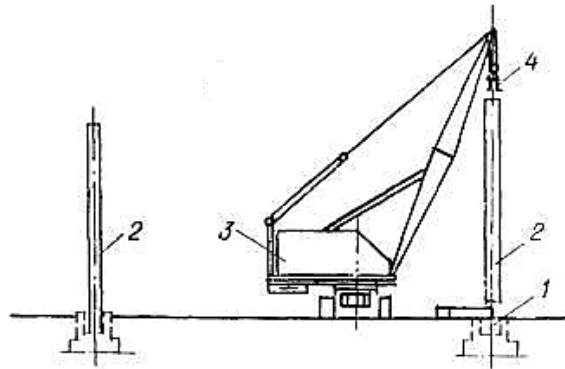


Рис. 6.10. Схема монтажу колони в фундамент старанного типу: 1 – стакан фундаменту; 2 – колона; 3 – кран; 4 – траверса, <https://studfile.net/preview/4179863/>

До розстропування колони перевіряють вертикальність її установаження за допомогою двох теодолітів, розташованих на взаємно перпендикулярних осях. Вертикальність забезпечено, якщо збіглося положення нижніх і верхніх рисок на колоні з вертикальною візирною віссю теодоліта.

Колони заввишки до 12 м в стаканах фундаментів тимчасово закріплюють індивідуальними засобами або з допомогою кондукторів (рис. 6.11).

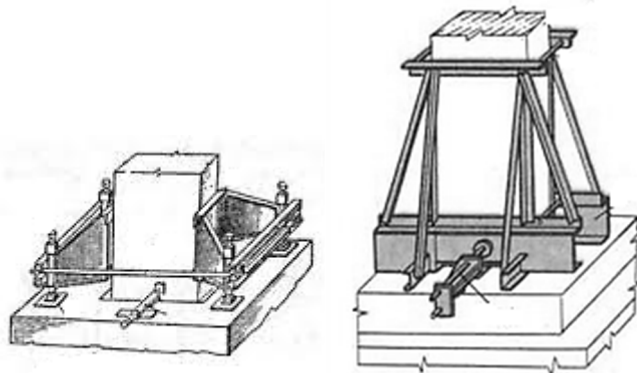


Рис. 6.11. Схеми кондукторів для тимчасового закріплення колони, https://dvpbud.ucoz.ua/index/urok_1_montazh_kolon/0-354

Для тимчасового закріплення колони в стакані використовують металеві, залізобетонні або дерев'яні клини твердих порід дерева. Кількість клинів залежить від розмірів грані колони: при ширині грані до 400 мм встановлюється по одному клину на кожену грань; при ширині грані більше 400 мм – по два клини на кожену грань (рис. 6.12).

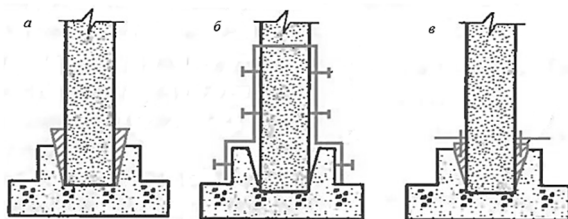


Рис. 6.12. Способи тимчасового кріплення колон в стаканах індивідуальними засобами: *а* – клинами; *б* – кондуктором; *в* – клиновими вкладишами, <https://ppt-online.org/360012>

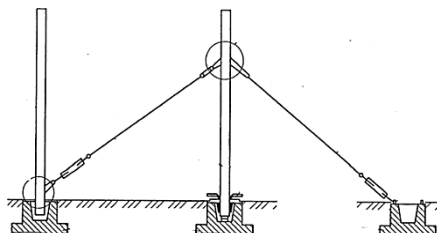


Рис. 6.13. Схема тимчасового кріплення колон розтяжками, <https://studfile.net/preview/4179863/>

При тимчасовому кріпленні проміжок між гранями стакана і колони заповнюється бетоном до нижнього краю клинів. При постійному кріпленні після набору бетоном 75% міцності клини видаляються, а проміжки між гранями стакана і колони повністю заповнюються бетоном.

Тимчасове кріплення будівельних конструкцій здійснюється за допомогою інвентарного обладнання: підкосами з струбцинами; підкосами без струбцин; укороченими підкосами (рис. 6.14).

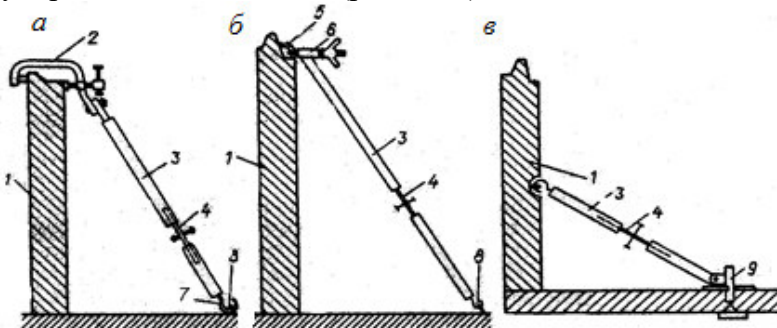


Рис. 6.14. Схеми тимчасового кріплення конструкцій підкосами: *а* – підкосами з струбцинами; *б* – підкосами без струбцин; *в* – укороченими підкосами; 1 – стінова панель; 2 – струбцина; 3 – підкіс; 4 – стяжна муфта; 5 – монтажна петля; 6 – захватна голівка; 7 – нижній гак підкосу; 8 – монтажна петля на перекритті; 9 – універсальний захват

Приклад монтажу колон і балок наведений на рис. 6.15.



Рис. 6.15. Монтаж колон і балок,
<http://3betony.com.ua/page-glavnaya>

Підкроквяні та кроквяні ферми. До піднімання ферму обладнують колисками, драбинами, закріплюють страхувальний канат, розчалки і відтяжки. Ферми піднімають за допомогою траверс із напівавтоматичними захватами. Їх стропують за верхній пояс у вузлах, де сходяться стійки та розкоси, за дві чи чотири точки. Установлюють ферми за рисками, нанесеними на фермі і колоні.

Плити покриття. Для стропування плит застосовують чотиривікові стропи, балансирні траверси та траверси з гірляндним підвішенням плит (рис. 6.16). Порядок і напрям установлення плит вказані в проекті виконання робіт. Послідовність монтажу повинна забезпечувати стійкість будівлі та можливість вільного доступу для приварювання плит. Кожну плиту приварюють в трьох точках. Тимчасова прихватка не допускається.

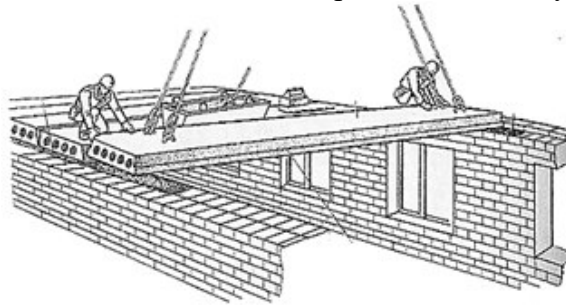


Рис. 6.16. Схема монтажу плит покриття, <https://dimbud.if.ua/sposoby-pidsylennja-plyt>

Стінові панелі. Монтаж стінових панелей є завершальним етапом у зведенні каркасної будівлі. Панелі установлюють в такій послідовності: стропують і подають до місця встановлення, прикріплюють балку траверси до плити, звільняють гаки крана від стропів траверси, вивіряють та прикріплюють зварюванням панель до колони і знімають талі (рис. 6.17).

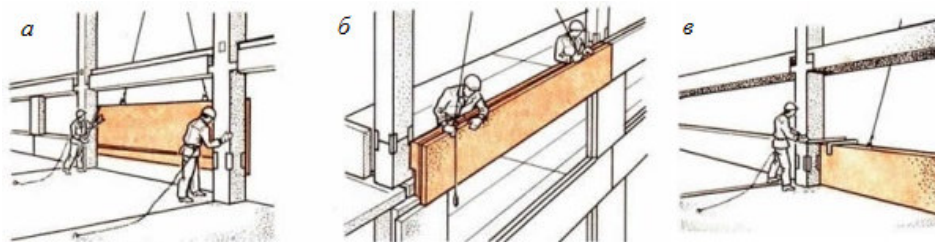


Рис. 6.17. Схема монтажу зовнішніх панелей в каркасних будівлях: *а* – наведення, *б* – перевірка стану панелі за рисками і виском, *в* – тимчасове кріплення, <https://iua.waykun.com/articles/zalizobetonni-stinovi-paneli-karkasni-budinkiv.php>

Точність встановлення панелей перевіряють: по вертикалі – рейкою-виском, по горизонталі – рівнем. Стропи знімають із змонтованої панелі тільки після остаточного закріплення її знизу та тимчасового зверху.



Рис. 6.18. Монтаж стінових панелей і плит покриття

6.3. Монтаж металевих конструкцій

Металеві конструкції застосовують у тому разі, коли залізобетонні економічні та технічно недоцільні (рис. 6.19).



Рис. 6.19. Загальний вигляд каркасу будівлі із металевих конструкцій, <https://www.promstan.com.ua/ua/services/montazh-metallokonstruktsij>

Основні вимоги до монтажу металевих конструкцій: мінімальна кількість монтажних елементів для зменшення кількості піднімань та монтажних стиків; дотримання умов, за яких монтажні елементи зберігали б стійкість відразу ж

після їх встановлення; закріплення монтажних з'єднань, до встановлення сполучних елементів.

Металеві конструкції значних розмірів (більше 10 м) виготовляють у вигляді окремих частин, які називають відправними марками (рис. 6.20). При надходженні на будівельний майданчик конструкції окремими відправними марками виникає необхідність укрупненого збирання до проектних розмірів. Процес укрупнення виконують на спеціальних стендах в зоні дії монтажного крана. Скріплюють відправні марки гвинтами або зварюванням. В подальшому монтаж металевих конструкцій виконують із готових лінійних і плоских елементів або укрупненими просторовими блоками.

Суттєво відрізняється підготовка опорних поверхонь фундаментів під колони. В таких фундаментах своєчасно розміщують анкерні гвинти, а проектну відмітку опорної поверхні забезпечують підготовкою поверхні фундаменту (рис. 6.21).



Рис. 6.20. Відправні марки ферми, <https://ukrainemk.com.ua/catalog/vyrobnytstvo-metalokonstruktsij/>



Рис. 6.21. Анкерні гвинти у фундаменті, <https://metallservice.com.ua/uk/sposobi-kriplennya-metalokonstruktsij.html>

Існує декілька способів упирання: безпосередньо на поверхню фундаменту, зведеного до проектної відмітки з відхиленням не більше ± 5 мм,

без підливання цементного розчину; на зарання встановлені і вивірені закладні деталі із прокатного металу з наступним підливанням цементного розчину; на зарання встановлені, вивірені і підлиті цементним розчином сталеві плити. Останній спосіб найбільш ефективний, так як забезпечує монтаж колони без вивірення. Для встановлення плит використовують установчі гвинти, з допомогою яких площину плити доводять до проектної відмітки, допускаючи відхилення не більше $\pm 1,5$ мм, а потім підливають її цементним розчином. В період монтажу ризики на колоні суміщають з ризиками на опорній плиті, і колона після закріплення анкерними гвинтами займає проектне положення без додаткового вивірення.

Встановлення металевих конструкцій в проектне положення і постійне закріплення стиків. Цей процес аналогічний монтажу залізобетонних конструкцій. При стропленні їх обв'язують універсальними стропами, а також використовують спеціально влаштовані отвори, приварені стропальні накладки і фасонки. Балки, що мають невелику масу, стропують, обв'язуючи універсальним стропом, а тяжкі і довгі балки – використовуючи траверси, кліщові захвати (рис. 6.22).

При встановленні металевих конструкцій на бетонні і залізобетонні опори їх наводять на анкерні гвинти, які для збереження різьби від пошкоджень захищають ковпачками із обрізків газових труб.



Рис. 6.22. Монтаж металевих ферм,

<https://dahfasad.top/vikoristannya-metalokonstrukcij-v-budivnictvi/>

Вивірення встановлених елементів проводять по осьових ризках з використанням геодезичних інструментів, перевіряючи положення в плані і по висоті.

Тимчасове закріплення встановлених конструкцій забезпечується затягуванням гвинтів в монтажних стиках. При високих колонах додатково ставлять розчалки.

Постійне закріплення монтажних стиків виконують з допомогою зварювання або гвинтових з'єднань після вивірення правильності встановлення конструкції в межах однієї секції будівлі.

Зварювання стиків починають після їх очищення, оброблення кромek елементів, збирання з'єднань з допомогою збиральних пристроїв. При зварюванні потрібно дотримуватись проектних зазорів, послідовності накладання швів і режиму охолодження.

Гвинтові з'єднання виконують гвинтами звичайної міцності і високоміцними. В умовах будівельного майданчика поверхню гвинтових отворів очищують, встановлюють стикові накладки, попередньо стягують збиральними гвинтами і встановлюють постійні гвинти і гайки (рис. 6.23).



Рис. 6.23. З'єднання елементів металевих конструкцій зварюванням (а), гвинтами (б), <https://artbud.kyiv.ua/uslugi/montazhnye-raboty/montazh-metallokonstrukcij/>

6.4. Заходи з охорони праці при виконанні монтажних робіт

До монтажних робіт допускаються робітники старше 18 років, які навчалися за спеціальною програмою, мають посвідчення на виконання цих робіт, пройшли медичний огляд та отримали відповідні інструктажі. Машиністи кранів, стропальники, зварювальники допускаються до роботи при наявності посвідчення на право виконання цих робіт. Всі, хто працює на будівельному майданчику, де можливе падіння предметів, повинні мати захисні шоломи, а монтажники – ще і монтажні пояси. На будівельному майданчику повинні бути позначені небезпечні зони.

Робочі місця і підходи до них повинні бути добре освітленими. Для запобігання падіння робітників з висоти їх робочі місця, які знаходяться над землею вище 1 м, необхідно огорожувати. Отвори в перекриттях, до яких можливий доступ людей, повинні бути закриті суцільним міцним настилом або мати загорожу з бортовими дошками по всьому периметру.

Для виконання монтажних робіт на висоті необхідно використовувати тільки інвентарні риштування та інші пристрої. Настили риштувань повинні мати рівну поверхню із зазорами між дошками, не більшими за 10 мм. Риштування висотою до 4 м приймає в експлуатацію тільки виконавець робіт, а вище за 4 м – спеціальна комісія за актом. При використанні приставних драбин їх нижні кінці повинні мати опори у вигляді гострих шипів або гумових наконечників, верхні – бути надійно закріпленими до міцних конструкцій.

Стропування конструкцій можливе тільки в місцях, визначених у проекті виконання робіт. Способи стропування повинні забезпечувати подавання елементів до місць встановлення у стані, що близький до проектного.

Не допускається виконання монтажних робіт на висоті на відкритих місцях при швидкості вітру більшій за 15 м/с, а також під час завірюхи, грози чи туману, пониженої видимості в межах фронту робіт.

Електрифікований інструмент повинен бути надійно заземленим.

Забороняється тримати ввімкнений електрифікований інструмент за живильний провід, виконувати роботу з переносних металевих драбин, працювати під дощем, виконувати роботу з риштувань без огорожі, залишати інструмент без догляду.

Контрольні запитання і завдання

1. Дайте визначення монтажних робіт.
2. Опишіть структуру виробничих процесів монтажу будівельних конструкцій.
3. Які методи монтажу використовуються залежно від ступеня укрупнення конструкцій?
4. Які методи монтажу використовуються залежно від способу встановлення конструкцій?
5. Дайте характеристику методів встановлення конструкцій на опори.
6. Дайте характеристику способів тимчасового закріплення конструкцій.
7. Які машини, устаткування і пристрої застосовуються для монтажу будівельних конструкцій?
8. За якими монтажними характеристиками виконується вибір крана?
9. Як визначається монтажна маса елемента?
10. Як визначається висота підйому гака монтажного крана?
11. Як визначається виліт стріли самохідних кранів?
12. Поясніть технологію монтажу фундаментів, колон, ферм, плит перекриття і стінових панелей.
13. Поясніть особливості монтажу металевих конструкцій.
14. Назвіть заходи з охорони праці при монтажі будівельних конструкцій.

7. ОПОРЯДЖУВАЛЬНІ ТА ІЗОЛЯЦІЙНІ РОБОТИ

Опоряджувальні роботи – це комплекс будівельних процесів, які виконуються на завершальному етапі зведення будівель і споруд з метою надання їм певного архітектурно-естетичного вигляду, захисту їх від руйнівної дії атмосферних впливів та агресивного середовища, враховуючи вимоги санітарії та гігієни (рис. 7.1).

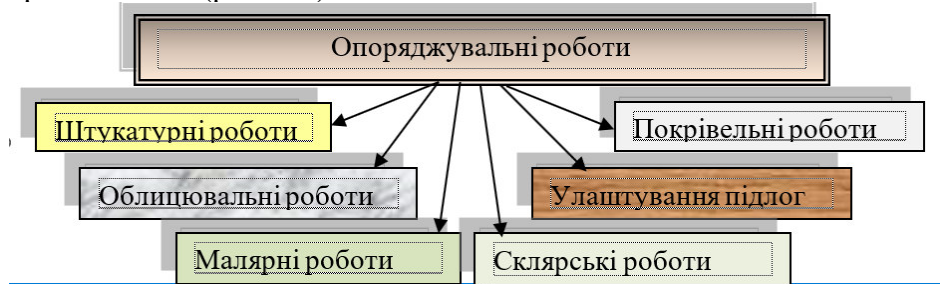


Рис. 7.1. Основні види опоряджувальних робіт

7.1. Штукатурні роботи

Штукатурні роботи – це процес покриття конструкцій або їх окремих елементів шаром штукатурного розчину (мокрою штукатуркою) або штукатурними листами заводського виготовлення (сухою штукатуркою).

Такі роботи виконують для вирівнювання поверхні конструкцій і подальшого її фарбування, надання поверхні декоративних якостей інтер'єрів і фасадів або виконання спеціальних, ізоляційних чи захисних вимог.

Штукатурні роботи починають після повної осадки стін і перегородок, встановлення віконних і дверних блоків, зароблення отворів, кріплення електропроводки та інших робіт з підготовки поверхні.

Для успішного виконання штукатурних робіт необхідно підготувати набір інструментів, які знадобляться для різних операцій (рис. 7.2).

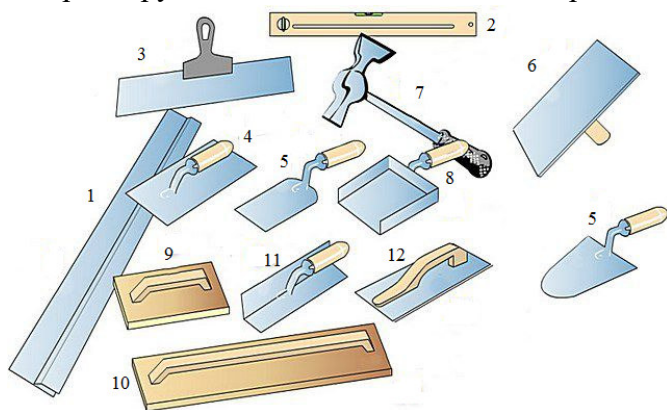


Рис. 7.2. Набір інструментів для виконання штукатурних робіт: 1 – правило; 2 – будівельний рівень; 3 – шпатель; 4 – гладилка; 5 – штукатурні лопатки і кельми; 6 – сокіл; 7 – топірець; 8 – совок; 9 – терка; 10 – півтерка; 11 – кутовий шпатель; 12 – штукатурна кельма, <https://budin.cx.ua/388-virivnjuvannja-stin-po-majakah-svoimi-rukami.html>

Звичайна монолітна штукатурка може бути одно- і багат шаровою. Одношарову штукатурку товщиною 10 мм наносять за один прийом.

Багатошарова поділяється на просту, поліпшену і високоякісну. Проста штукатурка влаштовується із двох шарів: набризку для надійного зчеплення штукатурки з основою і ґрунту для вирівнювання поверхні; поліпшена – із трьох шарів: накиду, ґрунту і накривного шару для надання поверхні функціональних властивостей; високоякісна – із чотирьох шарів: накиду, двох шарів ґрунту і накривного шару.

Загальна товщина простої штукатурки не повинна перевищувати 12 мм, поліпшеної – 15 мм, високоякісної – 20 мм.

Накид товщиною 5 мм виконують розчином більш високої марки для надійного зчеплення штукатурки з поверхнею. Ґрунт служить для вирівнювання поверхні. Товщина кожного шару ґрунту не повинна перевищувати 7 мм для вапняного розчину і 5 мм – для цементного розчину. Накривним шаром товщиною до 2 мм остаточно вирівнюють поверхню.

Перед обштукатуренням гладкі бетонні та гіпсобетонні поверхні насікають або кріплять на них металеву чи скловолоконну армуючу сітку, або ґрунтують 7% розчином емульсії ПВА з цементним молоком. Вид штукатурного розчину вибирають залежно від типу штукатурки, функціонального її призначення, умов експлуатації, матеріалу основи.

Для обштукатурення бетонних поверхонь користуються складними розчинами з цементу, вапна (глини) і піску взятих у співвідношенні 1:1:8; для цегляних поверхонь використовують вапняно-піщані розчини із співвідношенням складових 1:3 з додаванням перед використанням 1 частини гіпсу на 10 частин розчину. У приміщеннях з підвищеною вологістю поверхні штукатурять цементно-піщаним розчином (1:4) з додаванням емульсії ПВА, синтетичного латексу, рідкого скла, церезиту, алюмінату натрію. Залежно від призначення штукатурки, склад розчинів для її влаштування наведено в таблиці 7.1.

Процес обштукатурення поверхонь складається із таких операцій: підготовка поверхні; нанесення штукатурного розчину, його розрівнювання, загладжування або затирання, влаштування декоративних обрамлень, оформлення кутів, одвірків та луток.

Підготовку поверхні починають з перевірки горизонтальності та вертикальності площин (рис. 7.3, а). Якщо на площині є нерівності глибиною більше 40 мм, то дефектні місця затягують металевою сіткою, яку закріплюють цвяхами або дюбелями.

Поверхні, які підлягають обштукатуренню, очищають від пилу та бруду. Для поліпшеної і високоякісної штукатурки у кутах приміщення встановлюють марки і маяки, які гарантують однакову товщину шару штукатурки, вертикальність і горизонтальність площин. Марки роблять із гіпсового розчину із утопленими в нього цвяхами, або саморізами з пластиковими дюбелями (рис. 7.3, б). Між марками влаштовуються маяки із штукатурного розчину. Для маяків найчастіше застосовують спеціальні оцинковані профілі, висотою 6 або 10 мм. Стандартна довжина надходять профілів – 3 або 4 метри (рис. 7.3, в).

Таблиця 7.1

Склад штукатурних розчинів

Розчини	Штукатурний шар		
	Накид	Ґрунт	Накривка
Штукатурення приміщень з підвищеною вологістю зовнішніх стін, які систематично звожуються			
Цементні (цемент: пісок)	1: (2,5...4)	1: (2...3)	1: (1...1,5)
Цементно-вапняні (цемент: вапно: пісок)	1: (0,3...0,5) : (3...5)	1: (0,7...1,0) : (2,5...4)	1: (1,0...1,5) : (1,5...2)
Штукатурення внутрішніх поверхонь в приміщеннях з відносною вологістю повітря не більше 60%			
Вапняні (вапно : пісок)	1: (2,5...4)	1: (2...3)	1: (1...2)
Вапняно - цементні (вапно: цемент: пісок)	1: (0,5...0,6) : (4...6)	1: (0,7...1,0) : (3...5)	1: (1,0...1,5) : (2...3)
Вапняно – гіпсові (вапно : гіпс : пісок)	1: (0,3...1,0) : (2...3)	1: (0,5...1,5) : (1,5...2)	1 : (1,0...1,5) : 0

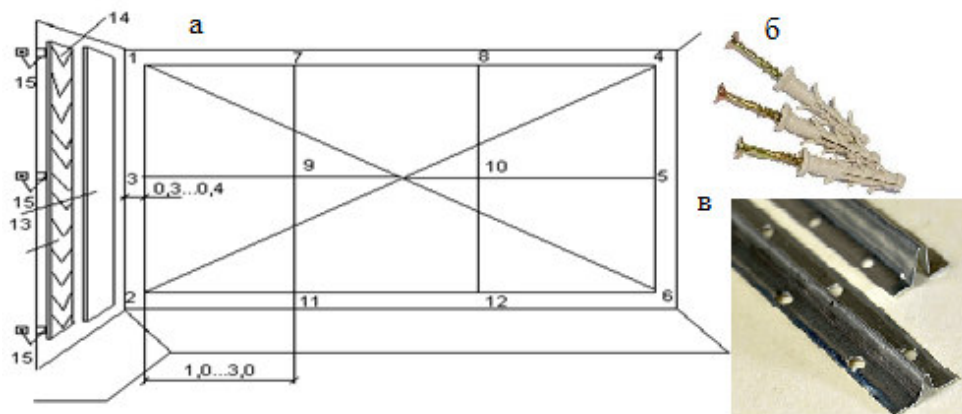


Рис. 7.3. Підготовка поверхні під штукатурку: а – перевірка горизонтальності та вертикальності площин; б – сморізи; в - оцинковані профілі для маяків; 1–12 – цвяхи; 13 – маяк; 14 – правило; 15 – марки

Нанесення штукатурного розчину при великих об'ємах робіт виконують, як правило, механізованим способом, застосовуючи штукатурні станції або установки та комплекс механізованих і ручних інструментів, пристроїв, інвентарю (рис. 7.4).



Рис. 7.4. Штукатурна станція

Штукатурний розчин наносять на поверхню за допомогою розпилювальних механічних чи пневматичних форсунок (рис. 7.5), починаючи зі стелі чи верху стін, шарами, кількість яких залежить від виду штукатурки (рис. 7.6). Кожний наступний шар необхідно наносити після розрівнювання попереднього шару правилом і тужавіння розчину (рис. 7.7).

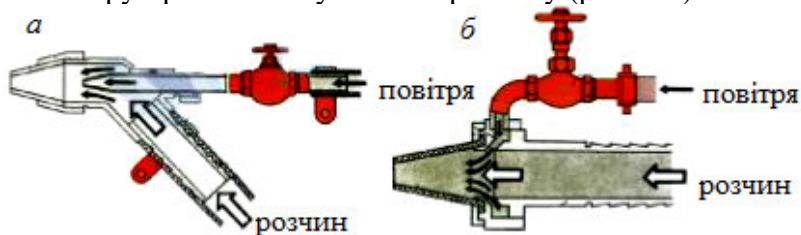


Рис. 7.5. Пневматичні форсунки з подачею повітря: *а* – центральною; *б* – кільцевою



Рис. 7.6. Механізоване нанесення розчину, <https://ibud.ua/ua/post/shtukaturnye-raboty-382>



Рис. 7.7. Розрівнювання штукатурного розчину правилом, <https://ibud.ua/ua/post/shtukaturnye-raboty-382>

Накривний шар наносять після тужавіння останнього шару ґрунту.

Перед нанесенням накривного шару вирівняну поверхню ґрунту змочують водою. Накривний шар наносять пневматичною форсункою, до якої подається повітря від компресора. Наносять розчин круговими рухами, тримаючи сопло на відстані 500–700 мм і під кутом 60–90° С від поверхні, яку обробляється. Накривний шар наносять рівномірно товщиною 2–5 мм.

Після тужавіння накривного шару його затирають електро- або пневмозатиральними машинами чи загладжують металевими гладилками відразу після нанесення розчину (рис. 7.8).

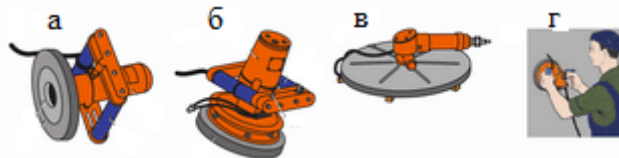


Рис. 7.8. Електричні затиральні машини (а, б); пневматична затиральна машина (в); затирання штукатурки (г)

При малих об'ємах робіт влаштування штукатурки виконують вручну, при цьому розчин наносять за допомогою штукатурної кельми або ковшів.

Затирають штукатурку вручну з використанням терок, оббитих повстю або обклеєних поролоном. Загладжують поверхню металевими гладилками.

Перспективною є технологія об штукатурення з використанням для накривного шару шпаклювальних сумішей: церезит, мегарон тощо. Ці суміші наносять шпателем або металевою теркою, що відразу забезпечує рівність поверхні (рис. 7.9).



Рис. 7.9. Нанесення шпаклювальної суміші шпателем (а) і металевою теркою (б, в)

Для захисту поверхні від виникнення тріщин застосовують армуючі стрічки і сітки. Армуючу стрічку утоплюють шпателем у свіжо вкладений шар шпаклівки або наклеюють на зашпакльовану поверхню. В обох випадках поверхня ще раз шпаклюється. Армуюча штукатурна сітка повинна знаходитися посередині шару штукатурки, а тому її утоплюють на глибину 5 мм в накривний шар. Напуск сіток повинен бути не менше 10 см. Потім на армовану поверхню необхідно нанести заключний шар штукатурки або шпаклівки. Таким чином отримуємо моноліт «штукатурка-сітка-штукатурка».

Сітки призначені для армування при шпаклювальних роботах. Технологія застосування аналогічна як для штукатурки із створенням монолітної системи «шпаклівка-сітка-шпаклівка».

Затирання поверхні виконують сітками, закріпленими на терках.

Оформлення кутів, одвірків і луток виконують після об штукатурення стін, використовуючи горизонтальні, а потім вертикальні правила, які кріплять до поверхні стін штирями або гіпсовим розчином.

Якість штукатурки регламентується такими вимогами: нерівності на довжині 2 м не повинні перевищувати 2 мм для покращеної і 1 мм для високоякісної штукатурки; відхилення поверхні від вертикалі не повинно перевищувати 2 мм на 1 м висоти, 10 мм – на всю висоту приміщення для покращеної і 5 мм – для високоякісної штукатурки.

Останнім часом у будівельну практику замість штукатурки широко впроваджується технологія вирівнювання стін за допомогою гіпсокартонних листів.

Гіпсокартонний лист являє собою матеріал, виготовлений із будівельного гіпсу, армований скловолокном і обклеєний з двох сторін спеціальним картоном.

Існує два способи вирівнювання стін гіпсокартонними листами: безкаркасний і каркасний.

При першому способі листи приклеюються до стіни спеціальним клеєм, а при другому – монтуються на каркас.

Залежно від рівності стіни застосовується один із способів приклеювання листів:

- приклеювання безпосередньо до стіни;
- приклеювання до раніше приклеєних гіпсокартонних смуг шириною 100 мм (рис. 7.10).

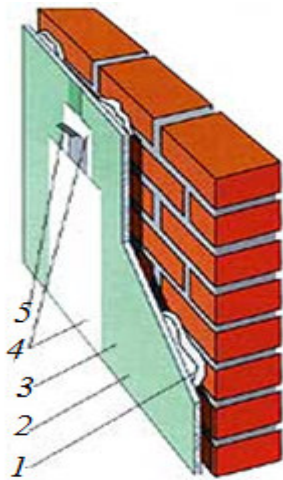


Рис. 7.10. Вирівнювання стіни гіпсокартонними листами приклеюванням: 1 – клей; 2 – лист гіпсокартонний; 3 – ґрунтовка; 4 – шпаклівка; 5 – стрічка армуюча

У випадку, коли гіпсокартонні листи неможливо приклеїти до стіни, або стіну необхідно утеплювати, їх монтують на металевий каркас із спеціальних профілів, який кріпиться до стіни кронштейнами (рис. 7.11).

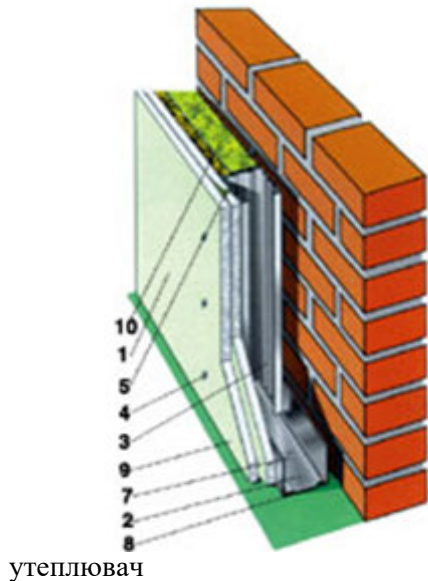


Рис. 7.11. Вирівнювання стіни гіпсокартонними листами на металевому каркасі: 1 – лист гіпсокартонний; 2 – профіль направляючий; 3 – профіль несучий; 4 – шуруп само нарізний; 5 – шпаклівка; 7 – дюбель; 8 – стрічка ущільнююча; 9 – ґрунтовка; 10 – утеплювач

Гіпсокартонні листи можуть монтуватись на каркас в один або два шари.

В обох випадках стики між листами заробляються шпаклювальною сумішшю. Після того, як шпаклівка у швах висохне, їх шліфують до отримання єдиної площини з листами.

Перед фарбуванням або наклеюванням шпалер вся поверхня листів ґрунтується.

7.2. Облицювальні роботи

Облицювальні роботи – це роботи, пов'язані з закріпленням опоряджувальних матеріалів на лицьових поверхнях конструкцій.

Облицювання поділяється на внутрішнє і зовнішнє, воно може бути виконано із використанням природного декоративного каменю або штучних матеріалів. Найчастіше для облицювання використовують такі породи каменю: мармур, граніт, базальт, лабрадорит, габро, вапняк, туф, піщаник; із штучних матеріалів – облицювальні плитки і плити: керамічні, скляні, пластмасові, гіпсові, азбестоцементні, дерев'яні та пластикові (вагонка).

Залежно від призначення облицювальні покриття можуть бути захисними, санітарно-гігієнічними і декоративними.

Конструкція облицювання складається із трьох основних елементів: підготовки, проміжного прошарку і облицювального покриття.

Для влаштування підготовки використовують цементно-піщаний розчин, яким вирівнюють опоряджувальну поверхню, а для проміжного прошарку – цементно-піщаний розчин або клейових сумішей. Облицювальні роботи поділяють на такі процеси: підготовка облицювальних матеріалів та приготування клейових сумішей і кріплення; підготовка опоряджувальної поверхні; облицювання поверхні.

Підготовка облицювальних матеріалів складається з сортування плиток за розмірами і кольорами, обрізування плиток і свердління отворів. Мاستики та ключі суміші, як правило, використовують промислового виготовлення; їх потрібно тільки довести до необхідної консистенції. Як кріплення для облицювальних матеріалів використовують шурупи, анкери, кріючки, металеві скоби.

Підготовка поверхні для облицювання залежить від способу закріплення матеріалів. При використанні цементно-піщаного розчину підготовка поверхні включає очищення, видалення масляних плям тощо. При значних нерівностях поверхні (більше 20 мм) на неї закріплюють металеву або синтетичну сітку. Якщо поверхня гладка, то на ній роблять насічку або її ґрунтують цементним молоком з емульсією ПВА. При кріпленні плиток мастиками або клейовими сумішами облицювальну поверхню обов'язково вирівнюють.

Перед облицюванням старанно перевіряють вертикальність поверхні та кутів, тимчасово закріплюють точки лицьової площини майбутнього облицювання, називається провішуванням, визначають кількість рядів, розміщують їх на поверхні стіни (рис. 7.12). Провішування виконують у певній послідовності. На відстані 140–150 мм від стелі, а від кутів прилеглих стін на відстані 50–60 мм, забивають цвяхи, головки яких повинні виступати з поверхні стіни на 10–15 мм, і натягують шнур-причалку. Вертикальність поверхні визначають опусканням виска від верхніх цвяхів.

У приміщеннях малої площі достатньо буде установити чотири точки у кутах стіни (дві зверху і дві знизу). Для контролю точності провішування, натягують шнур вздовж діагоналей стіни. Після провішування стіни головки

цвяхів знаходитимуться в одній площині є марками, що фіксують окремі точки лицьової поверхні облицювання.

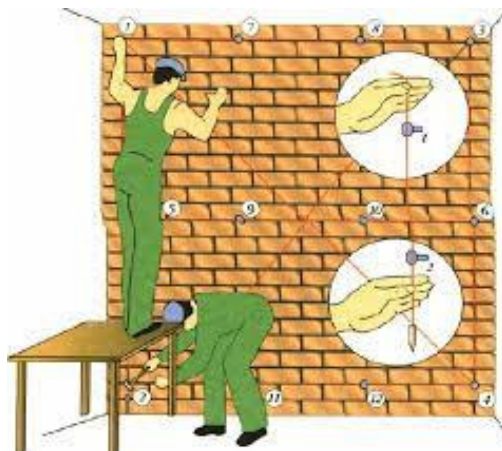


Рис. 7.12. Схема провішування вертикальної поверхні для облицювання: 1–12 цвяхи, https://teacherkravchuk.blogspot.com/2020/04/4-13_12.html

Технологія облицювання залежить від виду облицювального матеріалу, способу його кріплення на поверхню і передбачає використання ручних інструментів. Для виконання облицювальних робіт застосовуються наступні інструменти: кельма, рулетка, рівень, плиткоріз, водяний рівень, дріль, мішалка, молотки металевий і гумовий, зубчастий шпатель, кутова шліфувальна машинка (болгарка), зубчастий шпатель двосторонній (рис. 7.13).



Рис. 7.13. Інструмент для виконання облицювальних робіт: 1 – кельма; 2 – рулетка; 3 – будівельний рівень; 4 – плиткоріз; 5 – водяний рівень; 6 – дріль; 7 – мішалка; 8 – молоток металевий; 9 – молоток гумовий; 10 – зубчастий шпатель; 11 – кутова шліфувальна машинка (болгарка); 12 – зубчастий шпатель двосторонній, <https://naurok.com.ua/prezentaciya-oblicyuvannya-vertikalnih-poverhon-334105.html>

Облицювання керамічними плитками на цементному розчині виконують з допомогою шаблона, або з використанням маякових рядів і шнура-причалки (рис. 7.14).

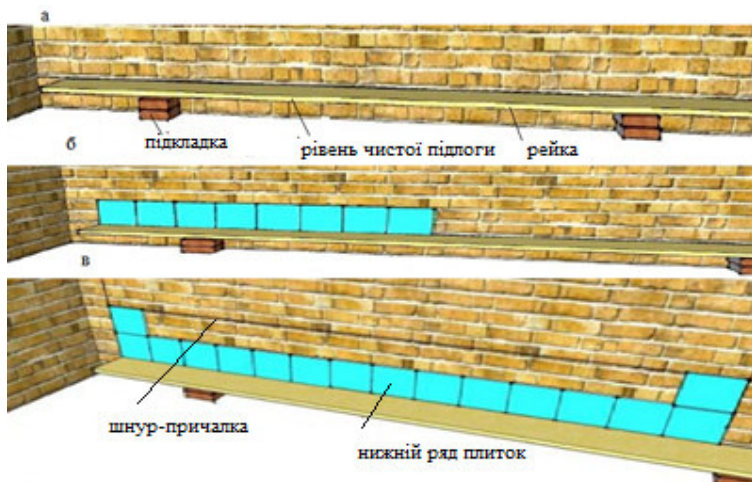


Рис. 7.14. Схема влаштування

облицювання, https://teacherkravchuk.blogspot.com/2020/04/4-13_12.html

Після перевірки стіни на придатність її до облицювання визначаються контури поверхні облицювання. На рівні позначки чистої підлоги встановлюють дерев'яну рейку, а її горизонтальність встановлюють будівельним рівнем (водяним або лазерним рівнем) шляхом укладанням під рейку підкладок (рис. 7.14, а).

Перший ряд плиток поверх рейки вкладається без розчину, починаючи від середини, і визначається кількість плиток в ряду (рис. 7.14, б). В результаті виконання провішування на протилежних кінцях стіни вище майбутнього облицювання та на рівні чистої підлоги встановлюють за рівнем на розчині маячні плитки. Розчин тонким шаром накладають на зворотну сторону плитки і притискують її до поверхні, рівномірно постукуючи дерев'яною ручкою облицювальної лопатки. Внизу на рейці на розчині вкладають плитки, заповнюючи проміжок між маячними плитками. За розміткою другого ряду на протилежних кінцях стіни забивають цвяхи і натягують шнур-причалку (рис. 7.14). По шнуру-причалці установлюють на розчині дві крайні маячні плитки другого ряду і заповнюють проміжок між ними плитками. Для



дотримання однакової ширини швів між плитками застосовують хрестики різних розмірів (рис. 7.15).

Рис. 7.15. Способи застосування хрестиків для дотримання однакової ширини швів між плитками,

https://postach.com.ua/image/cache/catalog/image/catalog/news-img/description/8_362.webp

Шви між плитками через добу заповнюють тим же розчином, або декоративним (білим, кольоровим цементом, або розчином з кольоровими пігментами) (рис. 7.16).



Рис. 7.16. Заповнення швів між плитками: а – гумовим шпателем; б – шприцом, <https://remontuem.te.ua/plytochni-roboty/>

При облицюванні з використанням клейових сумішей або мастики, спочатку ними ґрунтують стіну, а потім з допомогою металевого шпателя суміш або мастику рівномірним шаром наносять на зворотну сторону плитки, яку притискають до стіни так, щоб бортик плитки по периметру щільно прилягав до обґрунтованої поверхні. Якщо клейова суміш або мастика виступила крізь шви, то її знімають ножом чи металевим шпателем.

7.3. Малярні роботи

Малярні роботи – процес нанесення фарб або лаків на поверхні будівельних споруд чи будівельних конструкцій з метою надання їм естетичного вигляду, захисту від корозії і загнивання, а також з санітарно-гігієнічною метою.

Фарба є основним матеріалом у малярних роботах. Вони складаються із в'язучого, розбавлювача (розчинника) і пігментів. В'язуче служить для зчеплення частин пігменту і утворення тонкої покривної плавки. Розбавлювачами або розчинниками можуть бути вода, оліфа, скипидар, уайт-спірит, ацетон тощо. Пігменти – це тонкодисперсні кольорові порошки. Їх уводять у лакофарбові матеріали для надання покриттям кольору і укривності, а також для покращення їхніх фізико-механічних і антикорозійних властивостей.

При виборі пігментів враховують колір, світло- і атмосферостійкість, а також стійкість до впливу хімічних речовин. Основними кольорами пігментів є червоний, синій і жовтий; інші кольори можна підібрати змішуючи у певних пропорціях пігменти основних кольорів.

Всі фарби поділяються на дві основні групи: водні (клейові, вапняні, емульсійні) та безводні (олійні, емалеві, лаки).

Клейові фарби – суміші пігменту, наповнювача та клею. Перед використанням ці фарби розводять водою до необхідної малярної консистенції і призначені для внутрішнього покриття штукатурених поверхонь.

Вапняні фарби отримують на основі вапняного тіста, яке розбавляють водою до малярної консистенції, та лугостійких пігментів (охри, ультрамарину, залізного сурику тощо). Використовують вапняні фарби для покриття фасадів і внутрішніх поверхонь штукатурених цегляних і бетонних поверхонь.

Емульсійні фарби являють собою пігментовані емульсії полімерів у воді. Представниками фарб цієї групи є полівінілацетатні, акрилові, гліфталеві суміші. Такі фарби являються нетоксичними, утворюють водостійке газопроникне покриття. Емульсійні фарби використовують для зовнішнього і внутрішнього фарбування цегляної, бетонної поверхонь, штукатурки і дерева.

Олійні фарби являють собою суспензії пігментів в оліфі і виготовляються густотертими або придатними для використання. Залежно від якості оліфи і виду пігменту, вони застосовуються для фарбування металу, дерева, штукатурки, бетону. Фарби, у яких розбавлювачем є оліфа-оксоль, придатні для фарбування внутрішніх поверхонь; фарби, які виготовлені на натуральній або гліфталевій оліфах, призначені для нанесення як внутрішніх, так і зовнішніх покриттів.

Емалеві фарби є різновидом легко смоляних сумішей, зв'язуючими для яких служать розчини синтетичних полімерів. В будівництві поширені перхлорвінілові, пентафталеві, гліфталеві, епоксидні та інші емалеві фарби. Кожна з них має раціональну область використання: перхлорвінілові використовуються для фарбування фасадів будинків, пентафталеві для покриття дерев'яних підлог, гліфталеві – внутрішніх поверхонь по металу, шпаклівці, дереву.

Лаки, що використовуються для будівельних робіт, поділяються на такі групи: олійно-смоляні і синтетичні.

Властивості і галузь використання лаків визначається властивостями зв'язуючого: лаки на основі поліефірних полімерів використовуються для покриття паркетної підлоги, столярних виробів; пентафталеві лаки застосовують для нанесення на внутрішні і зовнішні покриття по дереву; перхлорвінілові лаки – для захисту різноманітних будівельних конструкцій від шкідливої дії агресивних середовищ; бітумні лаки – для антикорозійного покриття металевих виробів; нітролаки – для лакування металів, пофарбованих і нефарбованих виробів із дерева.

Малярні роботи починають при умові, що закінчені всі попередні роботи – штукатурні, облицювальні, санітарно-технічні, електромонтажні. Температура повітря у приміщеннях повинна бути не нижчою 80° С, а вологість повітря – не більше 70%.

Малярні роботи виконують у дві стадії: підготовка поверхні та фарбування. Підготовка поверхні до фарбування включає в себе такі операції: очищення поверхні, її загладжування, розшивання тріщин, ґрунтування, шпатлювання та шліфування. Підготовка стін перед фарбуванням потребує використання різних інструментів і матеріалів. Для роботи

знадобляться: шліфувальний папір різної зернистості чи шліфувальна машина; гострий предмет для зняття фарби, наприклад, ніж або спеціальний скребок; набір шпателів; валик і пензель (рис. 7.17).



Рис. 7.17. Інструменти для підготовки поверхні до фарбування,

<https://www.sniezka.ua/poradi/tjehniczni-poradi/jak-pravilno-pidgotuvati-stini-pjerjed-farbuwannjam>

Очищення поверхні виконують за допомогою металевого шпателя, рогожної щітки і технічного пиломоска. Загладжування поверхні здійснюють механізовано за допомогою універсальних шліфувальних машин, а при малих обсягах – шліфувальною шкуркою, пемзою, дерев'яним бруском. Розшивання тріщин виконують тільки на обштукатурених поверхнях на глибину до 1 см за допомогою металевого шпателя. Заробляють тріщини шпаклювальними сумішами. Грунтування необхідне для просочування поверхні і надання їй міцності перед наступним фарбуванням.



Шпатлювання поверхні товщиною 1–3 мм здійснюють механізовано за допомогою шпаклювальних установок, або ж вручну з використанням різноманітних шпателів. Прошпакльовані поверхні шліфують електричними шліфувальними машинами (рис. 7.18).

Рис. 7.18. Шліфування стіни електричною шліфувальною

машиною, <https://www.sniezka.ua/poradi/tjehniczni-poradi/jak-pravilno-pidgotuvati-stini-pjerjed-farbuwannjam>

Пил, який з'являється при шліфуванні поверхні, прибирають за допомогою пиломоска або щіток.

За якістю розпізнають такі види фарбування: просте, яке використовують в підсобних, складських та інших подібних приміщеннях; покращене і

високоякісне – для житлових, службових, навчальних побутових та інших приміщеннях громадського призначення. Чим вища якість фарбування, тим більше необхідно виконати підготовчих технологічних операцій.

Перед застосуванням фарби ретельно перемішують, при необхідності проціджують. В'язкість фарби (15–300 с) добирають в залежності від способу її нанесення; чим нижча в'язкість, тим менша витрата її на 1 м² поверхні і тим більшою буде її довговічність.

Фарбують поверхню за допомогою пневматичних установок, ручних та електричних розпилювачів, пензлів та щіток різної форми і розмірів, валків (рис. 7.19).



Рис. 7.19. Інструмент для малярних робіт: *а* – валик і щітка; *б* – пензлі різних розмірів; *в* – пневматичний розпилювач

Фарбування виконують вертикальними або горизонтальними смугами з перекриттям попередніх смуг на 3–4 см (рис. 7.20).



Рис. 7.20. Фарбування стіни: *а* – валиком; *б* – пневматичним розпилювачем, <https://okraska-profi.com.ua/ua/farbuвання-stin-u-kyievi/>

Малярні роботи приймають після висихання водних фарб або утворення міцної плівки на поверхнях олійних та синтетичних фарб.

На пофарбованих поверхнях не допускається наявності плям, натікань, пропусків, просвічування нижніх шарів фарби і слідів щітки або валика. Поверхня повинна мати однотонну глянцеvu або матову фактуру.

При виконанні малярних робіт особливу увагу необхідно звертати на забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту (респіратори, окуляри, рукавиці тощо), а також вентиляції приміщень, у яких проводяться малярні роботи.

7.4. Покрівельні роботи

Для захисту будівель і споруд від атмосферних опадів і температурної дії сонячних променів застосовують покрівлі із штучних, рулонних і мастичних матеріалів.

Покрівлі із штучних матеріалів виконують із керамічної або цементно-піщаної черепиці, хвилястих азбестоцементних листів, оцинкованої бляхи, металочерепиці та інших матеріалів.

Для рулонних покрівель використовують руберойд, толь, склоруберойд тощо.

Мастикові покрівлі влаштовують із мастик, емульсій на основі бітумних або полімерних в'язучих. Для приклеювання рулонних матеріалів використовують бітумні, бітумно-емульсійні, бітумно-гумо-полімерні, полімерні мастики. Мастика складається із в'язучого і наповнювачів, які можуть бути пилевидними (вапнякові, крейдяні, зольні), волоконними (азбестові, шлако-, скловолонні) та комбінованими (суміш пилевидних і волоконних). Мастики можуть бути гарячі (160–180° С) і холодні.

Технологія покрівельних робіт залежить від конструктивного рішення покрівлі та виду покрівельних матеріалів.

Комплексний процес влаштування покрівлі складається із заготівельних, підготовчих, транспортних і основних процесів.

Заготівельні процеси включають: очищення рулонних матеріалів і їх розкрій; виготовлення елементів покрівлі із оцинкованої бляхи; розрізування і обрізування кутів азбестоцементних листів; приготування мастик та емульсій.

Підготовчі процеси складаються із операцій влаштування даху і підготовки основи для влаштування покрівлі.

При влаштуванні покрівель із штучних матеріалів до складу підготовчих процесів входить облаштування обрешітки, підготовка обладнання, інструментів і робочого місця покрівельника.

Основою обрешітки можуть бути прогони із металевого профілю, залізобетону або дерев'яних брусків. Обрешітку влаштовують у вигляді дерев'яних брусків перетином 50×50...60×60 мм, або у вигляді настилу із дощок (рис. 7.21). Відстань між брусками залежить від покрівельного матеріалу: кожний азбестоцементний лист вкладають на три бруски, а черепицю на два. Суцільний настил із дощок улаштовують при будь-яких типах листів на карнизах, гребенях, розжолобках.

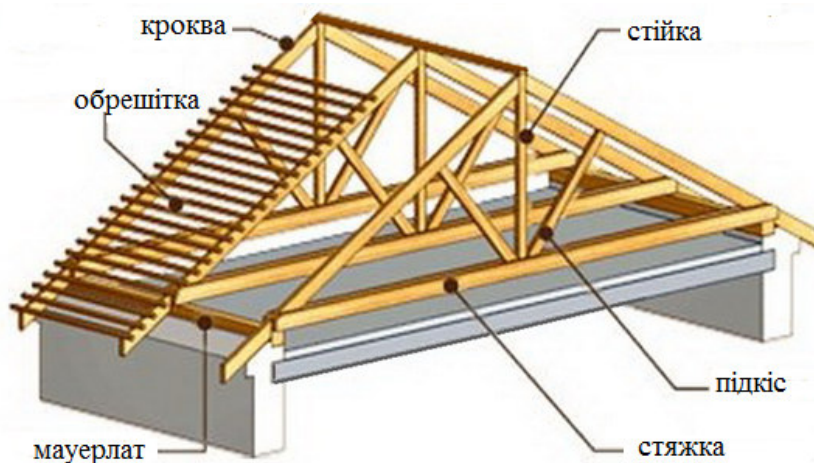


Рис. 7.21. Елементи покрівлі, <https://dom-stroy.kiev.ua/uk/nesuchi-konstrukci%D1%97-pokrivli/>

Улаштування покрівель із азбестоцементних виробів

Покрівлю із азбестоцементних хвилястих листів влаштовують двома способами: без зміщення швів у повздовжньому напрямку і з перев'язуванням швів. Використовуючи перший спосіб, в листах крайніх рядів обрізають один кут (верхній лівий або нижній правий); в листах середніх рядів обрізають два кути (нижній правий і верхній лівий) (рис. 7.22).

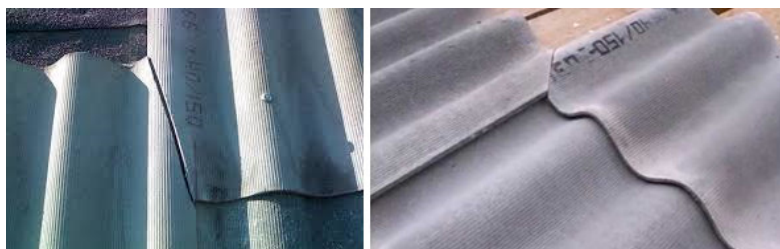


Рис. 7.22. Приклади зрізування кутів шиферного листа, <https://trivita.ua/ua/blog/shifernaia-krovlia-a-153>

При другому способі кожний наступний ряд відносно нижче вложеного зміщується на одну хвилю.

Листи азбестошиферу кладуть правильними рядами знизу вгору, паралельно карнизу (рис. 7.23).

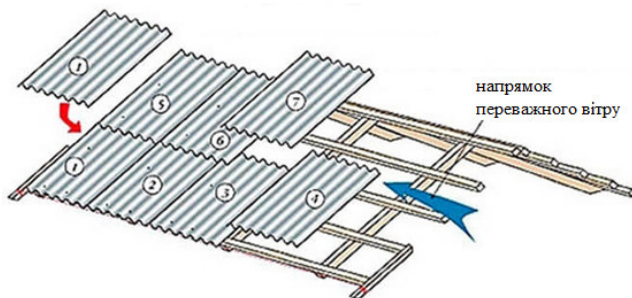


Рис. 7.23. Послідовність вкладання шиферу на дах,
<https://trivita.ua/ua/blog/shifernaia-krovlia-a-153>

Кожний ряд листів звичайного профілю по довжині повинен перекриватись наступним на 120–140 мм, листів уніфікованого профілю – на 200 мм, інших листів – на 180–190 мм. В рядах кожний лист має перекривати сусідній на одну хвилю. До лат та дерев'яних прогонів листи прикріплюють нержавіючими цвяхами або шурупами з м'якими шайбами, а до металевих чи залізобетонних прогонів – оцинкованими гвинтами з гайками або скобами. Гребені, а також примикання покрівлі до вертикальних поверхонь обладнують спеціальними азбестоцементними профілями.

Плоскі азбестоцементні плити, як і хвилясті листи, кладуть рядами знизу вгору, починаючи з карниза. Кожну плитку кріплять до покритого шаром пергаменту суцільного настилу із дощок двома цвяхами і проти вітряною кнопкою.

Улаштування покрівель із черепиці. Для покрівельних робіт використовують глиняну (керамічну) черепицю, яка за формою буває жолобчаста, хвиляста, плоска і пазова, а також цементно-піщану. Під черепичну покрівлю влаштовують латкування із брусків перерізом 50х50 (50х60) мм, відстань між якими залежить від розмірів черепиці. Вкладання черепиці проводиться рядами знизу вгору і справа наліво (рис. 7.24).



Рис. 7.24. Влаштування даху із керамічної черепиці,
<https://dahfasad.top/montazh-keramichnoyi-cherepici/>

В останні роки широкого застосування для влаштування даху набула м'яка бітумна черепиця.

Бітумна черепиця укладається на суцільну обрешітку, яка може бути з вологостійкої фанери або шпунтованої дошки. Гранична вологість матеріалу для основи не повинна перевищувати 20%. Товщину матеріалу визначає крок крокв. На обрешітку укладається підкладочний захисний килим із рулонного матеріалу (рис. 7.25).

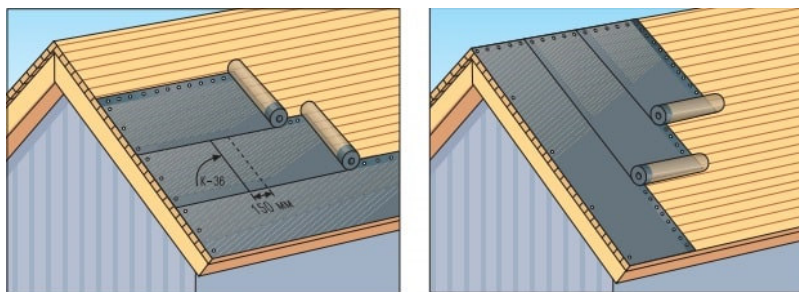


Рис. 7.25. Влаштування підкладочного захисного килиму, <https://a-bud.com.ua/ua/professionalnyj-montazh-bitumnoj-cherepicy/>

На підготовлену основу здійснюється укладання покрівельного матеріалу, при цьому в першу чергу проводиться укладання карнизних смуг (рис. 7.26, а).

М'яка бітумна черепиця укладається рядами знизу вгору. Робота починається від центру карниза в напрямку до торцевих частин даху. Перший ряд монтується так, щоб відстань між нижньою частиною пелюсток черепиці і верхнім краєм карнизної смуги становило 2–3 см. Всі наступні ряди укладаються смугами зі зрушенням на половину пелюстки (рис. 7.26, б).

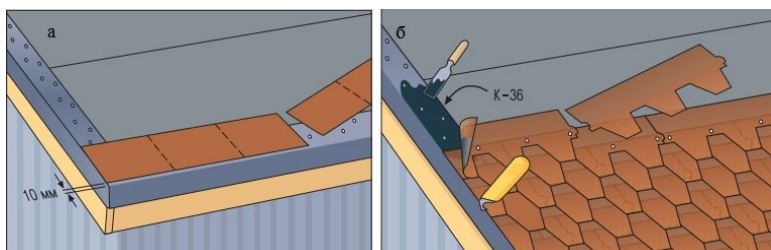


Рис. 7.26. Монтаж даху із бітумної черепиці, <https://a-bud.com.ua/ua/professionalnyj-montazh-bitumnoj-cherepicy/>

Кріплення черепиці до основи здійснюється за допомогою спеціальних цвяхів. Якщо похил даху не перевищує 45 градусів, на один аркуш потрібно 4 цвяхи, які прибиваються на однаковій відстані трохи вище лінії паза. При ухилі понад 45 градусів, для закріплення кожного аркуша потрібно 6 цвяхів.

Улаштування металевих покрівель. Металеві покрівлі влаштовують по латах з дощок (40х200 мм) і брусків (50х50 мм), які укладають на відстані 200 мм один від одного. Між собою листи з'єднують за допомогою фальців, які можуть бути одинарними і подвійними, лежачими і стоячими. Фальц – це

шов, за допомогою якого скріплюються матеріали. Листи по довжині схилу покрівлі з'єднують між собою в картини як правило одинарними лежачими фальцами, лише при малому нахилі – подвійними. Уздовж схилу картини між собою з'єднують стоячими фальцами (рис. 7.27).

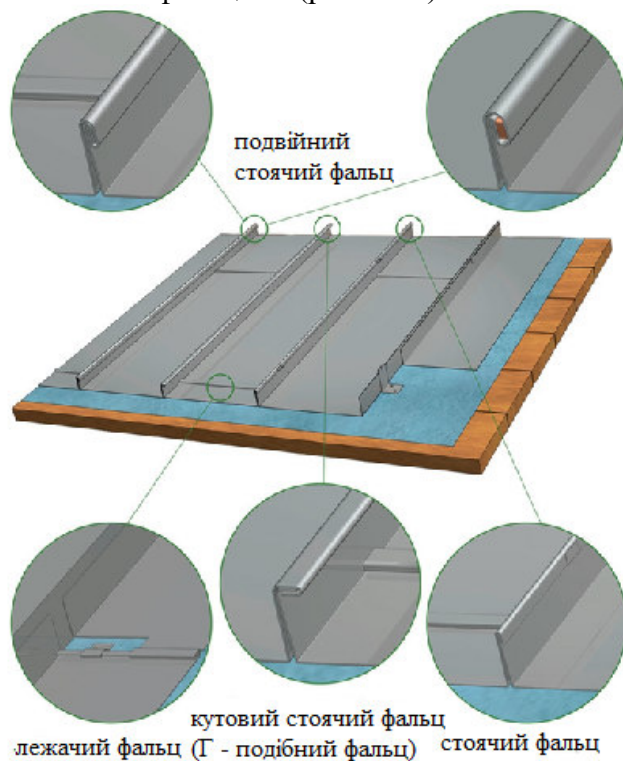


Рис. 7.27. Конструкції з'єднання металевих листів за допомогою фальців,
<https://keramodim.com.ua/blog/ustrojstvo-i-montazh-falcevoj-krovli.html>

Картини до лат кріплять за допомогою кляммерів – металевої стрічки завширшки 40–50 мм і довжиною 120–150 мм. Один кінець кляммера цвяхами прибивають до дощок або до бокової поверхні брусків, а другий заводять у фальц між картинами покрівлі (рис. 7.28).



Рис. 7.28. Влаштування металевої фальцевої покрівлі,
<https://keramodim.com.ua/blog/ustrojstvo-i-montazh-falcevoj-krovli.html>

Одним із видів металевої покрівлі, яка знайшла широке застосування останнім часом, є покрівля із металевої черепиці. Металочерепиця – це сучасний покрівельний матеріал, що виготовляється із оцинкованого сталевих листа шляхом нанесення полімерного покриття і надання форми, що нагадує натуральну черепицю.

Металочерепиця монтується на решетуванні із дерев'яних дощок розміром 25×100 мм, або 30×100 мм. Вимоги до матеріалу для решетування зводяться до того, що він повинен бути однакового розміру, а також потрібно уникати дощок з тріщинами та високою вологістю. Перед безпосереднім монтажем дощок вони проходять обробку просоченням спеціальним розчином проти гниття.

Виходячи з розмірів металочерепиці розраховується крок обрешітки (рис. 7.29).

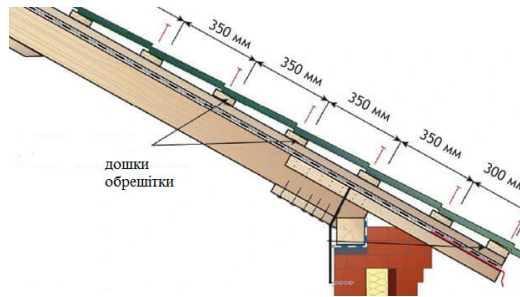


Рис. 7.29. Схема обрешітки для влаштування покрівлі із металочерепиці, <https://budstroy.kiev.ua/uk/yak-samomu-zrobiti-pokrivlyu-z-metalocherepitsi/>

Перед монтажем металочерепиці між її листами і кроквами виконуються підготовчі роботи шляхом влаштування гідроізоляції, утеплення, пароізоляції. Після виконання підготовчих робіт приступають безпосередньо до улаштування покриття даху з металочерепиці.

При влаштуванні шатрового даху, укладання металочерепиці починають з середини обраного ската, причому монтаж рівномірно виконується в обидва боки, а капілярна канавка, наявна на кожному листі, повинна обов'язково перекриватися поверхнею наступного (рис. 7.30).

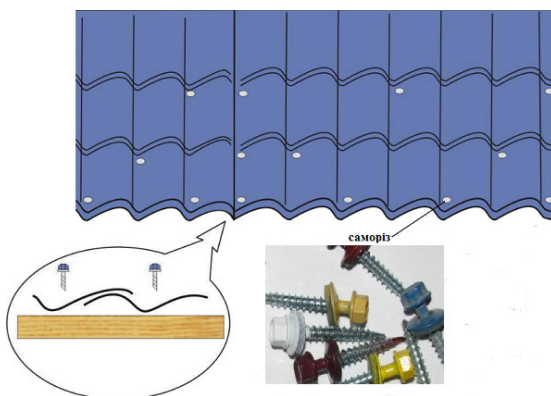


Рис. 7.30. Схема кріплення листів металочерепиці до обрешітки, <https://bud334203452.wordpress.com/>

Для кріплення листів металочерепиці застосовуватися саморізи, які забезпечені спеціально передбаченою ущільнювальною шайбою. Саморізи, що фіксують листи матеріалу, повинні розташовуватися в прогині хвилі. Витрата кріпильних елементів зазвичай невелика і становить 6–8 штук на кожен квадратний метр покриття даху.

Улаштування покрівель із рулонних матеріалів. Основою покрівлі із рулонних матеріалів служать несучі монолітні або збірні плити покриття з нанесеною на них цементно-піщаною чи асфальтобетонною стяжкою, плоскі азбестоцементні листи та суцільний настил із дощок. Кількість шарів рулонних матеріалів залежить типу споруди, виду матеріалу та нахилу даху і може бути від одного до п'яти (рис. 7.31).

Для склеювання рулонних матеріалів використовують мастики, матка яких визначається залежно від району будівництва, виду та нахилу покрівлі. Товщина шару мастики не повинна перевищувати 2 мм. Полотнища рулонних матеріалів при нахилі даху до 15% наклеюють перпендикулярно стоку води, а при більшому нахилі – паралельно йому.

Залежно від способу наклеювання полотнищ рулонний покрівельний килим влаштовують різними способами: ступінчастим (одночасним) – з руберойду з дрібною мінеральною посипкою і наступним влаштуванням захисного гравійного шару; шаровим (послідовним) – нижні шари з руберойду, посипаного дрібним мінеральним порошком, верхній шар – з руберойду з крупнозернистою посипкою.

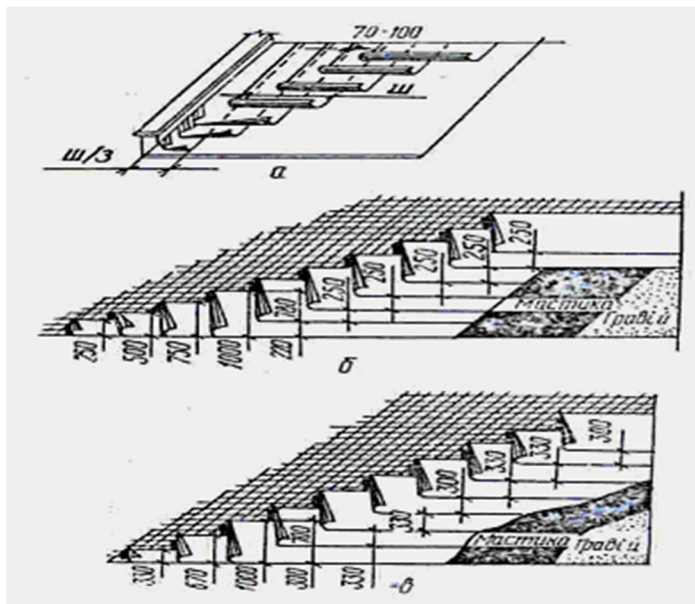


Рис. 7.31. Способи наклеювання полотнищ рулонного килима: *а* – послідовний; *б* – одночасний при влаштуванні чотиришарового килима; *в* – те саме, тришарового, <https://msd.com.ua/tehnologiya-budivnictva/ulashtuvannya-pokrivel-z-rulonnix-materialiv/>

Наклеювання полотнищ починають знизу проти напрямку нахилу даху. Перекриття стиків по довжині полотнищ повинно бути не менше 70 мм, а впоперек – не менше 250 мм.

Стики руберойду після його наклеювання прошпакльовуються гарячою (150–160° С) бітумною мастикою. Захисний шар покрівлі влаштовують по верхньому шару килима нанесенням шару гарячої бітумної мастики товщиною 3 мм і посипки гравієм або щебенем фракціями 10–20 мм.

Улаштування мастикових покрівель. Мастикові покрівлі застосовують при будівництві виробничих і господарських будівель, які мають покриття із збірних залізобетонних плит. Вони можуть бути армовані і неармовані. Для армування використовують скло сітку, скло полотно. Мастикові покрівлі влаштовують з холодних бітумних емульсійних паст і мастик, полімерних мастик, а також гарячих бітумних і бітумно-гумових мастик. Бітумні емульсійні мастики – це дисперсні системи з бітуму, емульгатора (глина, вапно, або їх суміш з азбестом), наповнювача (азбест, цементний пил, тонко молотий вапняк) та води. Ці мастики можуть бути поліпшені додаванням до них водних емульсій каучуку.

Улаштування мастикових покрівель починають з підготовки основи: перевіряють нівеліром нахил поверхні основи під покрівлю; наклеюють над стиками панелей армуючи прокладки з склосітки, утоплюючи її в бітумно-емульсійну пасту; влаштовують гнучкі компенсатори з полімерної плівки по шару емульсійної паст.

Пароізоляцію влаштовують з бітумної емульсійної мастики шарами товщиною 2 мм, кількість яких залежить від умов експлуатації будівлі і може бути від 1 до 4.

Улаштування теплоізоляції та вирівнювальних (захисних) шарів аналогічне влаштуванню рулонних покрівель. Мінімальна кількість шарів мастикової покрівлі дорівнює трьом: ґрунтовка, проміжний (робочий) шар і верхній шар, на який наносять захисне покриття із суспензії алюмінієвої пудри в гасі. Проміжних (робочих) шарів може бути 2 і 3. Ґрунтовку наносять механізовано шаром завтовшки 2 мм.

Основні шари мастикової покрівлі наносять відразу після висихання ґрунтовки; кожний наступний шар мастики наносять після повного висихання попереднього шару.

7.5. Улаштування підлог

Улаштування підлог – це один із видів опоряджувальних робіт, до яких ставлять вимоги залежно від призначення будівлі в цілому і кожного приміщення окремо.

Технологія влаштування підлоги в першу чергу залежить від виду матеріалу покриття. Залежно від матеріалу покриття підлоги поділяються на суцільні, із штучних та рулонних матеріалів.

До суцільних підлог відносяться бетонні, цементно-піщані, мозаїчні, асфальтобетонні, металоцементні, ксилолітові, полімерні, наливні підлоги; до підлог із штучних матеріалів – покриття з деревини, кераміки, скла, природного каменю, шлакоситалу, полівінілхлоридних плиток тощо; до підлог із рулонних матеріалів – покриття з лінолеуму, синтетичних килимів.

Основними елементами підлоги є: основа, підстильний шар, покриття.

Залежно від призначення будівлі, а також її приміщень в період експлуатації основа може бути ґрунтовою, бетонною або залізобетонним покриттям. Технологічні процеси підготовки основи під підлогу залежать від конструктивних характеристик підлоги і виду основи.

Ґрунтові основи влаштовують механізованим способом після зняття рослинного шару і наступним ущільненням мінерального ґрунту до проектної щільності. Ґрунти з недостатньою несучою здатністю зміцнюють шляхом вдавлювання щебеню або гравію крупністю фракцій 40–50 мм. Підстильний шар влаштовується із піску, щебеню, гравію, шлаку, бетону.

Пісок вкладають суцільним рівним шаром товщиною 5–10 см з наступним ущільненням. Щебневий підстильний шар виконують із щебеню з розмірами фракцій 25–75 мм і кам'яного дріб'язку крупністю 5–15 мм ущільненими шарами завтовшки 8–20 см. Для гравійного підстильного шару використовують суміш гравію визначеного гранулометричного складу з включенням піску. Вкладають суміш шарами 10–20 см, ущільнюючи її до припинення осадки гравію. Бетонну суміш у підстильний шар вкладають смугами шириною 3–4,5 м, які обмежують рейками, вирівнюють і ущільнюють віброрейками (вібробрусами).

Для вирівнювання підстильного шару і надання йому проектного похилу влаштовують бетонні, цементно-піщані, асфальтобетонні стяжки товщиною 15–40 мм.

В Україні широко застосовуються дві сучасні технології укладання промислових підлог – бетонні та наливні.

Промислові бетонні підлоги можуть бути як самостійне покриття для підлоги, в тому випадку, коли міцність і стійкість до різноманітних впливів не є важливими факторами, а також можуть виступати в ролі основи для формування підлоги із значно більшими параметрами експлуатації.

Бетонні підлоги влаштовують зверху підстильного шару смугами шириною 3–4 м, що відокремлені одна від одної маячними дерев'яними рейками висотою, яка відповідає товщині покриття (рис. 7.32).

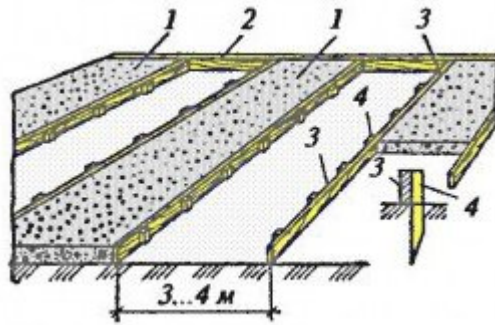


Рис. 7.32. Схема влаштування бетонної підлоги: 1 – смуги бетонної суміші; 2 – поперечна рейка; 3 – направляюча маячна рейка; 4 – кріплення маячних рейок, <https://bud-info.net.ua/budivnytstvo/betonni-roboty/vlashtuvannya-betonnyh-pidloh/>

Вкладена бетонна суміш після розрівнювання повинна виступати над маячними рейками на 3–5 мм. Ущільнення бетонної суміші виконується віброрейкою або вібробрусом (рис. 7.33).



Рис. 7.33. Віброрейки: а – з електричним двигуном; б – з бензиновим двигуном, <https://pnevmoc.com.ua/vibrorejki.html>

Віброрейку на одній позиції тримають до тих пір, поки вона не опуститься обома кінцями на маячні рейки. Перед заповненням бетонною сумішшю суміжних смуг маячні рейки прибирають. Поверхню покриття загладжують до початку схоплювання бетону і через 3 години починають поливати водою. Догляд за бетоном здійснюється упродовж 7–10 діб.

При застосуванні методу вакуумування бетонна суміш повинна мати рухомість 9–10 см. Після вкладання її ущільнюють віброрейкою, а потім вакуум-щитами, підключеними до вакуум-установки, при розрідженні 0,07–0,08 МПа видаляють надлишкову воду. Тривалість вакуумування визначається товщиною шару ущільненого бетону і складає 1–1,5 хв на 1 см товщини шару бетону.

Промислові наливні підлоги з полімерного складу відносяться до досить широкого будівельного класу (рис. 7.34).

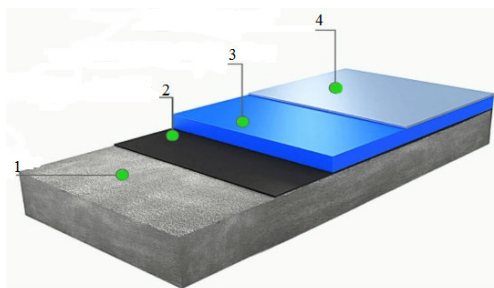


Рис. 7.34. Структура полімерної наливної підлоги: 1 – бетонна основа; 2 – ґрунтовка; 3 – основний шар підлоги; 4 – захисний лак, <https://pol-sam.com.ua/uk/polimerni-pidlohy/>

Полімерні склади, що самовирівнюються, наносяться методом наливу, що дозволяє отримати максимально гладку поверхню. За полімерним складом вони бувають: епоксидні; поліуретанові; епоксидно-уретанові; метилметакрилатні тощо. Полімерні покриття для підлоги за параметром товщини поділяється на: тонкі (від 0,2 до 0,5 мм), підлоги з самовирівнювальною структурою (0,8–1,5 мм), кварцові (2–4 мм), стяжки з полімерного складу (6 мм та вище).

Перед облаштуванням наливної підлоги перевіряється бетонна основа на наявність різних отворів, дефектів, видаляється пил, сміття та інші залишки матеріалів. Після прибирання бетонної основи виконується просочення бетонної основи. Валиком або пензлем наноситься шар ґрунтовки, який рівномірно розподіляється по всій площі підлоги. Після виконання підготовчих робіт на бетонну основу наносяться порції полімерної суміші одна біля одної, щоб забезпечити однакову товщину шару підлоги, яка в найтоншому місці була не менше 5 мм.

Після того, як нанесено матеріал, необхідно пройти валиком з голчастою поверхнею або щіткою з жорсткою структурою по наливній підлозі для розбиття та виведення бульбашок повітря. Після висихання за потреби наливна підлога лакується або декоративно оздоблюється. Послідовність облаштування наливної підлоги наведена на рис. 7.35.



Рис. 7.35. Послідовність облаштування наливної підлоги: а – видалення пилу; б – нанесення ґрунтовки; в – приготування полімерної суміші; г – нанесення суміші на бетонну основу; д – вирівнювання та видалення бульбашок повітря; е – декоративне оздоблення, <https://kruizer.com.ua/mokrii-chornovu-pidlogu-vidi-plusi-i-minusi-montaj/>

Цементно-піщані підлоги влаштовують смугами завширшки 2–2,5 м. Перед початком вкладання розчину підстильний шар змочують водою. Розчин наносять послідовно через смугу. Вкладений розчин розрівнюють рейкою-правилом, потім ущільнюють віброрейкою і загладжують.

Мозаїчну підлогу влаштовують із бетонної суміші, до складу якої входять білий або кольоровий цемент і мармурова крихта, підібраного гранулометричного складу і кольору. Конструкція мозаїчної підлоги двохшарова. Нижній шар роблять завтовшки 12–20 мм із жорсткого цементно-піщаного розчину. Однокольоровий верхній шар покриття вкладають на попередній до початку його твердіння, розрівнюють і ущільнюють. Для багатоколірного покриття в нижньому шарі із смуг нержавіючої сталі, алюмінію, латуні, пластмаси або скла викладається малюнок. Бетон відповідного кольору вкладають на площину, обмежену смугами, розрівнюють і ущільнюють. Вкладений мозаїчний шар закривають матами і поливають протягом 7 діб. Після набуття бетоном достатньої міцності мозаїчну підлогу шліфують, полірують, а потім гляncюють мастикою.

Асфальтобетонну підлогу влаштовують із гарячої суміші заводського виготовлення. Суміш може бути жорсткої консистенції або лита. Для литого асфальтобетону використовують асфальтову мастику (суміш бітуму і порошок із вапняку). Після підготовки основи із бетону або цементно-піщаного розчину її ґрунтують 25–35% розчином бітуму в гасі або бензині. Покриття виконують із суміші жорсткої консистенції в один шар завтовшки 20–50 мм або в два шари загальною товщиною 50 мм; із литої асфальтобетонної суміші товщиною не більше 25 мм. Асфальтобетонну суміш вкладають смугами завширшки 2 м, обмеженими маячними рейками. Жорсткі суміші ущільнюють механічними катками (5–8 т), литі – ручними катками масою 50–80 кг.

Ксилолітові підлоги влаштовують із суміші: каустичного магнезиту, водного розчину хлористого магнію і наповнювача – тирса хвойних порід деревини. Для надання підлозі необхідного кольору вводять пігменти. Підстильний шар повинен мати вологість 1–2%, за 30–40 хв перед вкладанням ксилолітової суміші його ґрунтують розчином із хлористого магнію і каустичного магнезиту у співвідношенні 4:1 за масою. Ксилолітову суміш вкладають смугами завширшки 1,5–2,5 м, які обмежуються маячними рейками. Смуги заповнюють через одну, а суміжні – після зняття рейок через 1–2 доби (рис. 7.36).

Вкладену суміш вирівнюють правилом і ущільнюють ручною трамбівкою масою 3–5 кг остаточно оздоблюють ксилолітове покриття циклюванням, шліфуванням і натиранням мастикою для підлоги.

Полівінілацетатно-цементні підлоги влаштовують із суміші, до складу якої входять: полівінілацетатна дисперсія, портландцемент, тирса, пігменти і вода. Технологія влаштування такої підлоги аналогічна влаштуванню ксилолітової.

Для влаштування *підлоги із дощок* використовують стругані дошки товщиною 32 мм і шириною 75–125 мм. На крайках дощок вибирають пази і гребені (рис. 7.37).



Рис. 7.36. Схема влаштування ксилолітової підлоги: 1 – шланг подачі суміші; 2 – форсунка; 3 – суміш, що вкладається; 4 – маячні рейки; 5 – вкладена суміш

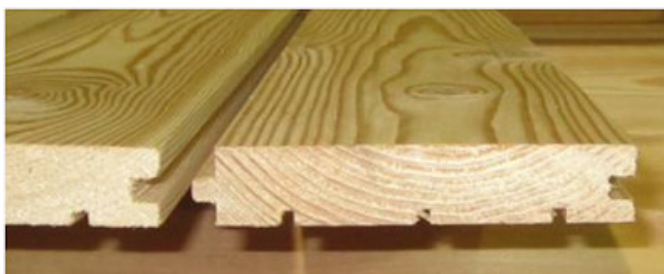


Рис. 7.37. Дошки для дерев'яної підлоги, <https://stroy-blog.info/uk/derev-jana-pidloga-materiali-ukladannja-dogljad/>

Дошки стелять на лаги (50х70 мм), які вкладені на перекриття або на цегляні стовпчики (рис. 7.38).



Рис. 7.38. Влаштування підлоги із дощок: а – розташування лаг; б – укладання дощок, <https://stroy-blog.info/uk/derev-jana-pidloga-materiali-ukladannja-dogljad/>

Дошки щільно притискають одна до одної за допомогою притискачів або будівельними скобами і клинами. Потім дошки прибивають до лаг цвяхами довжиною 70–80 мм, обов'язково утоплюючи шляпки.

Паркетні підлоги влаштовують із штучного паркету і щитового паркету.

Для настилання паркетної підлоги із штучного паркету використовують планки із деревини твердих порід довжиною 150–400 мм і шириною 30–60 мм. По периметру планки мають пази і гребені (рис. 7.39).

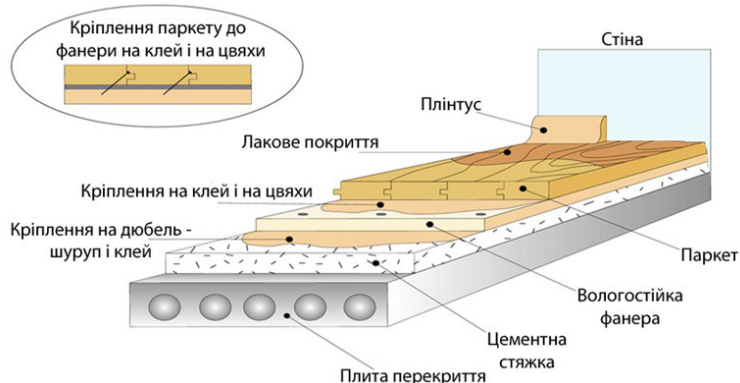


Рис. 7.39. Схема влаштування паркетної підлоги, https://ivan-parket.at.ua/index/ukladannja_parketu_na_stjazhku/0-1061

Влаштування паркетної підлоги починають із розмічування підлоги і складання плану розкладання паркету. Перш за все вкладають маячну «ялинку» (рис. 7.40).



Рис. 7.40. Укладання паркету «ялинкою», <https://www.savokusic.com/uk/blog/gra%C4%91evinarstvo/podovi>

Для цього на підготовлену основу наносять клеєву заправу (бітумну мастику, синтетичний клей тощо) на яку вкладають 6–8 планок паркету, щільно притискуючи їх до основи паркетним молотком. Далі послідовно стелять весь штучний паркет, щільно припасовуючи його до раніше вкладеного.

Для влаштування підлоги із щитового паркету виконують розмічування вздовж суміжних стін, шляхом натягування шнура під прямим кутом на відстані від стіни рівній ширині щита (+ 10 мм). По шнурах у вигляді букви Г настиляють два ряди щитів. Перший щит закріплюють і в його пазу вставляють

рейки, на які насаджують наступні щити, забезпечуючи необхідну щільність з'єднання щитів. Закріплюють щити цвяхами довжиною 50–60 мм до лаг. Вкладений паркет циклюють і шліфують, використовуючи циклювальні і шліфувальні машини. Остаточну поверхню підлоги лакують або натирають мастикою.

Перспективним являється влаштування покриття підлоги із ламінованих панелей. Для вкладання такої підлоги поверхня основи повинна бути ідеально рівною і твердою, всі нерівності (більше 2 мм на 2 м) повинні бути ліквідовані. Для вирівнювання нерівних поверхонь необхідно використовувати самовирівнюючі суміші або спеціальні вирівнюючі щити. Під ламіновані панелі укладається спеціальна підкладка. Вона амортизує навантаження, приховує нерівності основи підлоги, забезпечує тепло- і шумоізоляцію. Найбільш поширеними варіантами підкладки під ламіновані панелі є пінополіетиленовий або корковий килим (рис. 7.41).



Рис. 7.41. Підкладки під ламіновані панелі: а – піно поліетиленова; б – коркова, <https://noviydom.com.ua/uk/ukladka-laminatu>

Влаштування ламінованих підлог може виконуватися двома способами: безклеєвим і клеєним.

Безклеєвий спосіб передбачає з'єднання панелей в замок через систему «шип-паз» (рис. 7.42).

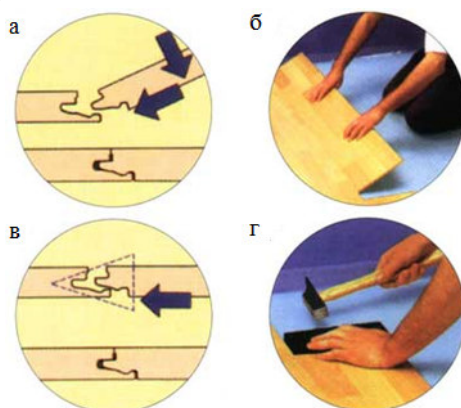


Рис. 7.42. Схема безклеєвого з'єднання панелей: а, б – простим зачипуванням; в, г – за допомогою молотка і накладок

Клеєвий спосіб передбачає приклеювання кромek панелей одна до одної (через систему «шип-паз») і стягування їх за допомогою спеціальних стяжок (струбцин) (рис. 7.43).



Рис. 7.43. Спеціальні стяжки для вкладання ламінованих панелей, <https://remontuem.te.ua/montag-parketnoi-doshky/>

Безклеєвий спосіб монтажу має ряд переваг: швидке збирання, можливість починати монтаж у будь-якому напрямку і з будь-якого кута кімнати, можливість багаторазового використання панелей, висока якість підлоги, яка практично не залежить від кваліфікації робітників.

Підлогу із керамічної плитки влаштовують в такій послідовності: виконують розмічування площі підлоги, закріплюють в кутах приміщення і посередині на відстані 2–2,5 м маячні плитки, які вивіряють водяним рівнем, потім встановлюють маячні рейки, товщина яких рівна товщині шару цементно-піщаного розчину (10–15 мм), замочують відсортовані і нарізані плитки, між маячними рейками вкладають і розрівнюють розчин, у який утоплюють плитки за заданим малюнком (рис. 7.44).



Рис. 7.44. Послідовність влаштування підлоги із керамічної плитки: *а* – вкладання розчину; *б* – розрівнювання розчину; *в* – вкладання плитки; *г* – втоплення плитки

Плитки можна вкладати по одній, під рейку декілька штук, а також ділянками з використанням шаблонів. Після вкладання плиток видавлений розчин видаляють і протирають підлогу мокрою ганчіркою.

Підлогу із камінних плиток влаштовують на прошаркові із цементно-піщаного розчину завтовшки 10–20 мм, або на мастики, яку наносять шаром в 2–3 мм. Послідовність виконання робіт аналогічна влаштуванню підлоги із керамічної плитки.

Полівінілхлоридні плитки наклеюють гумобітумною мастикою або клеєм КН-2. Вкладання ведуть на рівну і прогрунтовану поверхню при температурі повітря не нижче $+15^{\circ}\text{C}$. Спочатку на основі визначають поздовжню і поперечну осі приміщення. Потім розкладають два взаємно перпендикулярних ряди плиток так, щоб їх торці торкались осей. Після цього плитки збирають, на основу підлоги наносять мастику і розподіляють її зубчастим шпателем шаром в 0,5 мм смугою, достатньою для вкладання одного чи двох рядів плиток. Мастику також наносять на плитку, котру приставляють впритул до раніше вкладки і, поступово опускаючи, притискають до основи. Після закінчення роботи підлогу протирають.

Підлоги із лінолеуму влаштовують на монолітних і збірних стяжках, які повинні мати рівну поверхню. Лінолеум на тканинній основі, або без основний приклеюють до основи мастиками, полівінілхлоридний на теплозвукоізоляційній підосновікладають насуху, зварюючи або склеюючи тільки стики. Лінолеум і ковдри з ньогокладають після закінчення всіх оздоблювальних робіт. Попередньо лінолеум витримують при температурі не нижче 15°C протягом 2 діб (взимку), потім його розкатують і ще витримують протягом 3 діб.

Перед настиланням лінолеуму основу ґрунтують рідкими клеями або мастиками. Полотна лінолеумукладають з напуском 20–30 мм одне на одне. Потім, відхиливши полотно, наносять клей або мастику, залишаючи смуги біля стіку шириною 100–150 мм. Приклеївши перше полотно, приступають до наступного. В місцях напуску полотен прорізають два шари лінолеуму під лінійку і після прибирання обрізків остаточно приклеюють лінолеум в місцях стиків. Для кращого щеплення з поверхнею основи лінолеум прокатують катками.

До настилання синтетичного килиму приступають після закінчення всіх опоряджувальних робіт при вологості основи не більше 4%. Розмотані на основі підлоги прирізають ножем на місці і в такому положенні витримують до 5 діб для стабілізації усадки. Перед остаточною вкладанням стики полотен синтетичного килиму склеюють. Підготовлений килим заводять під плінтуси.

7.6. Ізоляційні роботи

Для захисту споруд, комунікацій і технологічного обладнання від шкідливої дії води і попередження корозії на їх поверхнях влаштовують гідроізоляції. Технологія влаштування гідроізоляції залежить від виду поверхні, яку захищають від води, а також виду гідроізоляційних матеріалів, використовуваних для цього.

Гідроізоляцію поверхонь виконують шляхом фарбування бітумними, хімічно стійкими лакофарбовальними мастиками, емульсіями гумових сумішей або пластмас; оклеювання листовими чи рулонними матеріалами; шпаклювання або штукатурки. Усі операції, що виконуються при

гідроізоляційних роботах, поділяють на три групи: підготовка поверхні, що ізолюється; підготовка ізоляційних матеріалів; виконання гідроізоляції.

Підготовка поверхні для гідроізоляції полягає в її вирівнюванні та очищенні від пилу, наплівів, ржі. Підготовка ізоляційних матеріалів залежить від їх виду і стану нанесення: бітуми для ґрунтовок, розчинів і мастик розплавляють та збезводнюють; рулонні матеріали очищають і перемотують на зворотну сторону; пісок для цементної гідроізоляції просівають через сита з отворами розміром 1,5 мм і висушують. Ізоляційні матеріали, які наносяться в гарячому стані нагрівають до потрібної температури, які наносяться в холодному стані доводять до необхідної консистенції.

Бітуми не дозволяється нагрівати більше як до 200° С. Перед змішуванням з розчинниками їх треба охолодити до 80° С при використанні як розчинника бензину і до 120° С при використанні керосину або солярового масла. Бітумні мастики під час нанесення на поверхню повинні мати температуру не нижче до 160° С.

Фарбувальну гідроізоляцію виконують для захисту поверхонь від капілярної вологи. Для фарбування використовують гарячі або холодні бітумні мастики, а також мастики на основі синтетичних смол, які наносять рівномірно на поверхню не менше ніж у два шари завтовшки 2 мм кожний ручним або механізованим способом за допомогою форсунок (рис. 7.45).

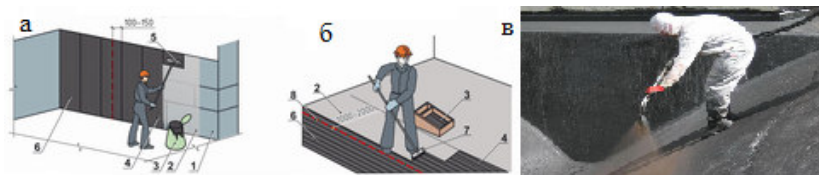


Рис. 7.45. Виконання фарбувальної гідроізоляції: а – валиком вертикальних поверхонь; б – щіткою горизонтальних поверхонь; в – форсункою: 1 – оштукатурена поверхня; 2 – ґрунтована поверхня; 3 – місткість для мастики; 4 – ділянка поверхні, що ізолюється; 5 – валик; 6 – гідро ізольована поверхня; 7 – щітка

Обклеювальна гідроізоляція являє собою непроникний килим, створений шляхом наклеювання на поверхню кількох шарів ізоляційних матеріалів (гідроізол, ізол, бризол, скловолокно, поліетиленова плівка, фторопласт, поліаміди). Їх наклеюють за допомогою гарячих бітумних, бітумно-гумових мастик, а також бітумно-полімерних сплавів.

Вертикальні поверхні обклеюють ярусами висотою 1,5 м, приклеюючи полотна знизу вгору з перекриттям нижнього шару наступним у повздовжніх стиках не менше як на 100 мм і в поперечних на 150–200 мм (рис. 7.46).



Рис. 7.46. Обклеювальна гідроізоляція вертикальних поверхонь полімерною геомембраною, <https://www.maximuscentr.com.ua/hydrozoliatsiya-fundamenta-heopolymernye-membrany/>

Горизонтальні поверхні обклеюються рулонним бітумним євроруберойдом шляхом наплавлення за допомогою спеціальних інструментів або механічним шляхом з проклеюванням швів та перекриттям бітумними мастиками (рис. 7.47).

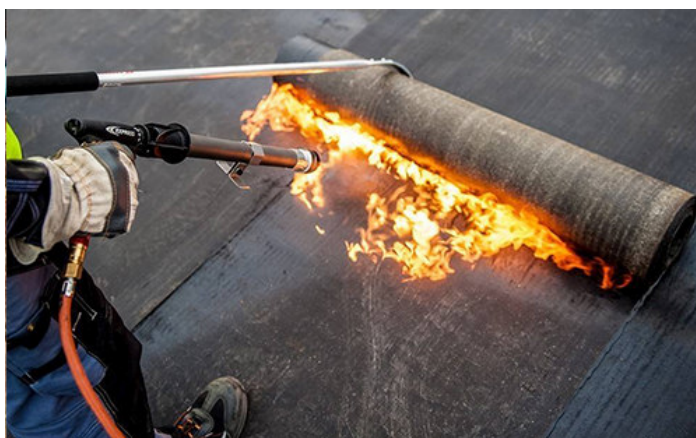


Рис. 7.47. Монтаж рулонної гідроізоляції наплавленням, <https://buddvir.ua/uk/hidroizolyatsiyni-materialy>

Штукатурна гідроізоляція буває двох видів: цементно-піщана та асфальтова. Штукатурна цементно-піщана гідроізоляція застосовується для захисту жорстких, тріщиностійких конструкцій, при чому виконується після повного її осідання. Цементно-піщані розчини готують із портландцементу (безусадного або розширювального), піску, води і гідрофобних добавок (розчин хлориду заліза, емульсії ПВА, синтетичного каучуку). Розчин наносять способом торкретування за допомогою торкрет-установки або установки «Пневмобетон» шарами завтовшки 6–10 мм (рис. 7.48).



Рис. 7.48. Виконання гідроізоляції методом торкретування: а – торкрет-установка; б – виконання торкретування, <https://tornado.torkret.com.ua/products/as-1/>, <https://kaskadbeton.com.ua/ru/torkret-beton/>

Кожний наступний шар наносять після повного висихання попереднього. В період твердіння розчину гідроізоляцію захищають від механічних пошкоджень і упродовж 10 діб зволожують водою (2–3 рази на добу). Також застосовують сухі будівельні суміші для штукатурної гідроізоляції (рис. 7.49).



Рис. 7.49. Сухі суміші для штукатурної гідроізоляції, <https://gool.com.ua/ua/p268277499-gidroizolyatsiya-ceresit-tserezit.html>

Із сухих сумішей готується водний розчин, який наноситься вручну за допомогою шпателя чи терки, або торкрет-установки (рис. 7.50).



Рис. 7.50. Штукатурна гідроізоляція: а – шпателем; б – теркою, <https://ibud.ua/ua/post/vidy-i-kharakteristiki-gidroizolyatsii-oblasti-primeneniya-187>

Товщина нанесення розчину повинна бути не менше 4 мм. При нанесенні на вертикальну поверхню шару завтовшки більше 30 мм для запобігання сповзання і відшаровування рекомендується використовувати армуючу сітку.

Особливості влаштування гідроізоляції в зимових умовах. При температурі природного середовища нижче 5°С забороняється влаштовувати фарбувальну, штукатурну і обклеювальну гідроізоляції без застосування спеціальних заходів. В зимовий період на відкритому повітрі можна влаштовувати фарбувальну, штукатурну асфальтову, литу асфальтову ізоляції на висушеній і прогрійтій поверхні при умові, що гарячі асфальтові мастики і суміші мають температуру 160–200°С, а холодні – 60–80°С.

При влаштуванні обклеювальної гідроізоляції на відкритому повітрі взимку поверхня конструкції повинна бути висушена і прогріта до температури 10–15°С. Перед наклеюванням рулонні матеріали необхідно витримати в теплому приміщенні не менше 20 годин, а потім обробити розчинником, що повільно випаровується. Для висушування поверхонь, які ізолюються, і захисту їх від зволоження необхідно використовувати тепляки, всередині яких температура повітря має бути не нижчою 10–15°С.

7.7. Заходи з охорони праці при виконанні опоряджувальних та ізоляційних робіт

При виконанні штукатурних робіт необхідно використовувати інвентарні риштування. Забороняється сушити штукатурку відкритим полум'ям. Приміщення, в яких виконуються малярні роботи, повинні добре провітрюватись, робітники повинні працювати в респіраторах, захисних окулярах і комбінезонах. При використанні легкозаймистих фарб забороняється курити і використовувати відкритий вогонь.

При виконанні покрівельних робіт місця, де можливе падіння матеріалів, інструменту, повинні бути огорожені. Якщо похил даху більший за 20°, то для переміщення робітників використовують перехідні містки шириною не менше 0,3 м з нашитими планками.

При використанні гарячих мастик для виконання покрівельних і гідроізоляційних робіт робітники, які працюють з ними, одягають брезентовий костюм, гумові чоботи, рукавиці, респіратор і захисні окуляри (рис. 7.51).

Поверхня, на яку наноситься мастика, і рулонні матеріали повинні бути сухими, щоб не розбризкувалась гаряча мастика.

Наклеюючи рулонні матеріали, не допускається залишати порожнини, що заповнені гарячою мастикою і можуть прориватись та обпікати працюючих. Для видалення мастики низ таких порожнин надрізають.

Котли для варіння бітуму і мастик повинні заповнюватись не більше ніж $\frac{3}{4}$ їх місткості і щільно закриватись вогнестійкими кришками. Під час приготування бітумного ґрунту і його нанесення на поверхні, що ізолюються, відстань до відкритого полум'я повинна перевищувати 50 м.



Рис. 7.51. Захисне спорядження для виконання покрівельних і гідроізоляційних робіт з гарячими мастиками

При використанні летучих та легкозаймистих матеріалів необхідно провітрювати приміщення та мати засоби пожежегасіння.

Контрольні запитання і завдання

1. Поясніть види штукатурки, склад розчинів та технологію штукатурних робіт.
2. Перерахуйте види облицювання, матеріали для його виконання та склад технологічних операцій.
3. Перерахуйте матеріали для малярних робіт та поясніть технологію їх виконання.
4. Перерахуйте матеріали для покрівельних робіт та поясніть технологію їх виконання.
5. Назвіть види підлог, матеріалів для їх улаштування, поясніть технологію робочих процесів при улаштуванні підлог.
6. Поясніть призначення гідроізоляцій, їх види та технологію робочих процесів гідроізоляційних робіт.
7. Назвіть заходи з охорони праці при опоряджувальних та ізоляційних роботах.

Використана література

1. Білецький А. А. Організація і технологія будівельних робіт : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2007 р. 202 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/1828>. (дата звернення: 10.06.2025).
2. Білецький А. А. Організація і технологія будівельних робіт. Практикум : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2007. 76 с.
3. Клімов С. В. Організаційно-технологічне забезпечення будівництва. Рівне : НУВГП, 2012. 229 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/2335>. (дата звернення: 10.06.2025).
4. Організація і технологія будівельних робіт. Практикум : навч. посіб. / А. А. Білецький, С. В. Клімов, О. І. Ольховик, І. А. Рощик. Рівне : НУВГП, 2019. 93 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/14726>. (дата звернення: 10.06.2025).
5. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Споруди транспорту. Частина І. Частина ІІ. URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-197>. (дата звернення: 10.06.2025).
6. ДБН А.3.2-2-2009 (НПАОП 45.2-7.02-12). Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. Київ. Мінрегіонбуд України. 2012. 120 с. URL: https://online.budstandart.com/ru/catalog/document.html?id_doc=25399
7. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення/2009. URL: https://e-construction.gov.ua/files/new_doc/3080063210573792873/2023-04-13/ad4b4cale-8595-4d35-9b22-a858d85864b4.pdf (дата звернення: 10.06.2025).
8. ДСТУ 3760:2019. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. URL: https://online.budstandart.com/ru/catalog/document.html?id_doc=82146 (дата звернення: 10.06.2025).
9. Якименко О. В., Кондращенко О. В., Атинян А. О. Бетонні роботи : монографія / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 275 с. URL: <https://eprints.kname.edu.ua/50234/1/2016.pdf> (дата звернення: 10.06.2025).
10. Дворкін Л. Й. Будівельне матеріалознавство : навч. посіб. для студентів будівельних спеціальностей вузів. Рівне : РДТУ, 1999 р. 478 с.
11. Жуковський С. С., Кінаш Р. І. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт : навч. посіб. для студентів вищих закладів освіти. Львів : Видавництво науково-технічної літератури, 1999. 448 с.
12. Методичні рекомендації щодо оплати праці працівників малих підприємств : практично-методичне видання. К., Видавництво «Соцінформ», 2004. 48 с.
13. Посібник з розробки проектів організації будівництва і проектів виконання робіт (до ДБН А.3.1-5.96 «Організація будівельного виробництва»). К., 1997. 51 с.

14. Технологія будівельного виробництва : підручник / М. Г. Ярмоленко, В. І. Терновий, М. А. Скрипник та ін. ; за ред. М. Г. Ярмоленка. К. : Вища шк., 1993. 303 с.
15. Технологія і організація гідромеліоративного будівництва : підручник / А. А. Білецький, В. М. Кір'янов, С. О. Кубишкін, В. Ф. Московченко, О. І. Ольховик, І. О. Соляний ; за ред. В. М. Кір'янова. Рівне : НУВГП, 2005. 267с.
16. Денисюк В. М., Авдєєнко Р. М. Технологія стропальних робіт : наочнонавч. посіб. для професійно-технічного навчання стропальників. Київ : Аграрна освіта, 2007. 26 с. URL: https://nmc-pto.dp.ua/doc/2013/foreignpto_9.pdf (дата звернення: 10.06.2025).

Навчальне видання

*Білецький Анатолій Альфонсович
Клімов Сергій Васильович
Рощик Ірина Анатоліївна*

ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

Навчальний посібник

Технічний редактор Галина Сімчук

*Видавець і виготовлювач
Національний університет
водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028.*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції РВ № 31 від 26.04.2005 р.*