

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

Н. М. Золотова

СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ
ТА ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для студентів денної форми навчання освітнього рівня «бакалавр»
зі спеціальності 191 – Архітектура та містобудування)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2020

Золотова Н. М. Сучасні матеріали та технології будівництва : конспект лекцій для студентів денної форми навчання освітнього рівня «бакалавр» зі спеціальності 191 – Архітектура та містобудування / Н. М. Золотова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 135 с.

Автор

канд. техн. наук, доц. Н. М. Золотова

Рецензент

Н. Г. Морковська, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технології будівельного виробництва і будівельних матеріалів (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

Рекомендовано кафедрою технології будівельного виробництва та будівельних матеріалів, протокол № 2 від 19.09.2020.

Конспект лекцій складено з метою допомогти студентам спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» під час підготовки до занять, заліків та іспитів з курсу «Сучасні технології одержання і керування якістю будівельних матеріалів».

© Н. М. Золотова, 2020

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
ЛЕКЦІЯ 1 ОСНОВИ БУДІВЕЛЬНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА	8
1.1 Мета і завдання будівельного матеріалознавства	8
1.2 Загальні технічні властивості будівельних матеріалів	8
1.2.1 Фізичні властивості	9
1.2.2 Механічні властивості	13
1.2.3 Хімічні властивості	15
1.2.4 Технологічні властивості	16
Контрольні питання	17
ЛЕКЦІЯ 2 ПРИРОДНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА	18
2.1 Природними кам'яними матеріалами	18
2.2 Характеристика породотвірних мінералів	18
2.2.1 Група кварцу	18
2.2.2 Група алюмосилікатів.....	19
2.2.3 Група залізо-магнезійних силікатів	19
2.2.4 Група карбонатів	19
2.2.5 Група сульфатів	20
2.3 Будова й властивості гірських порід різного походження	20
2.3.1 Вивержені породи	20
2.3.2 Осадові породи	21
2.3.3 Метаморфічні породи	22
2.4 Класифікація і характеристика матеріалів і виробів із природного каменю	22
2.5 Матеріали й вироби з деревини	24
2.5.1 Деревні породи	25
2.5.2 Основні властивості деревини	26
Контрольні питання	28
ЛЕКЦІЯ 3 БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ Й ВИРОБИ, ОДЕРЖУВАНІ ШЛЯХОМ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ	29
3.1 Керамічні матеріали й вироби	29
3.1.1 Загальні відомості	29
3.1.2 Класифікація керамічних матеріалів	29
3.1.3 Сировина для виробництва керамічних матеріалів	30
3.1.4 Матеріали для декорування (глазур, ангоби, керамічні фарби)	31
3.1.5 Основи технології керамічних матеріалів і виробів	31
3.1.6 Характеристика керамічних виробів різного призначення	32
3.2 Матеріали з мінеральних розплавів	34
3.2.1 Сировина, технологія отримання та властивості скла ...	34
3.2.2 Склокристалічні матеріали	36
3.2.3 Матеріали й вироби із кам'яного литва	36
3.2.4 Матеріали та вироби із шлакових розплавів	36

3.3	Металеві матеріали	37
3.3.1	Загальна характеристика металів	37
3.3.2	Основні властивості металів	37
3.3.3	Класифікація вуглецевих сталей	38
3.3.4	Вироби зі сталі	39
3.3.5	Кольорові метали та сплави і матеріали на їхній основі.....	39
	Контрольні питання.....	40
ЛЕКЦІЯ 4	БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ ОРГАНІЧНИХ ТА НЕОРГАНІЧНИХ В'ЯЖУЧИХ РЕЧОВИН.....	41
4.1	Неорганічні в'язучі речовини	41
4.1.1	Фізико-хімічні закономірності формування складу й структури мінеральних в'язучих речовин	41
4.1.2	Класифікація неорганічних в'язучих речовин.....	41
4.2	Бетони	43
4.2.1	Класифікація бетонів.....	44
4.2.2	Властивості бетонної суміші.....	45
4.3	Будівельні розчини	45
4.3.1	Види та характеристика будівельних розчинів	45
4.4	Матеріали й вироби на органічній основі.....	48
4.4.1	Особливості утворення в'язучих речовин органічного походження та їхня класифікація.....	48
4.4.2	Бітумні в'язучі речовини	49
4.4.3	Дьогтеві в'язучі речовини	49
4.4.4	Асфальто-дьогтебетони	49
4.5	Полімерні матеріали	50
4.5.1	Класифікація полімерних речовин та матеріалів на їхній основі.....	50
4.5.2	Основні властивості полімерних матеріалів (пластмас).....	51
	Контрольні питання.....	52
ЛЕКЦІЯ 5	ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	54
5.1	Будівельні процеси, структура, зміст	54
5.2	Трудові ресурси.....	55
5.3	Продуктивність й норми продуктивності.....	56
5.4	Потоковість будівельних процесів.....	57
5.5	Нормативна та проектна документація.....	59
5.6	Проект організації будівництва та виконання робіт.....	60
5.7	Карти трудових процесів.....	62
5.8	Техніко-економічні показники.....	62
	Контрольні питання.....	63
ЛЕКЦІЯ 6	ЗЕМЛЯНІ РОБОТИ	64
6.1	Загальні відомості	64
6.2	Види земляних споруд	64

6.3	Технологічні властивості ґрунту	65
6.4	Визначення об'ємів земляних робіт	65
6.5	Розробка ґрунтів одноковшовими екскаваторами.....	69
6.6	Розробка ґрунтів багатоковшовими екскаваторами.....	71
6.7	Розробка ґрунту землерийно-транспортними машинами.....	72
6.8	Укладання та ущільнення ґрунтів.....	75
6.9	Контроль якості земляних робіт.....	75
6.10	Охорона праці при виконанні земляних робіт.....	76
	Контрольні питання.....	76
ЛЕКЦІЯ 7	ТЕХНОЛОГІЯ МОНОЛІТНОГО БЕТОНУ Й ЗАЛІЗОБЕТОНУ.....	78
7.1	Структура і зміст технологічних процесів зведення монолітних залізобетонних конструкцій	78
7.2	Улаштування опалубки.....	79
7.3	Армування конструкцій.....	81
7.4	Технологія бетонування конструкцій.....	84
	7.4.1 Приготування та транспортування бетонної суміші.....	84
	7.4.2 Процес укладання бетонної суміші.....	85
	7.4.3 Догляд бетону.....	88
	7.4.4 Бетонування в зимовий період.....	89
	7.4.5 Контроль якості при виконанні бетонних і залізобетонних робіт.....	90
	7.4.6 Охорона праці під час виконання бетонних робіт.....	91
	Контрольні питання.....	92
ЛЕКЦІЯ 8	ТЕХНОЛОГІЯ КАМ'ЯНОГО МУРУВАННЯ.....	93
8.1	Різновиди кам'яних матеріалів, сфера їх застосування.....	93
8.2	Правила розрізування кам'яного мурування.....	93
8.3	Розчини для кам'яного мурування.....	94
8.4	Інструменти, пристрої для кам'яного мурування.....	95
8.5	Помости й риштування	95
8.6	Технологічні особливості мурування стін, простінків, стовпів.....	97
8.7	Організаційні методи зведення конструкцій, організація робочого місця праці мулярів.....	99
8.8	Мурування з природних каменів неправильної форми.....	101
8.9	Контроль якості кам'яного мурування.....	103
	Контрольні питання.....	104
ЛЕКЦІЯ 9	МОНТАЖ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	105
9.1	Склад і структура процесу монтажу будівельних конструкцій	105
9.2	Монтажна технологічність будівельних конструкцій.....	106

9.3	Класифікація методів монтажу будівельних конструкцій.....	106
9.4	Технологічні операції установки конструкцій у проектне положення.....	108
9.4.1	Оснащення і захват конструкцій.....	108
9.4.2	Підйом і подача конструкцій до місця установки, установка конструкцій.....	109
9.5	Монтажні механізми.....	114
9.5.1	Типи і технологічні можливості монтажних механізмів.....	114
9.5.2	Вибір монтажного крана	116
9.5.3	Вибір оптимального варіанта монтажного крана.....	120
	Контрольні питання.....	124
ЛЕКЦІЯ 10 ТЕХНОЛОГІЯ ВЛАШТУВАННЯ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ.....		125
10.1	Загальні відомості.....	125
10.2	Улаштування покрівель з рулонних матеріалів.....	125
10.3	Мастикові покрівлі.....	128
10.4	Дихаючі покрівлі.....	129
10.5	Покрівлі з азбестоцементних виробів й черепиці.....	130
10.6	Багатофункціональні покрівлі.....	132
	Контрольні питання.....	133
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ		134

ВСТУП

Ця дисципліна вивчає будівельні матеріали й вироби, принципи технології будівельних робіт, їх значення для розвитку будівництва та підвищення ефективності капіталовкладень. Приділяється увага питанням класифікації будівельних матеріалів, їх складу і структурі. Розглядаються умови виконання робіт на будівельному майданчику при будівельних роботах, принципах організації механізованих процесів. Крім того розглянуто проблеми підвищення ефективності ремонту та реконструкції будівель. Описані основні процеси в цей галузі.

Метою і завданням вивчення дисципліни є поєднання та ефективно застосування основ матеріалознавства при проектуванні та виконанні будівельних робіт.

ЛЕКЦІЯ 1 ОСНОВИ БУДІВЕЛЬНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

1.1 Мета і завдання будівельного матеріалознавства

Будівельне матеріалознавство – це наука, яка вивчає зв'язок між складом, структурою та властивостями матеріалів, а також закономірності їхньої зміни під впливом фізичних, механічних та фізико-хімічних факторів.

Розвиток теоретичної бази будівельного матеріалознавства не тільки змінює погляд фахівців на вибір відповідних матеріалів для будівництва споруд різного функціонального призначення, а також ефективно впливає на удосконалення методів, що використовуються при проектуванні будівельних конструкцій.

До будівельних матеріалів належать речовини органічного й неорганічного походження (природні або штучні, спеціально синтезовані людиною), які мають властивості, необхідні для їхнього застосування у конструкціях і виробках загальнобудівельного та спеціального призначення.

Завдяки розвитку теоретичних основ будівельного матеріалознавства відмічається поступовий перехід від традиційних проблем, пов'язаних з вивченням технічних характеристик будівельних матеріалів та оцінкою їхньої поведінки в різних умовах експлуатації, до встановлення фізико-хімічних закономірностей утворення матеріалів із наперед заданими властивостями та розкриття механізмів руйнування їх.

Завданням будівельного матеріалознавства є:

- вивчення фундаментальних властивостей будівельних матеріалів та їхньої зміни в умовах експлуатації;
- встановлення взаємозв'язку «склад – структура – властивості – технологія» та прогнозування довговічності будівельних матеріалів різного призначення;
- виявлення шляхів ефективного використання будівельних матеріалів поліфункціонального призначення;
- розробка методів підвищення якості й довговічності матеріалів з урахуванням сучасного рівня будівництва і швидкості розвитку інфраструктури та спеціальних галузей господарства.

Будівельне матеріалознавство пов'язане з технологією виготовлення матеріалів і базується на використанні таких дисциплін, як загальна й фізична хімія, хімічна термодинаміка та процеси хімічної технології.

Встановлення закономірностей фізико-хімічних процесів формування, руйнування та безпечної експлуатації матеріалів неможливе без застосування основ фізики та фізико-хімічної механіки.

1.2 Загальні технічні властивості будівельних матеріалів

Для виконання функціонального призначення у спорудах матеріали повинні мати необхідні властивості. Під властивостями розуміють здатність матеріалів певним чином реагувати на вплив окремих або сукупних зовнішніх чи внутрішніх факторів (механічних, фізичних, хімічних, біологічних та ін.). Тому,

обираючи певний матеріал з урахуванням умов експлуатації та призначення об'єкта, треба правильно визначити його властивості й всебічно оцінити їх.

Для оцінки властивостей будівельних матеріалів їх піддають різним випробуванням у лабораторіях, використовуючи для цього спеціальні прилади, механізми й вимірювальну апаратуру. Порівнюючи одержані показники з відповідними величинами, встановленими нормативними документами (стандартами, технічними умовами, будівельними нормами), роблять висновок про технічну можливість, а враховуючи економічні показники, і економічну доцільність використання даного будівельного матеріалу в конкретних умовах.

Вибір матеріалів відповідної якості й вартості для будівництва кожного об'єкта є одним з основних елементів будівельного проектування.

Усі властивості будівельних матеріалів за сукупністю ознак поділяють на фізичні, механічні, хімічні й технологічні.

1.2.1 Фізичні властивості

Фізичні властивості характеризують особливості фізичного стану матеріалу, а також його здатність реагувати на зовнішні фактори, що не впливають на хімічний склад матеріалу.

До фізичних властивостей матеріалів належать: істинна та середня густина, пористість, вологість, водопоглинення, водопроникність, морозостійкість та ін.

Істинна густина ρ – це маса одиниці об'єму матеріалу в «абсолютно» щільному стані (без пор, пустот), найчастіше її визначають у г/см³ або кг/м³.

Майже всі будівельні матеріали мають пористу основу, за винятком скла, кварцу, ситалу, сталі та деяких інших. Щоб визначити «абсолютний» об'єм випробовуваного матеріалу, його висушують до сталої маси m_c й тонко подрібнюють, щоб кожна частинка не мала пор. Одержаний порошок засипають у спеціальний прилад (об'ємомір), заповнений інертною рідиною по відношенню до речовини, що випробовується (водою, гасом тощо), і за об'ємом витісненої ним рідини встановлюють «абсолютний» об'єм матеріалу V_a . Істинну густину визначають за формулою:

$$\rho = \frac{m_c}{V_a} .$$

Показник ρ – довідкова величина, яка застосовується для виконання деяких розрахунків, наприклад, визначення показника пористості. Істинна густина одного й того самого матеріалу в звичайних умовах залишається сталою.

Середня густина ρ_0 – це маса одиниці об'єму матеріалу в природному стані (разом з порами, пустотами), найчастіше її визначають у г/см³ або кг/м³.

Для визначення середньої густини масу випробовуваного матеріалу знаходять зважуванням, а об'єм для зразків правильної геометричної форми – звичайним вимірюванням, неправильної форми – в об'ємомірі за об'ємом витісненої інертної рідини. Середню густину сипких матеріалів (цементу, вапна, піску, щебеню, гравію тощо) називають насипною густиною.

Насипна густина ρ_n – це відношення маси сипкого матеріалу до його об'єму, включаючи простір між пластинками.

Середня густина залежить від хімічного й мінералогічного складів матеріалу, але більшою мірою – від розміру й кількості пор і пустот. З підвищенням вологості показник ρ_n збільшується. Середня густина має велике практичне значення для виконання різних розрахунків (обсягів транспортування, складування матеріалів, міцності конструкцій). Вона тісно пов'язана з іншими властивостями будівельних матеріалів, що дає змогу визначати доцільні галузі їхнього використання у будівництві.

У деяких випадках використовують поняття відносної густини d , тобто відношення середньої густини матеріалу до густини стандартної речовини (наприклад, води, для якої $\rho_v = 1\ 000\ \text{кг/м}^3$). Відносну величину використовують для визначення орієнтовної теплопровідності, коефіцієнта конструктивної якості.

Пористість Π – це ступінь заповнення об'єму матеріалу порами. Її виражають у відсотках або в частках одиниці (коли загальний об'єм матеріалу приймають за одиницю).

Пористість визначають за формулою:

$$\Pi = \frac{\rho - \rho_0}{\rho}.$$

З пористістю пов'язані такі технічні властивості матеріалу, як міцність, водопоглинання, морозостійкість, теплопровідність тощо. Крім кількості пор у матеріалі, на його властивості істотно впливає характер пористості. Пори можуть бути закритими, тобто недоступними для заповнення водою, і відкритими.

Будівельні матеріали навіть із значною пористістю, але з невеликими або переважно закритими порами мають невелике водопоглинання і значну морозостійкість, тоді як матеріали з таким самим числовим показником пористості, але з відкритими порами не можуть застосовуватися у місцях з високою вологістю.

Пустотність характеризується наявністю порожнин (пустот) у будівельних виробках або між зернами в сипких матеріалах і визначається у відсотках від загального об'єму виробу або матеріалу. Пустотність можна обчислити за тими самими формулами, що й пористість.

Водопоглинання – властивість матеріалу вбирати й утримувати в собі воду. Щоб визначити водопоглинання, зразок матеріалу занурюють у воду й витримують до досягнення ним сталої маси. Повне водонасичення матеріалу досягається його кип'ятінням з наступним охолодженням у воді або під вакуумом.

Водопоглинання за масою визначають як відношення кількості поглинутої води до маси сухого матеріалу. Водопоглинання за об'ємом характеризується ступенем наповненості пор матеріалу водою при насиченні, виражається відношенням об'єму поглинутої води до об'єму матеріалу в природному стані.

Насичення матеріалів водою істотно позначається на інших властивостях: підвищується середня густина, теплопровідність, знижується міцність, морозостійкість.

Вологість – вміст вільної води в порах і на поверхні матеріалу. Вологість визначають у відсотках за масою або об'ємом. Вона може бути абсолютною або відносною.

Абсолютну вологість визначають як відношення маси вологи, яка знаходилась у матеріалі, до маси сухого матеріалу, а *відносну* – як відношення маси вологи до маси матеріалу у вологому стані.

Вологість матеріалу в будівельних конструкціях залежить від вологості навколишнього середовища, атмосферних явищ (дощ, танення снігу). Із зволоженням погіршуються теплозахисні властивості, морозостійкість та інші показники.

Гігроскопічність – це властивість матеріалу поглинати і конденсувати водяну пару з повітря. Вбирання вологи з повітря обумовлюється адсорбцією водяної пари на внутрішній поверхні пор і капілярною конденсацією. Коли цей процес супроводжується хімічною взаємодією з матеріалом, його називають хемосорбцією. Наприклад, портландцемент при тривалому зберіганні, внаслідок хемосорбції поступово грудкується і втрачає свою активність.

Морозостійкість – це здатність матеріалу витримувати у водонасиченому стані навперемінне заморожування і відтавання без суттєвих втрат міцності й маси.

Під дією від'ємних температур вода у крупних порах замерзає, перетворюючись на лід зі збільшенням об'єму приблизно на 9 %, що призводить до виникнення тиску на стінки пор, який становить близько 210 МПа при температурі – 20 °С. При цьому в матеріалі з'являються внутрішні напруження, які можуть спричинити його руйнування.

Щоб визначити морозостійкість, зразки матеріалу насичують водою, а далі піддають навперемінному заморожуванню при температурі – (18±2) °С і відтаванню у воді з температурою (18±2) °С до певного числа циклів, встановленого нормативними документами, або до початку руйнування зразка.

Марка за морозостійкістю F – це число циклів навперемінного заморожування та відтавання цілих виробів або зразків з матеріалів у насиченому водою стані при збереженні ними початкових фізичних та фізико-механічних властивостей у нормованих межах. Цикл випробування, умови якого регламентуються відповідними стандартами, складається з одного заморожування та відтавання зразків протягом визначеного часу.

Залежно від призначення до матеріалів висуваються різні вимоги щодо морозостійкості. Так, рядова цегла повинна мати марку не менше F 15.

Теплопровідність – це здатність матеріалу передавати теплоту від однієї поверхні до іншої за наявності різниці температур на цих поверхнях. Така здатність характеризується коефіцієнтом теплопровідності.

Коефіцієнт теплопровідності λ – кількість тепла, що проходить крізь зразок матеріалу завтовшки 1 м, площею 1 м² за 1 секунду при різниці температур на протилежних сторонах зразка в 1 градус.

Вогневе просідання – здатність матеріалів змінювати свої розміри та об'єм внаслідок спікання чи оплавлення частинок під дією високих температур.

Вогнестійкість – це здатність матеріалу витримувати дію високих температур або вогню й води (під час пожеж), не руйнуючись. За ступенем вогнестійкості будівельні матеріали поділяють на три групи: негорючі, важкогорючі й горючі.

Негорючі – це матеріали, які під дією вогню чи високих температур не горять, не тліють і не обвуглюються. Негорючі матеріали поділяють на вогнестійкі, що практично не деформуються (цегла, черепиця, жаростійкий бетон, сієніт), вогнетривкі й термічно стійкі.

Важкопалкі – це матеріали, які під дією вогню чи високих температур злегка займаються, тліють або обвуглюються, а коли віддаляється джерело вогню, ці процеси припиняються. До таких матеріалів належать здебільшого мінералоорганічні матеріали (асфальтобетон, гідроізол).

Палкі – це матеріали, які під дією вогню чи високих температур займаються або тліють, ці явища тривають і тоді, коли усунуто джерело вогню. До цієї групи належать деревина, бітуми, полімерні матеріали.

Вогнетривкість – це властивість матеріалу протистояти, не розплавляючись, впливу високих температур. Вона характеризується температурою, під впливом якої зразок випробуваного матеріалу у вигляді зрізаної тригранної піраміди (піроскопа) розм'якшується і деформується так, що його вершина дотикається підставки.

Жаростійкість – це здатність матеріалу за умов тривалої дії температур в заданому інтервалі зберігати або незначно змінювати свої фізичні або механічні властивості.

Радіоактивність будівельних матеріалів обумовлена природними довго існуючими радіонуклідами, переважно радієм – 226, торієм – 232 та калієм – 40.

Радіаційна стійкість – властивість матеріалу протистояти дії радіоактивного випромінювання, яке змінює його структуру і властивості. Споруди атомної енергетики, деякі науково-дослідні, лікувально-профілактичні установи необхідно захищати від радіоактивного випромінювання, в першу чергу від потоку нейтронів та γ -променів, небезпечних для живих істот. Для захисту від нейтронного випромінювання застосовують матеріали, що містять велику кількість хімічно зв'язаної води (бетони), а від γ -випромінювання – матеріали з великою середньою густиною (особливо важкі бетони, свинець, барит).

1.2.2 Механічні властивості

Механічні властивості вказують на здатність матеріалу чинити опір руйнуванню або деформаціям (зміна форми і розмірів) під дією зовнішніх навантажень.

Такими властивостями є твердість, міцність, пружність, розтяжність, пластичність, крихкість. Будівельні матеріали в спорудах зазнають дії різних зовнішніх сил та інших факторів, які можуть призвести до появи тріщин, зміни початкової форми без зміни структури, зниження міцності та інших явищ, пов'язаних із фізико-механічними властивостями.

Міцність – це здатність матеріалу чинити опір руйнуванню від внутрішніх напружень, що виникають під дією різних зовнішніх навантажень. У процесі експлуатації будівель і споруд будівельні матеріали найчастіше зазнають напружень стиску, згину, розтягу, зрізу та удару.

Будівельні матеріали неоднаково сприймають різні навантаження. Це залежить від хімічного та мінералогічного складів матеріалу, структури й будови. Так, природні кам'яні матеріали, цегла і бетон добре працюють на стиск, але погано на розтяг і згин. На розтяг вони витримують навантаження в 10...15 разів менші, ніж на стиск.

Міцність будівельних матеріалів характеризується межею міцності при стиску, згині тощо. Вона чисельно дорівнює напруженню в матеріалі, яке відповідає навантаженню, що призвело до руйнування зразка і вимірюється в МПа.

Зразки будівельних матеріалів випробовують на спеціальних пресах до руйнування, а межу міцності при стиску, МПа, обчислюють за формулою

$$R_{CT} = \frac{P}{F},$$

де P – руйнівне навантаження (сила), МН; F – площа поперечного перерізу зразка до випробування, м².

Крім традиційних руйнівних методів, для визначення міцності будівельних матеріалів можна застосовувати також неруйнівні методи, наприклад, ультразвуковий.

Водостійкість – це здатність матеріалу зберігати фізико-механічні властивості у насиченому водою стані, характеризується коефіцієнтом розм'якшення K_p . Цей показник визначається відношенням міцності насиченого водою матеріалу до його міцності в сухому стані.

Межу міцності при згині визначають на зразках – балочках квадратного чи прямокутного перерізу, розміри яких встановлені відповідними стандартами, а також на натурних зразках (цегла, черепиця, азбестоцементні листи).

Випробування на згин виконують за схемою балки, встановленої на двох опорах при зосередженому навантаженні, прикладеному симетрично відносно осі балки, до її руйнування. Межа міцності на згині, МПа, якщо навантаження зосереджене й прикладене в центрі

$$R = \frac{3P}{2bh^2}.$$

Якщо два навантаження прикладені симетрично відносно осі балки, то

$$R = \frac{3P \cdot (l - a)}{2bh^2},$$

де P – руйнівне навантаження (сила), l – відстань між опорами, м; b , h – ширина й висота поперечного перерізу зразка, м; a – відстань між точками прикладання двох навантажень, м.

Під час експлуатації в спорудах допускаються напруження, значно нижчі за межу міцності Z .

Для порівняльної оцінки ефективності різних матеріалів використовують коефіцієнт конструктивної якості, МПА, який характеризується відношенням межі міцності при стиску або розтягу до відносної густини.

Твердість – це здатність матеріалу чинити опір місцевим деформаціям, які виникають тоді, коли в нього проникають інші, твердіші тіла.

Твердість металів, бетону, деревини та деяких інших матеріалів визначають, вдавлюючи у зразки з певним зусиллям кульку або наконечник (конус, піраміду). Ступінь твердості встановлюють за розміром відбитка. Число твердості за Брінеллем (HB) визначають відношенням прикладеного навантаження P до площі поверхні відбитка F і обчислюють за формулою, МПа

$$HB = \frac{P}{F}.$$

Ступінь твердості мінералів гірських порід визначають за шкалою порівняльної твердості Мопса, яка складається з десяти мінералів-еталонів: тальк – 1; гіпс – 2; кальцит – 3; плавиковий шпат – 4; апатит – 5; ортоклаз – 6; кварц – 7; топаз – 8; корунд – 9; алмаз – 10.

Стираність – це властивість матеріалу чинити опір впливу стиральних зусиль. Стираність залежить від твердості матеріалу і характеризується зменшенням маси на одиницю площі поверхні зразка, що стирається, і визначається за формулою, кг/м²

$$I = \frac{m_1 - m_2}{F}.$$

де m_1 і m_2 – маси зразка відповідно до й після стирання, кг; F – площа стиранок поверхні, м².

Показник стираності має вирішальне значення під час вибору матеріалу для підлог, дорожніх покриттів тощо.

Ударна міцність – це здатність матеріалу протидіяти руйнуванню при короткочасному навантаженні ударного характеру. Природні й штучні кам'яні матеріали, які застосовуються для влаштування доріг, підлог, фундаментів під молоти, зазнають у процесі експлуатації ударних впливів.

Ударна міцність $R_{y\delta}$ Дж/м³, характеризується роботою, затраченою на руйнування зразка матеріалу й віднесеною до одиниці об'єму матеріалу, і обчислюється за формулою

$$R_{y\delta} = \frac{nqh}{V},$$

де n – кількість ударів; q – вага гирі, Н; h – висота її падіння, м; V – об'єм зразка, м³.

Опір зношуванню визначають переважно для дорожніх матеріалів, а також для матеріалів підлог, які в процесі експлуатації зазнають одночасної дії стирання і ударів. Зношування визначають у спеціальних барабанах із кулями за втратою маси завантаженого в прилад матеріалу (% до початкової маси).

Деформативні властивості. Під дією зовнішніх сил у будівельних конструкціях виникають деформації різного походження. Деформативні властивості матеріалів визначаються пружністю, пластичністю, крихкістю.

Пружність – це здатність твердого тіла деформуватися під дією зовнішніх сил і самочинно відновлювати початкову форму та об'єм після припинення дії навантаження. Пружну деформацію, яка повністю зникає із зняттям зовнішніх сил, називають оборотною. Якщо форма тіла відновлюється частково, то мають місце залишкові деформації. Для деяких високоеластичних матеріалів, наприклад, каучуку, пружна деформація може перевищувати 100 % внаслідок розриву зв'язків випрямлених молекул, тобто об'єм матеріалу після зняття навантаження може бути більший за початковий.

Межа пружності – це найбільше напруження, при якому залишкові деформації мають найменше (допустиме за нормами) значення, тобто матеріал практично зазнає оборотних пружних деформацій.

Модуль пружності E , МПа, характеризує жорсткість матеріалу, тобто його здатність деформуватися під дією зовнішніх сил.

Пластичність – це властивість матеріалу змінювати без руйнування форму й розміри під впливом навантаження або внутрішніх напружень, стійко зберігаючи утворену форму і розміри після припинення цього впливу. Такі пластичні (залишкові) деформації називають необоротними.

Крихкість – це властивість твердих матеріалів руйнуватися під впливом механічних напружень, які в них виникають, без помітної пластичної деформації. Ця властивість протилежна пластичності.

Повзучість – це властивість матеріалів повільно й безперервно деформуватися під впливом постійного навантаження. Для деяких матеріалів (бетону, гіпсових, азбестоцементних виробів) ця здатність спостерігається при звичайних температурах, для металів – при підвищених.

1.2.3 Хімічні властивості

Хімічні властивості характеризують здатність матеріалу до хімічних перетворень при взаємодії з речовинами, що контактують з ним. До них належать: розчинність, кислотостійкість, лугостійкість, токсичність та інші.

Кислотостійкість – це здатність матеріалу (виробу) чинити опір дії розчинних кислот або їхніх сумішей у межах, встановлених нормативними документами. Наприклад, кислотостійкість каналізаційних керамічних труб становить не менше 92 % (тобто втрати за масою – до 8 %).

Лугостійкість – це здатність матеріалу (виробу) чинити опір дії лугів у межах, встановлених нормативними документами.

Токсичність – це здатність матеріалу в процесі виготовлення й особливо експлуатації за певних умов виділяти шкідливі для здоров'я людини (отруйні) речовини.

Розчинність – це здатність матеріалу розчинюватись у воді, олії, бензині, скипидарі та інших речовинах-розчинниках.

Корозійна стійкість – це здатність матеріалу не руйнуватись під впливом речовин, з якими він стикається у процесі експлуатації.

Корозійному руйнуванню піддаються не тільки метали, але й кам'яні матеріали, бетони, пластмаси, деревина. Корозія обумовлена хімічними та електрохімічними процесами, які відбуваються у твердих тілах при взаємодії із зовнішнім середовищем.

1.2.4 Технологічні властивості

Група технологічних властивостей характеризує здатність матеріалу до сприйняття певних технологічних операцій, виконуваних з метою зміни його форми, розмірів, характеру поверхні, щільності тощо. До них відносять, наприклад, формувальність, подрібнюваність, розпилюваність, пробійність, полірувальність.

Формувальність характеризує здатність матеріалу набирати певної форми внаслідок різних механічних впливів (вібрування, пресування, видавлювання, прокатування). Вона залежить від в'язкопластичних властивостей вихідних мас (глиняне тісто, розчинова і бетонна суміш, полімерні маси).

Подрібнюваність – це здатність матеріалу до диспергації внаслідок механічної дії переважно ударних навантажень з утворенням зернистого матеріалу у вигляді щебеню та піску.

Розпилюваність – це здатність матеріалу сприймати пиляння без істотного порушення структури. Прикладами матеріалів, що піддаються розпилюванню, є деревина, м'які гірські породи.

Пробійність виражає здатність матеріалу утримувати цвяхи й шурупи за певних умов висмикування. Висока пробійність притаманна деревині й ніздрюватуому бетону.

Полірувальність – це здатність матеріалу сприймати обробку тонкими абразивними матеріалами. При цьому створюється гладенька блискуча поверхня. Найчастіше поліруванню піддають природні кам'яні матеріали (мармур, граніт, кварцит).

Контрольні питання

1. Мета та завдання будівельного матеріалознавства?
2. Фізичні властивості будівельних матеріалів?
3. Хімічні властивості будівельних матеріалів?
4. Технологічні властивості будівельних матеріалів?
5. Наведіть класифікацію матеріалів і виробів із природного каменю?
6. Наведіть приклади порід деревини.
7. Основні властивості деревини?
8. Що таке керамічні матеріали?
9. Класифікація керамічних матеріалів.
10. Наведіть приклади матеріалів для декорування.

ЛЕКЦІЯ 2 ПРИРОДНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА

2.1 Природними кам'яними матеріалами

Природними кам'яними матеріалами називають матеріали і вироби, які одержують механічною обробкою (подрібненням, розколюванням, розпилюванням тощо) гірських порід, не змінюючи їхньої природної структури й властивостей.

Гірські породи – це природні мінеральні утворення, які сформувались внаслідок геологічних процесів у земній корі, відрізняються ступенем щільності, складаються з одного або кількох мінералів, характеризуються відносно сталим мінералогічним складом, певними будовою і властивостями і мають великі площі залягання.

Природні мінерали – це новоутворення, що відрізняються постійними хімічним складом, структурою, властивостями і беруть участь у формуванні гірських порід.

У сучасному будівництві визначилися такі основні напрями використання згаданих матеріалів:

- штучне каміння та вироби для зведення стін будівель, улаштування підлог, сходів тощо;
- облицювальні вироби – плити, каміння, профільовані вироби;
- каміння та вироби для дорожнього будівництва – брущатка, шашка для брукування, плити, бордюрний камінь;
- каміння та вироби різних типів для гідротехнічних та інших споруд;
- нерудні матеріали – бутовий камінь, заповнювачі для бетону (щебінь, гравій, пісок).

Гірські породи широко застосовують як сировину для одержання мінеральних в'язучих речовин, кераміки та інших матеріалів.

2.2 Характеристика породотвірних мінералів

2.2.1 Група кварцу

До цієї групи належить ряд мінералів, що є модифікаціями діоксиду кремнію: кварц, халцедон, опал.

Кварц (SiO_2) – це кристалічна форма діоксиду силіцію. Міцний, твердий і стійкий мінерал земної кори. Міцність на стиск до 2000 МПа, твердість за Моосом – 7, добре чинить опір стиранню та хімічним впливам (при звичайній температурі взаємодіє тільки з плавиковою кислотою), істинна густина – 2,65 г/см³.

Опал ($SiO_2 \cdot nH_2O$) – це гідратований аморфний кремнезем. Істинна густина 1,9...2,5 г/см³, твердість 5...6, крихкий. Колір білий, залежно від домішок – блакитний, бурий, зелений, чорний; блиск скляний. Менш міцний і стійкий, ніж

кварц. Має підвищену внутрішню мікропористість і високодисперсну структуру, високу реакційну здатність до гідроксиду кальцію. Цю властивість аморфного кремнезему широко використовують при виготовленні мінеральних змішаних в'язучих речовин. Зустрічається в гірських породах: діатомітах, опоках, трепелах, мергелях.

2.1.2 Група алюмосилікатів

Корунд – це найтвердіший із мінералів (твердість за шкалою Мооса 9). Істина густина 4 г/см^3 , колір різний, звичайно блакитнуватий. Сизо-сірий. Зустрічається у вигляді короткостовпчастих кристалів або зернистих агрегатів. Глинозем використовують при виробництві високовогнетривких матеріалів.

Діаспор – це моногідрат глинозему ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), входить до складу бокситів, які використовуються при виробництві глиноземистого цементу.

Найчастіше глинозем зустрічається у природі у вигляді сполук з кремнеземом – алюмосилікатів, до яких відносять польові шпати, слюди, глинисті мінерали.

Польові шпати – це алюмосилікати калію, натрію, кальцію або їхні суміші. Це найпоширеніші мінерали, що становлять до 60 % земної кори. Істинна густина $2,55 \dots 2,70 \text{ г/см}^3$, твердість $5 \dots 6$, міцність при стиску – $120 \dots 170 \text{ МПа}$, температура плавлення – $1170 \dots 1550 \text{ }^\circ\text{C}$. Колір білий, сірий, жовтий, від рожевого до темно-червоного.

2.2.3 Група залізисто-магнезійних силікатів

Авгіт – це складний залізисто-магнезійний силікат темно-зеленого, чорно-бурого або чорного кольору зі скляним блиском.

Олівін – це мінерал оливково-зеленого, жовтувато-зеленого, чорного кольору, має скляний блиск.

Рогова обманка – це складний алюмомісткий залізисто-магнезійний силікат темно-бурого, зеленого, чорного кольору зі скляним блиском і досконалою спайністю.

Ці мінерали відрізняються високою істинною густиною – $3,2 \dots 3,6 \text{ г/см}^3$, твердістю – $5 \dots 6$, значною удаваною в'язкістю.

2.2.4 Група карбонатів

Кальцит CaCO_3 зустрічається у вигляді кристалів різної форми; безбарвний або молочно-білого кольору з різними відтінками. Має скляний блиск; істинна густина становить $2,7 \text{ г/см}^3$, твердість 3. Легко розкладається кислотами.

Магнезит MgCO_3 – це кристалічний мінерал, за структурою і формою кристалів схожий на кальцит, але більш важкий і твердий і менш хімічно активний. Має істинну густиною $2,9 \dots 3,1 \text{ г/см}^3$, твердість $4 \dots 4,5$; колір білий; блиск – скляний.

Доломіт $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ за властивостями займає проміжне положення між кальцитом і магнезитом.

2.2.5 Група сульфатів

Гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – це кристалічний мінерал пластинчастої, волокнистої або зернистої будови з істинною густиною $2,3 \text{ г/см}^3$, твердістю 2, в чистому вигляді – прозорий, завдяки домішкам має світло-сірий, жовтуватий, рожевий та інші кольори.

Ангідрит CaSO_4 – це безводний різновид гіпсу. Він важчий і твердіший за гіпс; істинна густина становить $2,8 \dots 3,0 \text{ г/см}^3$, твердість $3,0 \dots 3,5$, колір – світло-сірий, сіро-блакитний, спайність – досконала; блиск – скляний.

2.3 Будова й властивості гірських порід різного походження

Будова та властивості гірських порід визначаються їхнім мінералогічним Найголовнішими породотвірними мінералами вивержених (первинних) порід є кварц, польові шпати, слюди та залізисто-магнезіальні силікати.

Як головні породотвірні мінерали осадових (вторинних) гірських порід слід мінерали групи карбонатів, сульфатів, гідроалюмосилікати та аморфі-різновиди кремнезему.

Мінералогічний склад метаморфічних порід визначається складом вихідної та умовами її перетворення (метаморфізації).

2.3.1 Вивержені породи

Вивержені масивні глибинні породи утворилися внаслідок повільного і рівномірного охолодження магми під великим тиском. Магма охолоджувалася і залишалася на великій глибині у земній корі, що сприяло утворенню в породах мінералів зернисто-кристалічної будови без цементуючою речовини (гранітна будова).

Основні властивості цих порід: масивність залягання, високі середня густина і міцність при стиску, незначне водопоглинання, істотна морозостійкість, велика теплопровідність.

До вивержених глибинних порід належать граніт, сієніт, діорит, габро, лабрадорит.

Вивержені масивні вилиті породи утворилися внаслідок охолодження магми у вигляді лави на поверхні землі або близько до неї. Охолодження відбулося більш швидко і менш рівномірно при відносно швидкому спаданні тиску або навіть при атмосферному тиску. Такі умови не сприяли утворенню крупних кристалів, замість них утворювалися нові структури: приховано-кристалічна, дрібнокристалічна або навіть аморфна (склоподібна).

Усі вилиті породи мають спільний хімічний склад з аналогічними глибинними, але відрізняються за структурою. До таких порід відносять: кварцові й ортоклазові порфіри, порфірити, ліпарити, андезити, діабазити.

Вивержені уламкові (вулканічні) породи можуть бути сипкими і зцементованими. Сипкі порошкоподібні частинки (до 1 мм) називають вулканічним попелом, а крупніші – пемзою.

Вулканічний попіл й піски переважно складаються з вулканічного скла й аморфного кремнезему, насипна густина 500 кг/м³. Вони є активними мінеральними добавками (пуцолановими). Пісок є заповнювачем для легких бетонів і розчинів.

Пемза – це спучене кисле вулканічне скло, середня густина якого становить 300...600 кг/м³.

2.3.2 Осадкові породи

Осадкові, або вторинні, породи поділяють залежно від умов утворення на три групи: механічні відклади; хімічні осади; органігенні відклади рослинного (фіто-генного) чи тваринного (зоо-генного) походження. Внаслідок різноманітного походження структура і властивості осадових порід також досить різноманітні.

Характерні особливості осадових порід: шаруватість залягання (тому їх називають пластовими), у більшості випадків більш пориста будова і менша міцність, ніж у щільних вивержених порід

Механічні відклади (уламкові породи) утворилися внаслідок руйнування гірських порід різного походження. Сипкі механічні відклади розрізняють за крупністю зерен. Найкрупнішими є *валуни* (понад 300 мм) та *булижники* (150...300 мм). *Гравій* – це обкочені зерна розмірами від 5 до 150 мм. Піски є сипкою сумішшю кварцових та інших зерен розмірами від 0,16 до 5,0 мм. Дрібніші зерна називають пилюватими частинками: це нанесені вітром відклади – *лес*, а також найтонкіші відклади, нанесені водою – *мул*. Найбільш дисперсними є *глини*, розмір зерен яких не перевищує 0,005 мм.

За хімічним составом глини – це водні алюмосилікати з різними домішками. Найпоширеніші мінерали глин – каолінит, монтморилоніт, галуазит.

Зцементовані зерна піску називають *пісковиком*, а зцементовані обкачані зерна гравію – *конгломератом*, а гострокутні – *брекчією*.

Хімічні осади (хемогенні породи) утворилися внаслідок випадання в осад речовин, що перейшли у водний розчин під час руйнування гірських порід. Вони є наслідком зміни умов середовища, взаємодії розчинів різного складу і випарування. До них відносять вапняки, вапнякові туфи, магнезити, доломіти, гіпси, ангідрити, барити.

Органогенні відклади утворилися внаслідок відкладання морських організмів.

Діатоміт складається з аморфного опалоподібного кремнезему SiO₂.nH₂O. Колір білий, сірий, жовтуватий.

Трепел за зовнішнім виглядом, складом і властивостями дуже подібний до діатоміту, але містить аморфний кремнезем переважно у вигляді дрібних кульок опалу

Крейда – біла, м'яка вапнякова порода, затверділий морський осад. На 90..98 % складається з CaCO_3 , містить домішки глинистих частинок. Її застосовують для виробництва вапна, цементу й скла, приготування фарб, замазок, шпаклівок тощо.

Вапняк-черепашиник – це пориста порода, що складається з черепашок і панцирів молюсків, слабо зцементованих вапняковою речовиною, містить домішки глини, кремнезему. Має середню густину $800 \dots 1\ 800 \text{ кг/м}^3$; міцність при стиску $0,4 \dots 15 \text{ МПа}$; легко піддається розпилюванню.

2.3.3 Метаморфічні породи

Гнейси є найпоширенішим серед видозмінених вивержених порід. За мінеральним складом, середньою густиною і міцністю вони подібні до гранітів, з яких утворилися в умовах метаморфізму, але мають сланцювату будову. Така структура полегшує видобування й обробку породи, але зменшує міцність, морозостійкість і стійкість проти вивітрювання. Застосовують гнейси для укладання фундаментів, бутової кладки, брукування доріг.

Мармури утворилися внаслідок перекристалізації вапняків або доломітів під впливом високих температур і тисків.

2.4 Класифікація і характеристика матеріалів і виробів із природного каменю

Галузі застосування природного каменю дуже різноманітні. Камінь підлягає механічній обробці й використовується у безпосередньому вигляді. Гірські породи є також цінною сировиною для одержання інших будівельних матеріалів.

Природні кам'яні матеріали й вироби класифікують за такими ознаками:

– за середньою густиною: важкі ($\rho_0 > 1\ 800 \text{ кг/м}^3$) й легкі ($\rho_0 \leq 1800 \text{ кг/м}^3$);

– за міцністю при стиску (кгс/см^2): марки: М4, М7, М10, М15, М25, М35, М50, М75, М100, М125, М200, М300, М400, М500, М600, М800, М1000 (відповідно у МПа від 0,4 до 100);

– за морозостійкістю: марки: F10, F15, F25, F50, F100, F200, F300, F500;

– за коефіцієнтом розм'якшення: 0,6; 0,75; 0,8; 0,9; 1,0.

Коефіцієнт розм'якшення каменю для зовнішніх стін споруд повинен бути не меншим ніж 0,6, а для фундаментів, дорожніх та гідротехнічних споруд – не менше 0,8.

Залежно від ступеня обробки розрізняють грубооброблені кам'яні матеріали та штучні вироби і профільовані деталі.

До грубооброблених кам'яних матеріалів відносять: бутовий камінь, щебінь, гравій, пісок.

Бутовий камінь – це куски каменю неправильної форми розміром 150...500 мм, масою 20...40 кг. Бутовий камінь може бути рваним (неправильної форми) та постілистим. З буту зводять греблі та інші гідротехнічні споруди, підпірні стінки, фундаменти, його переробляють на щебінь.

Щебінь – це куски каменю неправильної форми розміром 5...150 мм, які одержують подрібненням великих кусків гірських порід з наступним просіюванням (зустрічається і природний щебінь – «дресва»).

Гравій – це обкочені (округлі) зерна розмірами 5...150 мм, які одержують просіюванням сипких порід; у разі потреби їх промивають, щоб видалити шкідливі домішки (глину, пил).

Пісок – це мінеральні зерна розміром від 0,16 до 5 мм, які одержують просіюванням сипких порід; або подрібненням і просіюванням відходів камнеобробки (штучний пісок). Щебінь, гравій, пісок використовують як заповнювачі для бетонів і розчинів.

До виробів з природного каменю відносять колоті й пиляні вироби для мурування і облицювання стін, влаштування підлог, дорожніх покриттів, гідротехнічних споруд тощо.

Каміння та блоки для укладання стін. Багато пористих гірських порід легко розпилюються на камені та блоки правильної геометричної форми (прямокутні паралелепіпеди). Основні розміри каменів для зведення стін: 390×1000×1500 мм; 490 × 240 × 188 мм; 390 × 190 × 288 мм. Маса каменя не повинна перевищувати 16 кг, маса дрібного блока – 40 кг.

Каміння та блоки застосовують для зовнішніх стін, перегородок та інших частин будівель та споруд.

Облицювальні матеріали й вироби. Облицювальне каміння й плити, а також архітектурно-будівельні вироби виготовляють, розпилюючи блоки (напівфабрикати) або вдаючись до безпосереднього випилювання з масиву гірської породи. Можна виготовляти також колоті вироби (з некондиційних блоків).

Для зовнішнього облицювання використовують щільні атмосферостійкі породи (граніти, сієніти, габро тощо) або щільні вапняки, для внутрішнього облицювання – породи середньої твердості: мармури, пористі вапняки (травертин, черепашник), вулканічні туфи тощо. Пористі породи, крім декоративного ефекту, забезпечують добру акустику приміщень, тому їх застосовують для оздоблення театрів, кінотеатрів та інших громадських споруд.

Цокольні плити, а також деталі карнизів та інших частин будівлі, що виступають, виготовляють з атмосферостійких порід.

Влаштування покриттів підлог виконують полірованими (рідше шліфованими) плитами з твердих щільних порід (граніт, сієніт, лабрадорит тощо). У приміщеннях з малою інтенсивністю руху і високими вимогами щодо декоративності можливе використання мармуру. Товщина плит для підлоги має

бути не менше 20 мм. Сходи облицьовують також твердими зносостійкими породами.

Матеріали й вироби для дорожнього будівництва виготовляють із щільних і зносостійких порід (граніту, діориту, габро, базальту), оскільки умови їх експлуатації надзвичайно суворі. До дорожніх матеріалів і виробів відносять: брущатий камінь; колотий і буличний камінь; тротуарні плити і бордюри не каміння.

Брущатий камінь (бруківка) призначається для впорядкування покриттів проїжджої частини доріг. Має форму зрізаної піраміди з паралельними прямокутними верхньою і нижньою основами.

Колотий і буличний камінь використовують для влаштування основ доріг, а також дорожніх покриттів, для укріплення схилів земляних споруд тощо.

Тротуарні плити виготовляють з шаруватих гірських порід. Вони мають форму прямокутної чи квадратної плити зі стороною 200...800 мм і рівною лицьовою поверхнею (товщина 40...150 мм).

Каміння для гідротехнічних споруд. Для річкових та морських гідротехнічних споруд застосовують каміння правильної і неправильної геометричних форм. Каміння неправильної форми – рваний камінь, який одержують підриванням гірських порід, обкочений камінь (валуни, буличники), щебінь і гравій – використовують для влаштування гребель, дамб, берегових укріплень та інших споруд. Каміння правильної форми використовують для облицювання набережних, шлюзів тощо. До всіх матеріалів ставляться підвищені вимоги не лише за міцністю, а й щодо водо- та морозостійкості. Особливо несприятливими є умови експлуатації матеріалів у зоні змінного рівня води, де під час замерзання можуть утворюватися льодові скупчення, які спричиняють значні внутрішні напруження (це граніти, сієніти, діабазити та ін.).

Хімічно стійкі й жаростійкі матеріали й вироби. Численні гірські породи використовують для футерування різних апаратів та установок, які зазнають дії кислот, лугів, солей і агресивних газів, а також впливу високих і різко змінних температур і тисків. Із щільних кислототривких гірських порід виготовляють тесані плити, цеглу, бруски, фасонні вироби потрібної форми. У подрібненому вигляді ці породи використовують як заповнювачі в кислототривких бетонах. Для захисту від дії кислот використовують граніт, сієніт, базальт, андезит, кварцит, а від дії лугів – карбонатні породи: щільні вапняки, доломіти, магнезити, мармури. Для жаростійких облицювань застосовують вироби з базальту, діабазу, вулканічних туфів.

2.5 Матеріали й вироби з деревини

Деревину з давніх часів широко застосовують у будівництві завдяки її значному поширенню та високим будівельно-технологічним властивостям: значній міцності при розтягу й стиску, невеликій щільності, низькій теплопровідності, технологічності при обробці, гарному зовнішньому вигляду.

Деревина як будівельний матеріал має й ряд недоліків: неоднорідність будови і, відповідно, властивостей, гігроскопічність, займистість, здатність до гниття тощо. Частину цих недоліків можна подолати технічними заходами. Для підвищення гниlostійкості застосовують антисептики, а для підвищення вогнестійкості – антипірени. виготовлення клеєних дерев'яних конструкцій зменшує усихання і короблення деревини.

Деревину застосовують для виробництва паркету, дверних і віконних коробок, хрестовин, дверного заповнення, вбудованих меблів. Деревину й досі широко використовують для виготовлення шпал, опор ліній електропередач та як кріпильне риштування в підземних розробках.

2.5.1 Деревні породи

Деревні породи поділяють на хвойні й листяні. Хвойні породи застосовують переважно для інженерних конструкцій.

Сосна – ядрова порода, яка має високу міцність і низьку щільність (середня густина – 470...540 кг/м³). Деревина сосни смолиста, важко піддається загниванню її застосовують у вигляді кругляка і пиляних лісоматеріалів, а також для виготовлення столярних виробів й меблів.

Ялина – порода із стиглою деревиною, мало смолиста, має високі показники міцності, низьку середню щільність (440...500 кг/м³). Її застосовують для виготовлення будівельних конструкцій та столярних виробів.

Модрина – ядрова смолиста порода з підвищеними твердістю і середньою щільністю (630...730 кг/м³), стійка проти загнивання. Застосовують її в будівництві мостів, у гідротехнічному будівництві, для виготовлення шпал і рудникових стояків. Недоліком деревини модрини схильність до розтріскування.

Ялиця – порода без'ядрова, річні кільця широкі, не містять смоляних ходів. Деревина менш стійка порівняно з іншими породами, тому не застосовується у вологих умовах експлуатації.

Кедр – ядрова порода, яка має низьку щільність, її механічні властивості нижчі ніж у сосни; застосовують як будівельний ліс, пиломатеріали, а також для виготовлення столярних виробів.

Тис – порода ядрова, використовується для виготовлення меблів, у будівництві широкого застосування не знайшла.

Листяні породи налічують багато найменувань (дуб, бук, осика, вільха, береза, липа, ясень, горіх тощо).

Дуб – ядрова порода, яка має високі механічну міцність, в'язкість і щільність (середня густина – 720 кг/м³). Має високу стійкість проти загнивання, гарну текстуру. Застосовують у відповідальних конструкціях, мостобудуванні, гідротехнічному будівництві, для виготовлення столярних виробів і меблів. При тривалому перебуванні у воді деревина темнішає, поступово перетворюючись на морений дуб.

Бук – розсіяно-пориста стиглодеревна порода. Деревина тверда, щільна (середня густина – 650 кг/м^3), пружна, білого з червоним відтінком кольору, малостійка проти загнивання. Застосовують її для виготовлення столярних виробів, меблів і паркету.

Осика – заболонна стиглодеревна порода. Деревина легка (середня щільність – $420 \dots 500 \text{ кг/м}^3$), м'яка, зеленуватого кольору. Застосовують її для фанери щепи, тари.

Вільха – заболонна порода з м'якою деревиною, що легко піддається обробці, нестійка проти загнивання. Застосовують її для фанери й столярних виробів.

Береза – заболонна порода. Деревина щільна (середня щільність – 650 кг/м^3), має високі міцність, в'язкість; нестійка проти загнивання. Застосовують її для виготовлення фанери, столярних виробів, меблів та паркету, опоряджувальних робіт.

2.5.2 Основні властивості деревини

Фізичні властивості деревини: істинна й середня щільність, вологість, усихання, розбухання, короблення, теплопровідність, пористість та ряд інших.

Істинна щільність деревини приблизно однакова для різних порід і становить $1,53 \dots 1,55 \text{ г/см}^3$.

Середня щільність деревини залежить від виду породи, вологості й пористості і може бути в межах $450 \dots 900 \text{ кг/м}^3$.

Вологість значною мірою зумовлює якість деревини. Розрізняють гігроскопічну вологу, зв'язану в стінках клітин, й капілярну, яка заповнює міжклітинний простір. При висиханні деревина спочатку втрачає вільну (капілярну) вологу, а далі починає виділяти гігроскопічну.

Вологість деревини, що дорівнює 12 %, умовно вважається стандартною. Результати визначення всіх фізичних властивостей деревини треба коригувати з урахуванням цієї вологості. При тривалому перебуванні на повітрі при сталих умовах деревина набуває вологості, яку називають рівноважною. Стан деревини в момент, коли в її структурі відсутня вільна волога, називають межею гігроскопічної вологості (для різних порід вона становить 23...35 % відносно маси сухої деревини).

Усихання, розбухання, короблення деревини відбуваються зі зміною вологості. При висушуванні деревини до межі гігроскопічної вологості її лінійні розміри не змінюються.

Щоб запобігти коробленню і розтріскуванню дерев'яних виробів, треба застосовувати деревину з такою вологістю, яка відповідала б умовам експлуатації.

Теплопровідність деревини залежить від породи, напряму волокон та вологості.

Механічні властивості (міцність при стиску і розтягу, при згині та сколюванні).

Міцність при стиску деревини визначають на зразках – призмах перерізом 20×20 мм і завдовжки 30 мм уздовж і поперек волокон. Міцність деревини на стиск уздовж волокон у 4...6 разів більша за її міцність поперек волокон.

Міцність при розтягу деревини вздовж волокон у 2...3 рази більша за міцність при стиску й у 20...30 разів вища за міцність при розтягу впоперек волокон. Для окремих порід межа міцності при розтягу досягає 100...200 МПа.

Міцність при статичному згині деревини перевищує міцність при стиску вздовж волокон, але менша за міцність при розтягу і становить для різних порід 50...100 МПа. Високі значення при статичному згині дають змогу широко застосовувати деревину в конструкціях, які працюють на згин (балки, крокви, бруски, настили тощо).

Міцність при сколюванні деревини вздовж волокон становить у середньому 3...13 МПа. Міцність при сколюванні впоперек волокон у 3...4 рази вища за міцність при сколюванні вздовж волокон, але чистого зрізу практично не буває, оскільки одночасно відбуваються стиск і згин волокон.

Статична твердість деревини дорівнює навантаженню, потрібному для вдавлювання в поверхню зразка половини металевої кульки на глибину 5,64 мм (площа відбитка дорівнює 1 см^2). За твердістю по торцю деревину поділяють на три групи: м'яка з твердістю 35...50 МПа (сосна, ялина, ялиця, вільха); тверда – 50...100 МПа (дуб, граб, ясень, клен, каштан, береза); дуже тверда – понад 100 МПа (самшит, кизил).

Вади деревини – це недоліки окремих її ділянок, які знижують якість і обмежують можливості використання. Вади деревини можуть бути пов'язані з відхиленнями від її нормальної будови, пошкодженнями та захворюваннями. Їх поділяють на такі групи: тріщини, сучки, пошкодження комахами, грибами, трухлявинами, дефекти форми стовбура, вади будови деревини, рани, ненормальні відкладення в середині деревини, хімічні забарвлення. Вплив вад на придатність деревини для будівельних потреб залежить від їхнього місця розташування, виду, розмірів ураження, а також від призначення деревини. Сортність деревини встановлюють з урахуванням наявних вад. Їхнє походження може бути різним. Одні з них утворюються в період росту дерева, інші – в період зберігання та експлуатації.

Контрольні питання

1. Сировина для виробництва керамічних матеріалів?
2. Сировинні матеріали для виробництва скла?
3. Що таке склокристалічні матеріали?
4. Що виготовляють з кам'яного литва?
5. Наведіть основні властивості металів?
6. Класифікація вуглецевих сталей?
7. Що відноситься до виробів із сталі?

ЛЕКЦІЯ 3 БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ Й ВИРОБИ, ОДЕРЖУВАНІ ШЛЯХОМ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ

3.1 Керамічні матеріали й вироби

3.1.1 Загальні відомості

Керамічними називають матеріали й вироби, які одержують формуванням і подальшим випалюванням глинистої та інших видів мінеральної сировини з різними добавками або без них.

Як *глинисту* сировину використовують глини, суглинки, глинисті сланці, аргіліти, леси. Можуть бути застосовані також інші види мінеральної сировини, в тому числі, кварцити, магнезити, боксити, хромисті залізняки та деякі промислові відходи. Для одержання технічної кераміки використовують чисті оксиди алюмінію, кальцію, магнію, діоксиди цирконію, торію тощо. Таку кераміку застосовують, наприклад, в радіо- та космічній техніці.

Довговічність і простота виготовлення керамічних матеріалів забезпечили їм одне з перших місць серед інших будівельних матеріалів. Випуск керамічної цегли становить майже половину обсягу виробництва всіх стінових матеріалів. Керамічні облицювальні плитки й досі залишаються основними матеріалами для опорядження санітарних вузлів та багатьох інших приміщень. Не втратили свого значення і керамічні матеріали для зовнішнього облицювання будівель. Висока міцність, універсальність властивостей і широкий асортимент дають змогу використовувати керамічні вироби для теплових агрегатів, як облицювальні матеріали для підлог і стін, для мереж каналізації, як легкі пористі заповнювачі для бетонних і залізобетонних виробів тощо.

Поряд з позитивними якостями керамічні вироби мають і деякі недоліки, а саме: крихкість, їх виробництво є досить енергоємним і потребує використання спеціального сушильного й випалювального обладнання.

3.1.2 Класифікація керамічних матеріалів

За *призначенням* керамічні матеріали й вироби поділяють на такі види: *стінові* (цегла, порожнисті камені); *покрівельні* (черепиця); *елементи перекриттів*; *вироби для облицювання фасадів* (лицьова цегла і камені, плитки фасадні, килимово-мозаїчні плитки); *вироби для внутрішнього облицювання* (глазуровані плитки і фасонні деталі до них – карнизи, кутники, пояски); *заповнювачі для бетонів* (керамзит, аглопорит); *теплоізоляційні вироби* (діатомітові, трепельні, ніздрювата кераміка); *вироби для підлог і дорожніх покриттів* (плитки для підлог, дорожня цегла; санітарно-технічні вироби (умивальники, унітази, ванни, труби); *кислототривкі вироби*; *вогнетривкі вироби*.

За *видом поверхні* керамічні матеріали й вироби поділяють на: глазуровані та неглазуровані; однокольорові, багатокольорові і з малюнком; з гладенькою поверхнею та рельєфні.

За *структурою черепка* керамічні матеріали й вироби поділяють на: пористі й щільні. До пористих відносять матеріали і вироби з водопоглинанням більше 5 % за масою. Це – стінові вироби, черепиця, облицювальні плитки для стін, теплоізоляційні вироби, заповнювачі для бетонів, санітарно-технічні вироби. На зломі вони мають землистий вигляд, шорстку поверхню, непрозорі, при ударі видають глухий звук.

До щільних матеріалів відносять ті, що мають водопоглинання за масою менше 5 %. Це – плитки для підлог, дорожня цегла, фарфорові вироби. Вони мають блискучий злом, гладеньку поверхню, при ударі видають чистий дзвінкий звук.

За *способом формування* керамічні матеріали поділяють на матеріали, одержані пластичним формуванням, напівсухим пресуванням або шлікерним способом.

3.1.3 Сировина для виробництва керамічних матеріалів

Сировину для виробництва будівельної кераміки поділяють на пластичну й непластичну. До *пластичної сировини* відносять глинисті породи, які забезпечують одержання зв'язної, зручної до формування маси і міцного водостійкого черепка після випалювання. *Непластична сировина* – це добавки, які покращують технологічні властивості формувальної суміші (полегшують сушіння, зменшують усадку, знижують температуру випалювання) і надають готовим виробам потрібних властивостей (пористості, теплопровідності, кольору тощо).

Спіснювальні добавки вводять у керамічну масу, щоб знизити пластичність і зменшити повітряну й вогневу усадки за рахунок меншої водопотреби формувальної маси. Для цього використовують шамот, дегідратовану глину, кварцовий пісок, гранульований шлак, золу ТЕС. Шамот – це зернистий порошок із зернами 0,16...2,5 мм, який отримують подрібненням попередньо випаленої до спікання глини. Шамот поліпшує сушильні властивості глин.

Плавні знижують температуру випалювання і спікання глини, підвищують щільність виробів. Як плавні використовують польові шпати, залізну руду, доломіт тощо. Вони здатні утворювати з SiO_2 та Al_2O_3 більш легкоплавкі силікатні розплави.

Поротвірні добавки вводять у сировинну масу для одержання легких керамічних виробів. Такими добавками є магнезит, крейда, доломіт, які під час випалювання виділяють CO_2 , а також вигоряючі добавки – тирса, відходи вуглезбагачувальних фабрик, золи ТЕС, лігнін, подрібнене буре вугілля.

Пластифікуючі добавки сприяють підвищенню пластичності маси й поліпшенню її здатності до формування при отриманні виробів. До них

належать високопластичні глини, бентоніти, а також поверхнево-активні речовини типу лігносульфонату технічного (ЛСТ).

3.1.4 Матеріали для декорування (глазур, ангоби, керамічні фарби)

Глазур – це склоподібне покриття завтовшки 0,1...0,2 мм, яке наносять на поверхню керамічного виробу і закріплюють випалюванням. Крім підвищення декоративних властивостей, глазур знижує водопроникливість, підвищує міцність та атмосферостійкість керамічних виробів. Основні компоненти глазури: кварц, польовий шпат, каолін, солі лужних та лужноземельних металів. Глазури наносять методами занурення, поливання або пульверизацією на попередньо випалені вироби у вигляді водної суспензії. При випалюванні тверда речовина глазури розплавляється у вигляді тонкої плівки.

Ангоб виготовляють з білої або кольорової глини. Ангоб при випалюванні не розплавляється і надає виробу матової поверхні.

Керамічні фарби – це забарвлені мінеральні сполуки металів із керамічними масами і глазурями, утворені у процесі випалювання. Барвниками в них є природні або штучні пігменти (наприклад, графіт – сірий, оксид заліза – коричневий, оксид хрому – зелений).

3.1.5 Основи технології керамічних матеріалів і виробів

Обробка глинистої сировини може бути природною (використання атмосферних процесів – зволоження і висихання, заморожування і відтавання, вивітрювання), механічною (рихлення, подрібнення з видаленням каміння, дозування з добавками, тонке подрібнення) і комбінованою, з фізико-хімічною обробкою (парозволоженням, вакуумуванням), введенням спеціальних добавок (пластифікуючих, спіснювальних, вигоряючих) і вилежуванням обробленої маси у шихтозапасниках.

Природний спосіб обробки сировини вимагає багато часу, великих площ і не забезпечує повного видалення кам'янистих включень. Механічний спосіб є більш ефективним.

Переробку сировинної маси та формування виробів залежно від властивостей вихідної сировини й виду виробів, що виготовляються, виконують пластичним, напівсухим або лікерним (мокрим) способами.

Пластичне формування застосовують тоді, коли глиниста сировина волога, пухка. Пластична маса зволожується до вологості 20...25 %. Такий спосіб передбачає формування виробів на стрічкових пресах.

Шлікерний (мокрый) спосіб полягає в тому, що вихідні матеріали подрібнюють разом з водою в кульовому млині при вологості 45...60% до одержання однорідної маси. Методом лиття виготовляють вироби складної конфігурації та тонкостінні.

Проміжною операцією технологічного процесу виробництва керамічних виробів є *сушіння*. Воно необхідне для надання сирцю механічної міцності й

підготовки його до випалювання. Сушіння виробів може бути природним (на відкритому повітрі) та штучним (у спеціальних пристроях – сушарках). Режим сушіння у сушарках: температура теплоносія 130...170 °С, тривалість сушіння 30...72 год.

3.1.6 Характеристика керамічних виробів різного призначення

Стінові вироби. Серед керамічних виробів у будівництві набули найбільшого поширення вироби для огорожувальних конструкцій. Вони можуть бути дрібно- та великорозмірними. До великорозмірних – стінові блоки й панелі. До дрібно-розмірних виробів належать керамічна цегла й камені,

Цегла має такі розміри: одинарна – 250 × 125 × 65 мм, потовщена – 250 × 120 × 88 мм. Камені виготовляють таких розмірів: 250 × 120 × 138 мм (звичайний), 288 × 138 × 138 мм (модульний). Цегла може бути повнотілою або порожнистою, а камені тільки порожнистими. Кількість, розміщення і форма порожнин дуже різноманітні.

Вироби для облицювання фасадів. Для облицювання фасадів будівель використовують різні за формою, розмірами та декоративними властивостями керамічні вироби.

Фасадні керамічні вироби застосовують для облицювання фасадних поверхонь, стінових панелей, блоків, цоколів будівель, лоджій, створення декоративних панно.

Лицьову цеглу і камені виготовляють з глин, трепелів і діатомітів методом пластичного формування або напівсухого пресування з добавками чи без них, з нанесенням фактурного шару чи без нього. Лицьова цегла і камені призначені для мурування і одночасного облицювання зовнішніх стін будівель і споруд, тому повинні мати дві лицьові поверхні – поперечикову і довжикову.

Двошарову цеглу формують із місцевих червоних глин і лише лицьовий шар із біловипалюваних глин.

Ангобована цегла – має лицьову поверхню вкриту ангобом.

Глазурована цегла – застосовують для акцентних вставок, які надають фасаду більшої архітектурної вразливості.

Керамічні плитки – для оздоблювання фасадів, виготовляються у широкому асортименті, який передбачає варіювання за розмірами, фактурою поверхні та кольоровою гамою.

Килимова кераміка – це дрібно розмірні тонкостінні плитки різного кольору, з глазур'ю чи без неї, які наклеюють лицьовою поверхню на паперову основу, внаслідок чого утворюється килим. Застосовують для облицювання зовнішніх панелей і блоків стін, вестибюлів, сходових кліток, санвузлів та кухонь.

Плитки керамічні фасадні – використовують для зовнішнього облицювання стін, стінових панелей, цоколів будинків і споруд.

Архітектурно-художня кераміка – призначена для оздоблювання будівель, художньо оздоблювання інтер'єрів, переходів тощо.

Плитки для внутрішнього облицювання. Плитки для облицювання стін, залежно від виду сировини, що використовуються, поділяють на два види: майолікові та фаянсові.

Майолікові плитки, в тому числі кахлі для печей та елементи декору, виготовляють із мергелистих або легкоплавких глин з додаванням до 20 % вуглекислого кальцію у вигляді крейди.

Облицювальні вироби з рисунком по білому ангобу, покриті прозорою глазур'ю, називаються *напівмайолікою*.

Фаянсові плитки Такі плитки широко застосовують для облицювання санітарно-технічних вузлів та кухонь в житлових і громадських будівлях, у лікарнях, на підприємствах харчової та хімічної промисловості. Не можна використовувати такі плитки для настилення підлог (полива легко продряпується) і для зовнішнього облицювання (пористий черепок взимку швидко руйнується).

Плитки для підлог. *Керамічні плитки для підлоги*, відомі як метлаські мають правильну форму (квадратну, прямокутну, багатогранну та фігурну), їхня поверхня може бути гладкою чи рельєфною, глазурованою і неглазурованою. Розрізняють плитки *основні* та *бордюрні*.

Плитки призначені для настилення підлог у санітарних вузлах, вестибюлях і на сходових площадках житлових та громадських будівель, а також у виробничих і допоміжних будівлях промислових підприємств. Неглазуровані плитки можуть бути використані для влаштування підлог на балконах і в лоджіях.

Плитки керамічні мозаїчні – застосовуються для влаштування підлог у виробничих цехах, магазинах, ресторанах, виставкових залах, лабораторіях, адміністративних спорудах використовують великорозмірні плитки типу «керамічний граніт», технологія. Вони можуть бути різного кольору та мати малюнок, що імітує природний камінь із включеннями дрібних або крупних фракцій.

Вироби спеціального призначення. *Керамічна черепиця* – покрівельний матеріал. Черепиця поділяється на види: штампована – пазова, марсельська, голландська, S-подібна, гребенева; пластичного формування – стрічкова пазова, плоска та S- подібна; напівсухого пресування – плоска типу «бобровий хвіст».

Дорожня (клинкерна) цегла – це штучні камені розмірами 220 × 110 × 65 мм і 220 × 110 × 78 мм, які виготовляють формуванням і наступним випалюванням до повного спікання.

Дренажні труби виготовляють пластичним формуванням (з високопластичних цегельних глин) круглого, шести- чи восьмигранного перерізу, внутрішнім діаметром від 25 до 250 мм і завдовжки 333 або 500 мм.

Каналізаційні труби виготовляють з тугоплавких або вогнетривких труб із спіснювальними добавками чи без них, циліндричної форми з розтрубом на одному кінці. Для монтажу трубопроводів виготовляють хрестовини, трійники, відводи, переходи, пробки, коліна.

Кислототривкі вироби виготовляють з пластичних глин без домішок карбонатів, сірчаного колчедану, гіпсу, які зменшують хімічну стійкість. Кислототривкі вироби призначені для футерування башт, резервуарів і печей на

хімічних заводах, для опорядження підлог у цехах з агресивними середовищами.

Санітарно-технічна кераміка. До цих виробів належать ванни, раковини, унітази та інше обладнання санітарно-технічних вузлів житлових та виробничих приміщень.

Вогнетривкі вироби застосовують для будівництва промислових печей, топок і агрегатів, що працюють при високих температурах. Найширше застосовують кремнеземисті й алюмосилікатні, а також магнезійні та хромисті вогнетриви.

Легкі заповнювачі – керамзит і аглопорит – одержують при випалюванні легкоплавких глинистих порід.

3.2 Матеріали з мінеральних розплавів

Спільною ознакою будівельних матеріалів і виробів із мінеральних розплавів є силікатна основа, тобто в їхньому складі переважає оксид силіцію SiO_2 й сполуки на його основі – силікати.

Сировиною для силікатних розплавів є поширені гірські породи (піски, глини, базальти, діабазы, граніти, гнейси, сієніти, сланці, серпентини тощо), побічні продукти й відходи промисловості (металургійні шлаки, золи та шлаки, склобій). Характерною особливістю силікатних розплавів є здатність при швидкому охолодженні переходити в склоподібний стан – аморфний різновид твердого стану.

Залежно від виду вихідної сировини розрізняють матеріали й вироби на основі *скляних, кам'яних і шлакових розплавів*. При введенні до силікатного розплаву спеціальних добавок (кристалізаторів) і виборі відповідного режиму термічної обробки можна одержати склокристалічні матеріали (ситали, шлакоситали).

3.2.1 Сировина, технологія отримання та властивості скла

Скло – універсальний і дивовижний матеріал. Його виробництво базується на складній послідовності технологічних операцій, параметри яких в першу чергу залежать від сировинних матеріалів, що входять до складу шихти.

Сировинні матеріали для виробництва скла умовно поділяють на основні й допоміжні.

Основні матеріали містять оксиди, які утворюють структуру скла й визначають його властивості. Так, оксид Na_2O прискорює процес варіння, знижуючи температуру плавлення, але зменшує хімічну стійкість скла. Оксид CaO підвищує хімічну стійкість, оксид Al_2O_3 підвищує міцність, термічну і хімічну стійкість, оксид PbO підвищує показник світлозаломлення.

Допоміжні матеріали вводять для покращення реологічних характеристик скломаси, прискорення її варіння, забарвлення, освітлювання, сприяння кристалізації тощо.

Сировинні матеріали можуть застосовуватися як у вигляді природної сировини, так і у вигляді відходів хімічної, металургійної, гірничодобувної промисловості.

Технологія виготовлення скла й виробів на його основі. Технологія виготовлення скла й виробів на його основі передбачає такі операції та процеси: підготовку сировинних матеріалів, приготування скляної шихти, скловаріння, формування зі скломаси матеріалів та виробів, механічну, термічну й хімічну обробку виробів для підвищення експлуатаційних властивостей.

Властивості скла. Структура скла зумовлює ряд його властивостей, у тому числі прозорість, міцність, стійкість до атмосферних впливів, водо- та газонепроникність.

Найбільш важливими для скла є не тільки оптичні властивості, але й механічні, оскільки його використання є багатоцільовим.

Оптичні властивості скла характеризуються прозорістю, світлопроникністю, світлопоглинанням, світловідбиванням, світлорозсіюванням тощо.

У будівельних конструкціях скло зазнає дії розтягу вальних й ударних навантажень, рідше – дії стиску, тому основними характеристиками, що визначають його якість, є міцність при розтягу та крихкість.

Будівельне скло та вироби на його основі. Будівельне скло і скляні вироби широко застосовують при склінні, оздобленні та декоруванні споруд. Галузі застосування основних видів склад і виробів з нього наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Основні види виробів із будівельного скла

Вироби	Вид скла	Застосування
1	2	3
Листове будівельне та декоративне скло	Віконне та вітринне неполіроване Вітринне поліроване Візерункове кольорове та безбарвне, «Мороз» і «Заметіль» Армоване кольорове та безбарвне	Скління вікон, дверей, вітрин, ліхтарів верхнього світла, виготовлення елементів меблів, влаштування внутрішніх перегородок і огорож балконів
Листове скло зі спеціальними властивостями	Увіолеве (пропускає ультрафіолетові промені) Тепловбирне Тепловідбивне Теплозахисне Загартоване	Скління дитячих і лікувальних установ, спортивних і оздоровчих споруд, музеїв, бібліотек, електронагрівальних скляних споруд

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
Кольорове та художнє скло	Вітражне, забарвлене в масі або накладне, скляна мозаїка, смальта	Виготовлення художніх вітражів, напівпрозорих екранів, виготовлення художніх панно
Будівельні вироби	Скляні порожнисті блоки, лінзи, плитки, профільне скло, склопакети, труби, ніздрювате скло, скляне волокно	Заповнення світлових прорізів у стінах, перегородках, покриттях, спорудження стін неопалюваних споруд, улаштування внутрішніх перегородок, тепло- і звукоізоляційні вироби, напірні, безнапірні та вакуумні трубопроводи для транспортування агресивних речовин.

3.2.2 Склокристалічні матеріали

Склокристалічними називають штучні полікристалічні матеріали, які одержують кристалізацією скла або кам'яного розплаву відповідного хімічного складу.

Сировиною для склокристалічних матеріалів є ті самі матеріали, що й для скла (з підвищеними вимогами щодо чистоти), а також спеціальні домішки – каталізатори (модифікатори), які інтенсифікують процес кристалізації скла.

3.2.3 Матеріали й вироби із кам'яного литва

Литі кам'яні вироби – це штучні силікатні матеріали, одержані на основі розплавлених гірських порід: базальту, діабазу, доломіту, крейди тощо.

Змінюючи умови структуроутворення, одержують матеріали різної структури: щільні, ніздрюваті й волокнисті.

З кам'яного литва випускають вироби у вигляді плоских і вигнутих плиток, деталей жолобів, труб, штуцерів. Литі вироби світлих тонів застосовують у будівництві як облицювальний матеріал, архітектурні деталі, а також в інших галузях промисловості.

3.2.4 Матеріали та вироби із шлакових розплавів

Найбільш розповсюдженими відходами, що використовуються у виробництві скляних та склокристалічних матеріалів, є шлаки чорної і кольорової металургії та хімічної промисловості.

Шлаками називають штучні силікатні матеріали, які утворюються під час плавлення чорних та кольорових металів із руди. Залежно від етапу переробки

металу (виробництво чавуну або сталі) утворюються доменні або сталеплавильні шлаки.

У переробці металургійних шлаків існують два напрями: перший - масова переробка з одержанням шлакомістких, але менш ефективних з економічного боку матеріалів (гранульований шлак, шлакова пемза, щільний литий щебінь); другий – виробництво менш шлакомістких, але цінніших матеріалів (шлакова вата й вироби з неї, шлакоситали, шлакове литво).

3.3 Металеві матеріали

3.3.1 Загальна характеристика металів

Металами називають матеріали, які мають велику електро- і теплопровідність, непрозорі, здатні до значних пластичних деформацій, що дає можливість обробляти їх під тиском: прокатуванням, куванням, штампуванням, волочінням. Вони добре зварюються, працюють при низьких і високих температурах.

Металічний блиск і пластичність – основні властивості, які притаманні всім металам. Усі метали в твердому стані мають кристалічну будову. Розташування атомів (іонів) у кристалічній речовині зображують у вигляді елементарної комірки, яка є найменшим комплексом атомів. Багаторазове повторення її відображає розташування атомів у об'ємі всієї речовини.

Кристалічна будова реальних металів і сплавів не є ідеальною, тобто періодичність розташування атомів (іонів) у кристалічній решітці порушується чисельними мікро дефектами.

Під час поліморфних перетворень змінюється будова кристалічної решітки металу та його властивості – об'єм, пластичність, здатність розчиняти різні домішки тощо.

Метали й сплави поділяють на чорні й кольорові. До чорних металів належать залізо та сплави на його основі (чавун, сталь, феросплави), а до кольорових – мідь, алюміній, цинк, нікель та ін. Як правило, використовують не чисті метали, а їхні сплави, що дає змогу підвищити властивості кінцевого продукту.

3.3.2 Основні властивості металів

Особливості структури металів обумовлюють їхні фізичні властивості, тобто високу густину, твердість, тепло- та електропровідність, тугоплавкість, ковкість.

Істинна густина металів змінюється в широких межах: найлегшим є калій – $0,86 \text{ г/см}^3$, найважчим – осмій ($22,5 \text{ г/см}^3$).

Висока електропровідність металів пояснюється наявністю вільних електронів, що переміщуються в потенціальному полі решітки. Висока теплопровідність металів обумовлюється рухливістю вільних електронів, а

висока пластичність – періодичністю їх атомної будови та відсутністю спрямованості металевого зв'язку. Наприклад, при прокатуванні залізного бруска товщиною 80...100 мм отримують дріт товщиною 4 мм та менше.

Метали відрізняються температурами правління (ртуть – 39 °С, вольфрам – 3370 °С), твердістю (найм'якший – свинець можна подряпати навіть нігтем, найтвердіший – хром).

3.3.3 Класифікація вуглецевих сталей

Залежно від вмісту шкідливих домішок сірки і фосфору вуглецеві сталі поділяють на:

- сталі звичайної якості ($S \leq 0,05 \%$, $P \leq 0,04 \%$);
- якісні сталі ($S \leq 0,04 \%$, $P \leq 0,35...0,04 \%$);
- високоякісні сталі ($S \leq 0,02 \%$, $P \leq 0,03 \%$).

Вуглецеві сталі, повністю розкислені після виплавлення, називають *спокійними (СП)*, розкислені частково – *напівспокійними (НС)* і *киплячими (КП)*. Спокійні сталі твердіють без помітного виділення газів. Їм притаманні кращі міцнісні властивості, але вища вартість.

Сталі звичайної якості дешеві, їх використовують у мостобудуванні у вигляді зварних, клепаных чи болтових конструкцій (швелери, балки, труби, листи, апарати, каркаси парових котлів, конструкції підйомних кранів).

Маркування таких сталей починається з літер Ст. (сталь), а далі – цифри від 0 до 6. Ці цифри позначають умовний номер марки сталі, залежно від хімічного складу і механічних властивостей. Чим більша цифра, тим більше у складі сталі вуглецю і тим вища міцність. Для позначення ступеня розкислення сталі після цифри ставлять індекси: кп – кипяча, сп – спокійна, нс – напівспокійна. Зварні конструкції виготовляють із спокійних чи напівспокійних низьковуглецевих сталей типів Ст1, Ст3, Ст.

Між індексом, який вказує на ступінь розкислення, і номером марки може стояти літера Г, що означає підвищений вміст мангану. Наприклад, ВСт3Гнс2.

Сталі звичайної якості поділяють на три групи: група А – з нормованим складом; Б – з нормованими властивостями; В – з нормованими механічними властивостями і хімічним складом. Сталь кожної групи додатково поділяють на категорії залежно від нормованих показників.

Основою для будівельних зварних конструкцій є сталь групи В. Для неї встановлені такі марки: ВСт2, ВСт3, ВСт3Гнс, ВСт4, ВСт5.

Якісні сталі поділяють на конструкційні й інструментальні.

Конструкційні сталі маркують цифрами 08, 10, 15, 20...80, 85, які відповідають середньому вмісту вуглецю у сотих частках процента.

Вуглецеві інструментальні сталі маркують за літерою У і цифрою, що вказує на вміст вуглецю у десятих частках процента: У7, У10, У11, У12, У13.

Із збільшенням вмісту вуглецю зростає міцність і твердість сталей, але знижується пластичність і зварюваність. Для покращення властивостей вуглецевих сталей до їхнього складу вводять спеціальні легуючі елементи,

наприклад, домішки алюмінію, молібдену, мангану, купруму, кобальту, хрому. Залежно від вмісту цих домішок розрізняють сталі: низьколеговані (до 2,5%), середньолеговані (2,5...10%) й високолеговані (більше 10%).

Марка легованої сталі означає її приблизний хімічний склад: цифри перед літерами – середній вміст вуглецю, збільшений у 100 разів; цифри після літер – вміст легуючої домішки у процентах. Наприклад, марка 09Г2СД розшифровується так: карбону 0,09 %, мангану до 2 %, силіцію до 1 %, купруму до 1 %.

Вибираючи марку сталі, враховують ступінь відповідальності та умови експлуатації сталевих конструкцій.

3.3.4 Вироби зі сталі

Сталеві конструкції виготовляють з прокатних виробів, а також із гнутих і зварних профілів (ДСТУ EN 10079-2002).

Найчастіше використовують прокатні вироби: сортову сталь, листову сталь, спеціальні види прокату, труби. З прокатних виробів збирають колони, балки, бункери, башти, трубопроводи, резервуари тощо.

Сортова сталь включає профілі масового попиту (круглу, квадратну, куткову), швелери, двотаври й профілі спеціального призначення (рейки). Найлегші кутикові профілі мають розміри 20 × 20 мм і товщиною 3 мм, найважчі – відповідно 250 × 250 та 30 мм.

Двотаври й швелери вибирають за номерами, що відповідають їхній висоті в сантиметрах. Номери двотаврів змінюються від 10 до 60, швелерів – від 5 до 40. Двотаври прокатують завдовжки до 19 м, а швелери – до 18 м.

Листову сталь залежно від товщини листів поділяють на товстолистову (4...160 мм), тонколистову (0,2...4 мм), універсальну широкополицеву (4...60 мм), рулонну й рифлену. Ширина листів – 8 500 мм, довжина – до 12 м. Найширше у будівництві використовують сталеві листи завтовшки до 40 мм.

Металочерепиця – це багатошаровий виріб, що використовується для влаштування покрівель. Виготовляється з гарячеоцинкованої холоднокатаної листової сталі товщиною 0,5 мм, покритої після пасивації і ґрунтування шаром кольорового полімерного покриття. Довжина панелі 500...8 000 мм, крок – 275...450 мм.

3.3.5 Кольорові метали та сплави і матеріали на їхній основі

Кольорові метали, на відміну від чорних, мають вищу пластичність при нормальних температурах, більшу стійкість проти корозії, більш тепло- і електропровідні, мають нижчу температуру плавлення. У будівництві кольорові метали використовують у вигляді сплавів.

Алюміній і його сплави. Щільність алюмінію – 2,7 г/см³, температура плавлення – 660 °С. Алюмінієвими рудами є боксити, нефеліни, апатити й алуніти.

Силуміни – сплави алюмінію з кремнієм (в кількості 4...13 %). Ці сплави мають високі ливарні якості, малу усадку і пористість, тверді й міцні.

Магналії – сплави алюмінію з магнієм, які відрізняються здатністю до зварювання і високою корозійною стійкістю.

Авіалії – сплави алюмінію з магнієм та силіцієм.

Дюралюміні – сплави алюмінію з міддю та магнієм. Ці сплави мають високу міцність, але меншу корозійну стійкість порівняно з магналіями.

Сплави алюмінію використовують для виготовлення зварних деталей, трубопроводів, бункерів та інших деталей і виробів.

Останнім часом алюміній набуває широкого використання у будівництві для виготовлення конструкцій, в тому числі панелей зовнішніх стін і покриттів безперервного типу, підвісних стель, збірно-розбірних та листових конструкцій. Вироби з алюмінієвих сплавів у вигляді листового прокату, гнутих і пресованих профілів широко застосовують для виготовлення огорожувальних конструкцій та вікон і дверей.

Мідь – це метал щільністю 8,94 г/см³, температура плавлення – 1 083 °С.

Латунь – сплав міді з цинком.

Бронзи – це сплави міді з такими легуючими елементами, як олово, алюміній, берилій, силіцій. Ці сплави застосовують для виготовлення таких виробів, як пружини, мембрани, слюсарний інструмент тощо.

Контрольні запитання

1. Класифікація неорганічних в'язучих речовин.
2. Повітряне будівельне вапно та технологія його отримання.
3. Наведіть класифікацію бетонів.
4. Властивості бетонної суміші.
5. Будівельні розчини.
6. Види та характеристика будівельних розчинів.

ЛЕКЦІЯ 4 БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ ОРГАНІЧНИХ ТА НЕОРГАНІЧНИХ В'ЯЖУЧИХ РЕЧОВИН

4.1 Неорганічні в'язучі речовини

4.1.1 Фізико-хімічні закономірності формування складу й структури мінеральних в'язучих речовин

До неорганічних в'язучих речовин належать переважно порошкоподібні матеріали, що утворюють при змішуванні з водою або іншою рідиною (наприклад, розчинами солей, лугів і кислот) пластичне тісто, яке внаслідок певних фізико-хімічних процесів перетворюється у каменеподібне тіло.

Процес твердіння в'язучих речовин починається з тужавіння пластичного тіста (ущільнення і загуснення) з поступовим перетворенням його у каменеподібне тіло, що здатне з часом набирати міцності за рахунок протікання процесів структуроутворення.

За теорією О.О. Байкова, твердіння в'язучих речовин здійснюється за змішаним механізмом: спочатку продукти гідратації знаходяться у колоїдному стані, а потім має місце їхня перекристалізація у більш стабільні сполуки.

4.1.2 Класифікація неорганічних в'язучих речовин

Повітряні в'язучі речовини можуть тверднути й набирати міцності у повітряно-сухих умовах. До них належать гіпсо-ангідритові в'язучі речовини, повітряне вапно та його різновиди, магнезіальні в'язучі речовини та розчинне скло.

Гідравлічні в'язучі речовини тверднуть і зберігають (або підвищують) міцність після тужавіння в повітряно-сухих умовах і наступного витримування у воді. До них належать гідравлічне вапно, романцемент; портландцемент та його різновиди, пуцолановий цемент, шлакопортландцемент, композиційний цемент; глиноземистий та розширні цементи.

В'язучі речовини автоклавного твердіння здатні тверднути й утворювати міцний камінь в автоклавах (в умовах підвищених температур, тиску і вологості). До таких в'язучих речовин належать вапняно-кремнеземисті, вапняно-шлакові й вапняно-зольні.

Повітряні в'язучі речовини. *Гіпсові в'язучі речовини* (ДСТУ Б. В. 2.7-82-99) є типовим прикладом повітряних в'язучих речовин. Вони складаються переважно з напівводного гіпсу $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ або ангідриту $CaSO_4$, отримують їх внаслідок теплової обробки вихідної сировини та її розмелювання. Продукт твердіння таких в'язучих вважається майже ідеальним будівельним матеріалом, оскільки є екологічно безпечним, негорючим і вогнестійким.

Як вихідну сировину для виготовлення гіпсових в'язучих речовин використовують природний гіпс, ангідрит, відходи промисловості (борогіпс, фосфогіпс).

Залежно від параметрів теплової обробки гіпсові в'язучі речовини поділяються на дві групи: низько- й високовипалювальні.

Низьковипалювальні гіпсові в'язучі речовини, що швидко тужавіють та тверднуть, отримують тепловою обробкою природного гіпсу при низьких температурах (110...16 °С), або обробкою парою під тиском 0,13...0,70 МПа.

До низьковипалювальних гіпсових в'язучих речовин належать: гіпс будівельний, формувальний і високоміцний, різновидом якого є супергіпс.

Будівельний гіпс характеризується невисокою міцністю (2...16 МПа).

Формувальний гіпс відрізняється від будівельного гіпсу тонкістю помелу, більшою міцністю та постійністю властивостей. Застосовують його у керамічній, фарфоро-фаянсовій, машинобудівній промисловостях для виготовлення форм і моделей.

Високоміцний гіпс отримують термічною обробкою гіпсового каменю в автоклавах у середовищі насиченої пари при тиску, вищому за атмосферний, або при кип'ятінні у водних розчинах деяких солей з наступним сушінням та помелом до отримання тонко дисперсного порошку. Міцність матеріалу 25...60 МПа.

Супергіпс використовують для виготовлення облицювальних плит, фігурних виробів, для влаштування безшовних наливних підготовок для підлог.

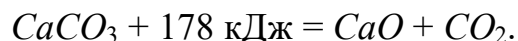
Низьковипалювальні гіпсові в'язучі речовини застосовують у будівництві для виготовлення панелей-перегородок, блоків, тепло- і звукоізоляційних плит, декоративних плит, пінобетонних виробів, сухої штукатурки. Гіпс використовують для виробництва форм і моделей у фарфоро-фаянсовій, машинобудівній та інших галузях промисловості.

Висковипалювальні гіпсові в'язучі речовини, що повільно тужавіють і тверднуть, виготовляють випалюванням гіпсового каменю при температурі вище 600 °С. До них належать ангідритовий цемент, опоряджувальний гіпсовий цемент, високовипалювальний гіпс (естрих-гіпс).

Ангідритовий цемент отримують тонким помелом нерозчинного ангідриту з добавками-каталізаторами. Цей цемент використовують для влаштування безшовних підлог, підготовок під лінолеум, для приготування розчинів та отримання штучного мармуру, а також для бетонів, призначених для мурування стін малоповерхових будівель при відносній вологості повітря не більше 70 %.

Повітряне будівельне вапно (ДСТУ Б.В.2.7-90-99) – продукт випалювання не до спікання при температурі 1 000...1 200 °С кальцієво-магнієвих гірських порід (вапняку, крейди, вапняку-черепашнику, доломітизованого вапняку), що містять не більше 6% глинистих домішок. Вискодисперсний кремнезем і глинисті домішки при їхньому обмеженому вмісті 5...7 % і відповідно вибраному режимі випалювання не знижують якість вапна. Домішки гіпсу й піриту не бажані, оскільки сприяють утворенню вапна, яке гаситься повільно.

Основним технологічним процесом при отриманні повітряного вапна є випалювання, при цьому утворюється продукт (грудкове негашене вапно) у вигляді поритих кусків, що активно взаємодіють з водою:



Повітряне вапно поділяють на:

- а) негашене грудкове (вапно-кипілка) – продукт випалювання карбонатних порід;
- б) негашене мелене – продукт помелу грудкового вапна;
- в) гідратне (гашене) вапно – тонкий пухкий порошок, який утворюється при змішуванні грудкового вапна з водою.

Гідравлічні в'язучі речовини. Гідравлічне вапно – це продукт, отриманий випалюванням мергелястих вапняків, що містять від 6 до 20 % глинистих або високодисперсних піщаних домішок.

Гідравлічне вапно застосовують для приготування будівельних розчинів підвищеної водостійкості, мурувальних і штукатурних розчинів, для виробництва вапняно-пуцоланових цементів, легких і важких бетонів низьких класів, для виготовлення стінового каміння, призначеного для експлуатації в умовах різної вологості, для стабілізації ґрунтів при будівництві шляхів із малою інтенсивністю руху. Ця речовина входить до складу сухих будівельних сумішей і широко використовується для виготовлення шпаклівок, замазок і фарб. Гідравлічне вапно можна застосовувати як основу під фресковий живопис, тобто при нанесенні малюнків розбавленими у воді мінеральними фарбами на свіжу штукатурку.

Романцемент найчастіше розглядають як один з етапів у розвитку технології отримання гідравлічних в'язучих речовин, подібних до портландцементу. Його виготовляють випалюванням не до спікання та наступним помелом вапнякових або магнезійних мергелів, які містять понад 25 % глинистих домішок.

Портландцемент – гідравлічна в'язуча речовина, яку виготовляють спільним тонким подрібненням клінкеру з гіпсом або іншими добавками.

У практиці світового будівництва портландцемент є головним матеріалом для виробництва бетону, залізобетону й будівельних розчинів.

Сировиною для виготовлення портландцементного клінкеру можуть бути карбонатні породи (приблизно 75 %) в суміші з алюмосилікатними речовинами (25 %). Як карбонатні породи використовують вапняки, крейду, вапняки-черепашники, вапнякові туфи, а як алюмосилікатний компонент – глини, але при відповідному економічному обґрунтуванні можна застосовувати суглинки, леси, аргіліти й глинисті сланці. Як сировину використовують природні суміші вапняків з глинами – мергелі.

4.2 Бетони

Бетон є типовим прикладом композиційного матеріалу, який отримують при твердненні раціонально підібраної суміші в'язучої речовини,

заповнювачів, води та добавок. Цей штучний матеріал відрізняється складністю структури та широкою гамою властивостей.

На макрорівні бетон складається із зерен крупного заповнювача та матриці, що представлена цементно-піщаним розчином. Рівень мезоструктури включає дрібний заповнювач та матрицю із гідратованого цементу.

На мікрорівні гідратований цементний камінь складається з продуктів гідратації (портландиту, еtringіту, гідросилікатів кальцію, гелевидної фази) та негідратованих зерен цементу, пор і води, що заповнює пори.

4.2.1 Класифікація бетонів

Поділ бетонів (за українськими стандартами) може бути здійснений за такими ознаками, як основне призначення, середня густина, вид використаних в'язучих та заповнювачів, тип структури.

За основним призначенням *бетони поділяють на конструкційні та спеціальні (щротехнічні, дорожні, корозійностійкі, жаростійкі та вогнетривкі, декоративні радіаціно-захисні тощо).*

За середньою густиною у сухому стані *бетони поділяють на:*

– *особливо важкі (понад 2 500 кг/м³), що отримують з використанням бариту, залізних руд, сталевих відходів);*

– *важкі (2 200...2 500 кг/м³), що передбачають застосування нещільних гірських порід;*

– *полегшені (2 000...2 200 кг/м³) виготовляють з використанням заповнювачів (вапняк-черепашиник, цегельний бій);*

– *легкі (500...2 000 кг/м³) – виготовляють з використанням пр штучних пористих заповнювачів (вулканічні та вапнякові туфи, шлакова пемза, аглопорит);*

– *особливо легкі (менше 500 кг/м³) представлені насамперед ніздрюватими бетонами та бетонами на основі штучних пористих заповнювачів спученого перліту та вермикуліту).*

За видом в'язучої речовини, *що використовується, бетони поділяються на портландцементні, вапняні, гіпсові, лужні, асфальтові, полімерні тощо.*

За розмірами крупного заповнювача (*вибір якого обумовлений конструктивними особливостями бетонних виробів, наприклад, верхня границя крупності лімітується величиною перерізу елемента виробу чи конструкції, розміщенням та ступенем насичення арматурою, відстанню між прутками*) розрізними *бетони:*

– *крупнозернисті (що містять заповнювач від 10 до 150 мм);*

– *дрібнозернисті – найбільша крупність заповнювача не перевищує 10 мм;*

– *піщані (що розглядаються як різновид дрібнозернистих і містять пісок крупністю до 5 мм).*

За структурою *бетони поділяють на: щільні, поризовані, ніздрювати, крупнопористі.*

4.2.2 Властивості бетонної суміші

Бетон отримують при твердінні бетонної суміші, що є багатокомпонентною системою, яка складається з в'язучої речовини, дрібного й крупного заповнювачів, добавок та води.

Процес виробництва бетонної суміші передбачає виконання таких технологічних операцій: підготовки матеріалів, дозування та змішування. Підготовка матеріалів включає сушку заповнювачів до потрібної вологості, очищення їх від шкідливих домішок та розподіл за фракціями.

Дозування матеріалів виконується переважно за масою. Пористі заповнювачі дозують за об'ємом з наступним коригуванням за масою. Основною стадією при виробництві бетонної суміші є перемішування, від ретельності якого залежить однорідність та міцність бетону. Перемішування може здійснюватися у гравітаційних бетонозмішувачах вільного падіння або у бетонозмішувачах вільного падіння. Для перемішування жорстких бетонних сумішей, а також сумішей на пористих заповнювачах доцільно використовувати змішувачі примусової дії.

Бетонні суміші характеризують такими показниками якості: легкоукладальність, середня густина, пористість, розшаровуваність, температура та збереження властивостей у часі (ДСТУ Б В.2.7-114-2002). Головною характеристикою бетонної суміші є її консистенція, що оцінюється легкоукладальністю, яка визначається як здатність бетонної суміші заповнювати форму чи опалубку з найменшими затратами зовнішньої енергії.

4.3 Будівельні розчини

Будівельний розчин – це штучний камінь, отриманий при твердінні раціонально-підібраної і ретельно перемішаної суміші, що складається з мінеральної в'язучої речовини, дрібного заповнювача (піску), води та добавок. До затвердіння цих компонентів називають *розчиною сумішшю*. Будівельними розчинами нового покоління є матеріали, отримані на основі сухих будівельних сумішей - порошкоподібних композицій, що виготовлені у виробничих умовах і складаються з мінеральної (або полімерної) в'язучої речовини, мікронаповнювачів, заповнювачів та добавок.

4.3.1 Види та характеристика будівельних розчинів

Будівельні розчини використовують для з'єднання окремих будівельних елементів (кладка), додаткового захисту конструкцій від атмосферних та інших впливів створення рівної поверхні та оздоблення. До цієї групи будівельних матеріалів ставлять деякі спеціальні вимоги: відсутність розшарування; добра пластичність та легкоукладальність розчиною суміші для отримання добре заповнених швів і якісної штукатурки; висока адгезія до основ; достатня міцність для забезпечення несучої здатності кладки, а також стійкість проти атмосферних впливів та механічних навантажень; еластичність для

забезпечення релаксації напружень без тріщиноутворення; відповідна пористість (для дифузії водяної також для створення ефекту ізоляції), наприклад, штукатурка в житлових приміщеннях повинна забезпечувати вологоповітряний обмін із зовнішньою атмосферою.

Розчини для кам'яних кладок та монтажу будівельних виробів виготовляються з використанням:

- портландцементу та шлакопортландцементу (для монтажу стін із панелей із бетонних і цегляних блоків, для звичайної кладки в разі застосування в високих марок);

- вапна, вапняно-шлакових та вапняно-пуцоланових в'язучих (для малоповерхового будівництва);

- пуцоланових та сульфатостійких портландцементів (для конструкцій, які експлуатують в умовах впливу агресивних середовищ).

Цементні розчини застосовують для підземного будівництва та кладки нижче гідроізоляційного шару, якщо фунт насичений водою, тобто у випадках, коли і необхідною висока міцність та водостійкість. Цементні розчини використовують в основному при зведенні фундаментів та інших конструкцій, що розташовані нижче рівня ґрунтових вод, а також для заповнення швів та стиків панелей, плит покриттів і перекриттів у збірних залізобетонних будівлях, влаштування стяжки для м'яких покривель та підлог.

Цементно-вапняні розчини містять у своєму складі вапняне тісто, характеризуються високою легкоукладальністю, пластичністю, міцністю та морозостійкістю і використовуються для зведення підземних та надземних частин будівель.

Вапняні розчини відрізняються пластичністю і легкоукладальністю, добре зчіплюються з поверхнею, характеризуються малою усадкою, високою довговічністю, але є повільнотверднучими. Причому розчини на основі повітряного вапна використовують для надземної кладки, а на основі гідравлічного – для кладки не тільки в сухих, але й у вологих умовах.

Легкі розчини використовують для теплоізоляційної кладки і штукатурення будівельних матеріалів усіх видів, оскільки внаслідок низьких середньої густини і коефіцієнта теплопровідності вони сприяють збереженню енергії. У випадку застосування теплоізоляційних будівельних матеріалів з'єднувальні шви є провідниками холоду, і тому використання цих розчинів сприяє підвищенню термічного опору стін (приблизно на 150 %) без зниження міцності.

Монтажні розчини для замонолічування стиків елементів збірних залізобетонних конструкцій виготовляють на основі портландцементу, розширеного та безусадочного цементів. Марка таких розчинів повинна бути не нижче М100.

Опоряджувальні розчини поділяють на звичайні штукатурні та декоративні. За способом нанесення розрізняють «суху» та «мокру» штукатурки.

Суха штукатурка – це заздалегідь виготовлені на заводі тонкі плити, що прикріплюються до основної конструкції.

Мокру штукатурку наносять декількома шарами на спеціально підготовлену поверхню. Перший шар називають обрізком, другий – ґрунтом, третій – накривкою.

Штукатурки поділяють на високоякісні, поліпшені та прості.

Тип штукатурки вибирають залежно від матеріалу основи і призначення.

Залежно від функції, яка виконується, розрізняють штукатурки зовнішні (товщина 20 мм) і внутрішні (товщина 15 мм).

Зовнішня штукатурка виконує функцію оздоблення і вирішує завдання захисту основи від вологи. Вона повинна гарантувати достатній вологообмін між оштукатуреними будівельними елементами і зовнішнім середовищем, бути стійкою до дії морозу і зміни температур.

Внутрішня штукатурка значною мірою обумовлює мікроклімат у приміщенні і виконується, як правило, в один шар із розчинів на основі вапна.

Декоративні кольорові розчини використовують для опорядження будівель і елементів міського благоустрою, а також для штукатурення в середині приміщень.

Декоративна кам'яна штукатурка застосовується для імітації різних гірських порід і складається з портландцементу, вапняного тіста, мармурової муки, мармурового дрібняку, слюди та пігменту.

Спеціальні розчини – це розчини для заповнення швів, ін'єкцій, гідроізоляцій, акустичні й рентгенозахисні.

Розчини для заповнення швів між елементами збірних залізобетонних конструкцій, які зазвичай мають рухомість 7...8 см, готують на портландцементі та чистому кварцовому піску.

Ін'єкційні розчини застосовують для заповнення каналів попередньо напружених конструкцій. Це цементно-піщані розчини, марка яких має бути не нижчою за М300 і досягається використанням цементів М400 і вище.

Гідроізоляційні розчини виготовляють на цементах підвищених марок (М400 і вище) з використанням як заповнювача кварцового піску. Для улаштування гідроізоляційного шару, що зазнає впливу агресивних середовищ, як в'язучу речовину застосовують сульфатостійкий портландцемент і сульфатостійкий пуцолановий портландцемент.

Водонепроникні розчини виготовляють на основі розширеного або безусадочного цементів складів від 1 : 2 до 1 : 3, або на основі звичайного портландцементу та шлакопортландцементу з використанням різних добавок.

Водонепроникні розчини використовують при влаштуванні гідроізоляційних стяжок і штукатурок замість звичайної обклеювальної гідроізоляції у санвузлах і душових кімнатах, цехах з підвищеною вологістю, промислових та інших систематично зволожуваних приміщеннях, при штукатуренні і торкретуванні залізобетонних резервуарів, криниць, насосних станцій, тунелів та інших споруд.

Кислотостійкі розчини – суміш тонкомеленого кварцового компонента та кремнефториду натрію із кислотостійким заповнювачем (піском), що замішані рідинним натрієвим чи калієвим склом.

Кислотостійкі розчини використовують для створення антикорозійних покриттів на поверхнях спецобладнання, а також при футеруванні споруд *штучними* кислотостійкими матеріалами.

4.4 Матеріали й вироби на органічній основі

4.4.1 Особливості утворення в'язучих речовин органічного походження та їхня класифікація

Органічні в'язучі речовини – це природні або штучні тверді, в'язко-пластичні й рідкі матеріали, що складаються із хімічних сполук, молекули яких містять карбону. Органічні в'язучі речовини можна розглядати як дисперсні системи, представлені сумішшю різних сполук, в тому числі метанових C_nH_{2n+2} , нафтових C_nH_{2n} , ароматичних C_nH_{2n-6} , та гетероциклічних, а також високомолекулярними вуглеводнями й неметалевими похідними.

Органічні в'язучі є гідрофобними й горючими матеріалами, більшість з яких здатні розчинятися в органічних розчинниках (бензолі, толуолі, гасі, лігроїні), а деякі тільки набухати в них. Вони характеризуються достатньою адгезією до більшості матеріалів.

Сировиною для виробництва органічних в'язучих речовин є продукти органічного походження, в тому числі нафта, кам'яне вугілля, горючі сланці, торф. Ця сировина підлягає хімічній переробці, в результаті чого, крім таких цінних продуктів, як бітум, дьоготь, одержують також смолоподібні залишки, з яких шляхом додаткової переробки отримують цілий ряд речовин, що за своїми властивостями можуть бути класифіковані як органічні в'язучі матеріали.

Залежно від властивостей, хімічного складу, виду сировини та технологічного процесу органічні в'язучі речовини поділяють на:

- *бітумні* (природні, нафтові, сланцеві) речовини, що складаються із вуглеводнів метанового, нафтового й ароматичного рядів, а також їхніх кисневих, сірчаних і азотних похідних;

- *дьогтьеві* (кам'яновугільні, торф'яні, деревні) речовини, які складаються із суміші ароматичних вуглеводнів та їхніх кисневих, азо-

- тних або сірчаних похідних;

- *бітумнополімерні*, що складаються з нафтових бітумів та полімерів;

- *гумобітумні*, одержані спільною переробкою нафтових бітумів та старої гуми;

- *гумодьогтеві*, одержані спільною переробкою старої гуми та дьогтепродуктів.

Бітумні та дьогтеві в'язучі входять до групи органічних в'язучих речовин, що складаються з високомолекулярних вуглеводнів та їх неметалевих похідних (сполук вуглеводнів із сульфуром, киснем, нітрогеном). Основними

ознаками цих в'язучих є розм'якшення (розрідження) їх при нагріванні й відновлення своєї початкової в'язкості при охолодженні.

4.4.2 Бітумні в'язучі речовини

До бітумних в'язучих матеріалів належать природні й штучні (нафтові) бітуми.

Природні бітуми – це в'язкі рідини й твердоподібні речовини чорного чи темно-коричневого кольору, що утворилися внаслідок природного процесу окислювальної полімеризації нафти. Вони легко розчиняються в сірковуглеці, бензолі й хлороформі, гірше – у бензині. Найчастіше природні бітуми містяться у пісках, пісковиках, вапняках, доломітах і сланцях, в місцях нафтових родовищ, утворюючи лінзи, а іноді й цілі асфальтові озера. Бітумні породи використовують у вигляді тонкого порошку для одержання асфальтової мастики й асфальтових бетонів.

Нафтові (штучні) бітуми, одержують переробкою нафтової сировини. В Україні постачальниками нафтових бітумів є Кременчуцький, Одеський, Лисичанський і Дрогобицький нафтопереробні заводи.

Залежно від в'язкості нафтові бітуми поділяють на тверді, напівтверді й рідкі, а залежно від способу виробництва – на залишкові, окисненні й крекінгові. За призначенням бітуми бувають дорожніми, будівельними, покрівельними, гідроізоляційними.

4.4.3 Дьогтеві в'язучі речовини

Дьогті – це в'язкі рідини чорного чи бурого кольору, які складаються з вуглеводнів та їх сірчаних, азотних і кисневих похідних, одержаних конденсацією пароподібних продуктів, що утворюються при розкладанні органічних матеріалів в умовах високої температури без доступу повітря.

За вихідною сировиною дьогті поділяють на кам'яновугільні, торф'яні, деревні й сланцеві, залежно від методу переробки сировини – на коксові й газові, а з урахуванням технології отримання – на сирі, відігнані й складні.

У дьогтях міститься велика кількість ненасичених вуглеводнів ароматичного ряду, які піддаються окислювальній полімеризації при контакті з киснем і водою, впливу ультрафіолетових променів.

4.4.4 Асфальто- дьогтебетони

Асфальтовим бетоном називається суміш матеріалів різної крупності і бітуму. Асфальтобетонні суміші залежно від в'язкості бітуму й температури при укладенні в дорожнє полотно поділяють на гарячі, теплі та холодні.

Гарячу суміш готують на основі в'язких бітумів і укладають при температурі не нижче 120 °С. Формування структури асфальтобетону в основному закінчується після ущільнення поверхні дорожніми котками.

Теплу суміш виготовляють використовуючи в'язкі й рідкі бітуми, температура укладення яких не нижче 70 °С. Процеси структуроутворення в асфальтобетоні (залежно від виду бітуму і погодних умов) можуть тривати від 2...3 годин до декількох тижнів.

Холодну суміш готують на рідких бітумах, укладають при температурі навколишнього середовища не нижче 5 °С. Структуру асфальтобетону формується повільно (20...40 діб) залежно від швидкості загуснення бітуму, а також від погодних умов та інтенсивності руху автомобілів. Особливістю холодних асфальтобетонних сумішей є здатність деякий час залишатися сипкими, що дозволяє їх зберігати (без погіршення властивостей) протягом 8 місяців. Холодні суміші використовують для покриття та ремонту доріг із невеликою інтенсивністю руху.

Дьогтебетон – це штучний будівельний матеріал, отриманий ущільненням суміші дьогтю, щебеню, піску й мінерального порошку.

4.5 Полімерні матеріали

4.5.1 Класифікація полімерних речовин та матеріалів на їхній основі

Полімерними речовинами називають високомолекулярні сполуки, що складаються з елементарних (мономерних) ланок, об'єднаних у макромолекули різної будови.

Головними критеріями класифікації полімерних речовин є хімічна природа, походження, спосіб синтезу і тверднення, склад основного ланцюга макромолекул і характер їхньої будови, здатність до пластичних деформацій при циклічній дії температурного фактора.

За *хімічною природою* полімерні речовини поділяють на органічні та неорганічні. В неорганічних високомолекулярних сполуках (полімерах) атоми карбону відсутні, а в органічних – макромолекули складаються переважно з цих атомів.

За *походженням* розрізняють полімерні матеріали природні й штучні. До природних полімерів відносять деревину, бавовну, вовну, шкіру, каучук тощо. Штучні полімерні матеріали отримують шляхом синтезу з простих низькомолекулярних речовин, відомих як мономери.

За *способом синтезу й тверднення* органічні полімерні речовини поділяються на полімеризаційні й поліконденсаційні.

Полімеризація – це процес об'єднання молекул низькомолекулярної речовини (мономеру) без виділення будь-яких побічних продуктів.

Поліконденсація – це процес одержання високомолекулярних сполук (поліконденсатів) з одночасним відщепленням низькомолекулярних продуктів реакції (води, хлороводню тощо).

За *здатністю до пластичних деформацій* при циклічній дії температурного фактора органічні полімери поділяють на термопластичні й термореактивні.

Термопластичні полімери (поліетилен, полістирол тощо) спроможні до пластичних деформацій при підвищенні температури, тобто здатні при нагріванні розм'якшуватися й переходити до в'язкопружного стану. При охолодженні вони твердіють, зберігаючи задану форму. Такі перетворення можуть повторюватися неодноразово.

Термореактивні полімери (фенол формальдегідні, карбамідні) проходять стадію пластичного деформування при підвищеній температурі, але при цьому після охолодження в їхній структурі відбуваються незворотні зміни, що призводять до неможливості переходу їх у пластичний стан при повторному нагріванні, тобто вони не можуть оборотно змінювати свої властивості й не придатні до повторного формування.

Полімерними матеріалами (пластичними масами) називають матеріали, що містять у своєму складі високомолекулярні органічні речовини – полімери і на певній стадії виробництва набирають пластичності, яка повністю або частково втрачається після затвердіння полімеру.

Розрізняють пластичні маси прості, що складаються лише з полімерної речовини, і складні, до складу яких, крім полімеру, входять інші компоненти: наповнювачі, пластифікатори, стабілізатори, отверджувачі, барвники тощо.

Пластмаси залежно від призначення їх у будівництві поділяють на такі основні групи: матеріали огорожувальних і несучих конструкцій; покриття підлог та опорядження стін; гідроізоляційні, герметизуючі, покрівельні, тепло- та звукоізоляційні матеріали; труби та інші погонажні вироби; санітарно-технічні вироби; лаки, фарби, клеї.

4.5.2 Основні властивості полімерних матеріалів (пластмас)

Загальні властивості пластмас залежать від багатьох факторів: хімічної будови полімерів, типу наповнювача, вмісту добавок (пластифікаторів, барвників, стабілізаторів), технології виготовлення.

Середня щільність пластмас становить $900 \dots 2\,200 \text{ кг/м}^3$ і залежить від виду використаних наповнювачів. СВМ (скловолокнистий анізотропний матеріал) має коефіцієнт конструктивної якості, який дорівнює 225 МПа (для порівняння вироби з важкого бетону мають коефіцієнт конструктивної якості – 21). Межа міцності при стиску склопластиків досягає майже 350 МПа, а при розтягу й згині – 450 і 550 МПа.

Властивості пластмас щодо дії води залежать від їхньої структури й ступеня гідрофільності. Водопоглинення щільних гідрофобних полімерних матеріалів становить 0,1...0,5 %, а високопористих – 30...90 % за об'ємом. Завдяки високій непроникності полімерні плівкові й рулонні матеріали, а також мастики, особливо на основі поліетилену, полівінілхлориду, синтетичних канчуків, широко застосовують для гідроізоляції.

Пластмаси – погані тепло- й електропровідники, тому їх застосовують як теплоізоляційні матеріали й діелектрики.

Хімічна стійкість – важлива властивість пластмас, що залежить не тільки від полімеру, а й від наповнювача, пластифікатора та інших компонентів. Найчастіше пластмаси використовують для захисту від корозії будівельних конструкцій у воді, розчинах солей, кислот та інших агресивних середовищах. Висока хімічна стійкість, непроникність для води зумовлюють широке застосування їх для захисних покриттів, гідроізоляції будівель та споруд, влаштування покрівель, трубопроводів.

Цінною властивістю пластмас є низька стиранність, яку необхідно враховувати при застосуванні пластмас для влаштування підлог. Важливою характеристикою деяких пластмас є високий опір удару (ударна в'язкість).

Висока прозорість, безбарвність, здатність пропускати ультрафіолетові промені – цінні властивості деяких пластмас. Це дає змогу застосовувати їх у світлопрозорих огорожувальних конструкціях будівель і споруд, наприклад, у куполах верхнього світла, огороженнях теплиць, оранжерей, лікувальних закладів.

Пластмаси мають високі декоративні властивості, що дає змогу використовувати їх для опорядження стін і покриття підлог. Пластмаси не потребують періодичного фарбування поверхні. Введенням до складу вихідної композиції барвників чи пігменту можна одержати матеріал будь-якого забарвлення чи відтінків, у тому числі багатоколірні імітації природного каменю, цінних порід дерев, шкіри, тканини, металу.

Поряд з комплексом позитивних властивостей пластмаси мають і ряд негативних. Для більшості пластмас характерна низька теплостійкість, яка не перевищує 60...80 °С, і тільки деякі види пластмас мають теплостійкість 200...350 °С. Багато пластмас є горючими матеріалами, виділяють отруйні гази при горінні, легко спалахують. При переробці пластмас та експлуатації їх в середині приміщень виділяються токсичні речовини.

Пластмаси відрізняються високими діелектричними властивостями. Вони здатні акумулювати статичну електрику на поверхні. Результатом електризації є протягування пилу поверхнею пластмас, а також утворення електростатичного заряду, що негативно впливає на людину.

Пластмаси схильні до старіння, тобто їхні властивості під впливом теплоти, світла, кисню повітря з часом погіршуються.

Застосування полімерних матеріалів дозволяє знизити матеріаломісткість будівництва, розширити архітектурні можливості, змінити вигляд інтер'єрів, широко впроваджувати індустриальні методи ведення будівельних робіт, замінювати дефіцитні традиційні будівельні матеріали.

Контрольні питання

1. Наведіть особливості утворення в'язучих речовин.
2. Що відносять до бітумних в'язучих речовин?
3. Що таке дьогтеві в'язучі речовини?
4. Наведіть характеристику матеріалів на основі бітумних в'язучих речовин.

5. Що таке полімерні матеріали?
6. Як класифікуються полімерні матеріали?
7. Наведіть основні властивості полімерних матеріалів.

ЛЕКЦІЯ 5 ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

5.1 Будівельні процеси, структура, зміст

Технологія будівельного виробництва – це прикладна наукова дисципліна, яка розглядає сукупність знань у галузі техніки, організації та економіки виробничих процесів на будівельному майданчику.

Будівельними процесами називають виробничі процеси, в яких робітники за допомогою технічних засобів із матеріальних елементів виробляють будівельну продукцію.

За складністю виконання будівельні процеси поділяють на прості й складні (комплексні).

Сукупність кількості робочих рухів, які виконують за один робочий прийом, складає *робочу операцію* – технологічно однорідний і організаційно неподільний елемент будівельного процесу, в результаті якого одержують первинну будівельну продукцію і який виконується постійним складом робітників зі сталим набором предметів і знарядь праці.

Простим робочим процесом називають сукупність технологічно зв'язаних робочих операцій, які виконують одним і тим же складом робітників (наприклад, монтаж колон).

Складним (комплексним) робочим процесом називають сукупність простих процесів, які технологічно й організаційно зв'язані єдиною кінцевою продукцією (наприклад, монтаж збірних конструкцій каркаса будинку).

Залежно від ступеня механізації розрізняють такі робочі процеси: автоматизовані, частково автоматизовані, комплексно механізовані, механізовані, частково механізовані й ручні.

За технологічними ознаками будівельні процеси поділяють на заготівельні, транспортні, підготовчі (допоміжні) й монтажно-укладальні.

Заготівельні процеси призначені для забезпечення будівництва напівфабрикатами, деталями й виробами. Ці процеси виконують, як правило, поза будівельним майданчиком на спеціалізованих підприємствах (на заводах товарного бетону й розчину, заводах збірного залізобетону тощо) або на будівельному майданчику (на при об'єктних вузлах для приготування бетону та розчину, майданчиках попереднього збирання монтажних блоків).

Транспортні процеси забезпечують доставляння матеріальних елементів і технічних засобів до місць зведення конструкцій. Для цих процесів використовують транспорт загального призначення і спеціальний технологічний транспорт. Вони поділяються на два види: доставка матеріалів та виробів на склади будівельного майданчика або до монтажного крана; подача матеріалів до певного робочого місця. Транспортні процеси другого виду завжди виконують разом з монтажно-укладальними, вони є складовою частиною технологій зведення будинків.

Підготовчі (допоміжні) процеси виконують перед монтажно-укладальними або одночасно з ними. Вони забезпечують ефективне виконання основних

процесів, поліпшення якості продукції або підвищення ступеня безпеки виконання робіт (наприклад, водозниження при влаштуванні котлована, роботи, по'язані з встановленням тимчасового риштування під час монтажу конструкцій) .

Монтажно-укладальні процеси здійснюються під час будівництва об'єкта, основна їхня суть зводиться до переробки, зміни форми або положення предметів праці, в результаті чого з'являється будівельна продукція у вигляді частин будинків і споруд.

Для виконання будівельного процесу слід правильно організувати *робоче місце* – простір, де перебувають працюючі (один або ланка) з необхідним оснащенням, знаряддями та предметами праці. Робоче місце повинно бути просторим, зручним і безпечним.

Простір, який виділяється для роботи одного працівника або ланки, називають *ділянкою*, а для бригади – *захваткою*. Простір, на якому виконується комплексний процес, називають *дільницею*.

5.2 Трудові ресурси

Будівельні робітники. Операції, які входять до складу будь-якого будівельного процесу, розрізняють між собою за складністю, якістю і точністю виконання. Саме виконання їх вимагає різного рівня знань та вміння. Узгодженість, злагодженість та безперервність дій будівельних робітників під час виконання різних робіт є показником їхньої кваліфікації, ступінь якої визначається залежно від знання виконуваної справи, наявності досвіду й вміння відповідно виконувати ту чи іншу робочу операцію.

У будівельному виробництві беруть участь робітники різних фахів. Фах будівельника визначається видом роботи, яку він виконує (наприклад, муляр, покрівельник, опоряджувальник). Спеціальність же визначається більш вузьким поняттям фаху. Наприклад, покрівельники можуть влаштовувати жерстяні покрівлі або м'які, опоряджувальник може мати спеціальності штукатура, маляра, лицювальника, паркетника.

Для виконання будівельних робіт потрібні робітники з різним рівнем підготовки, тобто різної кваліфікації. Кваліфікація визначається рівнем професійної майстерності виконання певного виду роботи.

Рівень кваліфікації визначається кваліфікаційними розрядами. У будівельному виробництві їх шість. Чим вищий розряд, тим досконалішою повинна бути праця робітника. Доручати робітнику нижчої кваліфікації виконання роботи, яка має виконуватись робітником більш високої кваліфікації і навпаки, з технологічних та економічних міркувань недоцільно.

Створення будівельної продукції потребує спільної праці робітників різних фахів і різної кваліфікації. Основними формами кооперації за цих умов є ланкова форма. Ланка складається з робітників однієї спеціальності, але різної за кваліфікацією. Окремі ланки об'єднують у бригади. Бригади, які виконують

однорідні роботи (тобто однієї спеціальності), називають спеціалізованими (наприклад штукатурні, паркетні і т.д.)

Бригади, до складу яких входять ланки різного фаху і спеціальності, називають комплексними. Виконують вони різні види робіт.

Будівельні робітники повинні знати правила техніки безпеки й мати відповідне посвідчення про це.

5.3 Продуктивність праці й норми продуктивності

Продуктивність праці – це корисний результат трудових витрат. Ефективність її визначається порівнянням затраченої праці з одержаним результатом.

Підвищення продуктивності праці можливе при максимальному використанні досягнень науки і техніки, механізації будівельних робіт, використанні наукової організації праці та виробництва. Характерною ознакою підвищення продуктивності праці є те, що при однакових затратах матеріальних ресурсів без збільшення кількості працівників збільшується випуск продукції.

Час, необхідний для виготовлення одиниці високоякісної продукції при правильній організації та наявних засобах виробництва, називається *нормою часу*. У будівельному виробництві норма часу ототожнюється з нормою витрат праці, визначається згідно з відповідним збірником ЄНіР і вимірюється в людино-годинах (люд.-год.) на одиницю будівельної продукції.

Через норми часу можна легко перейти до визначення норм виробітку. *Норма виробітку* – це кількість будівельної продукції, яку виробляє виконавець (виконавці) за одиницю часу (годину, зміну, день і т. ін.); вимірюється фізичними одиницями виміру будівельної продукції.

Норма виробітку обернено пропорційна нормі затрат праці:

$$H_{\text{вир}} = V_1 / H_{\text{з.н.}}, \quad (5.1)$$

де V_1 – одиниця кількості продукції, яка враховується при визначенні норми затрат праці, м³, м², шт.; $H_{\text{з.н.}}$ – норма затрат праці, люд.-год.

У будівельному виробництві крім зазначених показників користуються ще й іншими.

Норма машинного часу – це затрати машинного часу на виготовлення одиниці доброякісної продукції; вимірюється в машино-годинах (маш.-год.).

Трудомісткість – це загальні затрати праці робітників на виконання будівельного процесу; вимірюється в людино-змінках (люд.-зміни) або людино-годинах (люд.-год.):

$$Q = H_{\text{з.н.}} \times V, \quad (5.2)$$

де V – обсяг виконуваних робіт, м², м³.

Машиномісткість – це загальні затрати машинного часу на виконання будівельного процесу; вимірюється в машино-змінах (маш.-зміни).

Форми оплати праці робітників. Форма оплати праці визначається співвідношенням між виконаною робітником роботою і розміром нарахованої йому за це заробітної плати.

Залежно від того, які показники приймають за вимірник праці – кількість виготовленої продукції або кількість відпрацьованого часу, – розрізняють відповідно такі форми оплати праці, як відрядна і погодинна. При розрахунках за відрядною формою розмір заробітку визначається кількістю та якістю виготовленої продукції, а за погодинною формою розмір заробітку не залежить від кількості виготовленої продукції і визначається тільки кількістю відпрацьованого часу. Перевагу як більш прогресивна має відрядна форма. У свою чергу, вона поділяється на пряму відрядну, акордну, відрядно-преміальну та урочну форми оплати праці.

Крім прямої заробітної плати, робітники мають змогу поліпшувати свій добробут за рахунок різних форм стимулювання. Прибуток, який одержує організація, залишається в її розпорядженні і направляється на розвиток самої організації, соціально-культурні заходи й житлове будівництво, матеріальне заохочення робітників.

Нові форми господарювання, однією з яких є госпрозрахунок, підвищують продуктивність праці, сприяють її стимуляції та організації. *Госпрозрахунок* – це такий метод господарювання, який передбачає економічну та матеріальну заінтересованість і відповідальність підприємства за результати своєї діяльності.

5.4 Потоковість будівельних процесів

Суть будівельного потоку можна проілюструвати моделями виготовлення m одиниць його продукції (рис. 1.1), які прийнято називати захватками. *Захватки* – це частини громадських чи промислових будівель або інженерних споруд, що часто повторюються. Виготовлення m одиниць будівельної продукції можна організувати послідовним, паралельним чи поточковим методом.

Послідовний метод (рис. 1.1, *а*) передбачає виконання робіт на кожній наступній захватці після їхнього завершення на попередній; *паралельний* (рис. 5.1, *б*) – одночасну роботу на всіх захватках; *поточковий* (рис. 5.1, *в*) – раціональне поєднання послідовного і паралельного методів виконання робіт.

При послідовному методі тривалість виготовлення m одиниць продукції

$$T = mt_u, \quad (5.3)$$

де t_u – тривалість виробничого циклу.

При цьому споживання ресурсів у середньому залишається постійним.

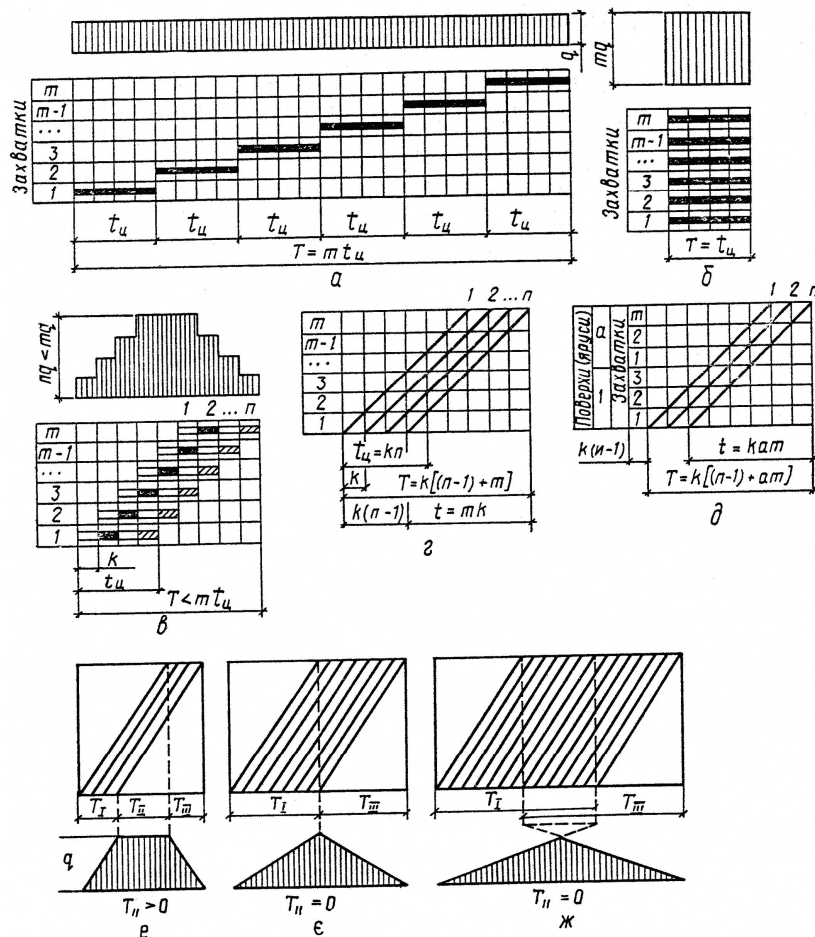


Рисунок 5.1 – Методи організації будівельних процесів і етапи розвитку будівельних потоків:

- a* – послідовний метод; *б* – паралельний; *в* – потоковий;
- г* – циклограма будівельного потоку з горизонтальною схемою руху;
- д* – те саме з горизонтально-висхідною схемою руху; *е* – схема сталого розвиненого потоку; *є* – те саме несталого, але доведеного до повної виробничої потужності; *ж* – те саме несталого і не доведеного до повної виробничої потужності

При паралельному методі тривалість виконання робіт відповідає тривалості виробничого циклу t_u :

$$T = t_u, \quad (5.4)$$

але середня інтенсивність освоєння ресурсів збільшується у m разів.

Виробництво m одиниць будівельної продукції поточковим методом потребує менше часу, ніж послідовним ($T < m t_u$), а середня інтенсивність освоєння ресурсів нижча, ніж при паралельному методі.

При виконанні робіт поточковим методом необхідно: розчленувати складний виробничий процес на прості процеси або операції; визначити склад виконавців для кожного з них; призначити однаковий час виконання їх на захватці; сумістити їхнє ритмічне здійснення за часом і в просторі.

5.5 Нормативна і проектна документація

Будівництво як сфера трудової діяльності регламентується системою законодавчих актів і нормативних документів, які в сукупності є її нормативною базою. Система нормативних документів у будівництві складається з будівельних норм і правил, державних стандартів та інших митних документів, які затверджуються Держбудом України, міністерствами, відомствами та органами державного контролю.

Нормативні документи встановлюють комплекс норм, правил і вимог, обов'язкові при розробці проектно-кошторисної документації; виконанні інженерних пошуків; будівництві і реконструкції будинків і споруд; виготовленні будівельних матеріалів, конструкцій і виробів і т. д.

Основними нормативними документами в будівництві є Державні будівельні норми, які носять законодавчий характер і обов'язкові для використання всіма проектно-пошуковими і будівельно-монтажними організаціями, підприємствами будівельної індустрії та іншими організаціями і установами, що здійснюють будівництво незалежно від форми власності

Будівельні норми і правила встановлюють:

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

Система нормативно-правового забезпечення будівництва постійно вдосконалюється з метою приведення її у відповідність до останніх досягнень науково-технічного прогресу в будівництві, а також у відповідність до змін у виробничих стосунках при вдосконаленні або перетворенні виробничо-правових форм господарювання.

Будівництво здійснюється за спеціальним проектом, який розроблено з додержанням будівельних норм і правил та затверджено у встановленому порядку.

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

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

Кожний проект складається з кількох частин (розділів): архітектурно-будівельна, технологічна, енергетичне й інженерне обладнання, організація будівництва, кошторисні розрахунки, техніко-економічні показники тощо, розроблення яких здійснюють відповідні спеціальності.

Проектування починається з обґрунтування соціально-економічної господарської необхідності будівництва даного об'єкта в тому чи іншому регіоні, населеному пункті, місті. Потім розробляють техніко-економічне обґрунтування – передпроектний документ, в якому наводять техніко-економічні показники, конструктивно-технічні й експлуатаційні характеристики об'єкта, що підлягає будівництву. За затвердженням розробляють завдання на проектування, яке передають проектній організації, після чого вона розпочинає проектування.

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

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

5.6 Проект організації будівництва та виконання робіт

Проект організації будівництва є невід'ємною частиною робочого проекту і складається одночасно з розробленням інших його розділів з узгодженням об'ємно-планувальних, конструктивних і технологічних рішень об'єкта з можливими методами організації і виконання робіт. Проект організації будівництва розробляє генеральна проектна організація або за її дорученням проектна організація, яка спеціалізується на будівельному проектуванні. Проект організації будівництва складається з комплексу взаємозв'язаних проектних рішень організаційно-технологічного, технічного, нормативного та планово-економічного характеру щодо виконання підготовчих і основних виробничих процесів на будівельному майданчику, що забезпечує своєчасне розгортання, здійснення та завершення будівництва в затверджені терміни.

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

Проект виконання робіт розробляють на основний і підготовчий період будівництва, на окремі стадії і види робіт (наприклад, на зведення підземної

частини будинку або на монолітні бетонні і залізобетонні роботи. на опоряджувальні або покрівельні роботи), а також окремо на роботи які виконують в екстремальних умовах (взимку, в умовах підтоплення території тощо).

Проектування технології виробництва будівельно-монтажних робіт вирішують у дві стадії: аналіз і оцінка обґрунтувань; розроблення проекту виконання робіт.

Аналіз і оцінка обґрунтувань передбачає всебічне і ретельне врахування всіх будівельно-технологічних та виробничо-технічних умов і параметрів зведення будинків, споруд або окремих конструкцій при формуванні можливих методів виробництва і механізації будівельних процесів, а також, а також техніко-економічну оцінку ефективності їх.

Розроблення проекту виконання робіт на зведення будинків і споруд та окремих конструкцій треба виконувати на підставі результатів багато етапної оптимізації і вибору можливих методів виконання робіт.

До проекту виконання робіт належать такі документи:

– будівельний генеральний план з розподілом загального фронту робіт на ділянки, захватки і робочі зони з вказівкою для кожного елемента фронту робіт виду і ступеня складності умов виробництва, наявності і характеру дії небезпечних і шкідливих чинників та природних процесів, місця розташування надземних і підземних мереж (окремо діючих, особливо небезпечних, пожежотехнічних та вибухонебезпечних), схеми руху і стоянки будівельних машин, границі і конструкція огорож будівельного майданчика і небезпечних зон, місця розташування будівельного обладнання, площадок для складування й укрупнення будівельних елементів, проїздів для будівельного транспорту та проходів для працівників, розміщення спеціальних пристроїв і захисних конструкцій, місць та умов підключення до діючих енергопостачальних мереж тощо;

– календарний графік виконання робіт, у якому встановлено послідовність і терміни виконання будівельно-монтажних робіт і процесів; наведено витрати праці і машинного часу; визначено потребу у засобах механізації; відокремлено технологічні стадії і комплекси робіт, які доручено виконувати бригадам будівельних робітників, наведено їхній кількісний та професійно-кваліфікаційний склад;

– графіки постачання на об'єкт будівельних матеріалів, конструкцій, напівфабрикатів та обладнання;

– графіки руху робочих кадрів і основних будівельних машин по об'єкту;

– технологічні карти (схеми) на виконання окремих видів робіт і будівельних процесів із включенням схем операційного контролю якості, розподілом фронту робіт на захватки, ділянки, розрахунком витрат праці і погребі у будівельних матеріалах, конструкціях і напівфабрикатах, засобах механізації, будівельної оснастки, допоміжних пристроях і пристосуваннях, а також у засобах захисту працівників.

Крім цього, проєкт виконання робіт має містити: конструктивні рішення з улаштування спеціальних, допоміжних та захисних пристроїв і конструкцій, які потрібні для забезпечення безпечних і продуктивних умов праці; вказівки з контролю якості, включаючи схеми операційного контролю та приймання закінчених конструктивних частин і об'єкта; заходи з техніки безпеки і охорони праці з вказівкою особливостей і характеру суміщення робіт, небезпечних зон і конструкцій огорож їх, засобів індивідуального захисту та загального режиму роботи будівельних робітників на об'єкті.

Прийняті рішення потрібно погоджувати з установами, які експлуатують підземні і надземні мережі та комунікації, транспортні шляхи, шляхопроводи і продуктопроводи, з установами, що постачають енергоресурси, які використовуватимуться для будівельного виробництва, тощо. Повністю узгоджений проєкт затверджується і надається виконавцю робіт не пізніше як за 2 міс. до початку робіт.

5.7 Карти трудових процесів

Карти трудових процесів мають чотири розділи:

- галузь і ефективність застосування карти (конструктивно-технологічне призначення продукції, показники ефективності – виробіток на 1 люд.-змін у та витрати праці на одиницю продукції);
- виконавці й засоби праці (кваліфікаційно-кількісний склад ланки, види і потреби в інструменті, допоміжних пристроях та будівельному інвентарі);
- вимоги до готовності попередніх конструкцій і робіт;
- технологія процесу й організація праці (послідовність, технологічний режим і витрати праці на виконання робочих операцій у вигляді графіка з ретельним описанням робочих прийомів і рухів; схема організації робочого місця з розміщенням механізмів, допоміжних пристроїв, будівельного інвентарю, а також робітників).

5.8 Техніко-економічні показники

Для дослідження ефективності будівельних процесів використовують техніко-економічні показники, які встановлюють ступінь ефективності будівельного процесу за кількістю витраченого часу, трудових, матеріально-технічних і грошових ресурсів на одиницю кінцевої будівельної продукції.

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

- *собівартість* – це грошові витрати на виконання будівельного процесу або одиниці будівельної продукції; собівартість виконання будівельного процесу складається з прямих і накладних витрат. Прямі витрати включають заробітну плату робітників, вартість матеріалів і конструкцій, що враховує заготівельно-складські витрати і вартість доставки на приоб'єктний склад, витрати на експлуатацію машин, механізмів і устаткування, а також

транспортні витрати. Накладні витрати складаються з адміністративно-господарських витрат, витрат на утримання пожежної і сторожової охорони, спрацювання інвентарю та інструментів, випробування матеріалів і конструкцій тощо;

– *трудомісткість* – витрати праці на одиницю будівельної продукції (наприклад, на 1 м³ монолітного залізобетону) або на загальний обсяг виконаних робіт (витрати праці на екскавацію ґрунту при влаштуванні котловану);

– *тривалість* виконання процесу.

У разі потреби основні техніко-економічні показники можна доповнити частковими: виробітком одного робітника за годину (день чи рік) витратами часу на одиницю будівельної продукції; рівнем механізації або автоматизації робочих трудових процесів; рівнем механізації (комплексної механізації) будівельно-монтажних робіт; показниками використання машин за часом чи за основним технологічним параметром (вантажопідйомністю); виробітком машини за одиницю часу, вартість машино-зміни тощо.

Контрольні питання

1. Як поділяють будівельні процеси за технологічними ознаками?
2. Чим визначається фах будівельника?
3. Що таке продуктивність праці?
4. Дати визначення поняття норми часу, й норми виробітку.
5. Як визначається трудомісткість робіт?
6. Форми оплати праці?
7. Розкрити суть потокового методу виконання робіт?
8. Які показники якості продукції?
9. Склад проекту організації будівництва.
10. Склад проекту виконання робіт.
11. Склад технологічних карт.
12. Техніко-економічні показники.

ЛЕКЦІЯ 6 ЗЕМЛЯНІ РОБОТИ

6.1 Загальні відомості

Земляні роботи є найбільш поширеними й трудомісткими роботами в будівництві.

На території нашої країни ще на початку XIX ст. почали застосовувати машини для виконання очисних і поглиблювальних робіт. У будівельному виробництві раніше від інших будівельних машин виникли землерийні машини. У 1845 – 1856 рр. на будівництві Миколаївської залізниці працювало чотири екскаватори, що для того часу вважалося значним досягненням у розвитку механізації земляних робіт. У першому десятилітті XIX ст. розпочато випуск одноковшових екскаваторів на залізничному ході з ковшами місткістю 1,9 і 2,3 м³.

Розроблення ґрунтів здійснюють з метою підготовки основи під будинки і споруди, для зміни природного рельєфу місцевості.

6.2 Види земляних споруд

Земляними спорудами називають виїмки і насипи, що виникають в результаті розробки, переміщення та ущільнення ґрунту. Такі інженерні споруди влаштовують у ґрунтовому масиві або зводять на поверхні землі і поділяють на: *котловани* – виїмки шириною понад 3 м і довжиною не менше ширини; *траншеї* – виїмки з невеликою шириною і довжиною, що багаторазово перевищує ширину; *насипи* – споруди, які зводять з насипного й ущільненого ґрунту; *резерв* – виїмка, з якої ґрунт використовують для зведення насипу; *кавальєр* – насип, що відсипається із зайвого ґрунту, а також з метою його тимчасового розміщення.

Залежно від функціонального призначення розрізняють такі земляні споруди: котловани, траншеї, ями, канали, відвали, греблі, дамби, дорожні полотна, планувальні площадки, тунелі й виробки.

За терміном служби такі об'єкти поділяють на постійні й тимчасові. *Постійні* – це дамби, греблі, насипи доріг, канали, водойми і планувальні площадки різного призначення. *Тимчасові* – котловани, траншеї, підземні виробки, ями, свердловини, а також тимчасові насипи ґрунту. Всі види земляних споруд повинні бути: міцними, стійкими, здатними сприймати навантаження, протистояти впливу атмосферних опадів, негативних температур, вивітрюванню, а також не змінювати форму і розміри в період експлуатації.

Найважливішими вимогами до постійних і тимчасових земляних споруд є стійкість їхніх бічних поверхонь – укосів. Це досягається проектуванням оптимальної крутості укосів, що визначається відношенням висоти h до закладання l , $h / l = 1 / m$, де m – коефіцієнт укосу. Крутість укосів обумовлена

нормативними документами і залежить від: виду земляної споруди, ґрунту і його характеристик, а також глибини розробки або висоти насипу.

6.3 Технологічні властивості ґрунту

Ґрунти – це гірські породи, що складаються з мінеральних часточок і органічних домішок.

Ґрунти поділяють так:

– скельні, що залягають у земній корі у вигляді моноліту з високою міцністю;

– нескельні – поділяються на великоуламкові, піщані, супіщані, глинисті, суглинні, лісові.

Властивості ґрунтів впливають на стійкість земляних споруд, трудомісткість і вартість їх розроблення. Основними будівельними властивостями ґрунтів є такі:

– *об'ємна маса*, тобто маса одиниці об'єму ґрунту в природному стані, т/м³;

– *кут природного укосу* (φ) – кут, утворений поверхнею насипного ґрунту і горизонтальною площиною. Його значення залежить від кута внутрішнього тертя, сил зчеплення;

– *вологість* (%) – ступінь насиченості ґрунту водою. Виражається відношенням маси води в ґрунті до маси твердих часточок. При вологості до 5 % ґрунти вважають сухими, 5–30 % – вологими, більше 30 % – мокрими.

Зчеплення визначається початковим опором зрушення і залежить від виду ґрунту й ступеня його вологості.

Розпушування – це збільшення об'єму ґрунту при його розробці під час розроблення, характеризується коефіцієнтами початкового K_p та залишкового розпушування $K_{з.р.}$. Коефіцієнт початкового розпушування є відношенням розпушеного ґрунту до його об'єму в природному стані; коефіцієнт залишкового розпушення – це відношення об'єму розпушеного ґрунту після його ущільнення до його об'єму в природному стані.

6.4 Визначення об'ємів земляних робіт

Об'єм прямокутного котловану (рис. 6.1), який розробляють в умовах попередньо спланованої на рельєфі місцевості площадки, розраховують за формулою

$$V = H / (2a + a_1) \times b + (2a_1 + a) \times b_1 / 6,$$

де H – глибина котловану, що визначається як середня арифметична глибина по кутах котловану, м; a , b – довжина і ширина котловану по низу (приймати із запасом з двох сторін по 0,5 м); $a = a + 0.5 \times 2$, $b = b + 0.5 \times 2$; a_1 , b_1 – довжина і ширина котловану по верху, м;

$a_1 = a + 2mh$, $b_1 = b + 2mh$; m – коефіцієнт укосу (приймати згідно з нормативними вимогами).

Об'єм зворотної засипки пазух котловану визначають, віднімаючи з об'єму котловану об'єм підземної частини об'єкта, який зводять так:

$$V_{33} = V - (a_1 b_1) H.$$

Для розрахунку об'ємів траншей і лінійно-протяжних споруд необхідно подати поздовжні й поперечні профілі. Поздовжній профіль розділяють на ділянки відповідно з точками перелому по поверхні ґрунту і дну траншей. Об'єм траншеї на кожній ділянці визначають окремо, а потім їх підсумовують. На рисунку 6.2 наведена траншея, що являє собою трапецеїдальний призматойд. Об'єм такої фігури між пунктами 1 і 2 наближено визначаються:

$$V_{1-2} = (F_1 + F_2) \cdot L_{1-2} \text{ (із завищенням)}$$

або

$$V_{1-2} = F_{CP} \cdot L_{1-2} \text{ (із заниженням)},$$

де F_1, F_2 – площі поперечного перерізу в пункті 1 і 2 відповідно, що визначають як $F = aH + H^2m$; F_{CP} – площа поперечного перерізу на середині між пунктами.

Більш точно об'єм призматойда може бути визначений за формулою

$$V_{1-2} = F_{cp} + [m (H_1 + H_2)^2 / 12] \times L_{1-2}.$$

Для розрахунку об'ємів при вертикальному плануванні площадки її (в плані з горизонталями) розділяють на елементарні ділянки, об'єми робіт яких підсумовують. Такі ділянки можуть бути представлені квадратами чи трикутниками зі стороною 10... 100 м (рис. 6.3).

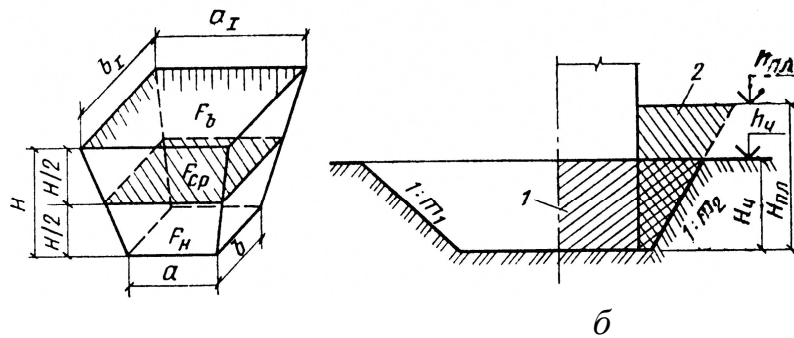


Рисунок 6.1 – Визначення об'ємів котлованів:

a – геометрична схема визначення об'єму котловану; b – розріз постійного котловану (укос $1 : m_2$) і тимчасового (укос $1 : m_1$); 1 – об'єм виїмки; 2 – об'єм засипки

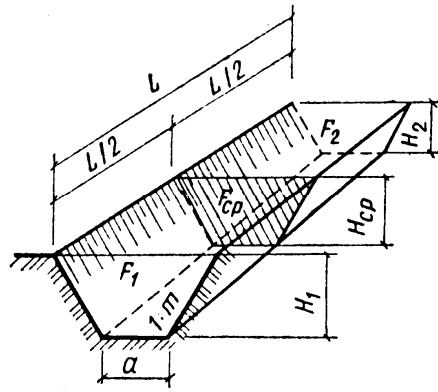


Рисунок 6.2 – Схема визначення об'єму траншеї (лінійно-протяжної споруди)

У всіх вершинах квадратів обчислюють робочі позначки H як різницю між проектними позначками (червоними позначками планування) $h_{\text{чер}}$ і чорними (позначками місцевості) $h_{\text{чор}}$, що визначають інтерполяцією між горизонталями, а в крайніх ділянках – екстраполяцією. Отже

$$H = h_{\text{чер}} - h_{\text{чор}}$$

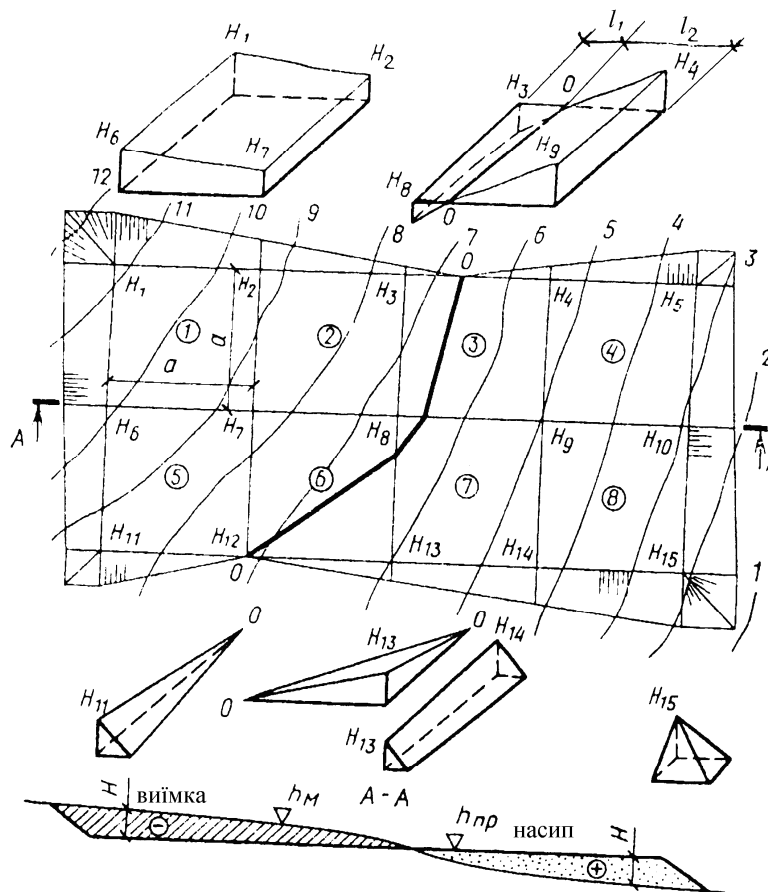


Рисунок 6.3 – План площадки з укосами (з лінією нульових робіт і схематичним представленням геометричних фігур для визначення об'ємів ґрунту, який розробляють)

Знак мінус робочої позначки показує, що вона нижче червоної – проектної позначки (тут необхідно виконати підсіпку), а плюс – вище проектної позначки (у цьому випадку треба зрізати ґрунт, створивши виїмку).

Між двома вершинами з робочими позначками різного знака знаходять точку з позначкою, що дорівнює 0 (точку нульових робіт). Такі точки знаходять за правилом пропорційності. Відстань від точки нульових робіт до вершин, що мають відповідні робочі позначки H_3 і H_4 , а також H_8 і H_9 , знаходять, виходячи з подібних трикутників (при цьому H_3 і H_4 приймають за абсолютною величиною):

$$l_1 = aH_3 / (H_3 + H_4); \quad l_2 = a - l_1,$$

де l_1 – відстань від нульової точки до вершини з позначкою H_3 ; l_2 – те ж з позначкою H_4 ; a – сторона квадрата між вершинами і робочими позначками.

З'єднавши між собою по всій площадці точки з позначкою 0, одержують лінію нульових робіт, що розділяє ділянку на виїмку і насип.

Така лінія розмежовує квадрати на трикутники, трапеції, п'ятикутники, що мають різні розміри і форми. Об'єми фігур, утворені квадратами і їхніми частинами, що відтинаються нульовою лінією, а також об'єми укосів визначають, використовуючи такі формули:

1) для цілого квадрата

$$V = F \cdot (H_1 + H_2 + H_7 + H_6) / 4,$$

де F – площа в плані основи квадрату чи відповідної фігури;

2) інші фігури, що відтинаються нульовою лінією:

- трикутник $V = F \cdot H_3 / 3$,
- трапеція $V = F \cdot (H_4 + H_9) / 4$,
- п'ятикутник $V = F \cdot (H_9 + H_{14} + H_{13}) / 4$;

3) об'єми укосів:

- кутовий у вигляді чотиригранної піраміди $V = m^2 H_{15}^3 / 3$,
- де m – коефіцієнт закладання укосу;
- бічний типу призматоїда $V = ma(H_{13}^2 + H_{14}^2) / 4$,
- бічний у вигляді тригранної піраміди $V = m^2 H_{11}^2 / 4$.

Сума всіх окремих об'ємів являє собою загальний об'єм ґрунту при вертикальному плануванні площадки.

6.5 Розробка ґрунту одноковшовими екскаваторами

Близько 45 % земляних робіт виконують одноковшові екскаватори, які мають комплект змінного робочого обладнання: пряму, зворотну лопату, драглайн, грейдер. Крім цього стрілу також можна обладнати вантажним гаком або клин-бабою.

За допомогою одноковшових екскаваторів риють котловани, траншеї, влаштовують насипи, виїмки.

Прямою лопатою розробляють ґрунт, коли екскаватор розташований нижче рівня вибою, який розробляють.

Зворотну лопату використовують для розроблення ґрунту, розміщеного нижче за рівень стояння екскаватора, із завантаженням ґрунту в транспортні засоби або у відвал.

Грейдер, як і драглайн, застосовують для розробки ґрунтів малої щільності, а також таких, що знаходяться під водою.

Місце, в якому екскаватор розробляє ґрунт, називають забоем. Форма і розміри забою залежать від параметрів екскаватора, його обладнання (виду ковша), властивостей ґрунту, розмірів виїмки.

Екскаватор, обладнаний прямою лопатою, розробляє ґрунт способами лобового й бокового забоїв. У лобовій проходці екскаватор розробляє ґрунт перед собою і розвантажує його в транспорт, при бічній він здійснює виїмку по одну сторону щодо осі переміщення, а вивантаження виконує у транспорт, розташований по інший бік осі проходки.

Лобові проходки бувають вузькими (ширина проходки 0,8–1,5 розміру найбільшого радіуса різання R_{\max}), нормальними (завширшки 1,5–1,8 R_{\max}), розширеними (завширшки більше ніж $2R_{\max}$) (рис. 6.4).

Екскаватори зі зворотною лопатою розробляють ґрунт під час улаштування траншей і котлованів. При використанні зворотної лопати також застосовують лобовий і бічний забій. Лобові проходки використовують переважно для розроблення невеликих котлованів і траншей. Розміщення екскаватора під забоем дає змогу розробляти ґрунт у виїмках з високим рівнем ґрунтових вод без допоміжних заходів до його зниження. Основні технологічні параметри екскаватора такі: найменший радіус копання на рівні стоянки R_1 , найбільший радіус копання R_2 на максимальній глибині H_{\max} , радіус розвантаження R_0 (рис. 6.5).

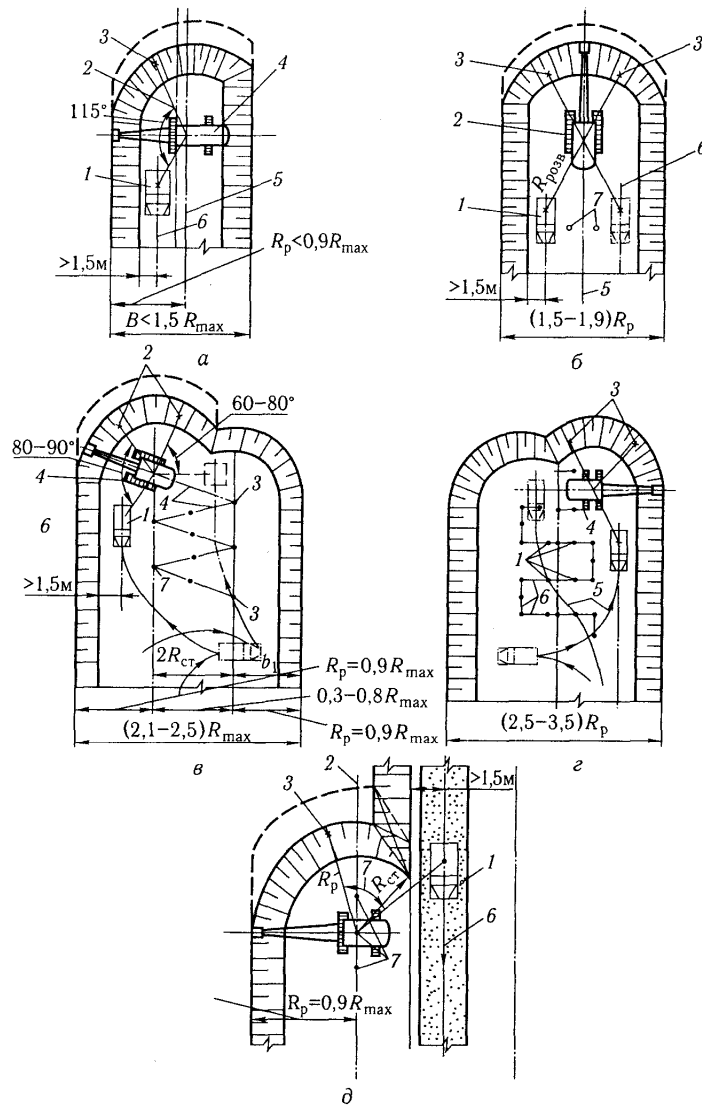


Рисунок 6.4 – Схеми роботи екскаватора з прямою лопатою забоями:
 а – г – лобовими (а – при вузькому забої; б – при забої паралельної ширини;
 в – при розширеному забої до $2,5R$; г – при розширеному забої до $3,5R$);
 д – бічним; 1 – автосамоскид; 2 – вісь забою; 3 – центр ваги забою;
 4 – екскаватор; 5 – вісь переміщення екскаватора; 6 – вісь руху автосамоскида; 7 – місця стоянок екскаватора; R_p – радіус різання; R_{max} – максимальний радіус різання; $R_{ст}$ – радіус на рівні стоянки екскаватора

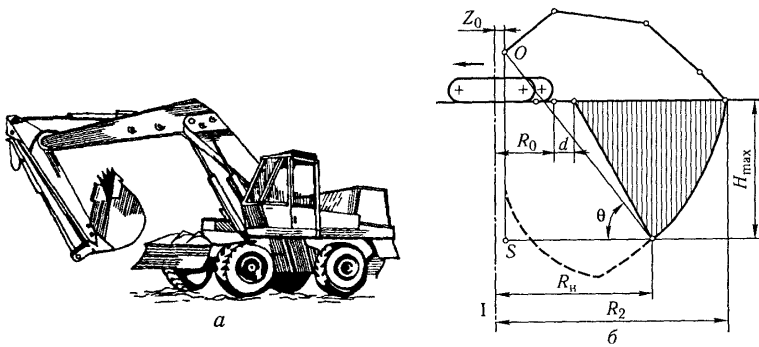


Рисунок 6.5 – Екксаватор зі зворотною лопатою:

a – загальний вигляд; *б* – основні технологічні параметри: *d* – крок переміщення екксаватора; R_0 – радіус габаритного встановлення екксаватора; R_1 – найменший радіус копання на рівні стоянки; R_2 – найбільший радіус копання на рівні стоянки; R_n – радіус копання на заданій глибині; H_{\max} – найбільша глибина копання; Z_0 – відстань від п'яти стріли до осі обертання екксаватора

Екксаватори, обладнані драглайном, мають стрілу великих розмірів і ківш на гнучкій підвісці. Застосовують для розроблення кар'єрів, виїмок значних розмірів вивантаженням ґрунту у відвал або транспортні засоби. Глибина копання може досягати 20 м, найбільший радіус копання на рівні стоянки – 20 м.

Екксаватори, обладнані грейферами, застосовують для розроблення котлованів під окремо розміщені споруди, колодязі, окремих фундаментів, опор ліній електропередач (рис. 6.6, 6.7).

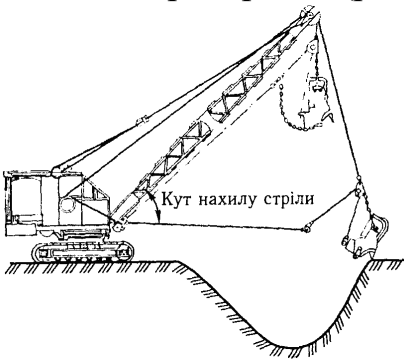


Рисунок 6.6 – Схема роботи екксаватора-драглайна

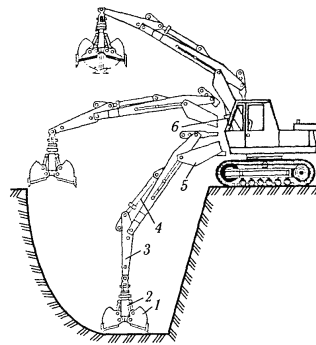


Рисунок 6.7 – Схема роботи грейфера:
1 – ківш; 2 – гідроциліндр ковша;
3 – рукоять; 4 – гідроциліндр рукояті;
5 – стріла; 6 – гідроциліндр стріли

6.6 Розробка ґрунтів багатоківшевыми екксаваторами

Багатоківшеві екксаватори – це землерийні машини безперервної дії. Розрізняють роторні й ланцюгові багатоківшеві екксаватори.

За характером переміщення машини і за напрямком руху ковшів їх поділяють на екксаватори поздовжнього (траншейні) й поперечного копання.

Ланцюгові екскаватори застосовують для риття траншей завглибшки до 1,7 м і завширшки 0,43 м. Екскаватор оснащений ківшевою похилою рамою. Грунт відсипається у відвал тільки з правого боку траншеї з допомогою стрічкового конвеєра.

Роторні екскаватори застосовують для улаштування траншеї завглибшки 1,4–3,0 м і завширшки 0,6–1,2 м. Робочий орган – роторне колесо, облаштоване десятьма парами ковшів із зубами. Відсипання ґрунту у відвал здійснюється стрічковим конвеєром.

6.7 Розробка ґрунту землерийно-транспортними машинами

Розробка ґрунту бульдозерами. Бульдозер – це землерийно-транспортна машина на базі колісного чи гусеничного трактора, оснащеного спеціальним відвалом (рис. 6.8).

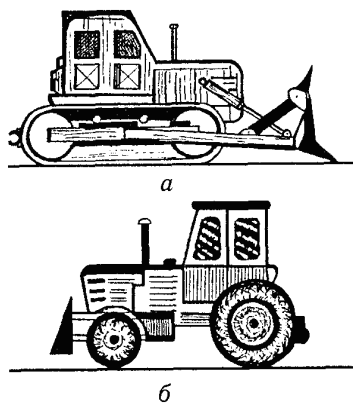


Рисунок 6.8 – Бульдозери:

a – на базі гусеничного трактора; *б* – на базі колісного трактора

Бульдозером виконують такі види робіт:

- розроблення ґрунту в котлованах і траншеях;
- зведення насипів заввишки до 2 м з одnobічних і двобічних резервів;
- зрізування ґрунту на косогорах;
- зрізування родючого шару ґрунту;
- засипання котлованів, траншей, тощо.

Для бульдозера прийнятий циклічний спосіб робіт. Зрізування і транспортування ґрунту на відстань до 50 м доцільно виконувати за човниковою схемою, за якої бульдозер після відсипання ґрунту повертається у вихідне положення заднім ходом. Для переміщення ґрунту на відстань 51–100 м рекомендується використовувати еліптичну схему розроблення.

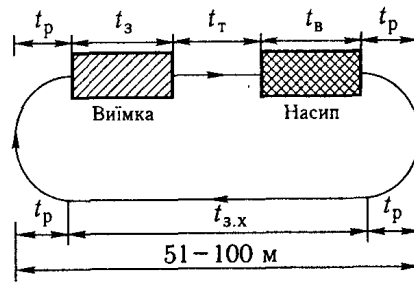


Рисунок 6.9 – Еліптична схема розроблення

До початку будівельних робіт, поверхню відведеного під будівництво майданчика потрібно вирівняти. Природний рельєф поверхні майданчика вирівнюють зрізуванням ґрунту, розміщеного вище від проектних позначок, і переміщенням та підсипанням в місця, розташовані нижче за проектні позначки (рис. 6.10). Застосовують траншейний спосіб виконання робіт. При цьому ґрунт розробляють окремими траншеями завглибшки 40–50 см з гребнями між ними шириною 50–120 см, які після розроблення основної маси ґрунту зрізують. Крім того застосовують також спарену роботу бульдозерів, які переміщують ґрунт з однаковою швидкістю (рис. 6.11).

Розробка ґрунту скреперами. Скрепер – землерийно-транспортна машина, робочим органом якої є ківш із ножом у передній частині (рис. 5.8). Розрізняють такі види скреперів:

- 1) причіпні з дальністю переміщення ґрунту до 300 м (місткість ковшу – до 5 м³), до 750 м (місткість ковшу до 10 м³), до 1000 м (місткість ковшу до 15 м³);
- 2) напівпричепні й самохідні з дальністю переміщення ґрунту до 5 000 м.

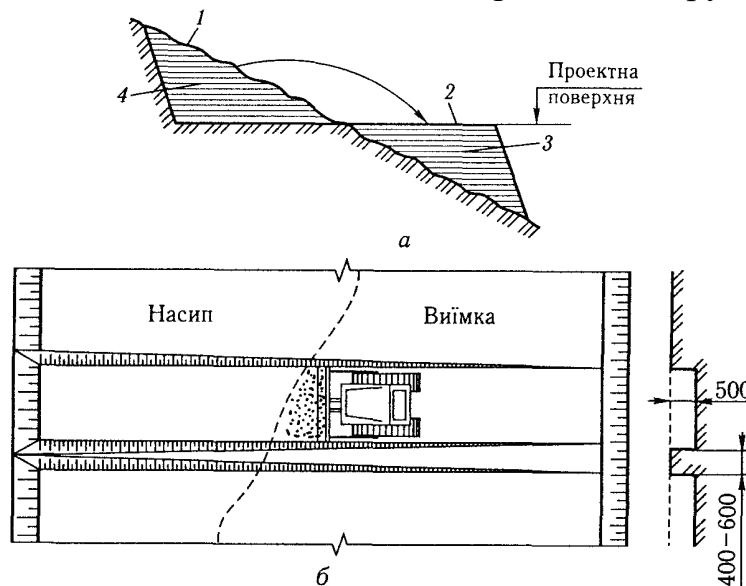


Рисунок 6.10 – Розроблення ґрунту:

- a* – вимірювання будівельного майданчика; *б* – траншейний спосіб розроблення ґрунту; 1 – природний схил; 2 – проектна поверхня; 3 – насип; 4 – виймка ґрунту

Скрепери можуть рухатись за еліпсом «вісімкою», зігзагом, за спіраллю (рис. 6.12).

Еліптичну схему руху застосовують у разі вертикального планування майданчиків, розроблювання виїмок з укладанням ґрунту в бокові резерви.

Схему «вісімкою» застосовують під час виконання тих самих робіт, що і за еліпсом, але при більшій довжині фронту робіт.

Схему руху за спіраллю використовують у випадку улаштування широких невисоких насипів з пологими з'їздами двобічними резервами.

Схему руху зігзагом застосовують для зведення насипів з одnobічних і двобічних резервів великої довжини з використанням колон скреперів.

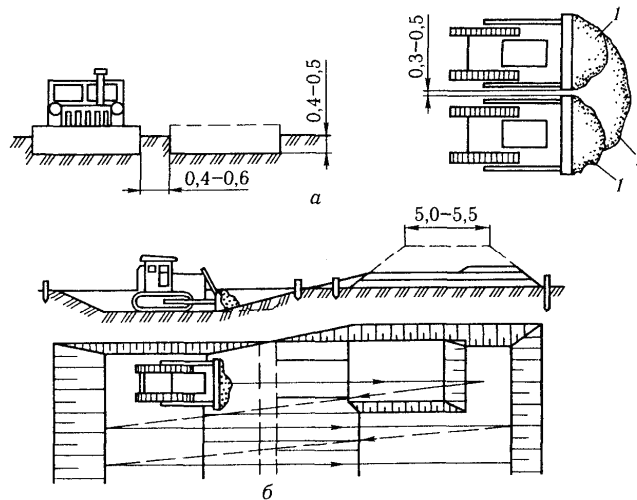


Рисунок 6.11 – Схема виконання робіт бульдозерами:

а – групова робота бульдозерів під час розроблення виїмок; *б* – зведення насипів; *в* – засипання траншеї;

1 – ґрунт, який переміщується поодинокими бульдозерами;

2 – додатковий об'єм, що переміщується двома бульдозерами, які рухаються поряд; *I-X* – послідовність переміщення бульдозера

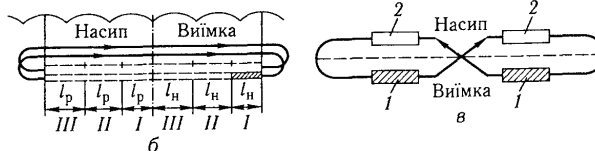
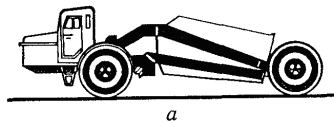
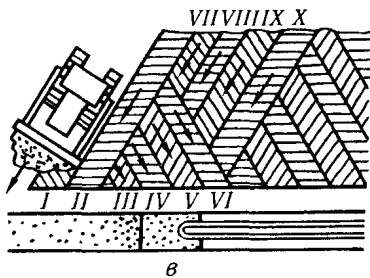


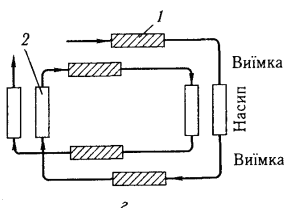
Рисунок 6.12 – Розроблення ґрунту скрепером:

а – загальний вигляд;

б – *г* – схеми роботи

(*б* – еліптична; *в* – «вісімкою»; *г* – за спіраллю);

1 – завантаження ґрунту; *2* – розвантаження



6.8 Укладання та ущільнення ґрунтів

Ґрунт укладають і ущільнюють з дотриманням технічних вимог, що дозволяють одержати необхідну щільність, найменшу фільтраційну здатність і виключити можливість наступних усадок. Крім цього, треба приділити уваги вибору виду і стану ґрунту, який використовують для відсипки, при зведенні споруд.

Ґрунт, який використовують для відсипки, зволожують або висушують до оптимальної вологості. Це дозволяє підвищити ступінь ущільнення і зменшити сили зчеплення, що позитивно впливає на виконання процесу.

Зведення насипів слід вести горизонтальними шарами від укосів до середини. На перезволожених і слабких основах висотою до 3 м починають від осі насипу до її краю, а потім насип відсипають від укосів до середини. Поверхня кожного шару повинна виключати замкнуті ділянки, в яких можливе скупчення води. У зоні нульової лінії замість пошарового способу зведення насипу застосовують віяловий, а при засипанні глибоких ярів – пошаровий спосіб відсипання насипу з естакади.

Укладання та ущільнення ґрунтів виконують при зведенні доріг, дамб, гребель, плануванні площадок, зворотному засипанні траншей і котлованів. Ці процеси зв'язані між собою не тільки послідовністю здійснення, але й технологічними вимогами – їхнім пошаровим виконанням. При цьому товщина шару ґрунту повинна відповідати технічним можливостям способів ущільнення, що застосовуються.

Основними способами ущільнення є трамбування, укочення і вібрування.

Ефективність ущільнення залежить від властивостей ґрунту, способу ущільнення і технологічних параметрів застосовуваної техніки.

6.9 Контроль якості земляних робіт

Якість виконання земляних робіт повинна відповідати вимогам ПВР і діючих нормативних документів. Контроль якості здійснюють послідовно в три етапи: вхідний (попередній), поопераційний (у процесі виконання робіт) і заключний (у період здачі й приймання об'єктів).

Вхідний контроль передбачає перевірку розміщення споруди, які зводять, за висотою в плані, даних гідрогеологічних досліджень і випробування ґрунтів, актів на геодезичні роботи з виносу в натуру основних осей і закріплення їх на місцевості.

Поопераційний контроль виконують у повній відповідності з вимогами ПВР, технологічних карт чи карт трудових процесів. При розробці траншей і котлованів перевіряють їхні геометричні розміри з урахуванням умов розміщення в них елементів споруд або інженерних мереж, ухили дна і їхній напрямок, крутість укосів, способи кріплення стінок, заходи, що забезпечують осушення чи зміцнення слабких ґрунтів.

Приймання робіт виконують на підставі перевірки наявності технічної документації; вибіркової перевірки якості виконання робіт і геометричних розмірів земляних споруд; актів приймання прихованих видів робіт.

6.10 Охорона праці при виконанні земляних робіт

Початку земляних робіт повинні передувати розробка і затвердження проекту виконання робіт. Для забезпечення безпеки здійснення процесу необхідно дотримуватись загальних і спеціальних вимог з: технічної експлуатації машин, установок і обладнання; роботи в зоні розташування діючих підземних комунікацій, розробки виїмок з укосами і закріпленнями, правилами розробки ґрунту механізмами, електробезпечні в умовах будівельного майданчика і т. п.

Технічний стан машин треба регулярно перевіряти згідно з встановленими термінами щодня до початку робіт. Виявлені несправності слід вчасно усувати. У процесі роботи екскаватор необхідно розташовувати на вирівняному місці стоянки і переміщувати тільки по рівній поверхні, а при слабких ґрунтах – по настилах з колод або залізобетонних плит.

У зоні розташування діючих комунікацій земляні роботи виконують тільки після одержання письмового дозволу організації, яка відповідає за експлуатацію, і в присутності її працівників. До початку робіт підземні комунікації повинні бути відшурфовані вручну, огорожені, тимчасово закріплені чи перенесені. У разі виявлення у вибої не позначених у проекті комунікацій і вибухонебезпечних предметів або таких, що мають археологічну цінність, необхідно негайно припинити роботи до одержання офіційного дозволу відповідних організацій.

При розробці котлованів і траншей у місцях, де відбувається рух людей і транспорту, треба встановлювати огороження з попереджувальними написами. У нічний час такі ділянки освітлюють.

Не слід допускати стоянку і рух машин, устаткування, а також розміщення матеріалів, конструкцій, деталей і виробів у межах призми обвалення ґрунту, не розкріплених укосів траншей і котлованів.

Контрольні питання

1. Які об'єкти називають земляними спорудами, як їх класифікують за функціональним призначенням?
2. Перелічіть та охарактеризуйте основні технологічні властивості ґрунтів.
3. Як розраховують об'єм котловану і траншеї?
4. Які способи використовують для закріплення ґрунтів, у чому полягає суть їх здійснення?
5. Назвіть види проходок, що виконуються однокішшовими екскаваторами.
6. Розкрийте суть розробки ґрунту бульдозером.

7. Перелічіть операції, наведіть схеми розробки ґрунту скрепером.
8. Які схеми використовують при відсіпанні насипу й ущільненні ґрунту?
9. Як здійснюють контроль якості земляних робіт?
10. Яких заходів безпеки слід дотримуватись при виконанні земляних робіт?

ЛЕКЦІЯ 7 ТЕХНОЛОГІЯ МОНОЛІТНОГО БЕТОНУ Й ЗАЛІЗОБЕТОНУ

7.1 Структура і зміст технологічних процесів зведення монолітних залізобетонних конструкцій

Бетон і залізобетон є основними матеріалами в сучасному будівельному виробництві. Широке їх застосування зумовлене високими фізико-механічними показниками, довговічністю, можливістю виготовлення різноманітних будівельних конструкцій та архітектурних форм. Із залізобетону зводять фундаменти, підпірні стінки, тунелі, каркаси житлових, адміністративних та промислових будинків, конструкції монументальних скульптур тощо. За способами виконання робіт бетонні й залізобетонні конструкції поділяють на збірні, монолітні та збірно-монолітні. Будівництво з монолітного бетону і залізобетону економічне – потребує менших затрат на створення промислової бази (до 40 %), менше енергетичних витрат (на 25–30 %) й менше витрат металу (на 20–40 %) ніж на будівництво зі збірних конструкцій.

Комплексний процес бетонування конструкцій складається з взаємозалежних між собою заготівельних, транспортних і монтажно-укладальних робіт (рис. 7.1).

Технологічний комплексний процес зведення монолітного бетонних будівель охоплює заготівельні, транспортні й монтажно-укладальні процеси. Заготівельні процеси виконують, як правило, у заводських умовах. Це виготовлення елементів опалубки, риштувань, арматури, приготування бетонної суміші, виготовлення елементів до розігрівання бетону, відновлення елементів опалубки багаторазового використання. Транспортні процеси полягають у доставлянні з місць виготовлення до будівельного майданчика опалубки, риштувань, арматури, бетонної суміші. Монтажно-укладальні процеси – це встановлення опалубки, монтаж арматури, укладання бетонної суміші, догляд за бетоном, розбирання опалубки. Ефективність бетонних і залізобетонних робіт залежить як від технологічного рівня кожного окремого процесу, так і від ступеня узгодженості їх виконання. Зведення монолітних конструкцій є досить трудомістким процесом. Добовий виробіток одного працівника становить 0,5–2 м³.

Залежність технології від кліматичних умов спричинена насамперед впливом температури й вологості повітря на швидкість твердіння бетону. За серед добових температур +5...+25° С і відносній вологості понад 50 % бетонні роботи виконують за звичайною технологією. Для запобігання пересиханню і забезпечення нормальних умов вологості в літніх умовах (понад +28°С) потрібні спеціальні заходи для захисту бетонної суміші.

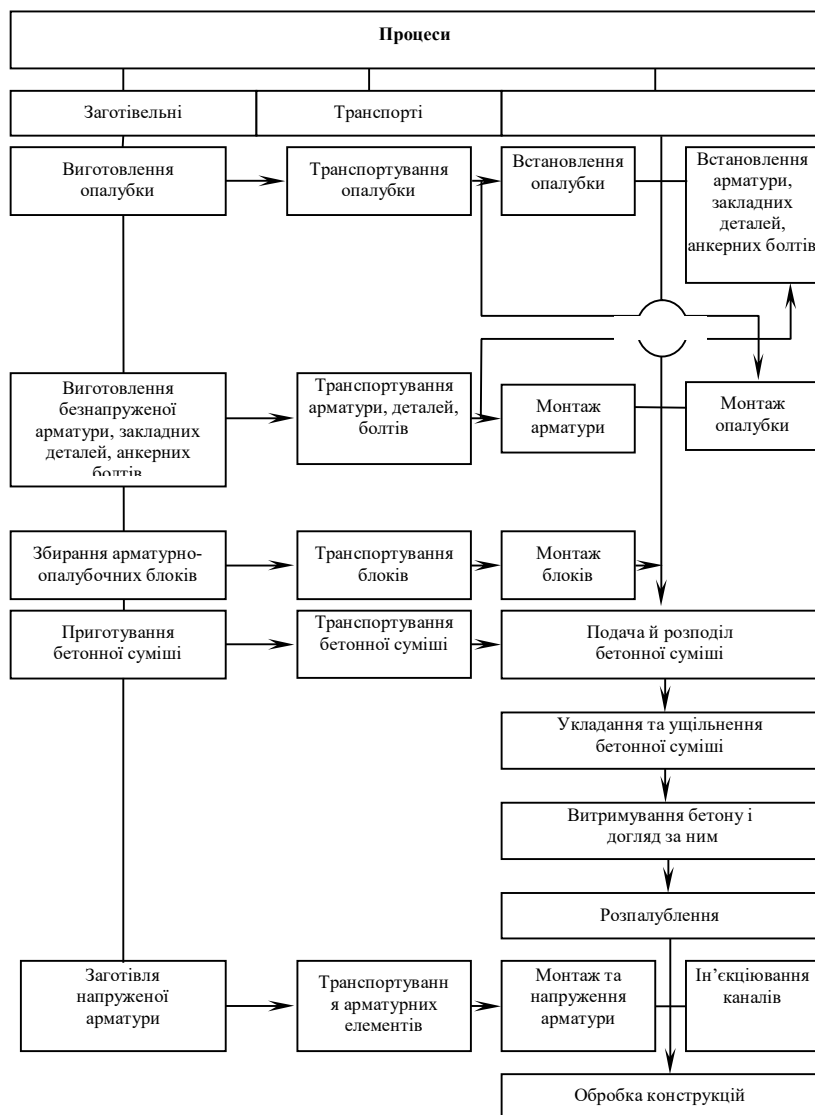


Рисунок 7.1 – Схема комплексного процесу зведення монолітних залізобетонних конструкцій

7.2 Улаштування опалубки

Опалубка – це тимчасова допоміжна конструкція для забезпечення форми, розмірів і положення у просторі монолітної конструкції, що зводиться.

Опалубка має задовольняти таким вимогам: внутрішні контури повинні відповідати проектним розмірам конструкції, якість внутрішньої площини опалубних форм – забезпечувати потрібну якість зовнішньої поверхні монолітної конструкції, міцність опалубки має бути достатньою для забезпечення незмінності розмірів і форми конструкції, конструкція опалубки повинна забезпечувати мінімальні витрати на її влаштування, бути багатооборотною. За конструктивними особливостями буває опалубка неінвентарна індивідуальна та інвентарна, розбірно-переставна, підйнятно-переставна, об'ємно-переставна, блокова, котюча, пневматична. Індивідуальна опалубка для спорудження складних конструкцій, неповторювальних форм.

Незнімна опалубка – із формоутворювальних елементів (плит, шкарлуп, блоків) після бетонування утворює з конструкцією одне ціле.

Розбірно-переставна опалубка складається з окремих щитів, підтримувальних елементів та кріплень. Існує два види розбірно-переставної опалубки – дрібнощитова та великощитова.

Дрібнощитова має елементи до 50 кг, може бути встановлена вручну. Основним елементом великощитової опалубки є великорозмірна панель площею $S = 40 \text{ м}^2$, яку встановлюють за допомогою крана.

Ковзна опалубка – під час переміщення за висотою не відділяється від конструкції, яку бетонують, а ковзає по її поверхні за допомогою підймальних пристроїв. Застосовують для бетонування висотних споруд.

Опалубні роботи виконують спеціалізованими ланками. Кількісний склад визначається обсягом робіт і термінами їх виконання. Види опалубки (рис. 7.2).

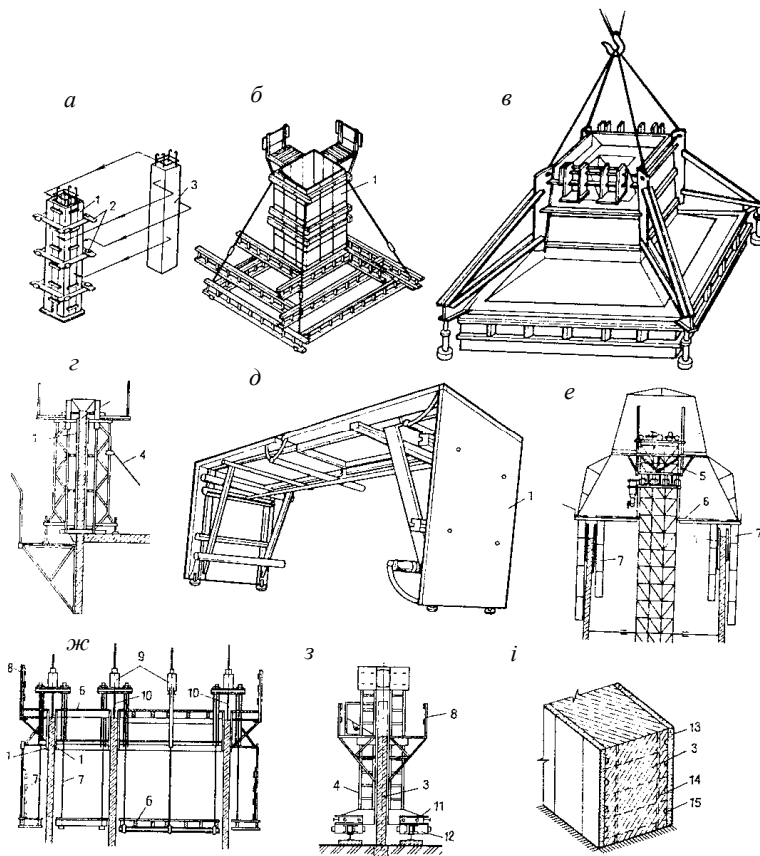


Рисунок 7.2 – Види опалубки:

а – розбірно-переставна; *б* – опалубка ЦНДІОМТВ; *в* – блок-форма для влаштування фундаментів під колони; *г* – великощитова; *д* – об’ємно-переставна; *е* – підйомно-переставна; *ж* – пересувна ковзна; *з* – пересувна котюча; *и* – опалубка-оздоблення; 1 – щити опалубки; 2 – хомути; 3 – забетонувана частина конструкцій; 4 – підтримуючі конструкції; 5 – підйомник; 6 – робочий настил; 7 – підвісні риштування; 8 – огороження; 9 – домкрати; 10 – домкратні стержні; 11 – візки; 12 – котки; 13 – опалубка-облицювання; 14 – арматурний каркас; 15 – анкеруючі петлі

Установлюють опалубку в проектне положення щоб осі, нанесені на основі й опалубці, збіглися. Перед бетонуванням опалубка приймається майстром з перевіркою відповідності геометричних розмірів, правильності розташування відносно осей, цільності стиків.

7.3 Армування конструкцій

Види арматури, арматурних виробів та їх монтаж

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

За умовами роботи арматуру підрозділяють на ненапружувану і напружувану. Ненапружувану арматуру застосовують у звичайних залізобетонних конструкціях, а також у попередньо напружених, де вона є неробочою. Як напружувану доцільно використовувати арматуру з високоміцної сталі, яка може сприймати максимальні розтяжні зусилля.

За призначенням арматура залізобетонних конструкцій поділяється на робочу, яка сприймає головним чином розтяжні зусилля, що виникають у процесі експлуатації конструкції, розподільну – для розподілу зусиль між робочою арматурою, закріплення стержнів у каркасі й забезпечення їхньої спільної роботи, а також для сприйняття поперечних зусиль і запобігання косим тріщинам у бетоні (хомути), монтажну – для забезпечення проектного положення окремих стержнів при збиранні плоских і просторових каркасів.

Залежно від способу виготовлення арматуру підрозділяють на стержневу, яка виготовляється гарячою прокаткою сталі, і дротову, яку одержують волочінням у холодному стані. Стержневу і дротову арматуру випускають гладкою і періодичного профілю (рис. 7.3).

Стержневу арматуру підрозділяють на: гарячекатану (класів А-I, А-II, А-III, А-IV, У), термічно зміцнену (класів Ат-IV, Ат-V, Ат-VI), термічно зміцнену витяжкою (класів А-IIв і А-IIIв).

Дротову арматуру підрозділяють на: арматурний дріт з низьковуглецевої сталі круглу класу В-I, В-II і періодичного профілю Вр-I і Вр-II; арматурні пасма семидротові класу К-7 і 19-дротові класу К-19, а також канати класу К-2, К-3 і Кп.

Марки сталі містять умовні позначення їхнього хімічного складу. Буквами позначають метали, що входять до складу сталі. Перші цифри в марці показують середній вміст вуглецю у сотих частках відсотка, цифри праворуч від букви – середній вміст металів у відсотках.

Арматурні сталі класів А-I, А-II, А-III, В-I, Вр-I використовують як ненапружувану арматуру в звичайних і попередньо напружених конструкціях.

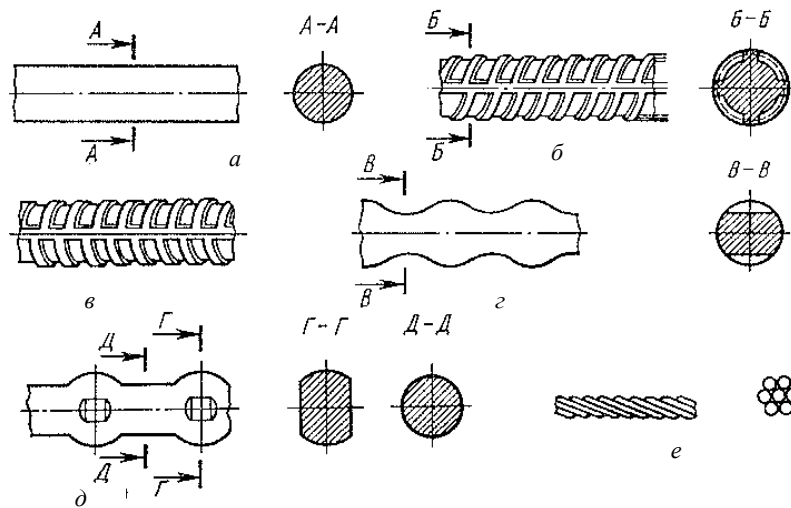


Рисунок 7.3 – Профілі арматури:

a – гладка кругла; *б*, *в* – гарячекатана періодичного профілю, класів А-ІІ і А-ІІІ;
г, *д* – сплющений дріт; *е* – пасмова семидротова

Високоміцну арматуру гарячекатану класу А-V марок 80С, 20ХГ2Ц, 23Х2Г2Т, термічно зміцнену класів Ат-ІV, Ат-V, Ат-VІ застосовують у попередньо напружених конструкціях. Робочу арматуру в попередньо напружених конструкціях застосовують у вигляді пасом канатів і стержнів.

Залізобетонні конструкції армують арматурними виробами заводського виробництва; плоскими й гнутими сітками, плоскими й просторовими каркасами й різними типами закладних деталей (рис. 7.4).

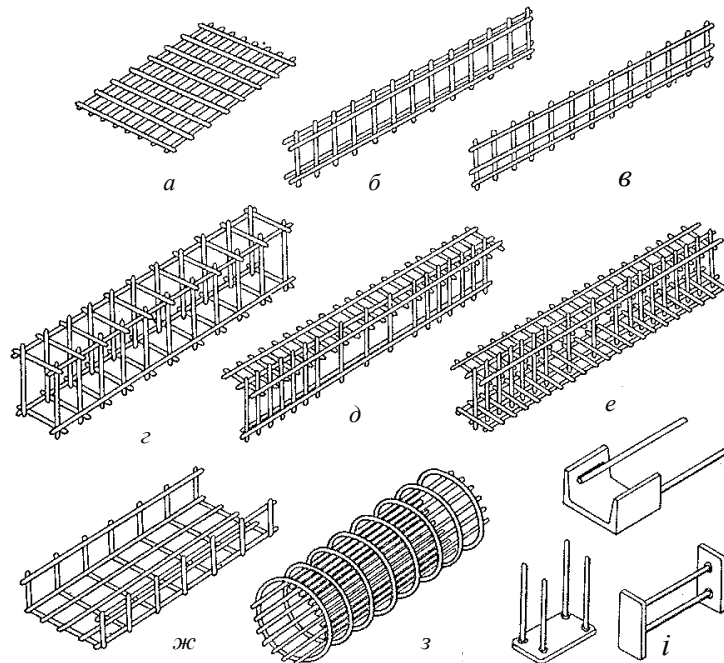


Рисунок 7.4 – Види арматури і їхній монтаж:

a – плоска сітка; *б*, *в* – плоскі каркаси; *г* – просторовий каркас; *д*, *е* – просторові каркаси типового і двотаврового перерізів відповідно; *ж* – гнута сітка, *з* – просторовий каркас, гнутий із сіток; *и* – закладні деталі

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

Каркаси збирають з уніфікованих важких і легких сіток і стержнів у вигляді замкнутих, прямокутних і криволінійних конструкцій, а також із змінним перерізом за довжиною. Криволінійними каркасами армують спеціальні конструкції (наприклад, палі, труби). Їх виготовляють намотуванням і зварюванням арматури у вигляді спіралі по утворюючих поздовжніх стержнів. Металеві закладні деталі різної конфігурації виконують зі сталевих пластин, до яких приварюють анкерні стержні. За допомогою анкерних стержнів деталі закріплюють у бетоні. Допускається кріплення закладної деталі в бетоні без стержнів шляхом зварювання з робочою арматурою.

Зведення вертикальних конструкцій, фундаментів, стін, колон та ін. пов'язане з виконанням великого обсягу арматурних робіт. Їх армують просторовими чи плоскими каркасами. Процес монтажу таких виробів передбачає такі технологічні операції: розвантаження і подача виробів у зону роботи крану, установка в проектне положення і з'єднання стиків зварюванням, перевірка якості робіт і здачі до наступних робіт.

Відомий ряд способів, які полегшують монтаж арматури. Арматурні каркаси колон (рис. 7.5) установлюють при опалубці, відкритій з однієї чи з двох сторін. Каркаси опускають в опалубку зверху. Вертикальні стержні з'єднують з випусками арматури фундаменту, використовуючи отвори, розташовані в нижній бічній частині опалубки колон.

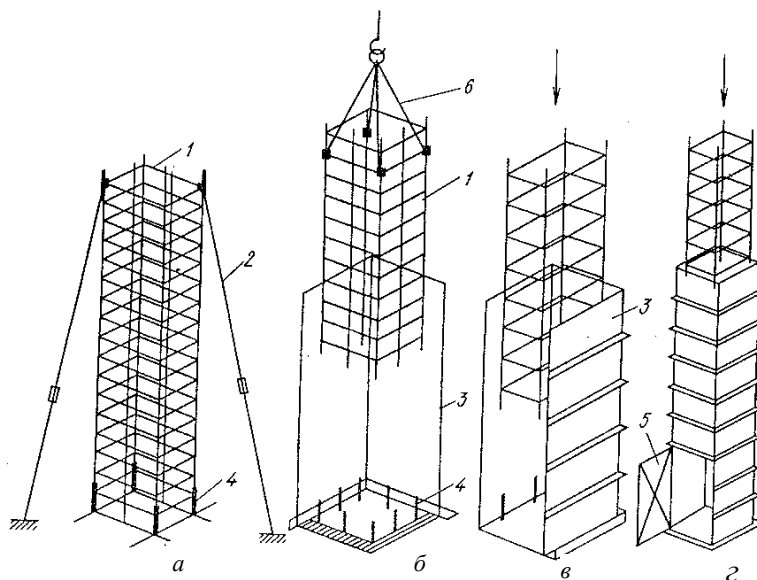


Рисунок 7.5 – Технологічна схема монтажу арматурних каркасів колон:

- а* – установка каркаса в проектне положення з вивіркою розкосами;
- б* – те ж в опалубку з двох щитів; *в* – те ж в опалубку з трьох щитів;
- г* – при повністю змонтованій опалубці; 1 – арматурний каркас; 2 – розкоси для вивірки і тимчасового кріплення; 3 – щити опалубки; 4 – випуски арматури; 5 – знімний щит для влаштування стиків арматури; 6 – строповочний пристрій

Важкі каркаси фундаментів монтують, використовуючи монтажний кран і самобалансуючу траверсу.

7.4 Технологія бетонування конструкцій

7.4.1 Приготування та транспортування бетонної суміші

Бетонну суміш готують на автоматизованих бетонних заводах, в автобетонозмішувачах, які завантажені сухими компонентами на бетонних заводах, а також в окремих бетонозмішувачах.

Заводи товарного бетону обслуговують будівництво в радіусі 20–30 км.

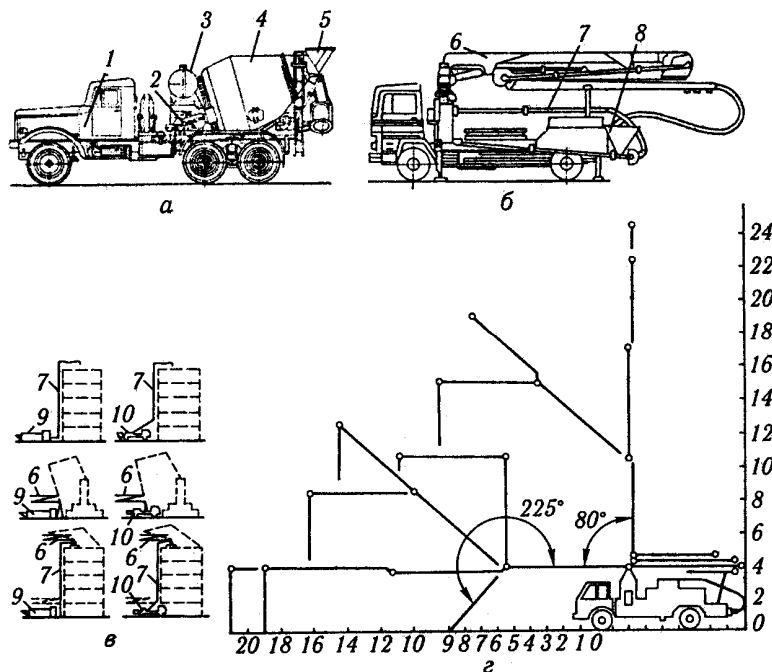


Рисунок 7.6 – Транспортування бетонної суміші:

- а* – автобетонозмішувач; *б* – автобетононасос; *в* – основні типи бетононасосного устаткування; *г* – автономна розподільна стріла і зона її дії;
 1 – базовий автомобіль; 2 – привід піднімання; 3 – бак для води;
 4 – бетонозмішувальний барабан; 5 – отвір для навантаження; 6 – шарнірно-зчленована стріла; 7 – бетоновід; 8 – приймальний бункер;
 9, 10 – автобетононасос

Транспортують бетонну суміш із заводів звичайно в автобетонозмішувачах. Їх використовують для транспортування сухої суміші до 70 км, приготування з неї в дорозі готової бетонної суміші, а також для перевезення готової суміші на менші відстані (30 км).

У межах будівельного майданчика бетонну суміш транспортують бетононасосами, кранами у баддях, пневмонагнітачами.

Бетононасоси подають суміш в усі види конструкцій, у місця, недоступні іншим засобам механізації. Це високопродуктивна машина (10–95 м³/год.)

безперервної дії, призначена до подачі бетонної суміші на відстань 250–400 м і на висоту до 50–100 м по трубопроводах.

Існують три види установок – стаціонарні, причепні й самохідні. Стаціонарні установки продуктивністю понад 20–40 м³/год використовують при значних обсягах конструкцій (5 000–10 000 м³). У конструкції обсягом 500 – 1 000 м³ застосовують як стаціонарні, так і причіпні бетононасоси продуктивністю 10 м³/год.

Бетонування розосереджених конструкцій обсягом не менше 50 м³, а також подачу бетонної суміші у важкодоступні місця раціонально виконувати із застосуванням причіпних і самохідних бетононасосів, які оснащені інвентарними шарнірно-зчленованими розподільними стрілами.

Автобетононасоси – це установки з бетононасосом і розподільною шарнірно-зчленованою, гідравлічною повноповоротною стрілою, що змонтовані на шасі автомобіля. Мобільність і можливість подавання бетонної суміші на відстань до 27 м і висоту до 23 м забезпечують високу ефективність використання їх для бетонування різноманітних конструкцій.

Нормальна експлуатація установок забезпечується при транспортуванні бетонних сумішей рухливістю 8–15 см, що відповідає вимогами її переміщення по трубопроводу на максимальній відстані.

Крановий спосіб подачі бетонної суміші (інтенсивність до 20 м³/добу) використовують для бетонування різноманітних конструкцій, будинків, споруд. Бетонну суміш транспортують у баддях місткістю 0,5–3 м³. Баддя – це зварна металева конструкція, що складається з корпусу, каркаса, заслінки, важеля. Бадді бувають поворотні й неповоротні. Поворотні бадді заповнюють бетоном з транспортних засобів у горизонтальному положенні. Для бетонування невеликих монолітних конструкцій (площею 5–8 м²) раціонально використовувати переставні стрічкові конвеєри.

Пневмотранспортування бетонної суміші забезпечує простоту керування процесом. Пневмонагнічувачі застосовують для подачі бетонної суміші у важкодоступні ділянки споруд, при бетонуванні тунелів, закладанні стиків і т. д. При дальності подачі до 200 м і висоті до 35 м продуктивність такої системи подачі складає 10–20 м³/год. Застосовують різноманітні способи пневмотранспортування: в сухій суміші тверді частинки матеріалу обдувають повітряним потоком і вони в завислому стані переміщуються по трубопроводу; жорстка бетонна суміш подається у трубопровід порціями, які рухаються під тиском стиснутого повітря; рухома в'язкопластична суміш транспортується суцільною масою стиснутим повітрям.

Для транспортування сухої суміші використовують цемент-гармати і набризк-машини. Готові суміші транспортують розчинонасосом з пневматичною приставкою, а також камерними пневмонагнітачами.

7.4.2 Процес укладання бетонної суміші

Безпосередньо перед укладанням бетонної суміші контролюють стан опалубки, опалубку і арматуру очищують, бетонні й горизонтальні поверхні

робочих швів звільняють від цементної плівки, перевіряють захисні пристосування. Внутрішню поверхню опалубки зменшують спеціальними мастилами для зниження зчеплення з нею бетону.

Технологія укладання бетонної суміші залежить від виду, розмірів і положення конструкцій, кліматичних умов, властивостей суміші. Бетонну суміш укладають горизонтальними шарами, окремими смугами в один шар або одночасно на всю висоту конструкції чи блока бетонування.

Товщину горизонтальних шарів визначають способами для ущільнення. У разі використання вертикально розміщених вібраторів товщина шару має бути на 5–10 см меншою за довжину робочої частини вібратора, а для ручних глибинних вібраторів – не повинна перевищувати 1,25 довжини їхньої робочої частини. У разі ущільнення поверхневими вібраторами суміш укладають шарами до 250 мм завтовшки в конструкціях з одинарним і до 120 мм – з подвійним армуванням. Укладають бетонну суміш безперервно на весь об'єм конструкції чи в межах окремих ділянок.

Ущільнення бетонної суміші забезпечує щільність і однорідність бетону. Як правило, бетонну суміш ущільнюють вібруванням протягом 30–100 сек. Під дією вібрації суміш розріджується, з неї виділяється повітря, при цьому опалубка щільно заповнюється. Для ущільнення бетонної суміші використовують вібратори трьох типів: внутрішні (глибинні), поверхневі і зовнішні (рис. 7.7).

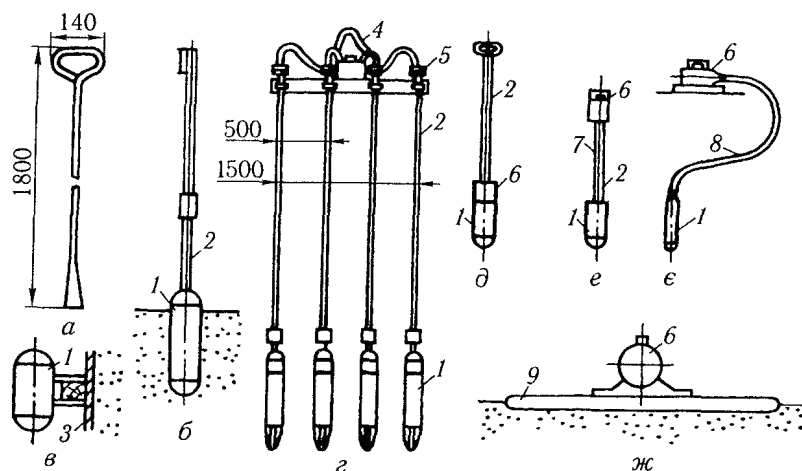


Рисунок 7.7 – Засоби ущільнення бетонної суміші:

- a* – шурник; *б* – глибинний (внутрішній) вібратор; *в* – зовнішній вібратор;
- г* – пакет глибинних вібраторів; *д* – глибинний вібратор з двигуном, улаштованим у наконечник; *е* – те саме, з двигуном, винесеним до держака; *е* – те саме, з гнучким валом; *ж* – поверхневий вібратор; *l* – корпус вібратора; *2* – штанга; *3* – опалубка; *4* – підвіска; *5* – затискач; *6* – двигун; *7* – штанга з жорстким валом; *8* – гнучкий вал; *9* – металева плита

Внутрішні вібратори застосовують при бетонуванні різноманітних конструкцій, ручні – для конструкцій невеликих розмірів, пакети вібраторів – для бетонування масивних конструкцій.

Поверхневі вібратори використовують у разі бетонування плит покриття, підлог, доріг.

Зовнішні вібратори закріплюють із зовнішньої поверхні опалубки і застосовують у разі бетонування густоармованих тонкостінних конструкцій.

Вакуумування бетонної суміші є одним з ефективних методів її оброблення, який дає змогу видалити з укладеної і вже ущільненої вібрацією суміші 10–20% надлишкової (вільної) води. Це значно поліпшує фізико-механічні властивості бетону: відразу після вакуумування бетон досягає міцності 0,3–0,5 МПа, що достатньо для розпалублення вертикальної поверхні і деяких видів оброблення; прискорюється твердіння бетону; зменшуються деформації усадки; підвищується морозостійкість. Вакуумування виконують за допомогою вакуум-установки, яка створює розрідження повітря, та поверхневих чи внутрішніх способів вакуумування. Для вакуумування тонкостінних конструкцій завтовшки 250 мм як засіб вакуумування застосовують вакуум-щити опалубки, які встановлюють з одного боку конструкції, а для масивних конструкцій використовують внутрішнє вакуумування за допомогою вакуум-трубок. Для вакуумування плит перекриття та підлог застосовують вакуум-мати.

Улаштування робочих швів (рис. 7.8). Поверхня між раніше укладеним затверділим і свіжоукладеним бетоном називається робочим швом і є найвідповідальнішою складовою процесу бетонування.

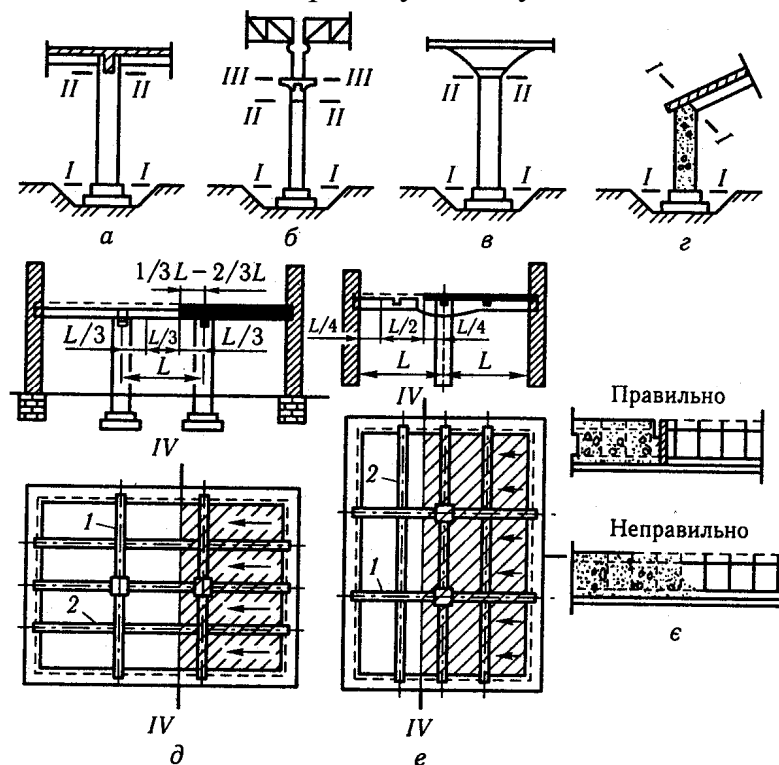


Рисунок 7.8 – Розміщення робочих швів у процесі бетонування:
 а – колон і балок ребристого перекриття; б – колон з підкрановими балками;
 в – колон з безбалковим перекриттям; г – стояка і ригеля рами; д – ребристого перекриття в напрямку, паралельному балкам; е – те саме, в напрямку, паралельному прогонам; е – деталі влаштування робочого шва; 1 – прогін; 2 – балка; 3 – дошка; I - I...IV - IV – місця влаштування робочих швів

Перерви в укладанні бетонної суміші, що виникають через технологічні та організаційні умови чи під впливом випадкових чинників, можуть призвести до порушень монолітності конструкцій внаслідок: недостатньої адгезії бетону до поверхні між попереднім і наступним укладеними шарами; порушення зв'язків між часточками бетону, що твердне, й арматурою попереднього шару під впливом динамічних зусиль під час укладання бетонної суміші наступного шару; різного напрямку деформацій усадки бетону в суміжних шарах, що спричиняє розтяжні зусилля, які послаблюють зону стику. Все це підвищує вимоги як до розміщення стиків у конструкції, так і до технології їх виконання.

Робочі шви вертикальних елементів (колон, пілонів) мають бути горизонтальними й перпендикулярними до граней елемента, як правило, на рівні верху фундаменту і низу прогонів балки чи капітелі. У балках, прогонах, плитах робочий шов розміщують вертикально, тому що його нахил послаблює конструкцію. Балки й плити звичайно бетонують одночасно; якщо балки високі, горизонтальний робочий шов улаштовують на 20–30 мм нижче від нижньої поверхні плити.

Бетонування в місцях утворення робочого шва поновлюють після того, як бетон попередньо укладеного шару набуде потрібної міцності (як правило, 1,5 МПа; за нормальних умов твердіння і температури бетонної суміші 20–30°C на це потрібно 18–24 год.). Перед початком бетонування з поверхні раніше укладеного бетону видаляють цементну плівку.

Місця з'єднання попередньо укладеного й свіжого бетону рекомендується влаштовувати в місцях дії менших сил перерізу.

7.4.3 Догляд спостереження за бетоном

Догляд за бетоном здійснюють у початковий період його твердіння. Він має забезпечувати: підтримання волого-температурних умов твердіння; запобігання виникненню значних температурно-усадкових деформацій і тріщин; оберігання бетону, що твердне, від ударів, струшувань, які можуть погіршити його якість. При цьому залежно від виду конструкцій, кліматичних умов, типу цементу вживають різні заходи для запобігання зневоднюванню бетону, а також передачі на нього зусиль і струшувань. Наприклад, улітку в помірній кліматичній зоні бетон на звичайному портландцементі зрошують водою упродовж семи діб, на глиноземистому – трьох діб, на шлакопортландцементі – півтори доби. За температури повітря вищої за 15° С у перші три доби бетон зрошують удень через кожні три години і один раз уночі, а в наступні дні – не менше ніж три рази на добу.

Великі горизонтальні поверхні замість зрошення можна покривати захисними плівками (водно-бітумною емульсією, етиноловим лаком, полімерними плівками). У випадку покриття поверхні бетону вологостійкими матеріалами (рогожею, матами, тирсою) перерви між зрошенням збільшують в 1,5 разу. Улітку бетон також захищають покриттями від дії сонячного

проміння, а взимку – від морозу. Для запобігання дії навантажень на бетон рух по ньому людей або устанавлення риштувань чи опалубки дозволяють тільки після досягнення укладеним бетоном міцності не менше 1,5 МПа.

Контроль якості передбачає фіксацію міцності укладеного бетону. Його здійснюють двома методами – руйнівним і неруйнівним.

За руйнівного методу випробовують зразки кубиків бетону (звичайно розмірами 15 × 15 × 15 см), серії яких виготовляють під час бетонування конструкцій і зберігають в умовах, однакових з умовами витримування бетону конструкцій.

Неруйнівний метод застосовують для контролю міцності бетону безпосередньо в конструкції.

7.4.4 Бетонування в зимовий період

За мінусових температур замерзання води в бетоні, який твердне, призводить до виникнення внутрішніх сил, що порушують кристалічні новоутворення. Під час відтавання і подальшого твердіння при нормальних умовах ці новоутворення повністю не відновлюються. Крім того, порушується зчеплення із зернами заповнювача і арматурою, що знижує міцність бетону, його щільність, стійкість і довговічність.

Якщо бетон до замерзання набирає потрібної початкової міцності, то зазначені вище процеси не впливають на нього негативно. Мінімальна міцність, за якої замерзання бетону не є небезпечним, називається *критичною*. Критична міцність залежить від класу бетону, виду конструкції та умов експлуатації і становить 30–100 %: для бетонних і залізобетонних конструкцій і бетону класів В30 і В40 – 30 %, а для конструкцій, до яких ставляться спеціальні вимоги з морозостійкості, газо- та водонепроникності – 100 %.

Для забезпечення умов, при яких бетон набуває критичної міцності, застосовують спеціальні методи приготування, подавання, укладання і витримування бетону. Готуючи бетонну суміш у зимових умовах, температуру підвищують до 35–40 °С підігріванням води до 90 °С і заповнювачів – до 60 °С. Бетонну суміш транспортують при можливості без перевантажень. Місця навантаження і розвантаження суміші захищають від вітру, а засоби подавання в конструкції утеплюють.

Бетонування слід виконувати безперервно і високими темпами, при цьому раніше укладений шар бетону слід перекрити до того, як у ньому температура стане нижчою за передбачену.

Витримування бетону виконують за допомогою різних методів. Метод термоса застосовують для бетонування масивних бетонних і залізобетонних конструкцій, модуль поверхні яких у разі укладання суміші на портландцементі не перевищує – 6, а на швидкотвердіючому портландцементі – 10. Модуль поверхні конструкції визначають за відношенням відкритої поверхні конструкції до n об'єму. При цьому методі бетонну суміш з температурою 25–45 °С укладають в утеплену опалубку. Завдяки теплоті, яка внесена бетоном

і виділяється цементом (явище екзотермії), бетон набуває критичної міцності раніше, ніж у будь-якій частині конструкції, температура бетону знижується до 0°C.

Метод термоса економічний і простий у виробництві, оскільки не потребує спеціального устаткування для обігрівання бетону в конструкціях, його обслуговування і витрат електроенергії, пари й палива.

Різновидами цього методу є термос із застосуванням хімічних добавок і гарячий термос, які дають змогу поширити використання цього методу на конструкції з великим модулем поверхні.

Метод термоса із застосуванням хімічних добавок полягає у використанні сумішей з хімічними добавками, які прискорюють твердіння бетону, знижують температуру замерзання рідкого компонента бетонної суміші та забезпечують твердіння бетону за температури, нижчої від 0 °С.

Як добавки до бетону широко використовують карбонат калію (поташ), нітрит натрію, хлориди кальцію і натрію, а також нітрит кальцію, аміачну воду, нітратнітритхлорид кальцію та інші хімічні речовини.

Хімічні добавки становлять до 2 – 3 % маси цементу і діють як прискорювачі твердіння, що дає змогу бетону швидко набрати міцності. Якщо ввести більшу кількість добавок (3 – 15 % маси цементу), точка замерзання суміші знижується, в результаті бетон твердне за низьких температур – близько 5...25°C. Такі добавки називають протиморозними. Бетонуючи армовані конструкції, перевагу віддають добавкам, які не спричиняють корозії арматури (наприклад, поташу, нітриту натрію).

Застосування добавок обмежене в конструкціях з попередньо напруженою арматурою, а також у конструкціях, які експлуатуються в агресивних середовищах, зонах блукаючих струмів і під дією постійного струму.

Слід також ураховувати, що застосування добавок може зумовити появу висолів на поверхні конструкції.

Метод гарячого термоса полягає в короткочасному розігріванні бетонної суміші перед її укладанням до температури 60 – 90 °С, ущільненні її в гарячому стані й подальшому термосному витримуванні. Бетонну суміш розігрівають на будівельному майданчику із застосуванням спеціальних електроустановок у кузовах автомобілів чи в баддях. Такий метод використовують для конструкцій з модулем поверхні до 12.

Якщо метод термоса неефективний, застосовують метод термооброблення бетону.

Електропрогрівання бетону засноване на використанні теплоти, що виділяється в бетоні під час проходження крізь нього електричного струму. Найпоширенішими є електродне й індукційне прогрівання.

7.4.5 Контроль якості при виконанні бетонних і залізобетонних робіт

Лабораторний контроль якості при виконанні бетонних і залізобетонних

робіт повинен бути ретельним на всіх стадіях виробничого процесу.

Контролюють якість бетонної суміші у місця приготування і після її транспортування в місця укладання, готовність ділянок споруди для бетонування (наявність підготовленої основи, відповідність проекту арматури, закладних частин, пристроїв для утворення монтажних отворів і т.д.).

Всі основні дані про бетонування конструкції заносять в журнал виконання бетонних робіт. Якість бетонної суміші перевіряють шляхом контролю дозування на бетонному заводі і рухомості бетонної суміші в місцях приготування та укладання. Міцність покладеного бетону оцінюють за результатами випробувань контрольних зразків на стиск. Контрольні зразки у вигляді кубів розміром 20 × 20 × 20 см виготовляють у місці бетонування конструкцій і зберігають в умовах, близьких до умов витримування конструкцій.

Для кожної марки бетону виготовляють серію з трьох зразків-близнюків. Бетон вважається таким, що витримав випробування, якщо середня міцність контрольних зразків буде не нижче 85 % проектної.

Приблизно міцність бетону в конструкції можна визначити механічним приладом, дія якого заснована на врахуванні глибини лунки, що утворилася в бетоні при ударі бойка приладу.

Неруйнівні методи контролю дозволяють контролювати якість бетону безпосередньо в конструкціях неруйнівними методами. До цих методів відносяться акустичний (імпульсний), радіометричний і СВЧ-поглинання.

Ультразвукові (акустичні) випробування зводяться до визначення швидкості поширення ультразвукових хвиль у досліджуваному матеріалі за попередньо складеними тарувальними залежностями, швидкість поширення ультразвуку – міцність бетону.

Радіометричні випробування засновані на тому, що гамма-промені, проходячи крізь бетонну суміш, втрачають інтенсивність випромінювання внаслідок поглинання і розсіювання. Зі збільшенням ступеня ущільнення суміші зростає поглинання гамма-променів.

Метод СВЧ-поглинання заснований на принципі ослаблення енергії надвисокої частоти при проходженні через контрольований матеріал. Застосування цього методу дозволяє здійснювати автоматичний контроль вологості бетону і сипких матеріалів.

7.4.6 Охорона праці під час виконання бетонних робіт

Виконуючи опалубні, арматурні, бетонні роботи й роботи з розпалублення, потрібно контролювати кріплення риштувань, їх сталість, правильне влаштування настилу, драбин, огороження.

Щитову опалубку колон, ригелів і балок з пересувних драбин допускається встановлювати на висоті над рівнем землі чи перекриттям не більше 5,5 м. Працювати на висоті 5,5–8 м дозволяється з пересувних помостів, а на висоті

понад 8 м опалубку монтують з помостів завширшки не менше 0,7 м, укладених на підтримувальне риштування і забезпечених огороженням. Якщо влаштовують опалубку стін, риштування слід встановлювати через кожні 1,8 м по висоті. Влаштовуючи опалубки залізобетонних склепінь, куполів, помости з огороженням треба розміщувати на горизонтальних поперечках підтримувальних риштувань.

Контрольні запитання

1. Наведіть схему комплексного процесу бетонування.
2. Яке функціональне призначення опалубки? Які вимоги ставляться до неї?
3. Перелічіть види опалубки й особливості застосування кожного з них.
4. Призначення арматури у бетонних конструкціях.
5. Які види транспорту використовують для доставки бетонної суміші на майданчик?
6. Назвіть засоби механізації для подачі бетонної суміші в опалубку конструкцій?
7. З якою метою ущільнюють бетонну суміш?
8. Яка технологія влаштування робочих швів при бетонуванні?
9. Які заходи догляду за бетоном?
10. Як проводять контроль якості при виробництві бетонних і залізобетонних робіт?
11. Які заходи слід виконувати при бетонуванні в зимових умовах?

ЛЕКЦІЯ 8 ТЕХНОЛОГІЯ КАМ'ЯНОГО МУРУВАННЯ

8.1 Різновиди кам'яних матеріалів, сфера їх застосування

Кам'яні роботи – це складний будівельний процес, в якому основною є кладка з природних чи штучних каменів. Кладку виконують на будівельному розчині вручну, а за допомогою кранів з дотриманням правил розрізування.

Використовують природні штучні вироби (керамічні, силікатні та бетонні). Цегляну кладку зі звичайної чи силікатної цегли застосовують для зведення стін, простінків, стовпів.

Дрібно-блокову кладку виконують із штучного й природного каменю правильної форми (керамічних та бетонних, бетонних шлакобетонних, гіпсових, силікатних і каменів з вапняків, туфу) маса яких до 16 кг дає змогу укласти їх вручну.

Тесову кладку виконують з природних каменів, яким надано правильної форми для зведення і облицювання монументальних споруд.

Бутобетонну кладку з каменю і бетону застосовують для зведення фундаментів і стін підвалів з урахуванням ґрунтових умов у розпір зі стиками траншей або опалубки.

Великоблокову кладку виконують з блоків, виготовлених з бетону, керамзитобетону і шлакобетону, цегли і керамічних каменів або з природного каменю. Фундаменти і стіни зводять, як правило, стріловими кранами.

8.2 Правила розрізування кам'яного мурування

Кладку виконують горизонтальними рядами. Камені, викладені довшим боком – ложком – уздовж стін, утворюють ложковий ряд, коротким боком – поперечний ряд. Заповнювання між верстами – забутка. Товщина швів при кладці каменів має становити для горизонтальних швів 10 – 15 мм, для вертикальних швів 8 – 12 мм. Глибина незаповнення розчином швів не повинна перевищувати 15 мм. для стін, 10 мм – для стовпів.

Існують три правила розрізування кам'яної кладки:

1. Постелі каменів, викладених у ряди мають укладатися перпендикулярно до сил, що на них діють, або сприймати зусилля під кутом, який запобігав би зсуву каменів – це 15° – 170° .

2. Кожний ряд кладки має ділитися на окремі камені системою вертикальних площин, одні з яких перпендикулярні до верстових рядів, а інші паралельні їм.

3. Третє правило передбачає перев'язування вертикальних швів (рис. 8.1).

За умови недопущення збігу в суміжних рядах кладки поперечних і поздовжніх швів. У разі порушення цього правила можливе розрізання масиву кладки на окремі стовпчики, не здатні до самостійної роботи.

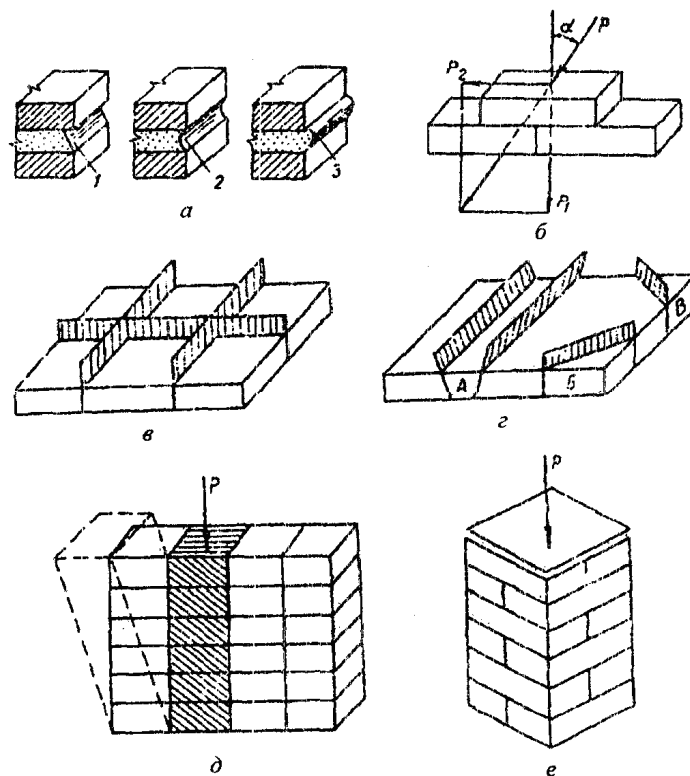


Рисунок 8.1 – Види розшивки кладки й особливості її розрізу:
a – розшиті шви; *б* – вплив на кладку похилої сили; *в*, *г* – відповідно правильне і
 неправильне розташування площин розрізу; *д*, *е* – кладка відповідно без
 перев'язки і з перев'язкою швів; 1, 2, 3 – розшиті шви (неповний, увігнутий,
 опуклий)

8.3 Розчини для кам'яної кладки

За видом в'язучого розчини поділяють на прості (цементні, вапняні, гіпсові) й складні або змішані (цементно-вапняні, цементно-глиняні).

Цементні розчини використовують для зведення підземних і надземних конструкцій, які несуть великі навантаження, а також конструкцій, що працюють у насичених водою ґрунтах.

Вапняні розчини застосовують для кладки конструкцій, які працюють у сухих умовах.

Цементно-вапняні розчини використовують у сухих і вологих умовах. Як заповнювач використовують кварцовий, шлаковий або пемзовий пісок. Щільність – до 1 500 кг/м³.

Марка розчину визначається межею міцності на стиск кубу з ребром 70 мм на 28 добу твердіння. За нормальних умов використовують розчини марок М4, М10, М25, М50, М75, М100, М150, М200; в осінньо-зимовий період – розчини марок від М100 до М300.

Розчини мають бути пластичними й водоутримувальними. Пластичність залежить від водов'язучого відношення (В/В) і визначається величиною занурення в нього стандартного конуса. Для бутової кладки застосовують

розчини з рухливістю 4–6 см, для кладки з цегли, бетонних каменів – 9–13 см. В умовах сухого й жаркого клімату рухливість розчину – 12–14 см.

8.4 Інструменти і пристрої для кам'яної кладки

Інструменти – лопатка для перемішування розчину, комбінована кельма для розрівнювання розчину, кувалда і трамбівка, молоток-кирка, розшивка (рис. 8.2).

Для контрольно-вимірювальних операцій застосовують: рулетки – для розмітки прорізів примикань стін, шнури-причалки – для фіксації горизонтальності й прямолінійності рядів, гнучкий водяний рівень, будівельний рівень для контролю горизонтальності й вертикальності площин кладки, правило – дерев'яна рейка 1,5–2 м, – для контролю лицевої площини кладки.

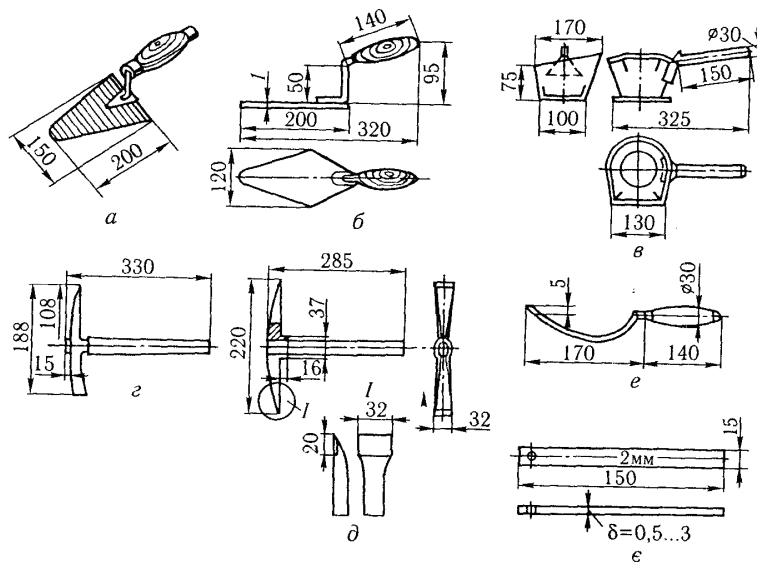


Рисунок 8.2 – Типовий ручний інструмент:

a – комбінована кельма; *б* – кельма для вогнетривника; *в* – ківш для вогнетривкового розчину; *г* – молоток-кирка; *д* – кирка з лезом із твердого сплаву; *е* – розшивка; *є* – щуп робочий

8.5 Помости й риштування

Для зміни рівня робочого місця муляра застосовують спеціальні інвентарні помости й риштування. За допомогою цих пристроїв ведуть кладку стін заввишки 6 м. Риштування встановлюють ззовні будівлі.

Трубчасті безболтові риштування мають вигляд просторової конструкції заввишки до 40 метрів, яка складається з двох рядів стояків, що встановлені в башмаки і нарощені трубами-стояками завдовжки 2 м, діаметром 60 мм, і ригелів завдовжки 2 м такого самого діаметра, дерев'яного щитового настилу завтовшки 50 мм, секцій огорожень.

Підвісні струнні риштування складаються з верхніх підтримувальних конструкцій і підвісок (струн) зі сталі, прогонів, щитів настилу, огорожень.

Під час зведення цегляних стін і перегородок багатоповерхових будівель широко застосовують блокові й шарнірно-панельні помости з відкидними опорами, які дають можливість змінити їхню висоту від 1 до 2 метрів, а також переносні площадки для кладки зовнішніх стін сходово-ліфтової клітини (рис. 8.3).

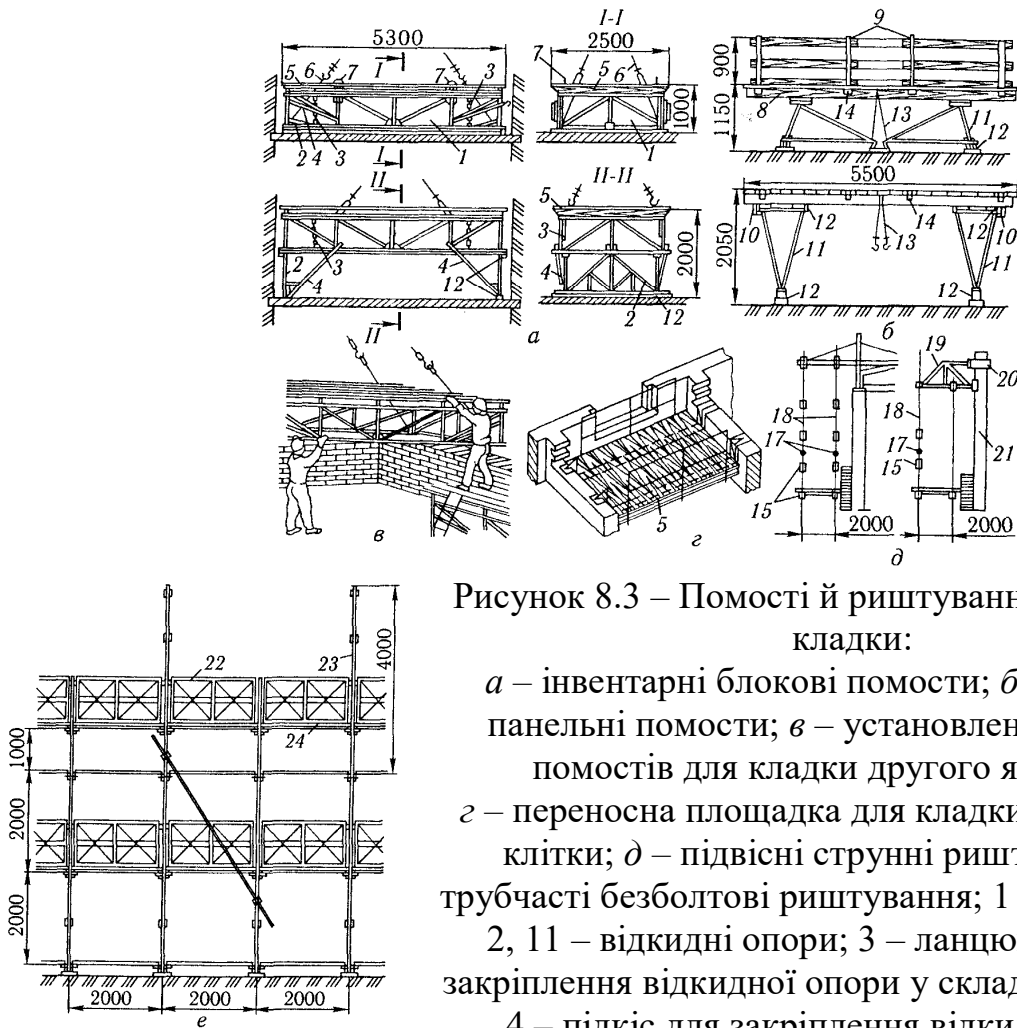


Рисунок 8.3 – Помості й риштування для кам'яної кладки:

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

8.6 Технологічні особливості мурування стін, простінків, стовпів

Зовнішнім транспортом доставляють матеріали на будівельний майданчик у зону роботи кранів. Цеглу й дрібні каміння, викладені на дерев'яних піддонах пакетами з перехресним або «ялинковим» перев'язуванням, перевозять бортовими автомобілями. Розвантаження, піднімання, а також установа виконують монтажним краном.

Суцільну неармовану кладку використовують для зведення стін, простінків. Товщину стін обирають кратною половині довжини цеглини ($\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$).

Монолітність кладки забезпечують перев'язанням поперечних і поздовжніх вертикальних швів за одно- чи багаторядною системою перев'язки швів.

У випадках, коли кладку виконують з одинарної повнотілої та полегшеної цегли 65 мм завтовшки, поперечниковим рядом перекривають п'ять ложкових (таку перев'язку називають *п'ятирядною*). У випадках, коли товщина цегли понад 65 мм, ложкові ряди перев'язують поперечниковим через кожні 0,4 м (від верху нижнього до низу верхнього поперечникового ряду). У випадку багаторядної системи перев'язування поздовжні вертикальні шви залишають наскрізними на всю висоту ложкових рядів, а поперечні шви перев'язують у кожному ряду.

У випадку кладки суцільних цегляних стін за однорядною системою перев'язування кожний вертикальний шов нижнього поперечникового ряду має перекриватися цеглинами верхнього ложкового ряду. Для цього цеглини поперечникових і ложкових рядів зміщують у поздовжньому напрямку на $\frac{1}{2}$ цеглини (див. рис. 8.4, *а, в*). У разі кладки стін за багаторядною системою перев'язування вертикальні поперечні шви у суміжних ложкових рядах зміщують на $\frac{1}{4}$ цеглини, а в поперечникових – на $\frac{1}{2}$ цеглини.

Під час укладання прямих кутів забезпечується перев'язування вертикальних поперечних і поздовжніх швів, а саму кладку слід починати з першого ряду зовнішньої поперечникової версти поздовжньої стіни взаємно перпендикулярним розміщенням тричверток (див. рис. 8.4, *б*).

Залежно від товщини стіни і системи перев'язування другий ложковий ряд кута починають цілими цеглинами або тричвертками.

Кладку простінків і стовпів виконують за трирядною системою перев'язування (рис. 8.4), за якої допускається збіг поперечних вертикальних швів у трьох суміжних рядах кладки. Ці шви перекривають цеглою кожного четвертого поперечникового ряду. Міцність трирядної кладки менша за однорядну на 3%.

У багатоповерхових цивільних і промислових будівлях *перемички й карнизи* виконують збірними залізобетонними. У малоповерхових будівлях отвори завширшки 2 м перекривають цегляними рядковими перемичками, а завширшки 4 м – цегляними арковими. Для надійного влаштування рядкових перемичок і запобігання можливого випаданню цегли першого ряду під нього укладають мінімум три стрижні арматури (див. рис. 8.4, *е*). Стрижні спирають на кладку укосів прорізу. По опалубці розстиляють шар розчину завдовжки 20 –

30 мм, в який занурюють арматуру. Кінці стрижнів заводять за грані отвору на 250 мм.

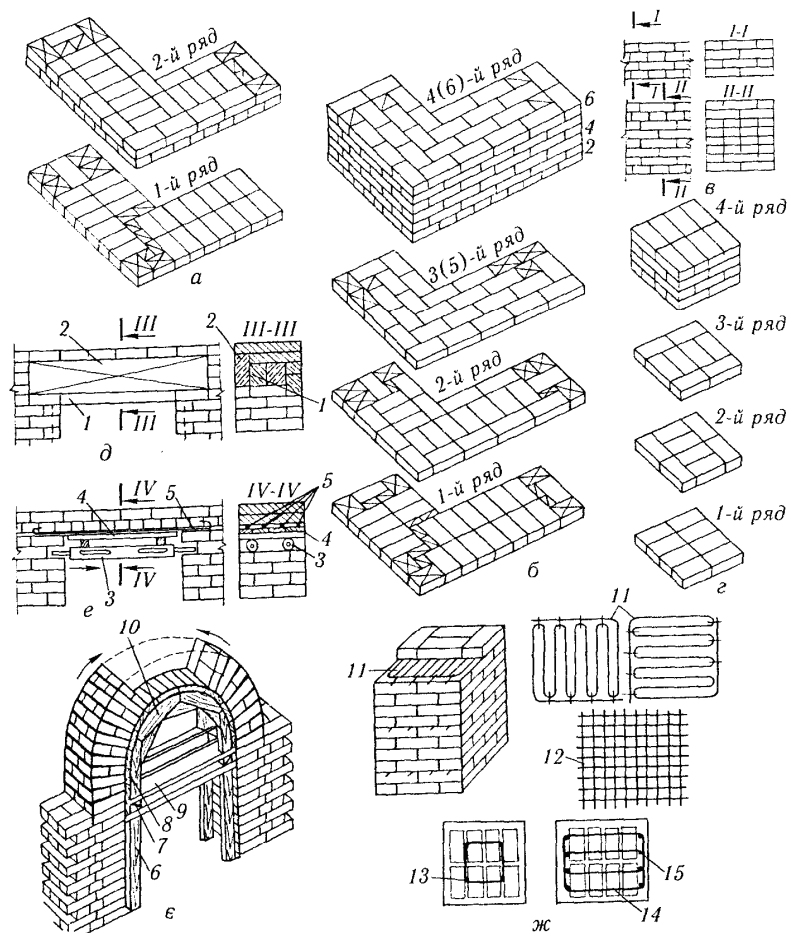


Рисунок 8.4 – Системи перев’язування швів у суцільному цегляному муруванні різноманітних конструктивних елементів будівель:

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

Арочні перемички кладуть із звичайної цегли зі швами клинуватої форми (товщина знизу – не менше 5, зверху – не більше 25 мм). Кладка арочних перемичок влаштовується по опалубці-настилу із дощок, прибитих до кружальних ребер. Конструкція опалубки забезпечує рівномірне опускання під час розпалублення, що здійснюється осаджуванням клинів, підкладених під кружала (див. рис. 8.4).

Звис кожного ряду кладки карнизу не повинен перевищувати $\frac{1}{3}$ довжини цеглини. Загальний випуск цегляного неармованого карниза має бути не більшим за половину товщини стіни; для більшого виносу кладку армують або

виконують по залізобетонних карнизних плитах, які заанкеровують у кладку стіни.

Перегородки завтовшки $\frac{1}{4}$ цеглини влаштовують завдовжки до 3 м і заввишки до 2,7 м, а за товщини перегородок $\frac{1}{2}$ цеглини ці розміри можуть бути збільшені. Більшу стійкість перегородок можна забезпечити армуванням сталевими стрижнями діаметром до 6 мм. Кріплення перегородок здійснюють сталевими стрижнями або штирями.

8.7 Організаційні методи зведення конструкцій, організація робочого місця праці мулярів

Робоче місце муляра складається з трьох зон: робочої, матеріалів і допоміжної (рис. 8.5). Воно є частиною загального фронту робіт ланки, в межах якої розміщені елементи конструкцій, матеріали, пристрої і переміщуються робітники.

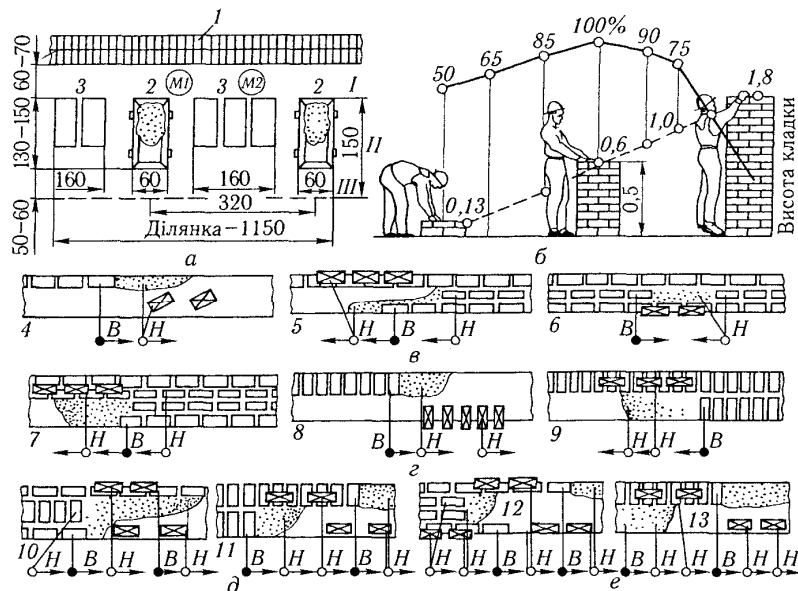


Рисунок 8.5– Схеми організації робочих місць і праці в ланці мулярів: а – робоче місце ланки мулярів під час кладки простих стін (1 – стіна, що зводиться; 2 – ящики з розчином; 3 – пакети цегли); б – графік зміни продуктивності праці муляра; в – схема роботи ланки «двійки» під час кладки стін у $1\frac{1}{2}$ цеглини (4 – кладка зовнішньої ложкової версти; 5 – те саме, внутрішньої; 6 – те саме, забутки); г – схеми роботи ланки «трійки» під час кладки стін у 2 цеглини (7 – кладка внутрішньої ложкової версти; 8 – те саме, зовнішньої поперечникової версти; 9 – те саме, внутрішньої); д – схема роботи ланки «п'ятірки» під час кладки стін у 2 цеглини (10 – кладка ложкової версти, 11 – те ж саме, поперечникової); е – схема роботи ланки «шістки» під час кладки стін у 2 цеглини (12 – кладка ложкового ряду; 13 – те саме, поперечникового); I – робоча зона; II – зона матеріалів; III – допоміжна зона; M_1, M_2 – розміщення мулярів; В – муляр вищого розряду; Н – те саме, нижчого

У робочій зоні – смузї завширшки 0,6–0,7 м між кладкою і матеріалами – працюють муляри. Зона з матеріалами займає смугу завширшки 1,3–1,5 м, зона проходу робітників – допоміжна, завширшки 0,5–0,6 м. Загальна ширина робочого місця муляра становить 2,4–2,8 м.

У процесі зведення глухих стін розчин і стінові матеріали розкладають уздовж фронту робіт почергово. За наявності стіни з прорізами цеглу і дрібні блоки розміщують проти простінків, а розчин – проти прорізів. Стінові матеріали подають на робоче місце заздалегідь (на 2–4 год. роботи), а розчин перед початком кладки. Продуктивність праці мулярів залежить від висоти рівня кладки. Найвищої продуктивності під час кладки каменів муляри досягають, укладаючи камені на висоті 0,5–0,6 м від рівня робочого місця (див. рис. 8.5). На початку кладки і зі зростанням висоти продуктивність праці знижується. Виходячи з цього, висоту ярусу кладки при товщині стіни до двох цеглин вибирають близько 1,2 м, а при товщині у три цеглини – 0,9 м.

Організація праці бригади мулярів полягає у визначенні рівня спеціалізації окремих ланок, їх кваліфікації та чисельності. Операції, що становлять процес кам'яної кладки, неоднакові за складністю. Операції пов'язані з викладкою маяків, кріпленням порядовок, встановленням шнурів-причалок, кладкою верстових рядів, облицюванням, контролем якості, повинні виконувати муляри високої кваліфікації, а подавання розчину, каменів і кладку забутки можуть здійснювати підручні.

За *потоково-роздільного методу* бригада мулярів займає частину поверху будівлі – захватку, яку розбивають на ділянки за кількістю ланок. Довжина ділянки може становити 13–40 м. У цьому разі ефективніше працюють ланки «двійки», «трійки», «четвірки», «п'ятірки».

У разі кладки стін з великим числом прорізів або архітектурних деталей, стовпів і стін завтовшки в одну і півтори цеглини, а також перегородок у півцеглини роботи виконує ланка «двійка» (див. рис. 8.5). Кладку суцільних стін завтовшки у дві цеглини з однорядним перев'язуванням та завтовшки півтори цеглини з багаторядним перев'язуванням доцільно проводити ланкою «трійка» (див. рис. 8.5). Ефективною є кладка стін простої та середньої складності завтовшки у дві цеглини і більше, яку виконує ланка «п'ятірка» (див. рис. 8.5). Полегшені стіни, порожнину яких заповнюють шлакобетоном, зводять ланками «четвірка». Вони ефективні також для кладки стін завтовшки не менше ніж у дві цеглини з одночасним їх облицюванням.

Кладку стін і перегородок з дрібних блоків здійснюють ланкою «двійка», а стін з облицюванням цеглою – «трійка» або двома ланками «двійка».

Потоково-конвесрний (кільцевий) *метод* ефективний у разі зведення будівель нескладної форми у плані зі стінами простої та середньої складності завтовшки у дві-три цеглини й малим обсягом кладки внутрішніх стін. У цьому випадку ділянки не визначають, а ланка «шістка» переміщується по захватці вздовж стіни, що зводиться і кожна ланка кладе один ряд. У кожній ланці «шістка» працюють «двійками», які рухаються безперервно по периметру

захватки. Перша «двійка» викладає зовнішню версту, друга – внутрішню, третя – забутку (див. рис. 8.5).

8.8 Кладка з природних каменів неправильної форми

Бутову кладку виконують з каменів неправильної форми масою не більше 30 кг: рваний камінь, зокрема постелистий з двома приблизно паралельними гранями і бруковий округлої форми. Кладку ведуть горизонтальними рядами за можливості однакової товщини, з перев'язуванням швів і чергуванням у кожному ряду поперечникових і ложкових каменів. Перед кладкою камені очищують, а в суху, жарку і вітряну погоду змочують водою.

У процесі зведення фундаменту перший ряд з великих постелястих каменів викладають насуху, ретельно заповнюють пустоти щебенем, утрамбовують і заливають рідким розчином, кладку наступних рядів виконують двома способами – під залив або під лопатку.

Під час *кладки під залив* кожний ряд каменів заввишки 15–20 см кладуть насуху у розпір зі стінками траншей (у щільних ґрунтах) або в опалубці (див. рис. 8.5, а, б). У цьому випадку версти не викладають. Пустоти між каменями заповнюють щебенем і заливають цементним розчином рухливістю 13–15 см. Враховуючи те, що розчин не завжди потрапляє у місця, де камені торкаються один одного, і нерівномірно розподіляється по поверхні, в кладці утворюються пустоти, що впливає на її міцність. Тому під залив роблять кладку фундаментів тільки під будівлі, не вищі ніж у два поверхи.

Кладку під лопатку починають з викладання верстових рядів заввишки 30 см на розчині рухливістю 4–6 см. Виступи каменів, які заважають кладці, сколюють. Кожний камінь кладуть на розчин і осаджують ударами кувалди. У проміжки між верстовими рядами накидають розчин і на нього кладуть камені забутки. Пустоти між каменями заповнюють щебенем (див. рис. 8.5, д, е, ж, з). Кладку під лопатку застосовують для зведення стін, простінків і стовпів. Каміні в такому випадку підбирають за шаблоном однієї висоти, сколюючи їхній лицевий бік для отримання рівної поверхні кладки.

Бутові стіни облицьовують цеглою одночасно з кладкою, при цьому кожний шостий поперечниковий ряд лицевої поверхні зв'язують з бутовою кладкою (див. рис. 8.5, є).

Для створення декоративної поверхні стіни із бутового каменю, наприклад підпірної, застосовують *циклопічну кладку* (див. рис. 8.6, и, і). Кладку ведуть під лопатку з таким розміщенням каменів зовнішньої версти, щоб забезпечити перев'язування з внутрішньою верстою або забуткою і створити відповідний рисунок зі швів між каменями. Кладку виконують під розшивку (шов завширшки 2–4 см) з наданням відповідної форми. У суху, жарку і вітряну погоду кладку захищають від висихання брезентом, рулонними покрівельними матеріалами або матами. Після перерви в роботі поверхню кладки очищають від сміття, за потреби зволожують, а потім продовжують кладку прийнятим способом.

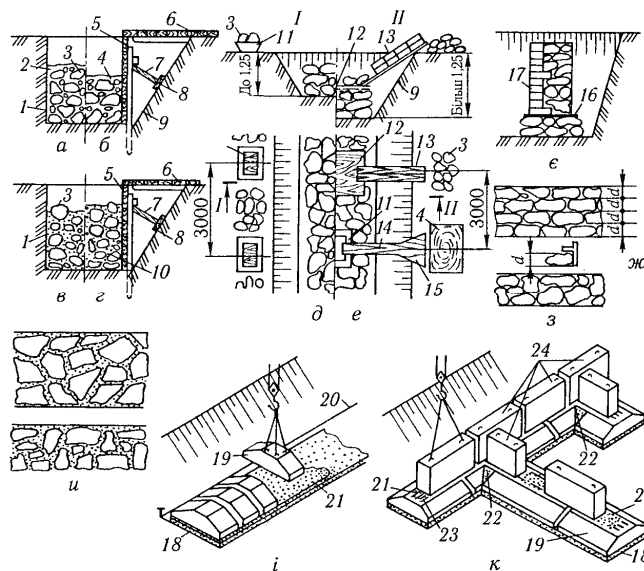


Рисунок 8.6 – Зведення конструкцій підземної частини будівлі з бутового каменю і великих бетонних блоків:

a, б – кладка стрічкових фундаментів із бутового каменю під залив у розпір відповідно з ґрунтовою стінкою і опалубкою; *в, з* – те саме, з бутобетону; *д, е* – те саме, під лопатку, відповідно до 1,25 м завглибшки; *є* – те саме, з одночасним облицюванням цеглою; *ж, з* – кладка стін з бутового каменю під скобу, відповідно план і фасад; *и* – те саме, циклопічна; *і, к* – зведення фундаментів і стін підвалу із великих бетонних блоків;

- 1, 9 – траншеї з вертикальними і похилими стінками; 2 – щебінь; 3 – бут;
 4 – цементний розчин; 5 – опалубка; 6 – робочий настил; 7 – підкіс;
 8 – підкладка; 10 – бутобетон; 11 – ящик для розчину; 12 – дерев'яний щит для приймання бутового каменю; 13 – жолоб для подавання буту; 14, 15 – лоток для подавання розчину; 16 – гідроізоляція; 17 – кладка з лицевої цегли; 18 – бетонна підготовка; 19 – фундаментний блок-подушка; 20 – причалка з дроту;
 21 – постіль із розчину; 22 – бетон у примиканні; 23 – армований пояс;
 24 – стінові блоки

Горизонтальність і прямолінійність рядів кладки, особливо верстових, перевіряють за шнуром-причалкою, який натягують між порядковками або шаблонами.

Бутобетонна кладка. Кладку з буту і бетонної суміші ведуть у розпір зі стінами траншей (у щільних ґрунтах) або з бічними щитами опалубки (див. рис. 8.6, *в, з*). Бетонну суміш подають до місця укладання полотіку, встановленому під кутом 60°. Укладання здійснюється горизонтальними шарами не вище ніж 0,3 м. Після укладання шару бетонної суміші поверхню ущільнюють поверхневим вібратором.

У процесі зведення бутових фундаментів організація робочого місця залежить від глибини їх закладання (траншей). При глибині до 1,25 м ящики для розчину і камені розміщують на краю траншеї (рис. 8.6, *д*). Під час кладки на глибині понад 1,25 м камінь і щебінь

розміщують поза траншеєю. Ящики з розчином встановлюють краном безпосередньо на кладку або заповнюють їх вручну за допомогою лопатки (рис. 8.6, е).

Стрічкові фундаменти і стіни з бутового каменю завтовшки 80 см кладуть під лопатку ланками «трійка», а тонші стіни й стовпи – ланками «двійка». У разі роботи ланкою «двійка» забутку кладуть два муляри.

У процесі бутобетонної кладки камені розкладають штабелями вздовж фронту робіт так, щоб кількість їх не перевищувала половини об'єму масиву.

Для приймання бетонної суміші й укладання її в тіло фундаменту між штабелями каменів треба залишати відповідні розриви. Бутобетонну кладку виконують ланкою «двійка».

8.9 Контроль якості кам'яної кладки

Кладку необхідно контролювати постійно, перевіряючи якість, відповідність робочим кресленням, вимогам будівельних норм.

Якість цегли і розчину встановлюють за паспортом заводів-виготовників, а також за результатами лабораторних випробувань.

У процесі виконання кладки перевіряють правильність перев'язки і якість швів, вертикальність і прямолінійність поверхонь. Товщину швів перевіряють через 5–6 рядів кладки. Середня товщина горизонтальних швів повинна складати 12 мм, а вертикальних 10 мм. По завершенні кладки поверху, використовуючи нівелір перевіряють її горизонтальність і оцінку верху. Відхилення рядів кладки з цегли по горизонталі не повинне перевищувати 15 мм на 10 м довжини.

Охорона при виконанні кам'яних робіт. При зведенні кам'яних конструкцій треба строго дотримувати правил охорони праці. У процесі кладки муляр зобов'язаний виконувати наступні вимоги: працювати у спецодязі, застосовувати запобіжні пристрої, при розмивці зовнішніх швів не знаходитись на стіні, обгороджувати викладені прорізи або встановлювати дверні чи віконні блоки, стежити за справністю інструменту, спускатися з риштування тільки по драбинах. Підмости повинні бути міцними й стійкими. Настили, риштування і драбинки огороджують висотою не менше 1 м. Рівень верхньої частини кладки на кожному ярусі має бути вище не менше ніж на два ряди цегли щодо поверхні робочого настилу риштування.

При виконанні кладки висотою до 7 м слід встановлювати огороження по всьому периметру будинку на відстані не менше 1,5 м від стіни. Якщо стіни мають висоту більше 7 м, необхідно влаштовувати захисні козирки у вигляді настилу на кронштейнах, шириною 1,5 м з нахилом 20° до горизонту. Перший ряд поверхів розташовують на висоті 6–7 м над першим з наступною перестановкою через 7 м.

Контрольні питання

1. Які основні види кладок і розчини застосовують при зведенні будинків?
2. Назвіть основні характеристики кам'яної кладки.
3. Три правила розрізання кам'яної кладки.
4. Які види підмостей і риштування використовують для кладки?
5. Назвіть способи укладення цеглин.
6. Які системи перев'язки цегляної кладки застосовують при зведенні будинків?
7. Охорона праці при цегляній кладці.

ЛЕКЦІЯ 9 МОНТАЖ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

9.1 Склад і структура процесу монтажу будівельних конструкцій

Монтаж будівельних конструкцій – це комплексно-механізований процес потокової зборки будинків і споруд з елементів і конструктивних вузлів заводського виготовлення, що включає транспортні операції, підготовчі й власне монтажні процеси (рис. 9.1).



Рисунок 9.1 – Структура процесу монтажу

Наведена структура процесу монтажу будівельних конструкцій є узагальнюючою. У кожному конкретному випадку вона може бути уточнена у бік збільшення або зменшення належних до виконання робочих операцій і процесів.

Організаційно монтаж будівельних конструкцій може бути виконаний за двома схемами: монтаж «зі складу» і монтаж «із транспортних засобів». При організації монтажу «зі складу» усі зазначені технологічні процеси й операції виконують безпосередньо на будівельному майданчику. При організації монтажу «із транспортних засобів» на будівельному майданчику виконують тільки власне монтажні процеси.

9.2 Монтажна технологічність будівельних конструкцій

Монтажна технологічність – це ступінь пристосованості даної конструкції до перевезення і власне монтажу з мінімальними витратами праці, часу, матеріальних засобів і енергетичних ресурсів.

Визначальні принципи монтажно-технологічності: рівномасовість монттованих елементів, раціональне укрупнення конструкцій, висока заводська готовність, застосування стикових з'єднань, що самофіксуються.

Рівномасовість монттованих елементів є важливим показником технологічності і характеризується відношенням середньої маси монтажних елементів до маси найбільш важкого елемента. Чим більше це відношення наближається до одиниці, тим сприятливіші умови з погляду використання кранів за вантажопідйомністю і технологічною стабільністю монтажних операцій.

Укрупнення конструкцій веде до відповідного зменшення числа елементів на будинок, а отже до скорочення витрат машинного часу крана і зниження трудомісткості монтажних робіт. При цьому межі раціонального укрупнення конструкцій обмежуються лише вантажопідйомністю монтажних кранів.

Точність виготовлення конструкцій – один з важливих визначальних показників монтажно-технологічності, тому що від неї залежить точність монтажу збірних конструкцій.

9.3 Класифікація методів монтажу будівельних конструкцій

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

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

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

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

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

Комбінований (змішаний) монтаж – це поєднання роздільного і комплексного методу. Наприклад, при монтажі конструкцій одноповерхового промислового будинку спочатку встановлюють колони (як при роздільному методі), а потім всі інші конструкції по осередках (як при комплексному методі). Метод ефективний при наявності на монтажному майданчику декількох типів монтажних механізмів і застосовується з метою поліпшення їхнього використання.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

9.4 Технологічні операції установки конструкцій у проектне положення

За технологічними ознаками монтажні операції поділяються на три групи:

1. *Такелажні*, зв'язані з підготовкою конструкцій до підйому, оснастки і стропування (захоплення);
2. *Власне монтажні*, що включають підйом, наведення, орієнтування, установку, вивірку і закріплення конструкцій;
3. *Супутні*, що передбачають антикорозійний захист, герметизацію, бетонування стиків, установку кріпильних деталей і т.п.

Склад і послідовність операцій залежать від типу монтованих елементів, будівельно-технологічних і монтажних характеристик об'єкта, що зводиться.

9.4.1 Оснащення і захоплення конструкцій

Оснащення – операція по обладнанню монтованих конструкцій пристроями й устаткуванням, необхідними для створення зручних, надійних і безпечних умов провадження робіт. До елементів оснащення відносяться: різні канати, що виконують роль стропів, вантів, розтяжок або відтяжок; розпірки, тяги, підкоси, застосовувані для вивірки і кріплення конструкцій; начіпні сходи, підмости і коліски.

Застосовується звичайно інвентарне оснащення.

Сукупність елементів оснащення, призначених для підтримки, підйому й опускання конструкцій, а також для наведення та орієнтування, називають *такелажем*.

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

Крокви пристрої підрозділяють:

за просторовою твердістю – на гнучкі й тверді.

Гнучкі встановлюють з канатів і бувають універсальними, полегшеними і багатовітковими (рис. 9.2). Тверді у вигляді металевих стрічок чи захваток застосовують у тих випадках, коли конструкції, що піднімаються, не можуть сприймати зусилля, що виникають від гнучких стропів, при обмеженій висоті підйому гака монтажного крана або для зручності проведення робіт (рис. 9.2);

за областю застосування – на універсальні, застосовувані для захвату багатьох типів конструкцій, і спеціалізовані, придатні тільки для окремих конструкцій;

за способами керування – на дистанційно керовані, що дозволяють робити розструповку на відстані, і некеровані, відчеплення яких здійснюється вручну;

за принципом роботи – на механічні, електромагнітні, вакуумні й комбіновані.

9.4.2 Підйом і подача конструкцій до місця установки, установка конструкцій, вивірка, тимчасове та постійне кріплення

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

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

Установлення конструкцій

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

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

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

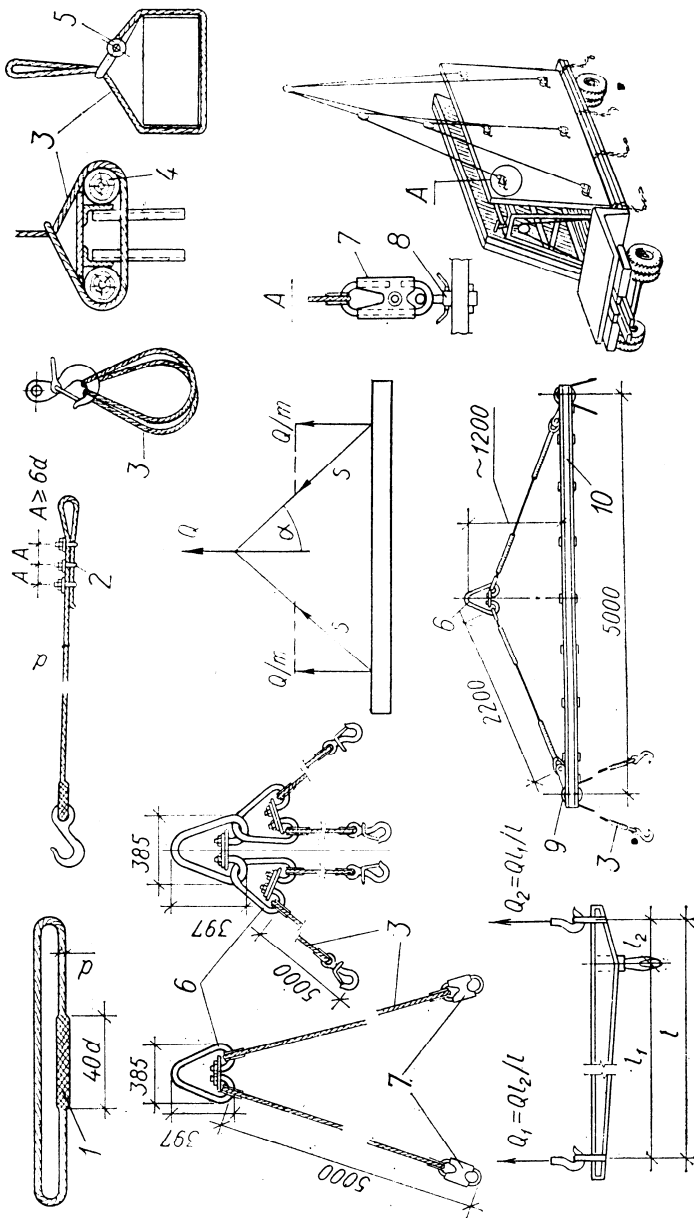


Рисунок 9.2. – Стропи і траверси:

а, б – універсальний в полегшений строп; в, г, д – приклади стропування; е, ж – і чотирикутні стропи; з – розрахункова схема стропів; і, к – траверси для підйому конструкцій двома й одним краном; л – схема кантування панелі перекриття за допомогою універсального стропа, що вріноважує; 1 – забіг; 2 – стиски; 3 – строп; 4 – прокладка; 5 – напівавтоматичне захоплення; 6 – скоба; 7 – карабін; 8 – захватка; 9 – блок; 10 – балка

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

Вивірка конструкцій

Вивірка – операція, що забезпечує точну відповідність положення монттованих конструкцій проектному. Вивірка може бути візуальною чи інструментальною. В окремих випадках вивірку можна не робити.

Візуальна вивірка виконується при достатній точності опорних поверхонь і стиків конструкцій з використанням сталевих рулеток, лінійок, шаблонів і т. п.

Інструментальну вивірку виконують, коли складно забезпечити точність установки монттованих конструкцій. Інструментальна вивірка передбачає перевірку положення змонттованих конструкцій у плані, по висоті й вертикалі з

використанням кондукторів та інших пристроїв, а також інструментів – теодолітів, нівелірів та ін.

Безвивірочна установка застосовується в основному при монтажі металевих конструкцій (в окремих випадках і залізобетонних) з підвищеним класом точності геометричних розмірів у монтажних стиках.

Тимчасове закріплення конструкцій

Тимчасове закріплення конструкцій – операція, що забезпечує їхню стійкість у проектному положенні на період вивірки і постійного закріплення. З тимчасовим закріпленням установлюють статично хиткі монтажні конструкції в тих випадках, коли необхідно звільнити монтажний засіб від утримання конструкцій, при виконанні перевірочних робіт, тривалій підготовці стиків і т. п.

Засоби тимчасового кріплення підрозділяються на індивідуальні й групові.

Індивідуальні засоби кріплення – клини, розчалки, підкоси, розпорки, кондуктори, фіксатори (рис. 9.3) застосовують для закріплення одиночних статично хитких монтажних елементів і конструкцій.

Групові засоби кріплення передбачають закріплення декількох статично хитких монтажних елементів і конструкцій. До цих засобів відносяться групові кондуктори і спеціальні пристрої (рис. 9.3).

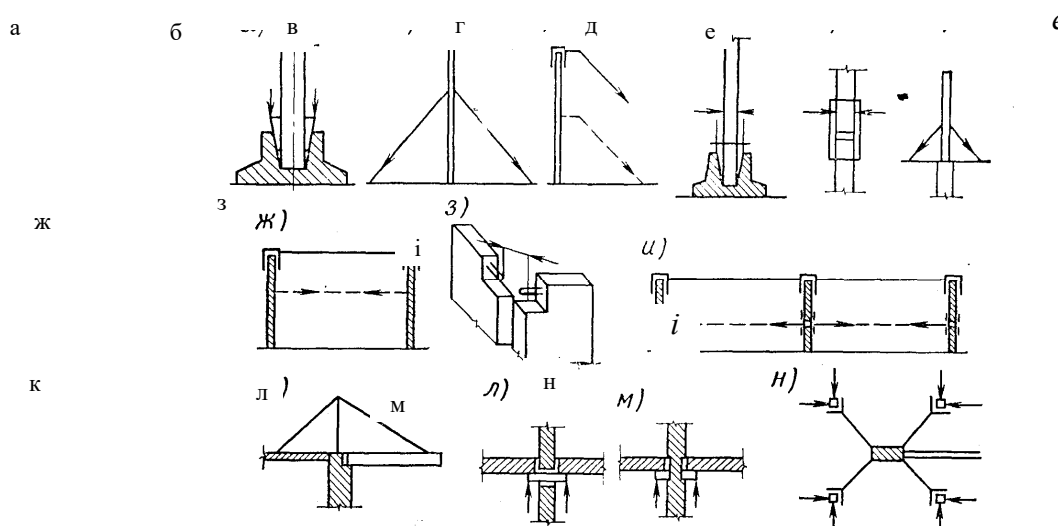


Рисунок 9.3 – Тимчасове кріплення:

а – клинами; б – розчалюванням; в – підкосами; г, д, е – кондукторами; ж – розпорками; з – розсувною скобою; і – горизонтальними штангами з осьовими затисками, встановленими зверху конструкцій і через отвори; к – спеціальними пристроями; л – обпиранням на колону шляхом установки в отвір колони балки-чеки; м – те ж установкою обтисних пристроїв чи клинових опор; н – груповим кондуктором

Постійне закріплення конструкцій

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

Електрозварювання може бути ручним, автоматичним і напівавтоматичним і виконуватися з однієї чи двох сторін деталей, які зварюються. Для цього крайки деталей обрізають під прямим чи косим кутом, а сам скіс роблять однобічним, двостороннім або чашкоподібним.

Основними способами зварювання монтажних з'єднань є дугова шовна, дугова ванна і електрошлакова.

Для забезпечення надійності стикових з'єднань збірних залізобетонних конструкцій необхідно захищати металеві частини від корозії.

Антикорозійний захист. Захист сталевих зв'язків елементів залізобетонних конструкцій (заставних деталей і зварених з'єднань) здійснюють двома способами: омонолічуванням бетону і нанесенням захисних покриттів.

Захист бетоном передбачає надійне омонолічування сталевих зв'язків бетоном, щільність і марка якого, а також товщина захисного шару стосовно елементів сталевих з'єднань не менше, ніж у збірних залізобетонних елементів. У цьому випадку схоронність сталевих зв'язків забезпечується так само, як і сталевих арматур в бетоні.

Якщо ж за умовами провадження робіт у зв'язку з конфігурацією стику чи очікуваного в процесі експлуатації можливе утворення тріщин надійний захист сталевих з'єднань бетоном неможливий або проблематичний, використовують захисні покриття.

Захисні покриття використовують двох основних видів: лакофарбові (полімерні) і металеві.

Герметизацію стиків роблять у випадках, коли необхідно запобігти проникненню вологи в будинок. Для цієї мети застосовують різні мастики, пористі прокладки, герметизуючі стрічки, які наносять і укладають у стиках стінових панелей і блоків.

Герметизуючі мастики підрозділяються на ті, що не твердіють, і ті, що твердіють.

Мастики, що не твердіють, (УМЗ-50, бутепрол) являють собою грузлу масу, що не твердіє, практично не утрачає своєї пластичності протягом декількох років з моменту приготування. Виготовлюються мастики на основі поліізобутиленового, етиленпропіленового, ізопренового і бутилового каучуків, наповнювачів і пластифікаторів. Призначені вони для герметизації закритих і дренажних стиків зовнішніх стін при температурі від -50 до $+70$ °С.

Затверділі (вулканізовані) мастики – тіаколові двокомпонентні АМ-05, У-30М, КБ-05, бутилкаучукова двокомпонентна ЦПЛ-2У, силіконова однокомпонентна «Еластосил-11-06» – являють собою еластичну гумоподібну масу з високої адгезією (прилипанням) до бетону та інших матеріалів на основі каучуку, розчинника, наповнювача і вулканізатора. Робоча температура мастик звичайно від –50 до +70 °С, а «Еластосил-11-06» – від –55 до +250 °С.

Пористі прокладки (гернітові й пороізоллові джгути, прокладки ПРП-1) використовують у стиках зовнішніх стін як ущільнюючий матеріал і пружну підоснову під мастичний герметик.

Для захисту герметизуючих мастик від атмосферно-кліматичних впливів застосовують полімерцементні розчини, ПВХ, бутадієнстирольні і кумарово-каучукові фарби. На нетвердіючі мастики покриття можна наносити безпосередньо після герметизації стиків, на затверджуючі мастики – після їхнього затвердіння, але не раніше ніж через добу після герметизації стиків. Забороняється застосовувати як захисне покриття цементно-піщаний розчин.

Замонолічування стиків і швів

Замонолічування стиків і швів виконують переважно при монтажі залізобетонних конструкцій для закріплення їх у проектному положенні, збереження міцності й стійкості на тривалий час і захисту конструкцій, що огорожують, від продування і проникнення вологи, забезпечення необхідної звукоізоляції, задоволення необхідних теплотехнічних якостей.

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

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

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

Склад бетонної або розчинної суміші для заповнення стиків підбирають у кожному конкретному випадку окремо. Суміші приготують на швидкотвердіючих портландцементях і портландцементях марки 400 і вище; як великий заповнювач використовують щебінь або гравій фракцій 5–20 мм. Розмір зерен піску для стиків стінових панелей не повинен перевищувати 5 мм.

Спосіб ін'єкціонування полягає в заповненні порожнини стику розчином під тиском у спеціальну опалубку за допомогою пневматичних і механічних нагнітачів (рис. 9.4).

Спеціальна опалубка складається з двох Г-подібних половин, які з'єднують і затягують болтами або клинами. Опалубку встановлюють з герметизуючими прокладками з еластичної гуми. Порожнину стику заповнюють рухомим

розчином марки 300 при надлишковому тиску до 30 Па. Ін'єкційні голівки приєднують до штуцерів засувок в опалубці і відкривають контрольні крани. Щоб уникнути повітряних пробок, розчин подають у порожнину опалубки з невеликою швидкістю. Коли з отворів контрольних кранів з'являється розчин, їх закривають і продовжують подачу розчину для створення додаткового тиску. Потім засувки закривають, а ін'єкційну голівку від'єднують.

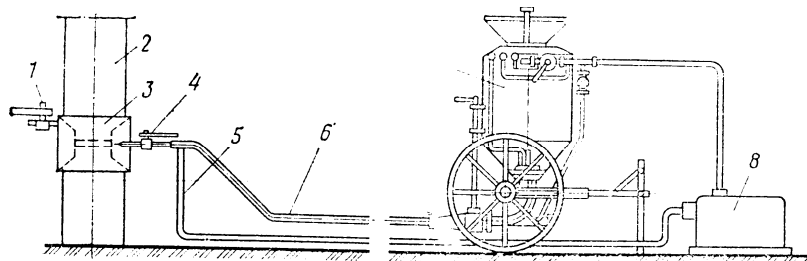


Рисунок 9.4 – Замонолічування стику колон ін'єкціюванням:

1 – контрольний кран; 2 – колона; 3 – опалубка; 4 – наконечник з краном; 5 – повітровід; 6 – трубопровід; 7 – нагнітач; 8 – компресор

Замонолічені стики в період твердіння бетону (розчину) захищають від ударів, струсів, впливу прямих сонячних променів, створюють необхідний вологісний режим.

Передача монтажних навантажень на стики допускається після досягнення бетоном або розчином міцності не менше 70 % проектної.

9.5 Монтажні механізми

9.5.1 Типи і технологічні можливості монтажних механізмів

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

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

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

істотне значення при наявності в прольоті раніше виконаних фундаментів під устаткування, тунелів, каналів та інших підземних споруд.

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

Стрілові крани на гусеничному ході широко використовують при монтажі конструкцій промислових будинків і споруд. Застосовують їх і при монтажі цивільних будинків (монтаж конструкцій нульового і наземного циклу). Володіючи гусеничним ходом, такі крани роблять малий питомий тиск на ґрунт (до 0,15 МПа), що дозволяє використовувати їх при переміщенні по спланованому й ущільненому ґрунті з ухилом до 3° для кранів зі стрілами довжиною до 25 м і до 1° для кранів зі стрілами більшої довжини і при баштово-стріловому обладнанні. Крани можна легко перебазувати з об'єкта на об'єкт.

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

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

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

Стрілові залізничні крани застосовують у будівництві в обмеженій кількості, переважно при вантажно-розвантажувальних роботах і обслуговуванні майданчиків укрупненого складання на складах, що мають залізничні колії. Менше ці крани застосовують на монтажі конструкцій промислових будинків і споруд, коли в зоні монтажу є залізничні колії.

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

Козлові крани використовують у будівництві на вантажно-розвантажувальних роботах на складах і майданчиках укрупненого збирання, при зведенні одноповерхових промислових будинків, у прольотах яких улаштовуються великого об'єму фундаменти під устаткування і виконуються

інші підземні споруди, а також монтується складне устаткування. У цивільному будівництві такі крани застосовують при монтажі будинків з об'ємних елементів.

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

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

9.5.2 Вибір монтажного крана

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

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

Вибір ведучого монтажного крана базується на необхідності відповідності монтажно-конструктивної характеристики об'єкта, що монтується (конструктивної схеми і розмірів будівлі, маси і розташування елементів на будинку, рельєфу будівельного майданчика та інших особливостей, що визначають вибір технічних засобів монтажу) параметрам монтажного крана.

До основних параметрів монтажних кранів відносяться:

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

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

– продуктивність – кількість вантажу, переміщеного і монтованого в одиницю часу. Продуктивність монтажного крана може також вимірюватися числом циклів в одиницю часу;

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

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

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

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

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

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

– установлена потужність – сумарна потужність силової установки крана.

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

Необхідну вантажопідйомність крана визначають за виразом

$$Q_k = Q_m + Q_{oc} + Q_{em}$$

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

Баштові крани. Висоту підйому вантажного гака над рівнем стоянки крана H_k , м, визначають за формулою (рис. 9.5)

$$H_k = h_o + h_3 + h_c + h_{cm}$$

Виліт гака крана L_k , м, визначають за формулою

$$L_k = a / 2 + b + c$$

Стрілові крани. Для стрілових самохідних кранів (на автомобільному, пневмоколісному і гусеничному ході) визначають наступні параметри (рис. 5.5): висоту підйому гака H_k , довжину стріли L_c і виліт гака L_k . Висоту підйому гака H_k встановлюють так само, як для баштових кранів.

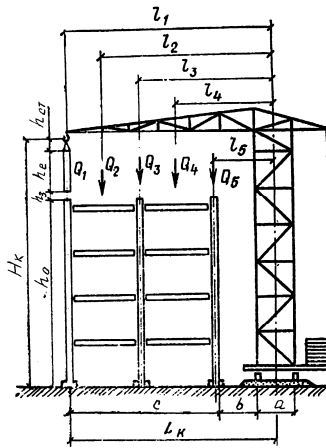


Рисунок 9.5 – До визначення технічних параметрів баштового крана: $Q_1...Q_5$ – маси конструкцій, що монтуються; $l_1...l_5$ – видалення центрів ваги конструкцій від осі крана; h_0 – перевищення місця установки (монтажного горизонту) над рівнем стоянки баштового крана; h_3 – запас за висотою, що вимагається за умовами безпеки монтажу; h_c – висота чи товщина елемента; $h_{СТ}$ – висота стропування; a – ширина підкранової колії; b – відстань від осі рейки підкранової колії до найближчої частини будівлі; c – відстань від центру ваги елемента, що монтується, до найбільш виступаючої частини будинку

у

Довжину стріли крана без гуська L_c , м (рис. 9.6, а) визначають за формулою

$$L_c = (H_0 - h_c) / \sin a + (b + 2S) / 2 \cos a,$$

де H_0 – сума перевищення монтажного горизонту, h_0 запаса за висотою h_3 і товщини (висоти) елемента h_c ;

$$H_0 = h_0 + h_3 + h_c,$$

h_c – перевищення рівня осі кріплення стріли над рівнем стоянки, м; α – кут нахилу осі стріли до горизонту; b – довжина (ширина) елемента, що монтується, м; S – відстань від краю елемента, що монтується, до осі стріли ($S \geq 1,5$).

Найменша довжина стріли крана забезпечується при нахилі її осі під кутом α за формулою

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt{2(H_0 - h_c)(b + 2S)}.$$

За довжиною стріли знаходять виліт гака L_k , м:

$$L_k = L_c \cos a + d,$$

де d – відстань від осі повороту крапу до осі опори стріли, м ($d \approx 1,5$ м).

Крім визначення вильоту гака при остаточному виборі крана слід перевірити також достатність розміру вантажного поліспада h_n . Величину h_n м, визначають за формулою

$$h_n = [(b + 2S) / 2 \cos a] / \sin a - h_{cm},$$

де h_{cm} – висота стропування, м.

Отримане значення необхідно порівняти з довжиною вантажного поліспада обраного крана (звичайно $h_n = 1,5 \dots 5$ м).

Для стрілових кранів, обладнаних гуськом (рис. 9.6, б),

найменшу припустиму довжину стріли при $\beta = 0$ визначають за формулою

$$L_c = (H - h_c) / \sin \alpha,$$

де H – перевищення осі обертання гуська над рівнем стоянки крана, м.

Виліт гака гуська $L_{2.2}$ м, складає

$$L_{2.2} = (H - h_c) / \operatorname{tg} \alpha + L_2 / \cos \alpha,$$

де L_2 – довжина гуська (від осі опори до осі вантажного блока), м.

Розглянутий спосіб визначення вильоту гака доцільний при пересуванні крана уздовж фронту монтажу елементів. Якщо ж ряд елементів, що паралельно укладаються, монтують з однієї стоянки краном, що стоїть проти середніх елементів цього ряду (що часто має місце при монтажі плит перекриття одноповерхових промислових будинків, коли кран переміщується по осі прольоту), то для укладання віддалених від осі прольоту елементів прийдеться повертати стрілу крана в горизонтальній площині на кут φ (рис. 9.6, в).

При повороті будуть змінюватися виліт гака, довжина і кут нахилу стріли (позначимо його α_φ), а також висота підйому гака.

Використовуючи раніше отримані значення, знаходимо кут

$$\operatorname{tg} \varphi = D / L_k,$$

де D – горизонтальна проекція відстані від осі прольоту до центру елемента, що монтується, м.

Одержавши значення кута φ , визначають проекцію довжини стріли, м:

$$L_{c\varphi} = L_k / \cos \varphi - d,$$

Оскільки різниця залишається незмінною, можна знайти $\operatorname{tg} \varphi$ за формулою

$$\operatorname{tg} \varphi = (H_k - h_c) / L_{c\varphi},$$

Знаючи величину кута α_φ , визначають мінімальну довжину стріли крана L_φ , м для монтажу крайнього елемента:

$$L_{k\varphi} = L_{c\varphi} / \cos \alpha_\varphi$$

Виліт гака $L_{k\varphi}$, м, одержують, додаючи до проекції довжини стріли $L_{c\varphi}$, величину d :

$$L_{c\varphi} = L_{cs} / d$$

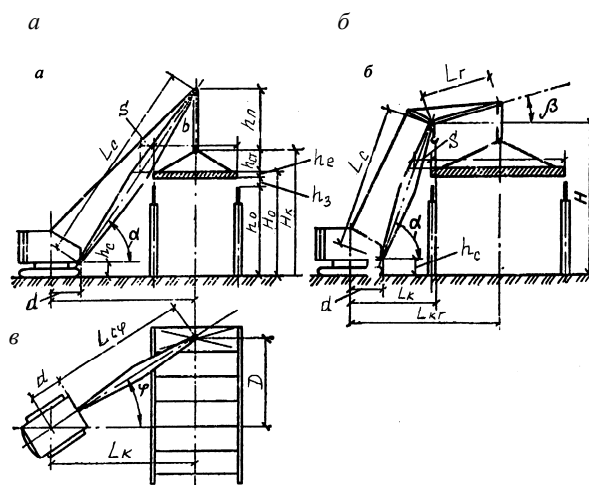


Рисунок 9.6 – До визначення технічних параметрів самохідних стрілових кранів: а – без гуська; б – з гуськом; в – без гуська з поворотом у плані

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

Якщо можливий монтаж будинку або споруди кранами декількох марок і навіть типів, то визначають економічну ефективність використання підібраних кранів в умовах даного будівництва. Економічну ефективність використання того чи іншого крана (чи комплекту кранів) визначають порівнянням техніко-економічних показників, основні з яких – тривалість монтажу та трудомісткість конструкції. У цих показниках відбиваються фактори, що характеризують конструктивні особливості кранів (продуктивність, число обслуговуючого персоналу та ін.), ступінь охоплення краном монтажних робіт і використання його за часом і вантажопідйомністю, продуктивність праці робітників, експлуатаційні витрати на транспортування, монтаж і демонтаж, а також витрата електроенергії, палива, пального, мастильних матеріалів та ін.

9.5.3 Вибір оптимального варіанта монтажного крана

Тривалість робіт. При визначенні тривалості робіт враховують витрати часу на установку конструкції кранами в проектне положення, процес якого закінчується їх тимчасовим закріпленням, витрати часу на монтаж і демонтаж кранів, допоміжні пристрої, технологічні перерви в установці конструкцій (час на монтаж, пересування чи перестановку кондукторів, виконання інших видів робіт, для яких необхідно перервати установку конструкцій). Тривалість робіт у змінах

$$T = T_m + T_n + T_y + T_m + T_d,$$

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

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

При сполученій роботі декількох кранів значення T_M і T_A враховують тільки для першого крана. Для інших кранів ці процеси сполучають з установкою конструкцій попередніми кранами і на загальну тривалість робіт не впливають. Значення T_T у цьому випадку враховують для першого крана, якщо технологічна перерва виникає на першій захватці, і в період роботи останнього крана. Тривалість установки конструкцій T_y визначається залежно від кількості кранів, послідовності й сполучення їхньої роботи.

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

Тривалість установки конструкцій одним краном

$$T_{yI} = \sum \frac{P_i}{kQ_{ei}}$$

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

Використовуючи значення Q_{ei} ,

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

де P_i – обсяг робіт, що монтуються, краном конструкцій, шт.; t_{yi} – тривалість циклу роботи крана при установці конструкцій даного виду, хв.; $1,2$ – коефіцієнт перевиконання норм; t_3 – тривалість зміни, год.; при п'ятиденному робочому тижні – 8,2; K_B – коефіцієнт використання робочого часу крана в зміну; приймається для баштових кранів рівним 0,8, для стрілових самохідних кранів – 0,85. Тривалість циклу роботи крана

$$t_{yi} = \frac{H_{kpi}}{V_{ni}} + \frac{H_{spi}}{V_{oi}} + \left(\frac{\alpha_i}{180n} + \frac{L_{ri}}{V_{ri}} \right) \cdot k_c + \frac{L_{ni}}{P_i \cdot V_{ki}} + t_{pi}$$

де H_{kpi} – висота підйому гака при установці кожного з видів конструкцій, м; V_{ni} V_{oi} V_{ri} V_{ki} – відповідно швидкість підйому та опускання гака, пересування вантажу по горизонталі чи пересування вантажного візка, пересування крана, м/хв.; α_i – середній кут повороту крана при монтажі кожного виду конструкцій, град; n – швидкість повороту крана, об/хв.; k_c – коефіцієнт сполучення операцій, рівний 0,75; L_{ri} – відстань переміщення вантажу по горизонталі, м; L_{ni} – загальна довжина шляху пересування крана, включаючи холостий хід при виконанні даного обсягу робіт, м; t_{pi} – тривалість виконання ручних операцій, хв.

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

$$T_{yji} = \sum \frac{P_{ji} t_{uji}}{590 \cdot k_{Bj}},$$

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

При сполученій роботі j кранів, які включаються послідовно, тривалість установки конструкцій визначається з урахуванням сполучення їхньої роботи. Тут можуть бути два випадки: тривалість роботи наступного крана більше або дорівнює тривалості попереднього, чи тривалість роботи наступного крана менше або дорівнює тривалості попереднього. У першому випадку наступні крани включаються відповідно через час $t_1, t_2 \dots t_{j-1}$, роботи попереднього на початковій захватці (рис. 5.7, а). Якщо $T_{y1} \leq (t_1 + T_{y2}) \leq \dots \leq (t_{j-1} + T_{yj})$, то тривалість установки конструкції при сполученні роботи j кранів $T_{ycj} = t_1 + t_2 + \dots + t_{j-1} + T_{ycj}$ – тривалість установки конструкцій при суміщеній роботі j кранів, змін; t_1 – тривалість установки конструкцій на початковій захватці першим краном, змін; t_2 – тривалість установки конструкцій $j-1$ краном на початковій захватці, змін; T_{yj} – тривалість установки конструкцій

останнім краном j сполучення на всій ділянці:

$$T_{ycj} = \sum \frac{P_{1i} t_{u1i}}{590k_{B1}} + \sum \frac{P_{2i} t_{u2i}}{590k_{B2}} + \dots + \sum \frac{P_{(j-1)i} t_{u(j-1)i}}{590k_{B(j-1)}} + \sum \frac{P_{ji} t_{uji}}{590k_{Bj}},$$

де P_{1i}, \dots, P_{ji} – обсяг робіт, шт., елементів, що монтуються, 1, 2, ... ($j-1$) кранами видів конструкцій на одній захватці і j краном на своїй ділянці; при підйомі конструкцій пакетами – кількість підйомів; $t_{u1i} \dots t_{uji}$ – тривалість циклів роботи кранів при установці відповідних видів конструкцій; k_{B1}, \dots, k_{Bj} – коефіцієнти використання робочого часу відповідних кранів.

Якщо крани працюють послідовно, один за одним, у формулу вставляють повні обсяги P_{ji} , виконувані цими кранами, всі інші дробові члени будуть рівні 0. Якщо $T_{y1} \geq (t_1 + T_{y2}) \geq \dots \geq (t_{j-1} + T_{yi})$, то початок роботи наступного крана повинен бути відповідно зрушений відносно початкової захватки на величину $t_{x1}, t_{x2}, \dots, t_{x \times (j-1)}$ з метою забезпечення для нього фронту робіт на кінцевій захватці (рис. 9.7, б).

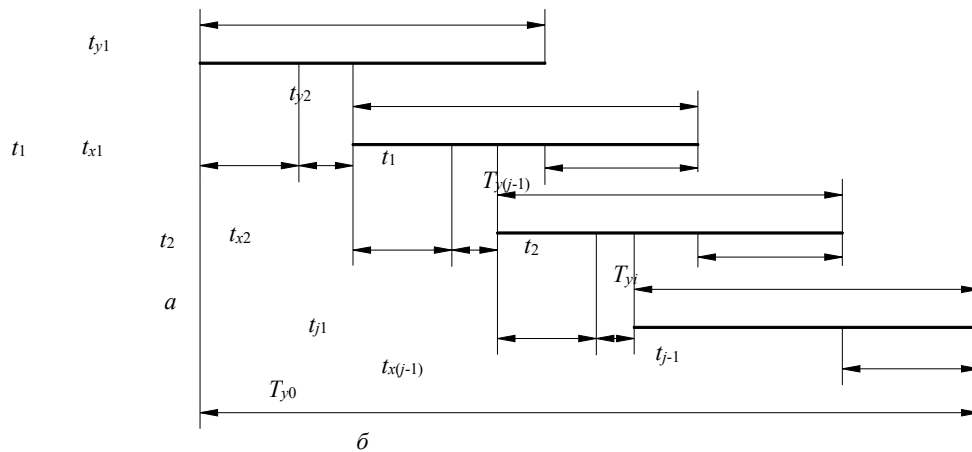


Рисунок 9.7 – Визначення тривалості установки конструкцій при сполученій роботі кранів:

a – з умов роботи на початковій захватці; $б$ – на кінцевій захватці

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

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

$$\theta_c = \frac{\tau_j (a_{y j} + a_{T j} + a_{M j} + a_{B j} + a_{D j} + a_{P j})}{\sum_j \sum_i P_{j i} G_i}$$

де θ_{yj} – трудомісткість установки конструкцій, люд.-змін.; a_{Tj} – трудомісткість транспортування (перебазування) крана до місця робіт, люд.-змін.; θ_{Mj} – трудомісткість монтажу крана, люд.-змін.; θ_{Bj} – трудомісткість монтажу і розбирання пристроїв, люд.-змін.; θ_{Dj} – трудомісткість пробного пуску крана, люд.-змін.; P_{ij} – кількість видів конструкцій, монтованих кожним краном, шт.; G – маса, т, або обсяг, м³, одного елемента

$$\theta_{yj} = \sum_i \frac{P_{ji} N_i}{1,2 Q_{\phi ji}} = \sum_i \frac{P_{ji} t_{цji} N_i}{590 k_{вj}}$$

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

Контрольні питання

1. Наведіть структуру процесу монтажу будівельних конструкцій.
2. Що таке монтажна технологічність будівельних конструкцій?
3. Які методи монтажу будівельних конструкцій Ви знаєте?
4. Які види стропувальних пристроїв застосовують при монтажі будівельних конструкцій?
5. Які способи установки будівельних конструкцій Ви знаєте?
6. Як здійснюється вивірка будівельних конструкцій?
7. Які засоби застосовують для тимчасового закріплення будівельних конструкцій?
8. Які типи монтажних механізмів застосовують при монтажі будівельних конструкцій?
9. Як здійснюють вибір монтажного крана за технічними параметрами?
10. За якими техніко-економічними показниками визначають ефективність використання монтажного крана?

ЛЕКЦІЯ 10 ТЕХНОЛОГІЯ ВЛАШТУВАННЯ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ

10.1 Загальні положення

Покрівля – це верхнє водоізоляційне покриття, яке захищає будівлі й споруди від проникнення атмосферних опадів. Покрівля має бути морозо- й термостійкою, міцною, щоб витримувати навантаження від снігу й вітру, довговічною.

Найчастіше покрівлі влаштовують з рулонних матеріалів, рідше із штучних й з мастик. Покрівельні роботи серед інших будівельних робіт найбільш трудомісткі.

10.2 Улаштування покрівель з рулонних матеріалів

Рулонні покрівлі можуть улаштовуватись наклеюванням рулонних покрівельних матеріалів на мастиках (традиційні покрівлі); методом підправлення нижнього шару полотнищ; укладанням мембран площею до 500 м², а також використанням самоклеюного руберойду. Основні рулонні матеріали для традиційної покрівлі – це руберойд, склоруберойд, пергамін. Як наплавлювані рулонні матеріали використовують руберойд вітчизняного виробництва (Луцького, Харківського, Кременчуцького).

Для влаштування покрівель із мембран найчастіше використовують полімербитумні мембрани фірми «Сполі» (Україна), Індекс (Італія), Алкоплан (Бельгія). Кількість шарів у рулонних покрівлях залежить від типу будівлі чи споруди, виду гідроізоляційного матеріалу й нахилу даху і може становити від одного до п'яти.

Марку мастики для влаштування рулонних покрівель визначають залежно від району будівництва, виду й нахилу даху. Товщина шару мастики не повинна перевищувати 2 мм. Захисний шар на рулонних покрівлях влаштовують з гравію крупністю 10–20 мм. Поверхню деяких рулонних матеріалів посипають мінеральними порошками для того, щоб рулон не злипався під час зберігання. Перед наклеюванням таких матеріалів посипку знімають.

Якщо нахил даху менший ніж 15 %, полотнища наклеюють паралельно гребню і карнизу, якщо більший – перпендикулярно до гребня, тобто за стоком води. Основою під рулонні покрівлі можуть бути бетон, цементно-піщана стежка, азбестоцементні листи.

Улаштування рулонних покрівель – це комплекс процесів з підготування основи під пароізоляцію вирівнюванням поверхні; влаштування пароізоляції з рулонних або мастикових матеріалів; укладання теплоізоляції; влаштування захисної або вирівнювальної стежки; нанесення ґрунтувального шару; влаштування основних водозахисних шарів покрівлі й захисного шару.

Технологічні операції з улаштування основних водозахисних шарів виконують у такій послідовності:

- наклеюють додаткові шари рулонного килима в розжолобках, на

установок уздовж лінії дотику полотнища з основою або раніше наклеєним полотнищем (рис. 10.2).

Комплексна механізація покрівельних робіт наведено на рисунку 10.2.

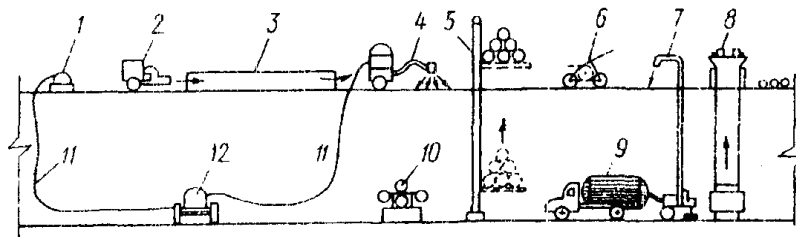


Рисунок 10.2 – Комплексна механізація покрівельних робіт:

1 – очищення поверхні основи стиснутим повітрям; 2 – просушка основи гарячим повітрям; 3 – продувка гарячим повітрям; 4 – ґрунтування основи пневматичним способом за допомогою нагнітального бачка і пістолета-розпилювача; 5 – піднімання рулонів на дах підйомником або краном «Піонер»; 6 – наклеювання рулонів за допомогою машини; 7 – подача мастики по трубопроводу; 8 – подача гравію елеватором для створення захисного шару; 9 – автогудронатор; 10 – очищення і перемотування рулонів на верстаті; 11 – рукава для подачі повітря; 12 – компресор

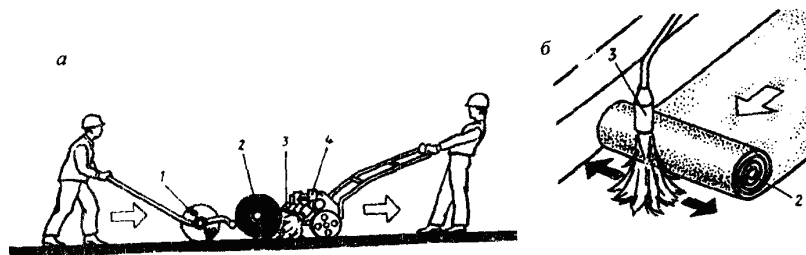


Рисунок 10.3 – Наклеювання наплавлюваних матеріалів способом розігріву покривного шару: *а* – багатофорсуночним газовим пальником; *б* – те ж саме однофорсуночним; 1 – ковзанка; 2 – рулон; 3 – газові пальники; 4 – форсунка

Улаштування покрівель з полімерних матеріалів – це один з напрямів індустріалізації покрівельних робіт. Таку покрівлю влаштовують із заводських килимів площею 100–500 м². Ширина килима може становити 3–12 м. На заводі килими складають склеюванням полотнищ, які потім намотують на осердя. До початку влаштування покрівлі готують основу, тобто зрізають монтажні петлі, виконують підкладний шар з пергаменту.

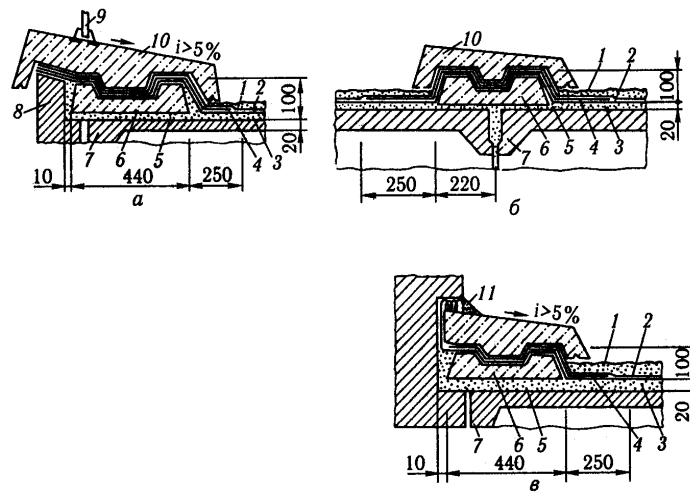


Рисунок 10.4 – Конструктивні вузли покрівель з полімерних матеріалів: *а* – прилягання покрівлі до цегляного парапету; *б* – те саме, в місцях суміжних ділянок водозбору; *в* – те саме, до внутрішньої стіни; 1 – привантажувальний шар; 2 – захисний шар; 3 – збірний покрівельний килим; 4 – захисний фартух; 5 – підстильний шар; 6 – підкладний збірний елемент; 7 – плита покриття; 8 – стіна; 9 – металева огорожа; 10 – притискний збірний елемент; 11 – цементний розчин

Гідроізоляційний килим розкручують за допомогою крана. Після цього влаштовують роздільний шар з полотнищ руберойду. Полотнище кладуть насухо з напуском 10 мм. Після цього подають на покрівлю привантажувальний гравій. Конструктивні вузли покрівлі показано на рисунку 10.4.

10.3 Мастикові покрівлі

Мастикові покрівлі влаштовують із бітумних емульсійних паст і мастик, а також з полімерних мастик і гарячих бітумно-гумових мастик. Емульгатором може бути глина, вапно чи суміш з азбестом або базальтовим волокном. Бітумні емульсійні паста й мастики готують централізовано. Паста може зберігатися тривалий час у герметичній тарі або під шаром води.

Влаштування мастикових покрівель починають з підготовки поверхні основи: перевіряють нахил нівеліром, наклеюють над стиками панелей покриття захисні армувальні прокладки з ткані склосітки, занурюючи її в бітумно-емульсійну пасту; влаштовують гнучкі компенсатори з поліетиленової плівки по шару емульсійної паста. Пароізоляцію виконують з бітумної мастики. Кількість шарів мастики (від одного до чотирьох) залежать від режиму експлуатації приміщень будівлі. Товщина кожного шару мастики не повинна перевищувати 2 мм.

Технологія влаштування теплоізоляції і вирівнювальних стежок така сама, як і при влаштуванні рулонних покрівель. Мінімальна кількість шарів мастикової покрівлі дорівнює трьом: ґрунтовка, проміжний шар і верхній шар, на який наносять захисне покриття з алюмогасової суспензії (рис. 10.5).

10.4 Дихаючі покрівлі

Дихаючі покрівлі відрізняються тим, що під основний покрівельний килим укладають шар перфорованого руберойду або перфорованої поліетиленової плівки. Перевагами такої конструкції покрівлі є вирівнювання тиску пароповітряної суміші під покрівельним килимом.

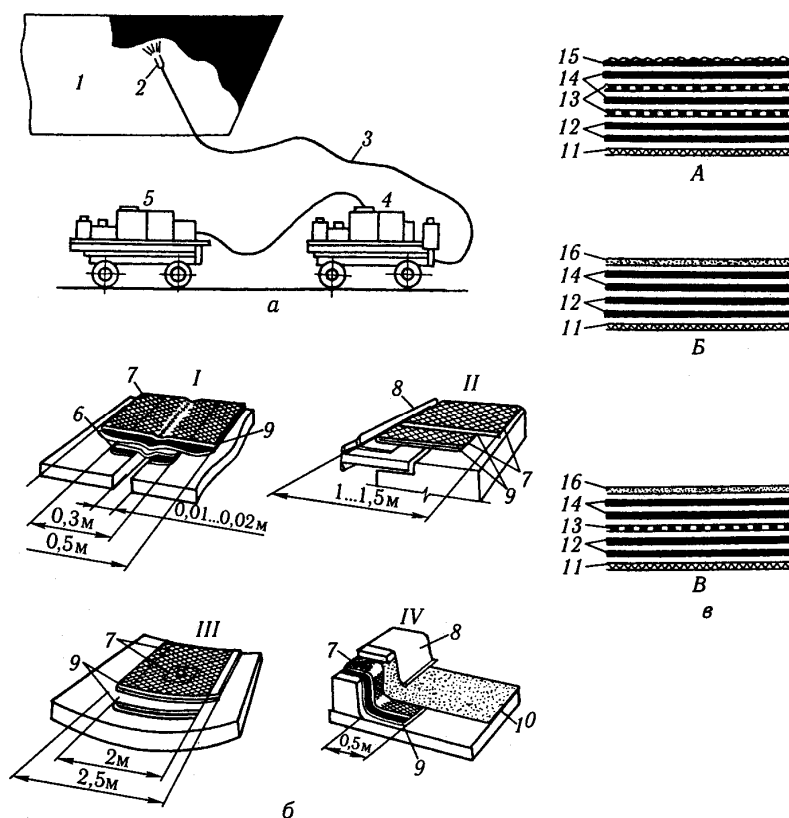


Рисунок 10.5 – Улаштування мастикових покрівель:

a – схема влаштування мастикових покрівель; *б* – схема підсилювальних елементів мастикового килима (I – над швами; II – на карнизах; III – у розжолобках; IV – у місцях примикання); *в* – конструктивні рішення мастикових покрівель за різних похилів (A – 0-5%; Б – 5-25%; В – понад 25%); 1 – покриття; 2 – розпилювальна форсунка; 3 – гумовий рукав; 4 – установка для механізованого подавання і нанесення паст і мастик; 5 – установка для транспортування паст і мастик на будівельний майданчик; 6 – компенсатор із плівки ПХВ; 7 – локальні прокладки зі склотканини; 8 – фартух із оцинкованої сталі; 9 – шар емульсійної пасту; 10 – мастикове покриття; 11 – ґрунтовка; 12 – шар пасту; 13 – суцільні армувальні прокладки; 14 – шар мастики; 15 – дрібний гравій; 16 – фарбувальний шар (суспензія алюмінієвої пудри в гасі)

Таблиця 10.1 – Техніко-економічні показники на 1 000 м² рулонних і мастикових покрівель

Показник	Покрівля	
	рулонна	мастикова
Витрати матеріалів:		
– бітум, кг	15 000	7 000
– руберойд, м ²	3 300	–
– склополотно, м ²	–	170
– плівка ПВХ, м ²	–	30
Трудомісткість, люд.-змiни	80–120	30–45
Довговічність покриття, роки	5–10	Не менше ніж 15
Ступень механізації, %	10	66–70

10.5 Покрівлі з азбестоцементних виробів й черепиці

Покрівлі з азбестоцементних виробів. Азбестоцементні покриття влаштовують на покрівлях із горищем простої конфігурації без внутрішнього водовідведення і без експлуатації поверхні покрівлі.

Основою для покрівель з листів звичайного профілю і плоских плиток є настил з дошок, для інших прогони зі сталі, залізобетонні або дерев'яні бруски. Листи азбошиферу кладуть правильними рядами знизу вгору паралельно карнизу (рис. 10.6).

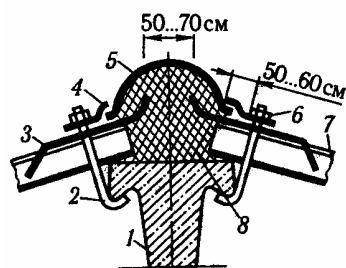


Рисунок 10.6 – Конструкція гребня азбестоцементної покрівлі:
 1 – прогін; 2 – гак; 3 – мала перехідна деталь; 4 – притискна скоба; 5 – деталь гребня; 6 – гайка; 7 – азбестоцементний лист; 8 – цементний розчин, армований клоччям

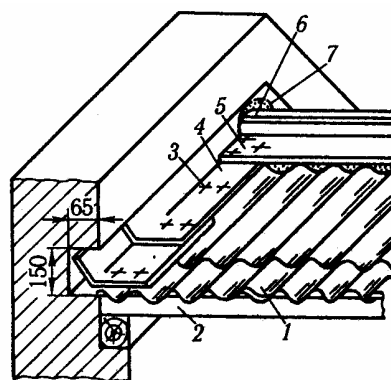


Схема прилягання азбестоцементної покрівлі до вертикальних поверхонь:
 1 – азбестоцементний лист; 2 – брусочок обрешітки; 3 – цвяхи; 4 – кут; 5, 6 – деталі гребня; 7 – заповнення мастикою і цементним розчином

Настил із дошок покривають шаром кераміну, на нього крейдою наносять сітку з кроком 225 мм по похилу покрівлі і 235 мм у поперечному напрямку. Вздовж карниза і фронтона кладуть ряди з половинок плиток. Кожну плитку кріплять до настилу двома цвяхами.

Покриття звисів, розжолобків, а також опорядження отворів для антен та інших вертикальних конструкцій через покрівлю виконують оцинкованим металом. Для герметизації покрівлі проміжки між листами та іншими деталями покривають бітумно-емульсійною мастикою, суриковою замазкою або цементно-піщаним розчином із додаванням клоччя.

Плоскі азбестоцементні плитки, як і хвилясті листи, кладуть рядами знизу вгору (починаючи з карниза).

Єврошифер – це багатошаровий покрівельний матеріал, який має форму звичайного шиферу. Його розміри $2 \times 0,95$ м, товщина – 3 мм, маса – 5,75 кг. До основи його кріплять цвяхами з ущільнювальними прокладками.

Покрівлі з черепиці. Ці покрівлі найдовговічніші (понад 100 років), вогнетривкі, низькотеплопровідні, стійкі проти хімічного впливу.

Черепиця буває глиняною, цементно-піщаною, а за формою – жолобчастою, хвилястою, плоскою і пазовою.

Під черепичну покрівлю влаштовують лати з дерев'яних брусків, відстані між якими залежить від розмірів черепиці або суцільний дощатий настил. Металеву черепицю можна класти і по металевому профілю. Жолобчасту черепицю використовують на покрівлях, які мають нахил не менше 83° . Кладуть її по суцільному дощатому настилу на вапняному розчині. Розжолобки черепичних покрівель виконують із оцинкованої сталі. Гребінь і ребра влаштовують із гребеневої черепиці. Бітумна черепиця має основу із склотканини або склотканини й пластмаси, яка з обох боків покрита бітумною масою (рис. 10.7).

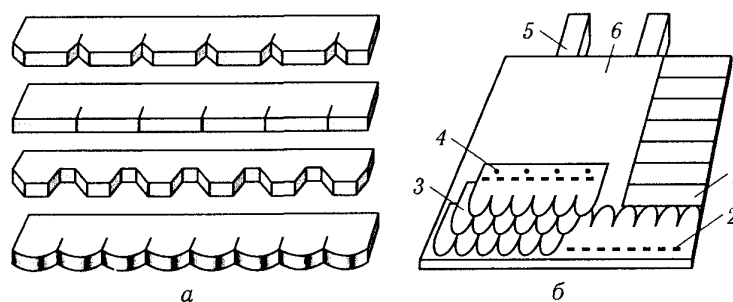


Рисунок 10.7 – Бітумна черепиця:

a – типи; *б* – схема укладання: 1 – обрешітка; 2 – перший ряд черепиці;
3 – наступні ряди; 4 – цвяхи; 5 – кроква; 6 – шар руберойду

Її колір визначається видом захисного шару (крупнозерниста мінеральна посипка або шар фарби). Розміри бітумної черепиці: довжина смуг – 1 м, ширина – 35 см, товщина 3,5–4 мм, маса – приблизно 15 кг/м. Кладуть її на суцільну обрешітку з дошок або фанери, можна також класти на бетонну

основу раніше влаштованого рулонного покриття (під час їх ремонту). До основи листи бітумної черепиці прибивають цвяхами з оцинкованої сталі на відстані 6–12 см один від одного (залежно від нахилу даху). Перед укладанням черепиці на поверхні розмічають ряди (або натягують шнур). Перший ряд черепиці кладуть вирізкою догори (рис. 10.7, б). Наступні ряди кладуть вирізкою донизу так, щоб середина сегментів черепиці суміщалась із серединою сегментів нижнього ряду.

Металочерепиця – сталеві або алюмінієві листи зі спеціальним захисним покриттям.

Укладають металочерепицю на обрешітку з дерев'яних брусків, відстань між якими має дорівнювати довжині однієї хвилі (в межах 35 см). До брусків листи металочерепиці кріплять саморізами з підкладками-ущільнювачами з гуми або пластмаси. Добірними елементами для таких покрівель мають бути: елементи гребня, розжолобки, накривний фартух, боковий фартух і карнизна планка.

10.6 Багатофункціональні покрівлі

Рівень експлуатаційного використання покрівель підвищують поєднанням їхніх функціональних властивостей з властивостями інших конструктивних елементів.

Покрівлі використовують для розміщення різного спеціального обладнання, установ громадського харчування, влаштування ігрових, спортивних і рекреаційних майданчиків. Зелений газон на покрівлі сприяє оздоровленню екологічного стану простору і захищає покрівлю від перегрівання сонцем та інших негативних явищ (див. рис. 10.8).

Улаштування багатофункціональної покрівлі більш трудомістке, проте кінцевий результат завжди позитивний.

Склад процесів улаштування таких покрівель, послідовність виконання, рівень комплексної механізації робіт залежать від конструктивного рішення покрівлі та функціонального призначення.

Особливості влаштування покрівель у зимових умовах і в умовах жаркого клімату. Більшість покрівельних матеріалів у зимових умовах стають крихкими, ламкими, менш піддатливими, а такі матеріали, як бітумні емульсійні взагалі не можна використовувати за мінусових температур. Тому бажано так планувати будівництво, щоб покрівельні роботи виконувати за плюсових температур або основні операції проводити у заводських умовах. У крайньому разі влаштовують лише один шар покрівлі в зимових умовах, усі інші – в теплу пору року. Металеві, азбестоцементні, черепичні, дерев'яні покрівлі з індустріальних елементів можна зводити в будь-яку пору року.

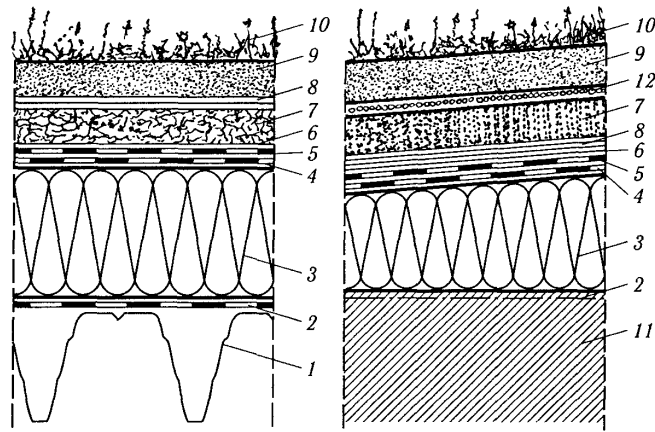


Рисунок 10.8 – Один з варіантів багатофункціональної покрівлі:
 1 – профнастил покриття; 2 – пароізоляція; 3 – утеплювач; 4 – протикоренева перешкода; 5 – гідроізоляція; 6 – фольга; 7 – дренажний захист; 8 – огорожувальна і накопичувальна плівка; 9 – ґрунт; 10 – рослини; 11 – залізобетонне покриття; 12 – фільтрувальна плівка

Технологія влаштування гідрозахисту в умовах жаркого клімату має певні особливості, спрямовані передусім на збільшення терміну експлуатації цих покриттів і створення нормальних умов виконання технологічних процесів. Так, вибираючи вид покрівельних матеріалів, слід насамперед врахувати їхню теплостійкість, улаштувати надійний захист покрівлі від руйнівного впливу сонця (фарбуванням алюмолаковою суспензією, покриттям шаром гальки тощо). Конструкція покрівлі має бути «дихаючою», бажано багатофункціональною, індустріальною.

Вирівнювальний шар покрівлі повинен мати температурно-усадні шви. Якщо шов зроблено з цементно-піщаного розчину, в нього треба додавати пластифікувальні добавки.

Контрольні питання

1. Які роботи виконують при підготовці основи покрівлі?
2. Які матеріали застосовують для влаштування теплоізоляції?
3. Наведіть структуру технологічного процесу влаштування покрівель з рулонних матеріалів?
4. Які способи механізації застосовують для подачі мастик?
5. Назвіть відмінність наплавленого руберойду від звичайного?
6. Назвіть відмінність дихаючих покрівель від звичайних?
7. Яким чином виконують роботи з влаштування покрівель з азбестцементу?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Александровский А. В. Монтаж сборных железобетонных и металлических конструкций жилых и гражданских сооружений / А. В. Александровский. – М. : Высш. шк., 1984.
2. Технология строительного производства : учебник для вузов / [А. А. Афанасьев, Н. Н. Данилов и др.]. – М. : Высш. шк., 1997.
3. Беляков Ю. И. Земельные работы / Ю. И. Беляков. – М. : Стройиздат, 1990.
4. Гармаш А. И. Кровли и покрытия зданий и сооружений / А. И. Гармаш. – Київ : Будівельник, 1988.
5. Жван В. Д. Технологія будівельного виробництва в житлово-комунальному господарстві : навчальний посібник для студ. вищ. навч. закл / В. Д. Жван ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2010. – 316 с.
6. Онищенко А. Т. Отделочные работы в строительстве / А. Т. Онищенко. – М. : Высш. шк., 1989.
7. Технологія і механізація будівельних процесів / В. О. Панченко, М. Г. Костюк, А. О. Качура, Л. М. Окуневський. – Харків, 2005.
8. Рейш А. К. Основы технологии выполнения земляных работ одноковшовыми экскаваторами / А. К. Рейш. – Киев : Вища шк. Головное изд-во, 1987.
9. Сайовский В. В. Ремонт и реконструкция гражданских зданий / В. В. Сайовский, О. Я. Болотских. – Харьков : Ватерпас, 1999.
10. Табунщиков Ю. А. Инженерное оснащение зданий и сооружений / Ю. А. Табунщиков, Л. П. Голубничий. – М. : Высш. шк., 1989.
11. Технология строительного производства / под ред. О. О. Литвинова, Ю. И. Белякова. – Киев : Вища шк. Головное изд-во, 1985.
12. Технология, механизация и автоматизация строительства / под ред. С. С. Атаева. – М. : Высш. шк., 1990.
13. Технология строительных процессов / под ред. Н. П. Данилова. – М. : Высш. шк., 2000.
14. Технологія будівельного виробництва / за ред. М. Г. Ярмоленко. – Київ : «Вища школа», 2008.
15. Технологія будівельного виробництва / за ред. В. К. Черненко, М. Г. Ярмоленко. – Київ : Вища школа, 2002.
16. Черненко В. К. Технологія будівельного виробництва / В. К. Черненко. – Київ : Вища Школа, 2004. – 425с.
17. Ярмоленко М. Г. Технологія будівельного виробництва / М. Г. Ярмоленко. – Київ : Вища Школа, 2008. – 322с.

Навчальне видання

ЗОЛОТОВА Ніна Михайлівна

**СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ
ТА ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для студентів денної форми навчання освітнього рівня «бакалавр»
за спеціальністю 191 – Архітектура та містобудування)*

Відповідальний за випуск *Н.Г. Морковська*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *Н. С. Золотова*

План 2020, поз. 153 Л.

Підп. до друку 6.10.2020. Формат 60 × 84/16

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 7,8

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач :

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса : rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.