

МИНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Г. М. ТОНКАЧЕЄВ, Л. А. ЛЕПСЬКА, С. П. ШАРАПА

МЕТОДОЛОГІЯ ВИВЧЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Рекомендовано вченою радою Київського національного університету будівництва і архітектури як навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Київ 2019

УДК 624.05: 69

T57

*Рецензенти: А. В. Радкевич, д-р техн. наук, проф. ДНУЗТ;
П. Є. Григоровський, д-р техн. наук, старш. наук.
співроб. НДІБВ;
І. І. Назаренко, д-р техн. наук, проф. КНУБА*

*Затверджено на засіданні вченої ради Київського національного
університету будівництва і архітектури, протокол № 23 від 30
травня 2019 року.*

Тонкачєєв Г.М.

T57 *Методологія вивчення будівельних технологій: навч. посіб. /
Г.М. Тонкачєєв, Л.А. Лєпська, С.П. Шарапа. – Київ : КНУБА,
2019. – 216 с.*

ISBN 978-966-627-217-4

Викладено теоретичні та методологічні основи технологічних процесів для зведення будівель і споруд. На відміну від інших навчальних посібників і підручників це видання – одна з перших спроб переходу від фактологічного до методологічного подання інформації та навчання студентів будівельних вузів за цією концепцією.

Призначено для студентів, які навчаються за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

УДК 624.05:69

ISBN 978-966-627-217-4

© Г.М. Тонкачєєв,
Л.А. Лєпська,
С.П. Шарапа, 2019
© КНУБА, 2019

ЗМІСТ

Передмова	6
1. Загальні закономірності будівельних технологій	8
1.1. Система перетворень у будівництві	8
1.2. Будівельна продукція	10
1.3. Структура будівельного процесу	15
1.4. Подання інформації про будівельні процеси	19
1.5. Поняття про спосіб виконання процесу	21
1.6. Закономірності організації процесів у потоках	22
2. Особливості проектування будівельних технологій	31
3. Принципи і правила організації праці будівельників	39
3.1. Зміст і умови праці робітників-будівельників	39
3.2. Професія і кваліфікація робітників-будівельників	41
3.3. Принципи організації робочого місця виконавців	43
3.4. Нормування процесів і праці робітників	47
3.5. Правила формування ланок і бригад робітників	51
4. Механізація будівельних процесів	55
4.1. Рівні механізації будівельних процесів	55
4.2. Засоби механізації будівельних процесів	57
4.3. Основні принципи формування комплектів машин	59
4.4. Автоматизація (роботизація) будівельних процесів	63
4.5. Будівельна оснастка	67
5. Ефективність і якість будівельної продукції	76
5.1. Ефективність і надійність будівельних процесів	76
5.2. Технологічність конструкцій будівель	78
5.3. Якість будівельної продукції	82
5.4. Система функціональних і технологічних допусків	85
5.5. Співвідношення допусків в розмірних ланцюгах	89

6.	Загальні основи технологічних розрахунків	93
7.	Процеси доставки і подачі матеріалів і виробів	97
7.1.	Класифікація будівельних вантажів	97
7.2.	Засоби механізації для доставки і подачі вантажів	98
7.3.	Вантажозахватні пристосування і пристрої	102
7.4.	Методика забору вантажопідйомних кранів	108
7.5.	Особливості технологічних розрахунків	111
8.	Процеси перероблення і переміщення ґрунтів	114
8.1.	Класифікація і властивості земляних споруд	114
8.2.	Структура будівельного процесу	118
8.3.	Процеси вертикального планування майданчика	119
8.4.	Процеси влаштування котлованів і траншей	131
8.5.	Процеси проколювання та продавлювання ґрунтів	143
9.	Процеси улаштування кам'яних конструкцій будівель	146
9.1.	Класифікація і властивості кам'яних конструкцій	146
9.2.	Структура будівельного процесу	147
9.3.	Правила мурування конструкцій будівель	150
10.	Процеси монтажу збірних конструкцій будівель	153
10.1.	Класифікація і властивості збірних конструкцій	153
10.2.	Структура будівельного процесу	154
10.3.	Методи встановлення конструкцій на опори	157
10.4.	Процес з'єднання конструкцій	159
10.5.	Вивірення та тимчасове закріплення конструкцій	165
11.	Улаштування монолітних будівельних конструкцій	169
11.1.	Класифікація і властивості монолітних конструкцій	169
11.2.	Технологічні властивості бетонної суміші	170
11.3.	Структура будівельного процесу	171
11.4.	Опалубні системи і вимоги до них	172

11.5.	Укладання і ущільнення бетонних сумішей	179
11.6.	Правила догляду за свіжим бетоном	184
12.	Улаштування покриттів на поверхнях конструкцій	188
12.1.	Класифікація і властивості покриттів	189
12.2.	Структура будівельного процесу	189
12.3.	Підготовка поверхонь конструкцій до опорядження	190
12.4.	Нанесення на поверхні рідких покриттів	195
12.5.	Наклеювання на поверхні штучних виробів	201
12.6.	Механічне закріплення штучних виробів	208
	Список літератури	215

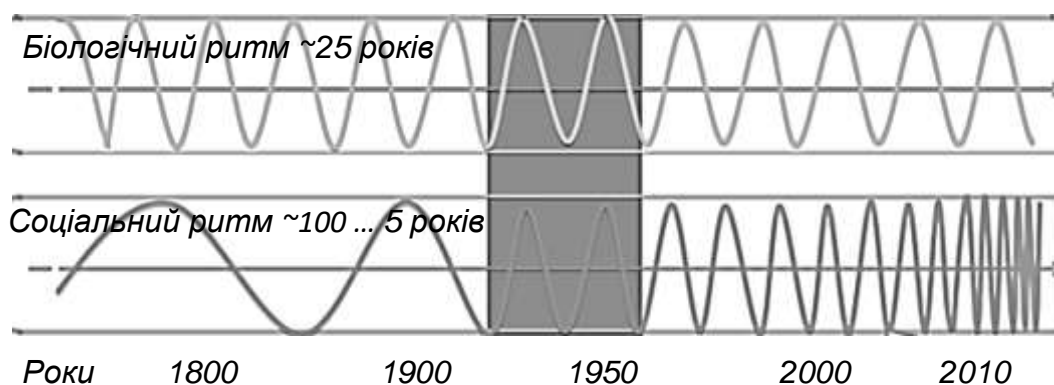
ПЕРЕДМОВА

Наприкінці 90-х років XX століття відбувся поділ класичної дисципліни «Технологія будівельного виробництва» на дві самостійні. Вченими і викладачами в галузі будівництва відокремлено інформацію про будівельні процеси відповідно до, складності продукту. Перша навчальна дисципліна дістала назву «Технологія будівельних процесів», друга – «Технологія зведення будівель і споруд».

Поділ одної навчальної дисципліни на дві здійснено, на наш погляд, суб'єктивно. Так, рівень складності процесів різний, але відривати від системи технологій процеси зведення будівель – ніби відділити живе дерево з пишною кроною від його коріння. Втрачається цілісність системи.

У мінливий час інформаційні потоки перенасичені і швидкоплинні. Стрімко зростає дисбаланс між біологічним ритмом людей і соціальним ритмом розвитку середовища (ритмом інформаційних потоків). Частоти ритмів не збігаються, і в глобальному історичному процесі вони не були постійними.

Спочатку частоти змінювалися дуже повільно (сотні років), потім швидше (десятки років), і тепер дуже швидко – 3–5 років.



Приблизно до 1950 року частота оновлення соціального ритму поступалася біологічному ритму, тому знання, здобуті в процесі вивчення дисципліни, в подальшому для навченого фахівця були достатніми для розв'язання професійних завдань.

Наступного десятиліття настала рівновага частоти ритмів. У сучасному світі інформація про середовище кардинально змінюється кожні 3–5 років. До моменту закінчення навчання в закладі вищої освіти, а це 4–6 років, знання потребують оновлення, часом навіть у процесі навчання.

Студенти мають не просто отримати набір знань, умінь і навичок, у них треба сформувати таку базову систему компетенцій, яка дала б їм змогу вчитися протягом усього життя, розвивати готовність виконувати функції фахівця за будь-яких змін ритмів інформаційних потоків.

Методологія подання інформації під час вивчення дисципліни «Будівельні технології» повинна кардинально змінитися.

Методологія - це вчення про методи, способи і стратегії дослідження предмета природи. Крім того, методологія - це система принципів і способів організації та побудови теоретичної і практичної діяльності, а також вчення про цю систему.

Вихід з окресленої проблемної ситуації автори посібника вбачають у переході від концепції фактологічного викладання інформації до концепції методологічного (системного) подання інформації з достатнім ступенем формалізації й абстрагування.

Методологічний підхід насамперед означає розуміння причинно-наслідкових зв'язків технічних процесів у системі перетворення предмета праці в продукт. Далі на основі викладених закономірностей можна переходити до розгляду реальних практичних прикладів.

Натомість нині ми стикаємося з нескінченною подачею розрізної інформації, що нагадує калейдоскоп. Викладачі намагаються максимально наситити пам'ять студента безліччю фактів про методи і способи технології будівництва, що видається нам малопродуктивним. Відомо, що безсистемні, розрізнені знання дуже погано засвоюються. Особливо важко дається студентам вивчення предмета «Технологія будівельного виробництва».

Методологічний підхід сприяє формуванню в студентів всеосяжного, системного уявлення про науку. Такий принцип побудови підручників і навчальних посібників дасть можливість сформувати в студентів цілісну картину знань з обраного фаху.

Г.М. Тонкачєєв

У підготовці навчального посібника брали участь:
Тонкачєєв Г.М. (загальна редакція, 1, 3 – 12 розділ);
Лепська Л.А. (розділ 2);
Шарапа С.П. (підпункт 12.6).

1. ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Технологічні системи в будівництві, а також системи в інших галузях виробництва продукції, наприклад в машинобудуванні, мають загальні закономірності і теоретичні засади.

Основи технологічних систем складаються з теоретичних положень про структуру, методи і способи виконання процесів, організації праці робітників-будівельників, механізації, ефективності і якості будівельних процесів. Усі дії, які відбуваються в будівництві, описуються безліччю технологій, що утворюють універсальну множину, котру називають технологією зведення будівель.

Основною продукцією системи (метою) є будівлі і споруди, які характеризуються функціональним призначенням і споживчим попитом.

1.1. Система перетворень у будівництві

Методологічний підхід до системи перетворень запозичено у фахівців [1]. Система – сукупність, утворена з багатьох елементів, упорядкованих за певними правилами (принципам). Між елементами системи відбувається певна взаємодія. Система може бути поділена на підсистеми різної складності.

Будь-яка штучна система повинна мати певне призначення – мету. Метою системи перетворень в технології будівництва є готові до експлуатації будинки і споруди, в яких відбуваються різноманітні функціональні процеси: комфортне проживання; випікання хліба, перегляд концертних програм; зберігання різних матеріалів та ін.

Поняття «структура» характеризує внутрішню організацію, порядок і побудову системи. Структура – це сукупність структурних елементів і відносин між ними. Системи типу «об'єкт» є набагато простішими за системи типу «процес». Термін «процес» означає, що щось відбувається, змінюється протягом певного часу. Людина для своїх потреб організовує штучні процеси. Зокрема, зведення будівель – це штучний процес.

У процесі зведення будівель і споруд будівельні матеріали, напівфабрикати і конструкції (предмети праці) зазнають різноманітних перетворень. У результаті цих перетворень з предметів праці отримують продукт праці - будівлі і споруди. Крім матеріальних об'єктів зазнають перетворення енергетичні та інформаційні потоки.

Зміст перетворень, послідовність їх виконання становлять технологію будівництва. Вихідним в технологічних системах є процес перетворення предмета праці в продукт праці.

Модель структури системи перетворення представлена на рис. 1.1.

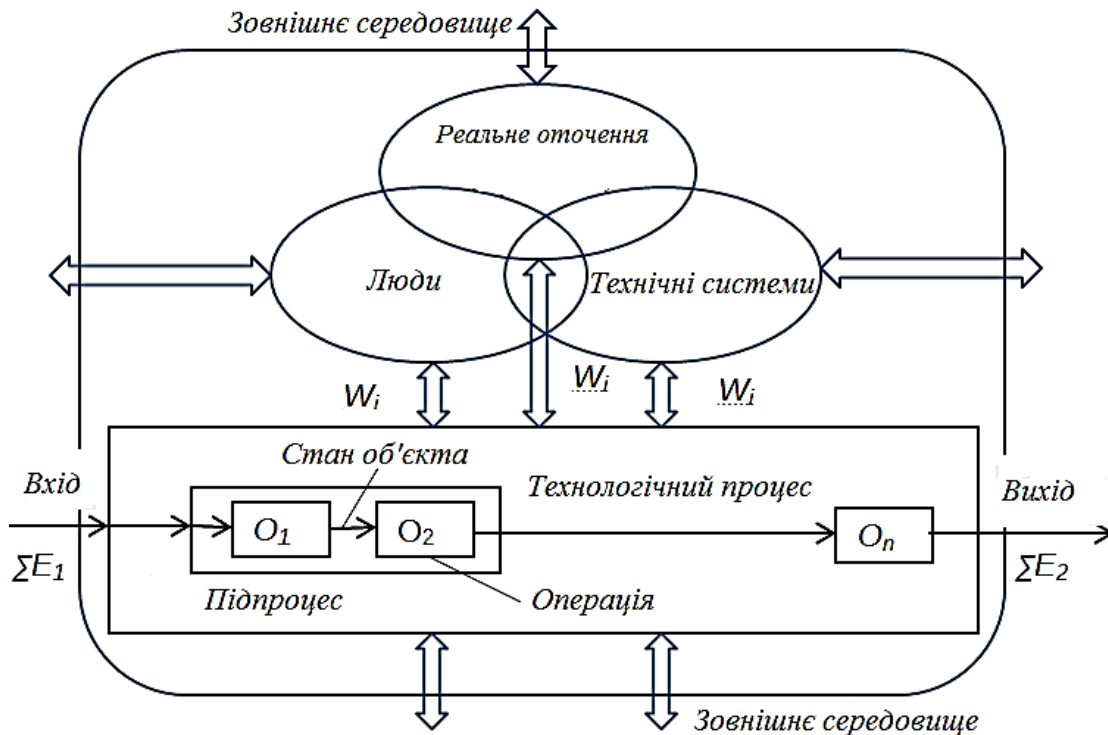


Рис. 1.1. Модель системи перетворення предмета праці в продукт:
 ΣE_1 – сукупність властивостей предмета праці (об'єкта) на вході; ΣE_2 – сукупність властивостей предмета праці (об'єкта) на виході; W_i – дії і протидії виконавців в технологічному процесі

Суть моделі полягає в тому, що процес перетворення моделюється як система. Перетворення відбуваються завдяки тому, що різні виконавці впливають на зміну властивостей об'єкта перетворення. Стан операнда (об'єкта перетворень) крок за кроком цілеспрямовано змінюється. Об'єкти в сукупному технологічному процесі переходять в проміжний стан за допомогою підпроцесів й операцій.

Операція - це нерозривний в часі елементарний процес, що являє собою одну дію, яку виконує один або декілька робітників і яка є частиною процесу перетворень.

У технологічних процесах предмет праці може зазнавати змін форми, розміру, структури, хімічного складу тощо під впливом знарядь праці. У збірному, монолітному і збірно-монолітному будівництві виконують переважно фізичні дії.

Виконавцями перетворень є люди (робітники) і технічні системи. Технічні системи включають до свого складу засоби механізації та автоматизації (машини, механізми і т. п.). У системі перетворення бере участь реальне оточення. Воно охоплює всі джерела зовнішніх впливів в найближчому оточенні процесу перетворення. До реального оточення належать тільки ті його елементи, які мають зв'язки з елементами системи перетворень – предметом праці і виконавцями.

«Люди-виконавці» – це робітники певної професії і кваліфікації, тільки ті, хто виконує будь-який вид дій для певного перетворення. Сукупність впливів для здійснення перетворення складається з одиничних дій матеріального, енергетичного та інформаційного характеру.

Технічні системи – це сукупність машин, механізмів й оснащення, за допомогою яких люди полегшують собі працю і досягають вищої якості і більшої продуктивності праці. Від рівня розвитку техніки залежать темпи зведення будівель і споруд.

У технологічному процесі неминучими є негативні впливи (перешкоди) і різноманітні відходи. Зважати на побічні емісії необхідно, оскільки людству вже нині загрожує масове забруднення навколишнього середовища. Що менше відходів і негативних впливів, то безпечнішим є технологічний процес. Негативні зв'язки з людьми характеризують рівень безпеки їх роботи, отже, чим менший їх вплив, тим краще.

Ефективність системи перетворення може бути оцінена за якістю і собівартістю будівлі або споруди. Завжди є суперечність між цими двома критеріями. Люди прагнуть мати якомога якісніший продукт, але при цьому витратити якнайменше коштів і сил. Від ухвалення правильних рішень у сфері технології будівництва значною мірою залежить кінцевий результат, який на певному етапі може задовольнити потреби людей.

Будинки як продукт технології проходить кілька етапів так званого життєвого циклу – від ідеї до проектування, від проекту до його реалізації, від введення будівлі в експлуатацію до моменту його утилізації. На всіх етапах застосовують певні технології, які докладно висвітлені в посібнику.

1.2. Будівельна продукція

Основною продукцією технологій в будівництві є будівлі і споруди, які характеризуються конструктивною системою, видом використовуваних конструкцій і матеріалів, обладнанням.

Конструктивна система будівлі (КС) – сукупність взаємопов'язаних будівельних конструкцій, що забезпечують міцність, твердість і стійкість будівель на стадії їх зведення і в період експлуатації під дією розрахункових навантажень і впливів [2].

Конструктивні системи будівель і споруд класифікують за формою і положенням у просторі несучих конструкцій. Визначають їх за видом вертикальних несучих конструкцій. В основі класифікації лежать чотири основні типи КС: каркасні; стінові; стовбурні й оболонкові (рис. 1.2).

Найчастіше в одній будівлі поєднують кілька конструктивних систем, наприклад, каркасні – зі стіновими, стовбурними й оболонковими. Можливі й інші комбінації – стовбурно-стінові, оболонково-стовбурні та ін.

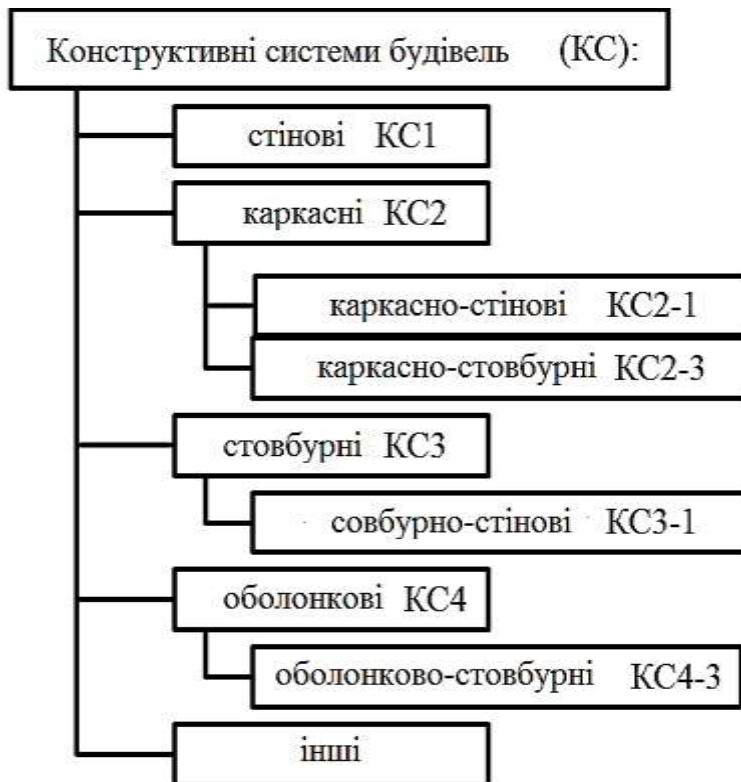


Рис. 1.2. Класифікація будівель за конструктивними системами

За матеріалами, з яких виготовлено конструкції, виокремлюють бетонні, металеві, дерев'яні, цегляні і комбіновані будівлі. За технологією зведення будівлі поділяються на такі, що збудовані способом кам'яного мурування, способом монтажу збірних конструкцій, бетонуванням монолітних конструкцій та комбінацією способів.

Збірні будівлі зводять з конструкцій, попередньо виготовлених на заводах або на будівельних майданчиках. Конструкції доставляють до місця встановлення і збирають в будівлі за проектом за допомогою вантажопідйомних машин (будівельних кранів) або вручну без зміни їх форми і розмірів.

У монолітних будівлях основні конструкції виконують з бетону безпосередньо в проектному положенні. Конструкції будинків формують на місці в опалубних формах (оснащенні).

Збірно-монолітні будинки зводять із застосуванням збірних і монолітних конструкцій. Будинки і споруди можуть бути зведені з комбінованих конструкцій: одна частина конструкції збірна, друга монолітна, одна частина бетонна, друга металева тощо.

Перспективи розвитку технологічних процесів пов'язані з розвитком і змінами конструктивних систем будівель.

Будівлі стінові (КС1). Залежно від схеми розміщення несучих стін в плані будівлі і характеру спирання на них плит перекриття розрізняють

попереково-стінові, поздовжньо-стінові; перехресно-стінові системи. У монолітних і збірно-монолітних будівель з монолітними або збірно-монолітними зовнішніми і внутрішніми стінами найчастіше застосовується перехресно-стінова конструктивна система (рис. 1.3).

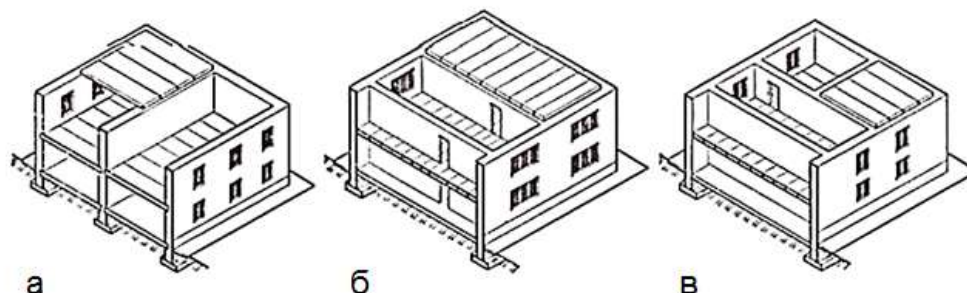


Рис. 1.3. Конструктивні системи стінових будівель з розміщенням стін: а – поздовжнім; б – поперечним; в – перехресним

Упродовж останніх десятиліть істотно змінилися вимоги до теплопровідності зовнішніх стін. Коефіцієнт теплопровідності істотно збільшився, тому перехресно-стінові КС з відкритими фасадами стали актуальними на сучасному етапі (рис. 1.4). Зміни відкривають можливості використання більш ефективних технологій, отже, сприяють зниженню вартості будівель.

Збірні будівлі і споруди стінової КС складаються з великих панелей і блоків, рідше використовуються об'ємно-блокові і панельно-блокові конструктивні системи.

Збірні великопанельні будівлі проектують зі стінами з великорозмірних збірних панелей на одну або дві кімнати. Перекриття проектується зі збірних повнотілих або пустотілих плит.

Збільшення розмірів конструкцій панелей стін і перекриттів, зумовлює зменшення їх кількості, що позитивно впливає на продуктивність процесу. При цьому на заводах витрати на виготовлення конструкцій збільшуються, а на об'єкті – зменшуються.

Використання панельно-блочних будівель з розмірами блоків на одну і більше кімнат (приміщень) значно прискорює темпи зведення. В об'ємних великорозмірних блоках, як правило, влаштовують приміщення, насичені інженерним і вбудованим обладнанням (кухні, санітарні вузли з прохідними шлюзами, сходи, ліфтові шахти тощо).



Рис. 1.4. Вид будівлі з перехресною стіновою системою та відкритим фасадом

Розміри блоків безпосередньо пов'язані з обмеженнями за габаритами доріг, переходів і проїздів, а також з обмеженнями щодо технічної можливості їх доставки і монтажу. Незважаючи на це, така система дає змогу значно підвищити заводську готовність блоків і прискорити процес зведення будівель.

Будинки каркасні (КС2). Каркаси будівель і споруд можуть бути збірними, монолітними і збірно-монолітними. Міцність, стійкість і просторова жорсткість каркасних систем досягається спільною роботою перекриттів і вертикальних конструкцій. У каркасних будівлях основними вертикальними несучими конструкціями є колони або пілони.

Ригельні конструктивні каркасні системи поділяються за напрямом розміщення ригелів. Застосовують поздовжні, поперечні і перехресні рамні конструктивні системи (рис. 1.5).

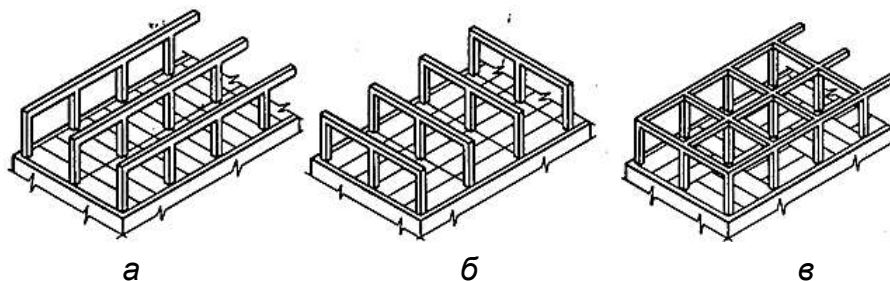


Рис. 1.5. Конструктивні системи каркасних будинків з розміщенням ригелів: а – поздовжнім; б – поперечним; в – перехресним

Останнім часом у збірних варіантах будівель інтенсивно впроваджуються конструкції каркасів без ригелів. В рамках функцію ригелів (балок) виконують плити перекриття. Це дає можливість суттєво зменшити кількість типорозмірів конструкцій, що підвищує продуктивність процесів зведення будівель (рис. 1.6).

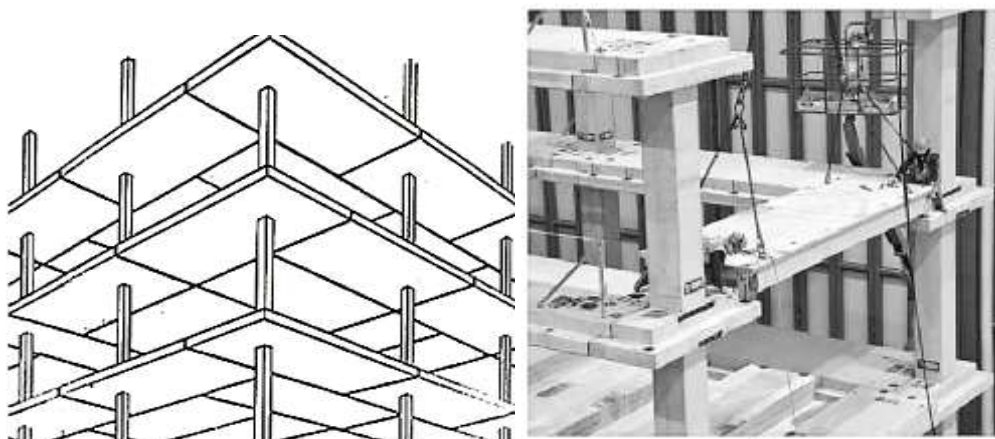


Рис. 1.6. Каркасні будівлі без ригелів

Будівлі стовбурні (КС3). У стовбурних КС основними вертикальними несучими конструкціями є стовбури (ядра жорсткості), утворені переважно стінами сходово-ліфтових шахт, на які безпосередньо чи через розподільні ростверки спирається перекриття. За способом обпирання міжповерхових перекриттів розрізняють стовбурні будівлі з консольним перекриттям та з перекриттям на сталевих тросах.

Найчастіше стовбурні будівлі проектують у комбінації з каркасними й оболонковими системами. Яскравим прикладом такої будівлі є висотна будівля стовбурно-каркасної конструктивної системи «Бурдж-Халіфа» (ОАЕ), зведена в 2010 році. На той час це була найвища у світі будівля, її висота становить 828 м (163 поверхи).

Будівлі оболонкові (КС4). Оболонка – стінова несуча суцільна або решітчаста конструкція, яка, як правило, розміщується по зовнішньому периметру будівлі або споруди. Зосередження основної маси несучих конструкцій по зовнішньому контуру будівлі істотно підвищує її жорсткість.

Найбільш перспективною модифікацією оболонкових систем є багатосекційна оболонкова система. Така система з каркасом або стовбуром була застосована в будівництві висотної адміністративної будівлі «Сірс Тауер» в м. Чикаго (США). Зведена в 1974 році висотою 442 м (109 поверхів), вона тоді була найвищою у світі.

Будівлі комбінованих конструктивних систем. Комбінуючи різні КС, можна отримати безліч змішаних систем будівель і споруд. Наприклад, в результаті поєднання систем КС2 і КС1 утворюється система каркасно-стінових будівель (КС2-1), а завдяки поєднанню стовбурних і каркасних систем КС3 і КС2 – стовбурно-каркасні або каркасно-стовбурні системи будівель (КС3-2).

У разі застосування в одній споруді в межах кожного поверху декількох типів вертикальних конструкцій будівля має каркасно-стінові, каркасно-стовбурні і стовбурно-стінові конструктивні системи. Поєднання різних КС є можливим в одній будівлі по висоті, наприклад, в нижніх поверхах – каркасна система, а у верхніх – стінова система.

Будівельна продукція у вигляді споруд за призначенням є дуже різноманітною. Наприклад, для зберігання і переробки сипких і рідких речовин будують силоси, елеватори, копри, резервуари для води, нафтопродуктів і т. п. Для розміщення глядачів зводять концертні зали, стадіони, оглядові споруди. Для забезпечення різноманітних виробничих процесів будують електростанції, димові труби, градирні, опори ліній електропередачі, греблі, мости, дороги тощо.

Такі споруди, як паркінги (приміщення для автомобілів), споруди для очищення рідин, сховища для води (резервуари), бомбосховища, найчастіше будують під землею або із заглибленням у землю.

Конструкції інженерних споруд відрізняються формами і розмірами залежно від технологічних потреб, для яких вони призначені. Наприклад, у

силосах для зберігання зерна, цементу або вугілля застосовують оболонкові конструктивні системи. До оболонкових систем належать також резервуари, градирні, споруди реакторних відділень атомних електростанцій тощо.

Висотні споруди типу димових (витяжних труб), опор ліній електропередачі, різноманітних веж за КС належать до стовбурних споруд. Споруди баштових надшахтних копрів виконують прямокутної або круглої в плані форми за стіною або оболонковою системою. Такі споруди призначені для підйому і переробки вугілля.

Видовищні споруди будують зазвичай за каркасною системою.

Продуктами будівельних технологій на проміжних етапах є елементи будівель у вигляді окремих частин, конструкцій і конструктивів. У влаштуванні котлованів і траншей як будівельний продукт розглядають земляні споруди.

Будівельна продукція, як і будь-який інший продукт, має вимір. У технології одиниці вимірювання кількості продукції розрізняються відповідно до форми і положення продукції в просторі: площинні елементи вимірюються квадратними метрами, об'ємні – кубічними, а лінійні – метрами погонними. Застосовують також одиниці вимірювання в тоннах та штуках.

Продукт у вигляді будівлі може мати одиницю виміру залежно від характеристики його призначення. Житло вимірюють метрами квадратними, промислові об'єкти – метрами кубічними. Для багатьох промислових будівель характерною є продукція, яка випускається на цьому підприємстві. Наприклад, для цеху виробництва залізобетонних конструкцій одиницею виміру може бути продуктивність в метрах кубічних залізобетону на рік, а для лікарень, стадіонів та подібних їм – кількість місць.

1.3. Структура будівельного процесу

Будівельний процес як система може бути представлений його структурою. Ієрархія структури визначає підпорядкованість елементів структури. Ієрархічна підпорядкованість будівельних процесів характеризується багаторівневою структурою.

Розглядаючи рівні структури будівельного процесу, найвищим рівнем кінцевого продукту перетворення будемо вважати універсальну множину елементів (Y) у вигляді будівлі або споруди (рис. 1.7).

Рівні структури у відповідності до структури будівлі визначаються складністю процесів. Складність процесу зумовлюється його змістом і кількістю складових структурних елементів. Кожний наступний за рівнем процес порівняно з попереднім є більш детальним і повним.

За основу взято принцип покрокового розгляду структур з дворівневою ієрархією.

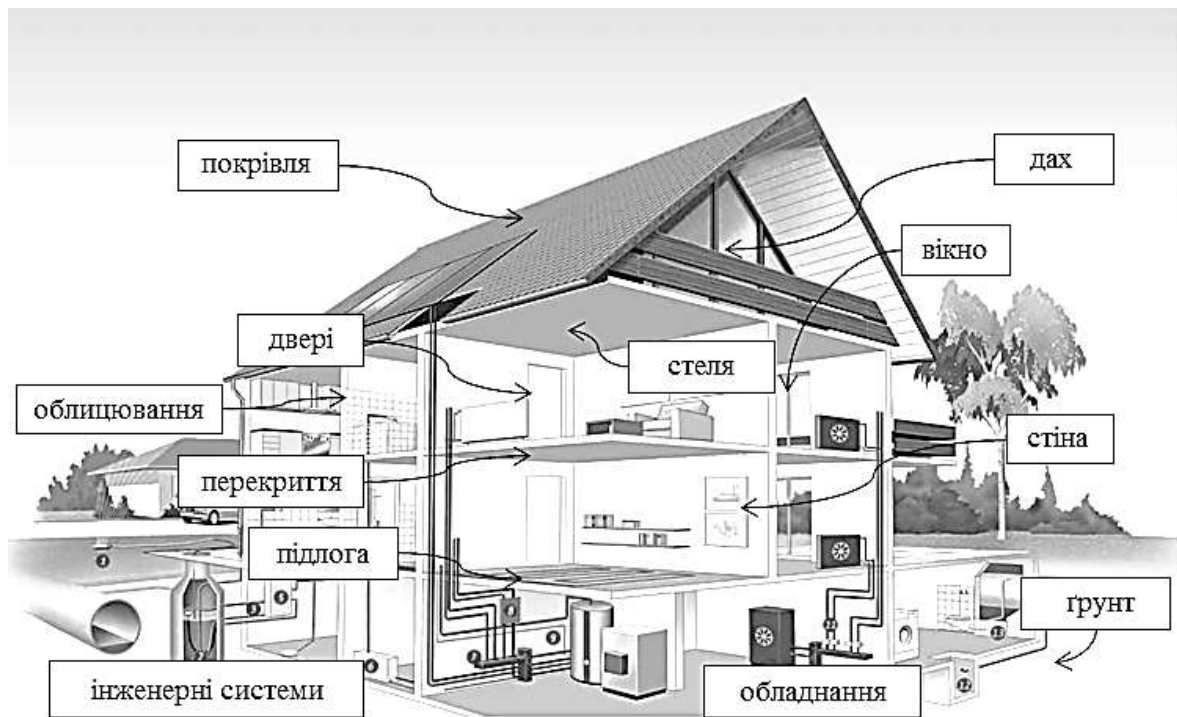


Рис. 1.7. Приклад структури будівлі

Верхній рівень продукту (на рівні будівлі) характеризується ієрархією – «будівля – основні елементи»:

$$Y = \{K_1, K_2, \dots, K_m\}, \quad (1.1)$$

де Y – будівля;

K_i – елементи будівлі (покрівля, вікно та ін);

m – кінцева кількість елементів будівлі.

Будівельні процеси слід розглядати відповідно до структури будівлі. Перший, вищий, рівень структури будівельного процесу (TP_b) є відповідним процесу зведення будівлі. Його розгляд передбачає поділ на підпроцеси другого рівня за формулою:

$$TP_b = \{TP_{g1}, TP_{g2}, \dots, TP_{gm}\}, \quad (1.2)$$

де TP_b – будівельний процес першого рівня – зведення будівлі;

TP_g – будівельні процеси другого рівня – улаштування відповідно до елементів (K_i), з яких складається будівля.

Розглядаючи далі ієрархію структури процесу, кожен з виділених елементів (K_i) нижнього рівня слід вважати як самостійну універсальну множину.

На другому рівні ієрархії будівлі як продукцію розглядають окремі конструкції і конструктиви:

$$K_I = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}, \quad (1.3)$$

де a_i – структурні складові елементів будівлі;

n – кінцева кількість структурних складових в одному елементі K_I .

Отже, на другому рівні процеси потрібно розглядати як процеси влаштування цих конструкцій і конструктивів:

$$TP_{g1} = \{TP_{p1}, TP_{p2}, \dots, TP_{pn}\}, \quad (1.4)$$

де TP_p – складові будівельного процесу другого рівня структури (TP_g).

Розглянемо наступний приклад.

Житлова будівля проектується з покриттям підлог паркетом. Конструкція паркетної підлоги містить набір конструктивів. У будівельників такий набір шарів називається «пирогом» (рис. 1.8).

Відповідно до структури паркетної підлоги визначають структуру будівельного процесу «улаштування паркетної підлоги» (табл. 1.1).

На третьому рівні ієрархії структури будівлі кожен окремий конструктив розглядається як самостійний, який також можна розділити на кілька складових елементів. Наприклад, цементно-піщана стяжка паркетної підлоги складається з в'язучих, наповнювачів і добавок.

Відповідно до цього процеси третього рівня структури будівельного процесу (TP_p) поділяють на процеси четвертого рівня (TP_o), які в будівництві називають «операціями». Процеси рівня операцій в системі будівельних технологій розглядають як найменші структурні елементи загальної чотирирівневої ієрархії структури:

$$TP_{p1} = \{TP_{o1}, TP_{o2}, \dots, TP_{ox}\}, \quad (1.5)$$

де TP_{oi} – процеси четвертого рівня структури будівельного процесу;

x – кінцева кількість структурних складових.

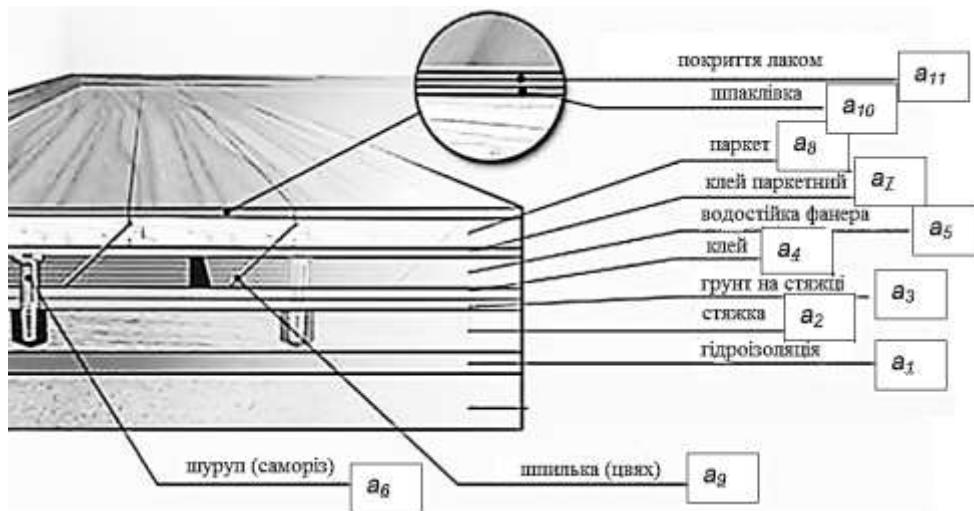


Рис. 1.8. Конструктиви паркетної підлоги в розрізі

Таблица 1.1

Структура процесу влаштування паркетної підлоги

Складові		Найменування процесу
a_1	TP_{p1}	Улаштування гідроізоляційного покриття
a_2	TP_{p2}	Улаштування цементно-піщаного покриття
a_3	TP_{p3}	Нанесення ґрунтуючого покриття
a_4	TP_{p4}	Нанесення клейового шару (покриття)
a_5	TP_{p5}	Установка листів водостійкої фанери (покриття)
a_6	TP_{p6}	Закріплення листів (покриття). Установка саморізів
a_7	TP_{p7}	Нанесення клейового шару (покриття)
a_8	TP_{p8}	Установка паркетного покриття (клепок, дощок, щитів)
a_9	TP_{p9}	Закріплення елементів. Установка шпильок (цвяхів)
a_{10}	TP_{p10}	Нанесення шару шпаклівки (покриття)
a_{11}	TP_{p11}	Нанесення шарів лаку (покриття)

У технологічних процесах інших галузей виробництва, наприклад, у машинобудуванні, розглядають рівні ще нижчого порядку. Операції поділяють на рухи. Рухи фіксують як одноразові безперервні переміщення рук, ніг, кистей рук, очей, голови тощо. Розглядаючи дії робочих органів машини, фіксують, наприклад, поворот ковша екскаватора, прямолінійний рух ковша, поворот платформи тощо.

У будівництві розглядати процес на рівні рухів доцільно лише під час наукових досліджень. Ця сфера науки дістала назву «наукова організація праці (НОП)». В практичній діяльності розглядати рухи недоцільно, оскільки період випуску будівельної продукції за часом набагато триваліший, ніж у машинобудуванні.

Будь-яка структура технологічного процесу визначена кінцевим складом технологічних операцій за формулою (1.5). У процесах спостерігається досить постійна структура складових, яка містить приблизно одні й ті самі процеси й операції, такі як захоплення, переміщення, установлення, нанесення, закріплення та ін. (див. табл. 1.1).

З обмеженої кількості операцій (у будівельних технологіях налічується близько 40 різних операцій) шляхом синтезу можна сформувати безліч процесів, тому за методологічну основу побудови навчального посібника узято принцип синтезу технологічних процесів. Для його висвітлення в посібнику використано різні методи пізнання, насамперед методи абстрагування та формалізації.

Уважно розглянувши табл. 1.1, можна перекоонатися, що за змістом всі технологічні процеси влаштування покриттів схожі. Варто лише розділити технології за видом матеріалів покриттів, абстрагувати принципи дій. Не обов'язково розглядати всі можливі покриття і процеси їх влаштування докладно й окремо, принципи їх влаштування однакові, тому процеси розглядаються як процеси нанесення рідких покриттів; процеси наклеювання і механічного закріплення штучних покриттів. Ключовим в цих процесах є способи виконання – нанесення, наклеювання, закріплення.

1.4. Подання інформації про будівельні процеси

Для подальшого висвітлення закономірностей будівельних процесів треба розглянути способи подання відповідної інформації. За сформованими в будівництві традиціями технологічні процеси зображують графічно та у вигляді текстового опису.

Розглянемо спочатку способи графічного зображення процесів. Найпростіше зображення – це використання горизонтальних ліній у вигляді відрізків в плоскій системі координат «процеси – час» (рис.1.9).

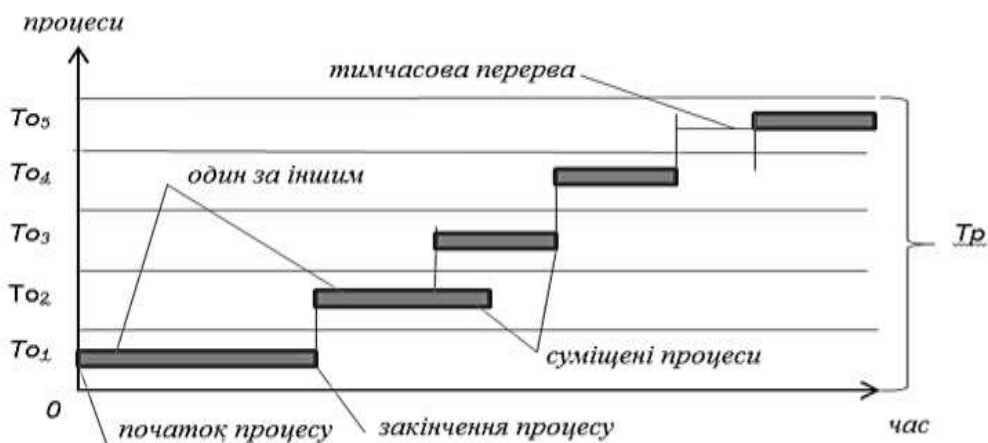


Рис. 1.9. Лінійна горизонтальна модель (графік) будівельного процесу

У масштабі часу відрізок прямої лінії відображує тривалість процесу. Процеси можуть виконуватися послідовно один за одним і поєднуватися один з одним. У багатьох технологічних процесах між підпроцесами можуть виникати часові перерви.

У практиці проектування будівельних процесів вдаються також до графічного зображення процесів у вигляді похилих ліній у плоскій системі координат, у яких поєднано три виміри: процеси, простір і час. Такий графік дістав назву циклограми. На відміну від горизонтальних графіків циклограми додатково відображають розвиток технологічного процесу в просторі, завдяки чому вони є більш наочними й ефективними (рис. 1.10).

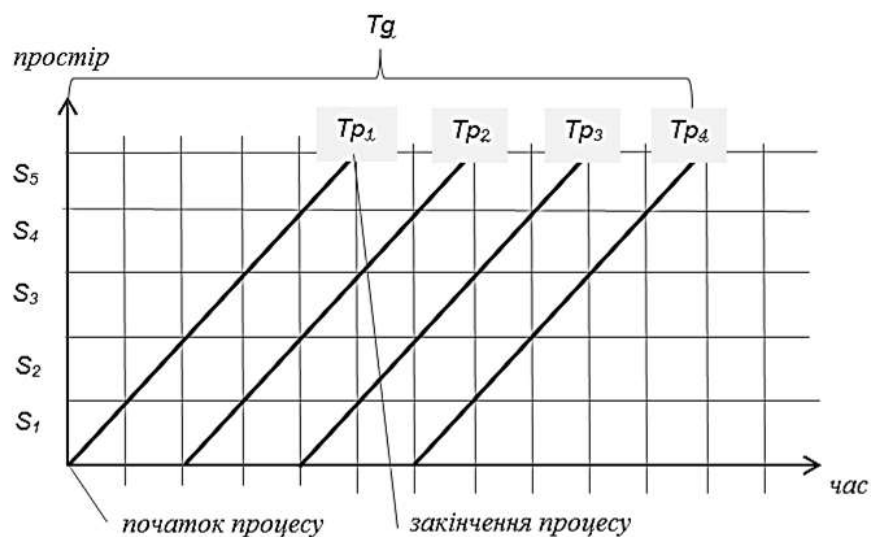


Рис. 1.10. Лінійна похила модель (графік) будівельного процесу

Простір (S) поділяється на окремі ділянки (S_i). Ділянки – це частини об'єму будівлі, на яких можуть виконуватися технологічні процеси з однойменною продукцією. У житлових будинках такими частинами можуть бути кімнати, квартири, секції, поверхи, яруси та ін. Умовно кажучи, в одному й тому самому просторі не можуть одночасно виконуватися різнойменні процеси з різного роду продукцією. Це пов'язано, по-перше, з умовами безпеки праці людей, а по-друге, це технічно неможливо.

Більш складним зображенням процесу є графічні моделі у вигляді графа, який дістав назву «сітьова модель». Ребра графа можуть позначати процеси, а вузли – стан об'єкта в процесі. Такі сітьові моделі мають назву «роботи дуги» (рис. 1.11).

Горизонтальні проекції відрізків (стрілок), що з'єднують вершини в масштабі часу, позначають тривалість процесів, цифри у вершинах сіток – початок і закінчення процесів, тому індексація процесів є відповідною цьому принципу.

Другий різновид сітьових моделей - «роботи вершини» (рис. 1.12).

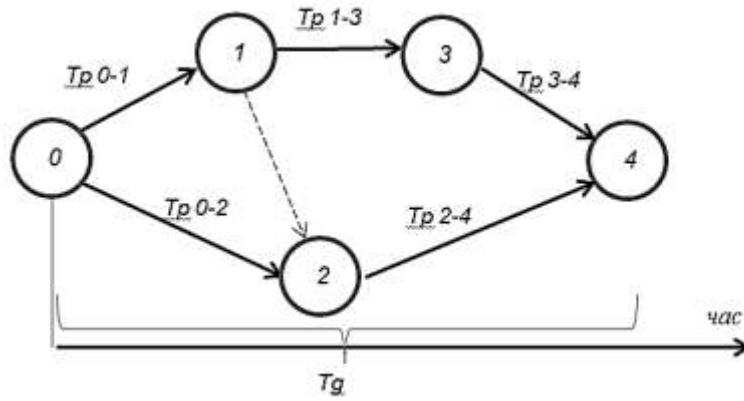


Рис. 1.11. Графічне відображення технологічного процесу у вигляді графа «роботи дуги»

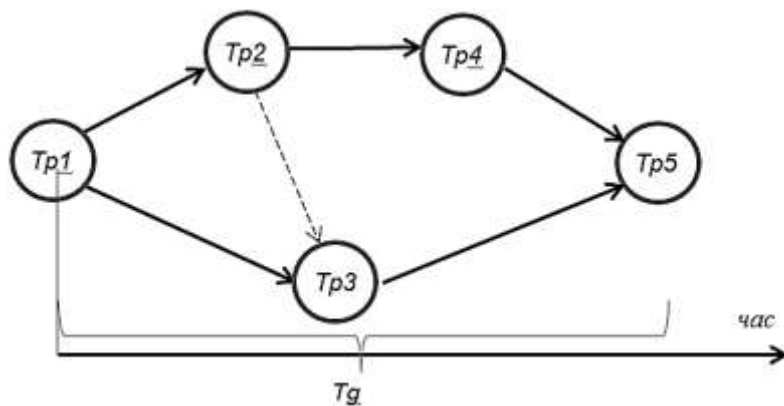


Рис. 1.12. Графічне відображення технологічного процесу у вигляді графа «роботи вершини»

Позначення вершин містять інформацію про процеси, а стрілки вказують на взаємозв'язок між ними.

Як правило, всі графічні зображення супроводжуються словесним описом технологічних процесів у вигляді вказівок, рекомендацій, розрахунків, калькуляцій та ін. Додатково до них можуть бути представлені графічні схеми виконання процесів.

1.5. Поняття про спосіб виконання процесу

Технологічний процес зведення будівлі - досить складна сукупність різноманітних операцій і процесів, яка може характеризуватися певними способами і методами їх виконання. Принцип організації операцій в процесах визначає спосіб виконання процесу.

Спосіб виконання технологічного процесу в абстрактному вигляді може бути представлений системою у вигляді сітьової моделі, в якій вузли

(вершини) позначають процеси (операції), а з'єднувальні лінії – послідовність їх виконання (рис. 1.13).

Спосіб як об'єкт винаходу патентується і є предметом охорони інтелектуальної власності. Спосіб характеризується певною послідовністю виконання операцій, змістом операцій, кількістю операцій у процесі та режимами їх виконання. Будь-які зміни однієї з названих ознак означають створення нового способу виконання процесу.

Операції і процеси пов'язані між собою структурною (логічною) і часовою послідовністю. Після того як операцію виконано і досягнуто потрібного проміжного стану об'єкта, повинна виконуватися наступна за нею операція.

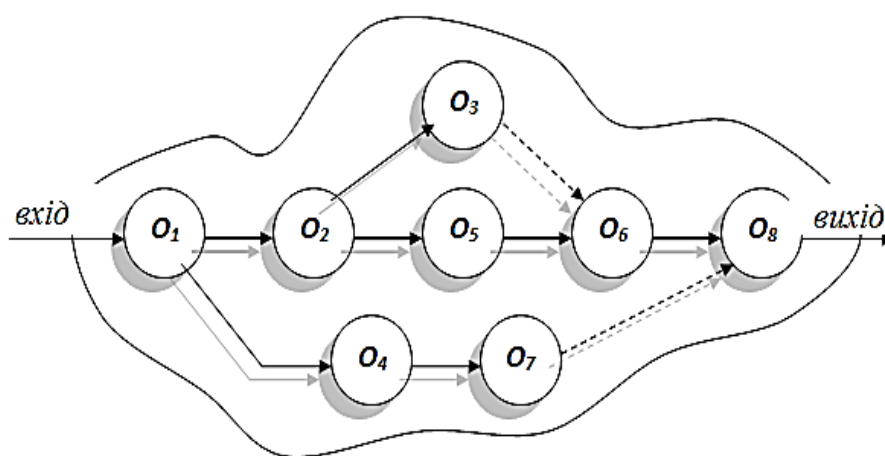


Рис 1.13. Модель способу виконання: O_1, O_2, O_5, O_6, O_8 – основні операції процесу; O_3, O_4, O_7 – допоміжні операції процесу

У розгляді одного простого процесу це положення є справедливим лише стосовно робочих операцій, які можна визначити як основні.

Суміщення операцій в часі для одного простого процесу є можливим між основними (робочими) і допоміжними операціями. Наприклад, дії з переміщення і приведення в роботу пристосувань належать до допоміжних операцій, тому вони можуть поєднуватися з основними операціями в часі, як показано на рис. 1.13.

1.6. Закономірності організації процесів у потоках

Коли об'єктів декілька або один об'єкт може бути поділений на кілька однакових частин, однойменні процеси багаторазово повторюються. У виробництві серії однакових продуктів виникає проблема організації декількох однойменних процесів в просторі і часі.

Сукупність однойменних процесів на певному відрізку часу, спрямованих на випуск певної кількості однорідної будівельної продукції,

називають «технологічним потоком», а простір, в якому випускається одиниця умовної однорідної продукції – «ділянкою». У будь-якому випадку такий одиничний простір характеризує робоче місце виконавців процесу під час виробництва одиничного продукту.

Основний принцип організації процесів полягає в тому, що після завершення процесу на одній ділянці виконавці переходять на нову ділянку. Цей принцип характеризує особливість будівельних технологій та їх відмінність від технологій інших галузей виробництва.

Технологічні потоки відповідно до структури процесу планують під певний рівень процесів. Коли йдеться про вищий рівень (TP_b), процеси вважають єдиним технологічним потоком, який може розглядатися в сукупності таких самих потоків. Загальною метою об'єднання таких потоків буде певна кількість будівель. Якщо йдеться про одну будівлю, то сукупність технологічного потоку (TP_b) охоплюватиме технологічні потоки другого рівня структури (TP_g) і т.д.

У результаті здійснення процесів одного технологічного потоку випускається безліч однорідної продукції в обсязі всіх визначених завданням ділянок. Наприклад, для процесу «зведення будівлі (TP_b)» технологічний потік «улаштування паркетної підлоги (TP_{g1})» завершиться, коли в усіх квартирах (квартиру взято за одну ділянку) планованого об'єму будівлі будуть влаштовані всі паркетні підлоги.

Залежно від рівня кінцевої продукції розрізняють об'єктні, спеціалізовані й операційні технологічні потоки.

Об'єктні технологічні потоки розглядають у разі зведення кількох будівель або споруд. Рівень таких процесів є вищим від першого рівня ієрархії структури, що розглядається в посібнику. Методи організації процесів цього рівня висвітлює окрема дисципліна – «Організація будівництва».

Спеціалізовані технологічні потоки відповідають першому рівню структури будівельного процесу. У розглянутому прикладі потік «улаштування паркетних підлог» – спеціалізований технологічний потік, в результаті якого влаштовують окремі конструктиви будинків або споруд.

Операційний технологічний потік відповідає третьому рівню структури будівельного процесу. Поділяти потоки на цьому рівні не завжди доцільно. Причина в тому, що для деяких процесів третього рівня структури виконавців (люди і машини) змушені поєднувати виконання операцій і процесів, пов'язаних одним контролем якості продукції, що випускається. Наприклад, робітник за професією «паркетник» може бути залучений до процесів, виконавцями яких є робітники інших професій. Процес улаштування цементно-піщаної стяжки повинен виконувати бетонник, а нанесення рідких покриттів – маляр тощо.

Як організувати потоки і процеси в потоках?

Для цього застосовують методи організації процесів в технологічному потоці: послідовний, паралельний, комбінований.

Послідовний метод – метод, оснований на такому принципі: в технологічному потоці структурні потоки після завершення на одній ділянці перериваються до моменту звершення всіх потоків на цій ділянці. Після цього потоки в такій самій послідовності виконують на наступних ділянках.

Перетворення предмета праці на наступній ділянці виконують тільки після завершення випуску комплексу різномірної продукції на попередній ділянці. Для прикладу: в одній кімнаті квартири виконують процеси з влаштування паркетної підлоги, наклеювання шпалер на стінах кімнати і влаштування натяжної стелі. Після завершення всіх процесів в цій кімнаті потоки переходять в наступну кімнату і т. д.

Паралельний метод передбачає повністю суміщені паралельно за часом однойменні процеси на всіх ділянках. Продукція на всіх ділянках випускається одночасно.

Комбінований метод. У теорії цей метод дістав назву потокового. Метод полягає в суміщенні паралельно за часом і розділенні за ділянками різномірних потоків (процесів). При цьому відбувається послідовне виконання процесів у структурному потоці на ділянках.

Для наочності розглянемо приклад організації процесів в технологічному потоці за різними методами.

Приклад. Розглянуто процес влаштування конструкцій в квартирах житлового будинку, які умовно поділено на чотири однакових кімнати ($m = 4$ захватки).

У технологічному потоці рівня (TP_g) виконуються три структурних потоки рівня (TP_p) ($n = 3$), наприклад, потік (TP_{p1}) – влаштування паркетної підлоги, потік (TP_{p2}) – наклеювання шпалер на стінах, потік (TP_{p3}) – влаштування натяжної стелі.

Основним принципом поєднання процесів у просторі є дотримання умови безпеки людей й умови створення оптимальних робочих зон для виконавців. На одній ділянці (в одній кімнаті) на одному відтинку часу виконується тільки один процес (один структурний потік).

За послідовного методу організації процесів технологічні потоки виконуються один за одним в строгій послідовності (рис. 1.14).

Тривалість технологічного потоку у такому разі визначають за формулою:

$$T = (t_1 + t_2 + t_3)m, \quad (1.6)$$

де T – тривалість потоку вищого рівня структури;

$t_1 + t_2 + t_3$ – тривалість структурних потоків на одній ділянці (таку тривалість називають ритмом потоку).

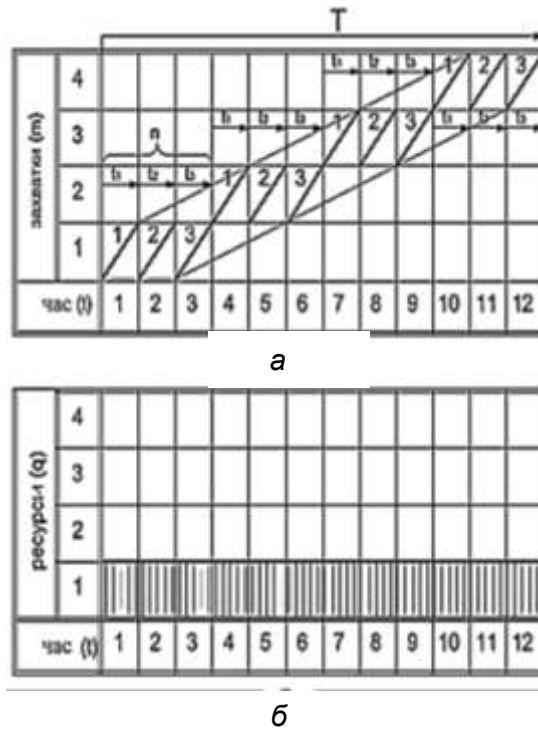


Рис. 1.14. Графічне зображення технологічних потоків у разі їх організації за послідовним методом:
 а – графік (циклограма) виконання процесів; б – графік (діаграма) споживання ресурсів

У наведеному прикладі для простоти сприйняття взято однакові за часом ритми потоків. Під графіком тривалості виконання процесів побудовано діаграму споживання ресурсів (рис. 1.14, б). Під ресурсами слід розуміти людські, матеріальні, енергетичні, фінансові, інформаційні та інші потоки. Для спрощення сприйняття на осі ординат можна розглядати тільки рух виконавців-робітників.

За паралельного методу організації процесів технологічні потоки виконують одночасно в декількох кімнатах (рис.1.15). Розривів у часі між однойменними операціями немає, тобто вони дорівнюють нулю.

Тривалість технологічного потоку за паралельним методом організації процесів визначають за формулою:

$$T = (t_1 + t_2 + t_3), \quad (1.7)$$

Порівнюючи графіки для послідовного і паралельного методів організації процесів, можна помітити, що тривалість технологічного потоку, організованого за послідовним методом, характеризується найбільшим

значенням (у прикладі $T = 12$ днів) за найменшої інтенсивності споживання ресурсів (людських, енергетичних, фінансових). На рис. 1.14 $q = 1$ умовний ресурс на день.

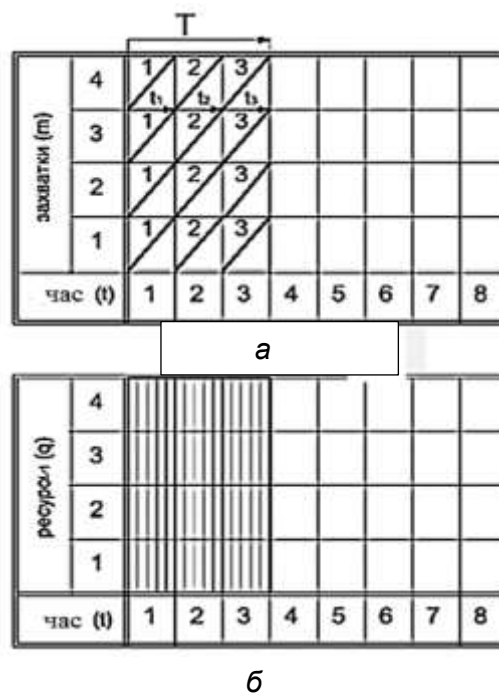


Рис. 1.15. Графічне зображення організації процесів за паралельним методом:
 а – графік виконання процесів;
 б – графік споживання ресурсів

Тривалість технологічного потоку, організованого за паралельним методом, характеризується найменшим значенням ($T = 3$ дні), але при цьому відзначається найбільша інтенсивність споживання ресурсів ($q = 4$ умовних ресурси на день).

Тобто якщо ставити за мету скорочення тривалості технологічного потоку влаштування покриттів в кімнатах, слід скористатися паралельним методом організації процесів, але тоді доведеться залучити одночасно замість однієї групи виконавців одразу чотири, при цьому витратити за день більше грошей, електроенергії, води, а також створити цілий ряд незручностей у виконанні процесів.

Комбінований (поточний) метод організації процесів поєднує в собі два попередніх методи. Якщо за послідовним методом унеможливити розриви в часі між однойменними процесами за умови, щоб після закінчення процесу на одній ділянці потік не переривався і переходив на наступну ділянку, то в паралельному режимі на ділянках будуть виконуватися різномірні процеси (рис. 1.16).

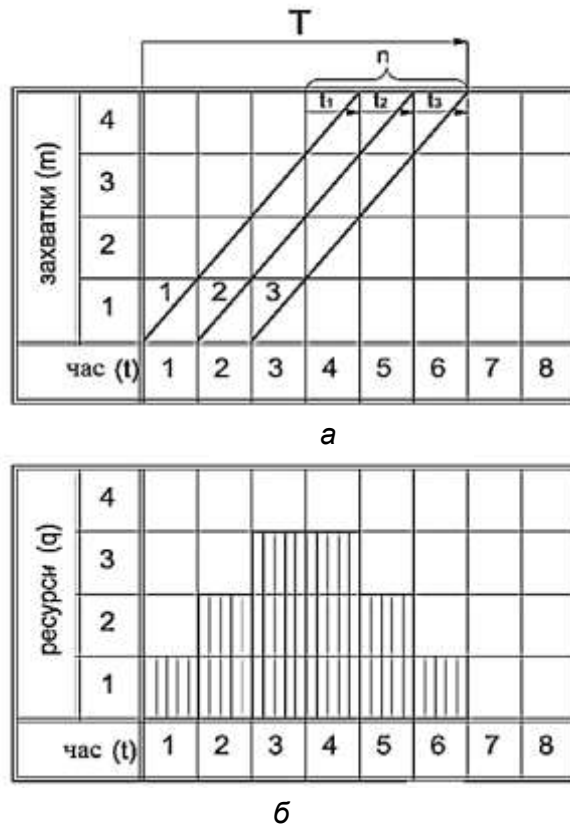


Рис. 1.16. Графічне зображення процесів комбінованим методом за їх організації:
 а – графік виконання процесів;
 б – графік споживання ресурсів

Комбінований метод організації процесів у технологічному потоці характеризується середньою тривалістю (у прикладі $T = 6$ днів) і змінною інтенсивністю споживання ресурсів ($q = 1 - 3$ умовних ресурси на день). За такої умови спостерігається поступове зростання та поступове зниження інтенсивності споживання ресурсів, що природно обґрунтовано.

Тривалість технологічного потоку за комбінованого методу визначають за формулою:

$$T = t_1 \cdot m + t_2 + t_3. \quad (1.8)$$

Перехід процесу від однієї захватки до іншої характеризує його циклічність, яка вимірюється часом циклу. Час циклу потоку характеризує ритм випуску одиничної продукції, він дістав назву «модуль циклічності (k)». У розглянутому прикладі ритми всіх процесів у потоці однакові. Такі потоки називають рівноритмічними.

Для рівноритмічних структурних потоків (рис. 1.17) тривалість технологічного потоку визначають за формулою:

$$T = t_1 + t_2 = k \cdot m + k(n - 1) + t_q = k(m + n - 1) + t_q, \quad (1.9)$$

де m – кількість ділянок в будівлі;

n – кількість структурних потоків в технологічному потоці;

k – модуль циклічності;

t_q – час перерви між суміжними потоками.

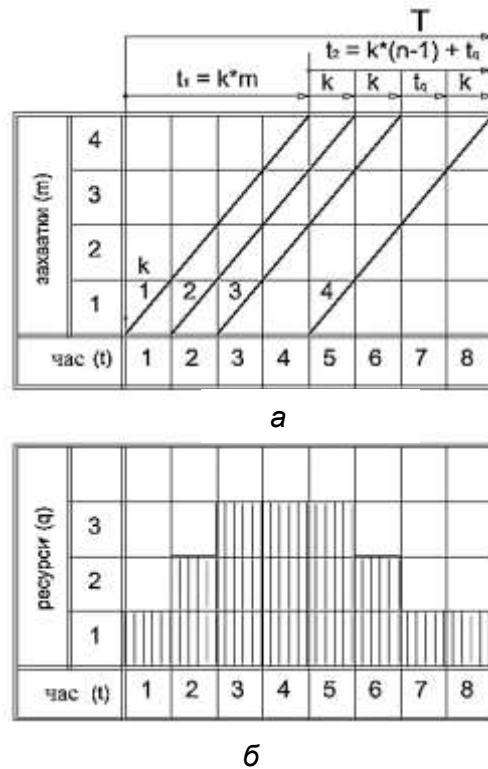


Рис. 1.17. Графіки зображення процесів у разі їх організації за комбінованим методом з перервами:
 а – графік виконання процесів; б – діаграма споживання ресурсів

Між суміжними структурними потоками в загальному технологічному потоці можуть виникати тимчасові перерви (технологічні, організаційні та ін.), пов'язані, наприклад, з тужавленням бетону, полімеризацією матеріалів покриттів, перебазуванням машин тощо (рис. 1.17).

У реальному процесі зведення будівель не завжди вдається поділити об'єкт на рівні частини. За неоднакових за розмірами частин ритми в однойменному потоці на різних ділянках будуть різними. У такому разі моделі організації процесів будуть нерівноритмічними.

Узгодження суміжних потоків за нерівних ритмів потоків залежить від співвідношення їх інтенсивності. Якщо інтенсивність наступного потоку є меншою за інтенсивність попереднього потоку ($I_2 < I_1$), то узгодження виконують на початку потоку (рис. 1.18, а), та якщо навпаки ($I_2 > I_1$), то прив'язка виконується наприкінці потоку (рис. 1.18, б).

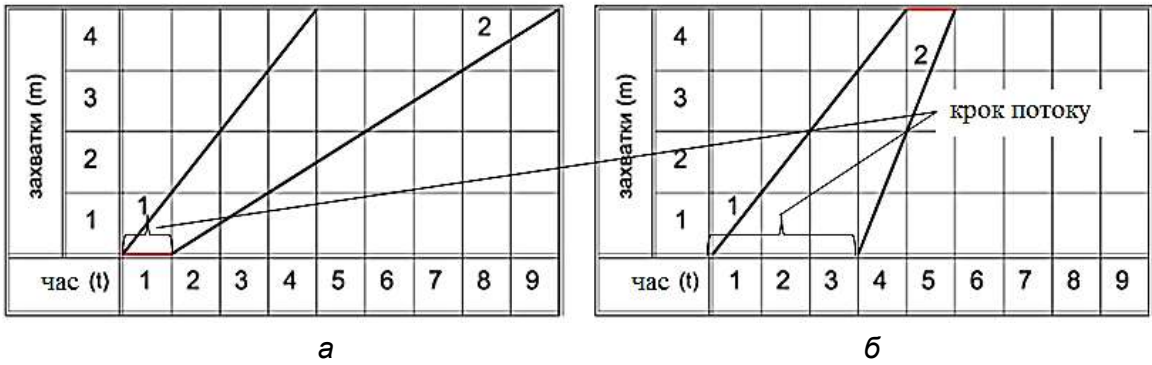


Рис. 1.18. Правила узгодження суміжних процесів у потоці:

а – за ($I_2 < I_1$);

б – за ($I_2 > I_1$)

У першому випадку мінімальний крок прив'язки визначають за ритмом наступного процесу, а в другому – за ритмом попереднього процесу (за ритмом процесу з більшою інтенсивністю).

За різної інтенсивності процесів для зведення процесів до єдиного ритму рекомендується потік з меншою інтенсивністю організувати з його розподілом між декількома виконавцями з суміщенням за часом і в просторі (рис. 1.19).

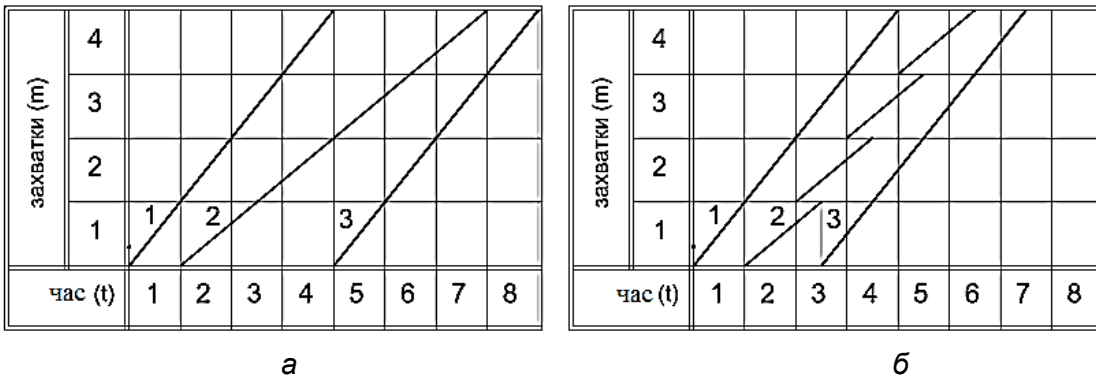


Рис. 1.19. Правила зведення процесів в потоці до єдиного ритму:

а – графік потоку до перетворення;

б – графік технологічного потоку після перетворення другого структурного потоку

Завдяки зведенню процесів у потоці до єдиного ритму можна скоротити тривалість потоку за незначного збільшення інтенсивності споживання ресурсів (у наведеному прикладі досягнуто скорочення тривалості технологічного потоку на 1,5 дня).

Підбиваючи підсумки викладеного, слід зазначити, що послідовний і паралельний методи організації процесів є ідеальними, а комбінований метод дає нескінченну кількість можливих варіантів.

Говорити про те, який метод є кращим, неправильно, тому що в мінливих умовах середовища за зміни оцінних критеріїв будь-який з методів може стати ефективним. Наприклад, за великого відсотка за кредитами перевага віддається паралельному методу, а за браку грошових коштів – послідовному. Коли згаданих проблем немає, процеси в технологічних потоках варто організовувати за комбінованими методами.

Запитання для самопідготовки та контролю знань

1. За якими правилами виконують прив'язку суміжних потоків на графіках процесів за нерівних ритмів потоків?
2. У якому вигляді графічно зображуються будівельні процеси?
3. Які методи застосовують для організації технологічних процесів з виробництва серії однотипної продукції?
4. Якими ознаками характеризується спосіб виконання процесу?
5. Чим спосіб виконання процесу відрізняється від методу?
6. Чому рекомендується розглядати структуру будівельного процесу за дворівневою системою?
7. Назвіть всі рівні ієрархії структури технологічного процесу, пов'язавши їх з видами продукції, що виробляється.
8. Охарактеризуйте будівельну продукцію за конструктивними системами будівель і споруд.
9. Назвіть й охарактеризуйте складові елементи системи перетворень.
10. Що таке будівельна технологія?
11. Чим калейдоскопічна і кліпова подача інформації відрізняється від її методологічного подання?
12. Наведіть основні правила побудови циклограми.

2. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Технологічні процеси можуть бути представлені різними способами залежно від виду процесу, мети подачі інформації, чинних інструкцій, норм і традицій. З усіх можливих способів в будівництві використовують словесний опис процесів і операцій, а також графічне зображення у вигляді креслень, графіків виконання процесів і схем, що пояснюють організацію і механізацію процесів в часі і просторі.

Теоретико-методичну основу проектування будівельних процесів становить система перетворень (див. п.1.1), яка визначає послідовність і зміст дій проектувальника.

1) Вивчається завдання на проектування. Встановлюється рівень технологічного процесу. Аналізуються конструктивні, фізичні, вартісні та інші характеристики продукту. Для цього проектувальнику надається вся потрібна проектна документація.

2) На основі проектної документації вивчаються характеристики матеріалів, конструкцій та інших виробів, які входять в систему перетворень.

3) Вивчаються вимоги щодо якості і вартості кінцевого продукту. Ці вимоги, як правило, розглядаються як обмеження у виборі того або іншого рішення за технологіями зведення будівель.

4) Розглядаються всі можливі структури технологічного процесу. Вивчаються можливості всіх виконавців процесу, зокрема вплив реального оточення на виконання процесу.

5) За одним з відомих методів ухвалення рішень (розрахунковим, евристичним, алгоритмічним, комбінаторним та ін.) з-поміж можливих структур технологічного процесу обирають два-три варіанти для детального розгляду всіх технологічних параметрів. Для цього в завданні на проектування обов'язково повинні бути визначені критерії оцінки та вибору технологічних рішень.

6) Вивчаються технологічні процеси, вищого і нижчого рівня в ієрархії структури. Встановлюється їх взаємозв'язок з технологічним процесом, який підлягає проектуванню.

7) Для обраної структури технологічного процесу послідовно вирішуються питання пов'язані з організацією праці робітників-виконавців, з комплектування потрібних машин, механізмів і технологічного оснащення, а також із забезпеченням належної якості продукції.

Проектування завершується розробленням проектно-технологічної документації у вигляді проекту виконання робіт (ПВР), технологічних карт (ТК) або карт трудового процесу (КТП).

Якщо проектується технологічний процес першого рівня структури (TP_b), розробляють проект виконання робіт, а якщо проектується процес другого рівня (TP_g), вихідним документом є технологічна карта. У разі проектування процесів третього рівня (TP_p) складають карту трудового процесу. Для технологічного процесу четвертого рівня можуть бути розроблені технічні регламенти або інші документи, наприклад, опис винаходу на спосіб виконання процесу.

До складу проекту виконання робіт належать технологічні карти на виконання будівельних процесів, а в складі технологічної карти можуть бути карти трудових процесів.

Відповідно до цього принципу дисципліна «Технологія будівельних процесів» дає знання, достатні для розроблення карт трудових процесів і технологічних карт на процеси другого і третього рівня. Дисципліна «Технологія зведення будівель» готує фахівців, здатних розробляти проекти виконання робіт та ускладнені технологічні карти на процеси першого і другого рівня.

Склад ПВР визначено чинними будівельними нормами України. До складу ПВР належать: будівельний генеральний план об'єкту будівництва, календарний графік виконання робіт на об'єкті, графіки надходження на об'єкт будівельних конструкцій, виробів і матеріалів, руху робітничих кадрів та основних будівельних машин по об'єкту.

Визначальними в складі ПВР є технологічні карти на виконання окремих технологічних процесів. Обов'язковими є рішення щодо виконання геодезичних робіт, з охорони праці, навколишнього середовища та пожежної безпеки, рішення про прокладання тимчасових мереж водопостачання, тепlopостачання й енергопостачання будівельного майданчика. Рекомендовано до складу включати перелік потрібної спеціальної будівельної оснастки.

Основними показниками для порівняння технологій першого рівня ієрархії структури процесу є тривалість зведення будівлі, собівартість, трудомісткість зведення, рівень механізації тощо. За одиницю виміру продукції беруть метр кубічний об'єму будівлі або метр квадратний корисної площі будівлі.

Проект виконання робіт може розроблятися на частини будівель, на підготовчий й основний етапи будівництва, окремі види складних процесів (монтажні, санітарно-технічні, оздоблювальні, геодезичні та ін).

Будівельний генеральний план (БГП) розробляють з метою організації будівельного майданчика та визначення обсягів робіт з підготовки майданчика до будівництва. Такий план може розроблятися для окремого етапу будівництва: на підготовчий період будівництва, на зведення підземної або надземної частини будівлі.

Вхідними даними для розробки ПВР є інформація щодо проекту організації будівництва (вивчається в дисципліні «Організація будівництва»), кошторисна документація, проект будівництва.

На будівельному генеральному плані вказують межі будівельного майданчика, вид огорож, постійні та тимчасові підземні, наземні і повітряні мережі і комунікації. Визначають розміщення постійних, споруджуваних і тимчасових будівель і споруд, постійні і тимчасові дороги, схеми руху транспорту, місця встановлення будівельних і вантажопідйомних машин, шляхи їх переміщення і зони дії, небезпечні зони, розміщення знаків геодезичної основи та ін. (рис. 2.1).

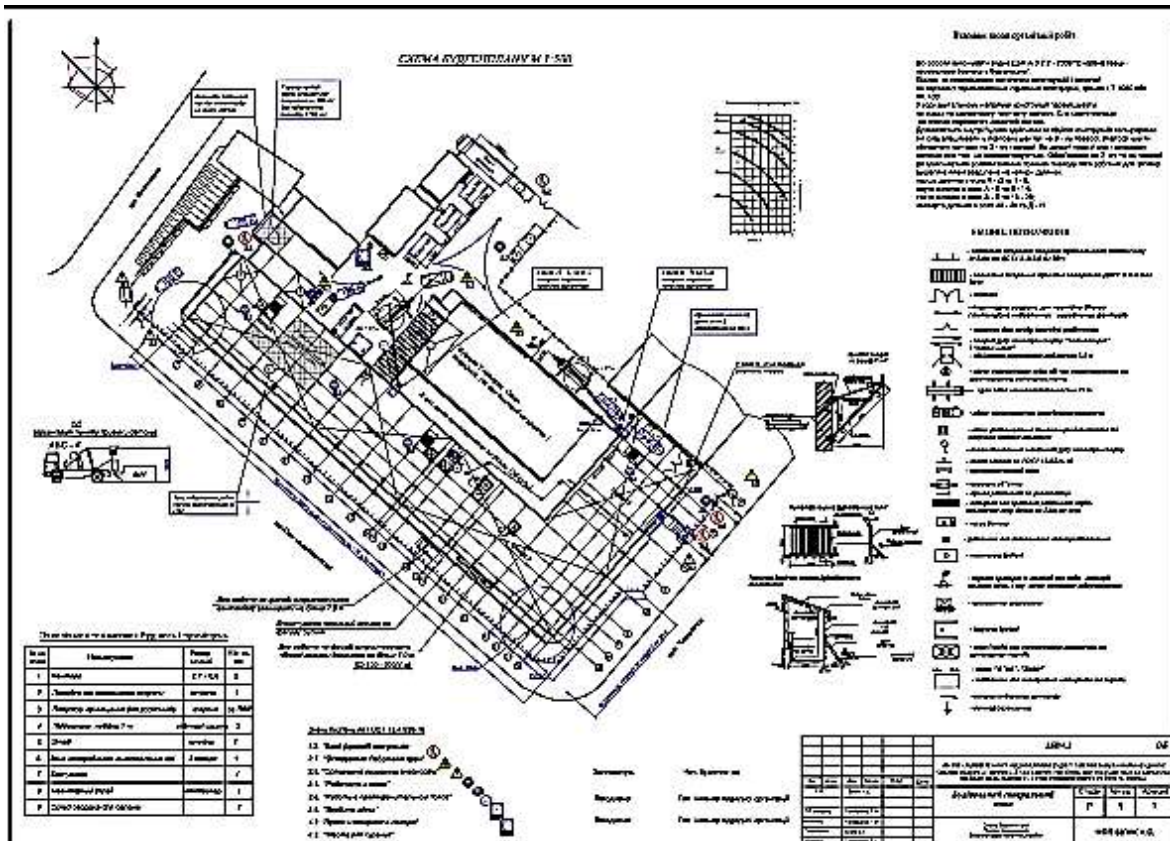


Рис. 2.1. Приклад креслення будівельного генерального плану

На будівельному генеральному плані повинні бути відображені джерела і засоби енергозабезпечення, освітлення будівельного майданчика, розміщення пристроїв для видалення будівельного сміття, майданчики і приміщення для складування та зберігання матеріалів і конструкцій.

Будівельний генеральний план – це креслення, виконане, як правило, у форматі А1 в масштабі 1 : 500. На кресленні обов'язково вказують всі прив'язки тимчасових будівель і споруд, доріг і комунікацій до геодезичної мережі. Позначають також небезпечні зони, тимчасові будівлі, складські майданчики, в'їзди і виїзди. Крім того, наводять умовні позначення.

Календарним графіком виконання робіт на об'єкті встановлюють послідовність і тривалість виконання робіт. Календарний графік – це графік, побудований відповідно до днів календаря планованого періоду будівництва (рис. 2.2).

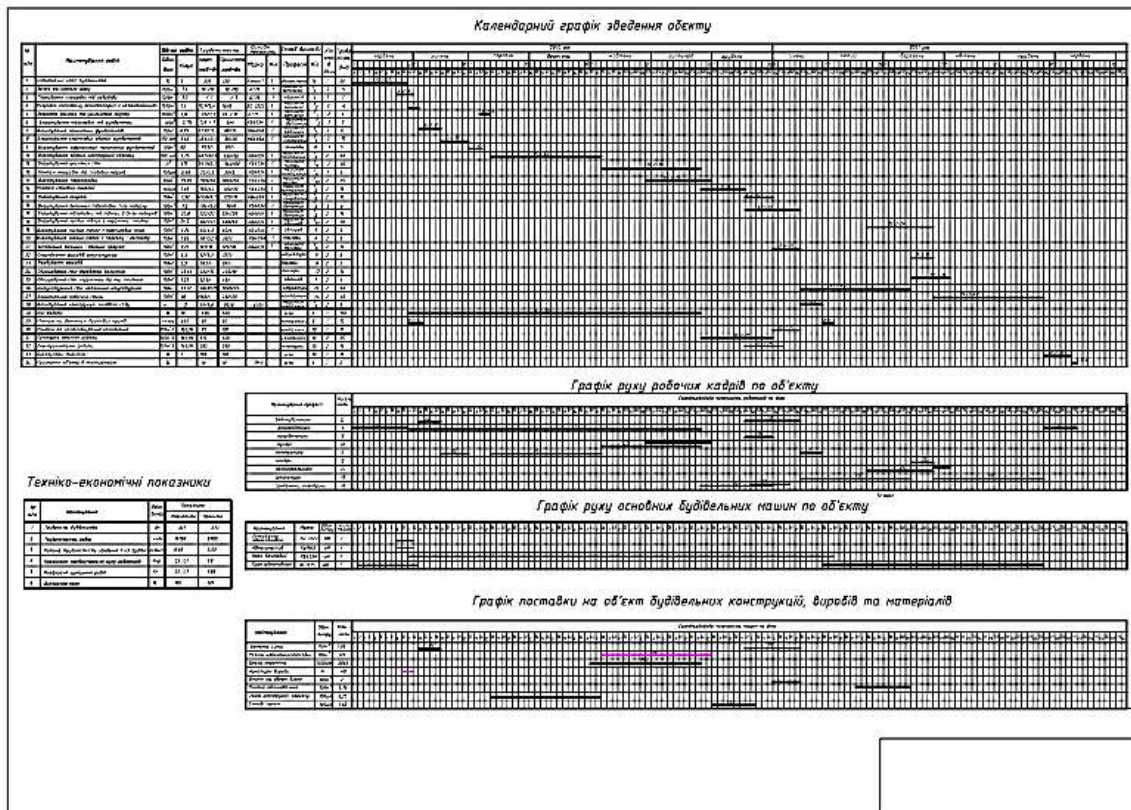


Рис. 2.2. Приклад оформлення креслення календарного графіка виконання робіт на об'єкті з додатковими графіками розподілу ресурсів і руху основних будівельних машин на об'єкті

Технологічні карти на виконання окремих технологічних процесів – основний документ, в якому наводиться вичерпна інформація про способи і методи виконання технологічного процесу (рис. 2.3).

У будівництві рекомендовано такий склад і зміст технологічної карти.

1. Сфера застосування технологічної карти.
2. Опис технології й організації процесу.
 - 2.1. Вимоги до якості попередніх процесів.
 - 2.2. Вимоги до технології виконання процесів.
 - 2.3. Технологічні схеми виконання процесів.
 - 2.4. Схеми комплексної механізації процесів.
 - 2.5. Рішення з транспортування і складування виробів і матеріалів.
3. Вимоги до якості виконання і приймання робіт.
 - 3.1. Вимоги до якості матеріалів і виробів.
 - 3.2. Схеми операційного контролю якості.
 - 3.3. Перелік процесів, які підлягають контролю якості.

У розділі «Сфера застосування» наводять:

- назву технологічного процесу та конструктивного елемента або частини будівлі чи споруди, для зведення якої розроблена карта;
- умови й особливості виконання робіт, зокрема температурні, вологості, гідрогеологічні та інші;
- найменування матеріалів конструкцій, розміри і маса елементів;
- характеристика вимірювача кінцевої продукції.

У розділі «Технологія й організація процесу» наводять:

- вимоги до готовності та завершення попередніх і підготовчих процесів;
- вимоги до винесення в натуру геодезичних реперів і знаків;
- структура процесу;
- склад, послідовність і способи виконання процесів;
- рішення щодо організації робочих місць;
- схеми організації робочих зон будівельних машин;
- схеми складування матеріалів і конструкцій;
- схеми стропування конструкцій, виробів і вантажів;
- схеми тимчасового закріплення і вивірення конструкцій;
- схеми постійного закріплення конструкцій;
- вимоги до транспортування, складування і зберігання конструкцій, обладнання та матеріалів;
- опис і технологічні розрахунки.

Розділ «Вимоги до якості виконання процесів і приймання продукції»

містить:

- вимоги до якості матеріалів, виробів і конструкцій, що надходять для виконання процесу (вхідний контроль);
- схеми операційного контролю якості виконання робіт із зазначенням нормативних допусків і відхилень;
- перелік інструментів і приладів, потрібних для контролю якості;
- перелік технологічних процесів, що підлягають контролю із зазначенням предмета контролю, способів та інструментів контролю, часу виконання контролю, відповідальних за контроль якості, критеріїв оцінювання.

У розділі «Охорона праці» наводять таке:

- рішення з охорони праці та техніки безпеки, які були ухвалені на підставі конкретних проектних розробок;
- заходи, що забезпечують стійкість окремих конструкцій і будівлі загалом як під час виконання робіт, так і після їх закінчення;
- схеми з позначенням небезпечних зон з влаштуванням огорож;

- правила безпечної експлуатації машин, устаткування, технологічної оснастки і пристосувань;
- правила безпечної роботи під час виконання технологічних процесів;
- заходи з пожежної безпеки.

Розділ «Охорона навколишнього середовища» містить:

- умови і заходи збереження навколишнього середовища від побічних відходів технологічного процесу.

У розділі «Потреба в матеріально-технічних ресурсах» наводять:

- перелік машин й устаткування із зазначенням технічних характеристик, типів, марок, призначення, необхідної кількості;
- перелік технологічного оснащення, інструменту, інвентарю та пристосувань із зазначенням номера, марки або організації, яка розробила креслення, технічних характеристик, призначення та кількості;
- відомість потреби в матеріалах, виробках і конструкціях, розроблена за нормами витрат матеріалів на виконання робіт.

Розділ «Техніко-економічні показники» містить:

- розрахунки техніко-економічних показників, за нормами і за проектом;
- калькуляцію витрат праці та машинного часу;
- технологічні розрахунки з побудовою графіків виконання робіт.

Рекомендований склад і зміст карт трудових процесів.

1. Сфера й ефективність застосування карти розкриває назву процесу та її призначення, показники виконання праці (виробіток одного робітника, об'єм продукції на один люд*день., витрати праці на одиницю продукції, люд-год).

2. Умови та підготовка виконання процесу описують характеристику реального оточення та надає перелік операцій, які повинні бути закінченими.

3. Виконавці, предмети і знаряддя праці

3.1. Виконавці (професія, кваліфікація, чисельність).

3.2. Інструменти, прилади та інвентар з посиланням на джерело інформації, на потрібну кількість і характеристики.

4. Технологія процесу і організація праці:

4.1. Операції і послідовність їх виконання.

4.2. Організація робочого місця

4.3. Графік виконання трудового процесу.

Приклад графіка виконання трудового процесу монтажу фундаменту наведено на рис. 2.4.

№ п/п	Найменування операцій	Час, хв										Тривалість, хв.	Витрати праці, люд. хв.	
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20			
1	Підготовка основи під фундамент	— M ₁											7	7
2	Підготовка фундаментів	— M ₂											4	4
3	Строповка фундаментів		— M ₂										1	1
4	Подача фундаментів до місця укладки		— M ₂										2	2
5	Прийомка і укладка фундаментів			= M ₁		= M ₂							5,5	11
6	Вивірка фундамента				= M ₁		= M ₂						5	10
7	Розстроповка фундаментів						= M ₁		= M ₂				2	4
8	Перехід робочих							= M ₁		= M ₂			2	4
Всього на один фундамент													43	

Рис. 2.4. Графік виконання трудового процесу

Для отримання навичок і умінь в розробці проектно-технологічної документації названих рівнів потрібно спочатку здобути знання з основ організації праці робітників-будівельників, механізації будівельних процесів; ефективності та якості будівельної продукції; технологічних розрахунків, а також засвоїти найпоширеніші технологічні будівельні процеси.

Запитання для самопідготовки та контролю знань

1. У яких видах проектно-технологічної документації розробляють технології першого, другого, третього і четвертого рівнів?
2. Наведіть послідовність і зміст дій проектувальника-технолога.
3. З яких розділів і підрозділів формується технологічна карта?
4. Яка інформація міститься в розділі технологічної карти «Потреба в матеріально-технічних ресурсах»?
5. Яку інформацію наводять в розділі технологічної карти «Техніко-економічні показники»?
6. Які вимоги до якості виконання процесів і до приймання продукції слід відображати в технологічних картах?
7. У чому полягає різниця між картами трудових процесів і технологічними картами?
8. На якій стадії будівництва розробляють будівельні генеральні плани?

3. ПРИНЦИПИ І ПРАВИЛА ОРГАНІЗАЦІЇ ПРАЦІ БУДІВЕЛЬНИКІВ

3.1. Зміст і умови праці робітників-будівельників

Одними з найважливіших умов проектування технологічного процесу є дотримання принципів найвищої продуктивності праці, максимально ощадливе використання залучених до процесу ресурсів за обов'язкового дотримання безпечних умов праці.

Зміст праці – взаємодія людини зі знаряддями праці і предметами праці в реальному оточенні [3]. Розглядаючи окремо підсистему «люди-виконавці», виділивши її у системі перетворення, схему взаємодії людей з іншими операндами системи, можна представити, як на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Схема взаємодії людей з операндами системи перетворення

Праця – властивість людини, доцільна діяльність людини. Праця – функція людського організму, яка потребує певних витрат енергії мозку, органів почуттів, нервів і м'язів.

Якщо затрати людини на одну дію умовно вважати витратами енергії людини (F_i), можна записати пропорційну залежність:

$$F_i = f(W_i) \quad (3.1)$$

Насправді пропорційної залежності між діями та реальними затратами енергії людини немає, ми лише намагаємося її досягти. Ступінь витрат енергії людини залежить від багатьох факторів, сукупність яких повинна створювати нормальні умови праці. Ці фактори можуть бути фізичного, хімічного, біологічного та психоневрологічного характеру.

Температура і вологість зовнішнього повітря на робочому місці. Однією з найбільш важливих умов праці є нормальна температура і вологість повітря. Організм людини прагне підтримувати постійну температуру 36...37 °С і погано переносить великі відхилення від цих показників, тому величина параметрів температури і вологості повітря значно впливає на самопочуття і працездатність людини. Температура,

вологість і рух повітря одночасно впливають на організм людини і створюють певне теплове середовище, яке називається мікрокліматом.

Підтримання нормального мікроклімату полягає у вентиляції, обігріванні або охолодженні, зволоженні або осушенні простору, де розташоване робоче місце людини.

Якщо немає можливості створити нормальний мікроклімат, в режимі роботи людей слід передбачати перерви для обігрівання або для запобігання перегрівання тіла.

Забрудненість повітря на робочому місці. Забрудненість повітря газами, парами і пилом негативно впливає на здоров'я людини. Технологічні процеси, що створюються і проектується, повинні бути максимально безпечними.

Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони (робочих місць) не повинні перевищувати нормативних значень, справляти шкідливий вплив на здоров'я людини протягом робочої зміни.

Шум у процесі роботи спричиняє втому органів слуху та функціональні зміни нервової системи. Виникають порушення рівноваги, погіршується координація рухів. Шум характеризується рівнем звукового тиску (дБ) і частотою звукових коливань (Гц). Безпечним, з найбільшим рівнем уваги вважають звуковий тиск до 40 дБ із звуковою частотою 100...1000 Гц. Високий рівень звуку може призвести до втрати слуху.

Зони з рівнем звуку понад 80 дБ позначають знаками небезпеки. Робота в цих зонах без використання засобів індивідуального захисту слуху не допускається. Не допускається перебування працівників у зонах з рівнем звуку, вищим від 135 дБ.

Освітлення робочого місця значно впливає на умови видимості під час роботи. Поліпшене освітлення сприяє підвищенню продуктивності праці, значному скороченню виробничих травм і зниженню браку. Освітлення визначає освітленість (лк) і яскравість (кд/м²).

Освітленість на робочих місцях залежить від розмірів оброблюваних об'єктів. Якщо немає потреби в напрузі зору, то достатньо 10 ... 20 лк, а якщо контролюються дрібні відхилення і розміри, необхідно забезпечити освітленість у межах 100 ... 200 лк. Для ділянок робіт, де нормовані рівні освітленості повинні бути більшими за 2 лк, додатково до загального рівномірного освітлення слід спланувати локалізоване освітлення. На тих ділянках, де перебування людей є тимчасовим, рівень освітленості може бути зниженим до 0,5 лк.

Вібрація. Механічні коливання і струси викликають в організмі ряд негативних органічних і функціональних змін, перш за все в системі кровообігу, в органах почуттів і в кістково-опорній системі. Ці зміни значно

знижують працездатність людини. Періодичні коливання з низькими частотами 65 ... 160 Гц є дуже небезпечними в поздовжньому напрямку тіла людини.

Для усунення шкідливого впливу вібрації на працівників людей слід запропонувати ряд заходів:

- знизити рівень вібрації в джерелі її утворення конструктивними або технологічними заходами;
- зменшити вібрацію на шляху її поширення засобами віброізоляції та вібропоглинання;
- організувати дистанційне керування, що унеможлиблює передачу вібрації на робочі місця; передбачити засоби індивідуального захисту; запровадити раціональні режими праці та відпочинку тощо.

Випромінювання. На людину в процесі роботи можуть впливати різного роду випромінювання. Електромагнітні випромінювання спричиняють зміни в нервовій системі і в системі кровообігу. Особливо небезпечним є іонізуюче випромінювання. Перебування в зоні зварювання металевих виробів пов'язане з впливом ультрафіолетового випромінювання, що призводить до опіків шкіри та очей людини.

Усі ці фактори суттєво впливають на продуктивність праці, а головне – на безпеку праці та здоров'я людини, тому в проектуванні процесів слід керуватися принципом мінімізації негативних впливів на людину.

3.2. Професія і кваліфікація робітників-будівельників

Під час роботи людина здійснює різноманітні дії. До основних належать дії фізичні (механічні), логічні, виконавчі, реєстрації і контролю, регулювання й узгодження.

Логічні дії – це визначення мети процесу і підготовка до його виконання. Виконавчі дії – це приведення засобів праці в роботу і здійснення перетворення предмета праці в продукт. Реєстрація та контроль – спостереження за перебігом технологічного процесу. Регулювання й узгодження – коригування й уточнення завдання, внесення змін у процес.

Дії з перетворення предметів праці в продукт вирізняються складністю виконання і змістом, потребують робітників певних знань і умінь. Всі дії кваліфікують за рівнем співвідношення логічних, виконавчих, контрольних та наглядових функцій. Залежно від цих функцій певним чином розподіляються витрати фізичної енергії людини, витрати енергії мозку, почуттів і нервів.

Процеси, під час виконання яких витрачається переважно фізична енергія, характеризуються найбільшою простотою виконання, відповідно вони кваліфікуються рівнем простих дій.

Оцінюють складність і змістовність дій під час виконання процесів у будівництві за рівнем кваліфікації. Рівень кваліфікації визначається розрядом робіт і кваліфікаційним розрядом робітників.

У будівництві в різних країнах по-різному нормується кваліфікація робітників. Застосовується 6- і 8-розрядна сітка кваліфікацій робітників-будівельників. За шестирозрядною сіткою робітників поділяють так: низької (1 і 2 розряди), середньої (3 і 4 розряди) і високої (5 і 6 розряди) кваліфікації.

Перелік робіт і професій, вимоги до знань і вмінь робітників відповідної кваліфікації наведено в спеціальних довідниках робіт і професій робітників.

Кваліфікаційна характеристика за кожною професією для кожного розряду фіксується в єдиному тарифно-кваліфікаційному довіднику (ЕТКС), що складається з трьох розділів: «Характеристика робіт», «Повинен знати» і «Приклади робіт». У довіднику чітко викладено відомості про обсяг необхідних знань і професійних навичок робітників-будівельників.

Головні кваліфікаційні ознаки робітників – це знання, вміння і навички. Слід також мати на увазі, що для кожної спеціальності може бути встановлено різну кількість розрядів, наприклад, для арматурників - шість розрядів, для теслярів - п'ять розрядів і т.д.

У випадках, коли робітник володіє кількома професіями, кваліфікаційний розряд він отримує за кожною з цих професій окремо.

Будівельний процес відбувається таким чином, що робітник-будівельник з нижчим розрядом повинен, крім виконання роботи за своєю кваліфікацією, брати участь у роботах, до яких залучені робітники вищого розряду, а робітники з більш високим розрядом повинні керувати і спрямовувати робітників з кваліфікацією нижчого рівня.

Наприклад, працівник повинен виконувати підсобні роботи першого розряду з приготування бетонної суміші й укладання її в конструкції. Для цього розряду характерною є затрата мускульної сили. Для повного відновлення фізичної енергії бетонникові 1-го розряду досить від 4 до 8 год. відпочинку.

Бетонник 3-го розряду повинен виконувати роботи свого розряду з бетонування простих бетонних і залізобетонних монолітних конструкцій. При цьому він повинен знати основні властивості та марки цементу, заповнювачів і бетонних сумішей, основні елементи монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій; основні способи укладання бетонної суміші.

Бетонник 5-го розряду на додаток до всіх умінь бетонників нижчих розрядів повинен виконувати бетонування складних залізобетонних монолітних конструкцій. При цьому він має знати способи виготовлення

напружено-армованих конструкцій та виробів; правила складання опалубки складних конструкцій; правила і прийоми побудови та встановлення складної арматури; методи контролю міцності та водонепроникності бетону.

У деяких країнах застосовують восьмирозрядну систему оцінювання кваліфікації робіт (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Розряди і тарифні коефіцієнти робіт у будівництві

Розряд робіт	1	2	3	4	5	6	7	8
Тарифний коефіцієнт	1,0	1,080	1,186	1,339	1,542	1,797	2,075	2,394

Для більш складних і змістовних процесів вищих розрядів характерною є затрата всіх видів енергії, оскільки робітники вищих розрядів керують робітниками з нижчими розрядами і несуть відповідальність за їх дії. Ці працівники повинні знатися на робочих кресленнях, вміти планувати роботу, контролювати виконання і перевіряти якість продукції.

Аналогічно виконано диференціацію робіт і робітників-будівельників за іншими професіями. Основними в будівництві вважають професії арматурника, бетонника, муляра, монтажника металевих і залізобетонних конструкцій, маляра, штукатура, столяра, личкувальника.

З метою оцінювання рівня складності виконуваних операцій введено тарифні коефіцієнти, які також використовують для розподілу оплати праці (зарплати) за спільно виготовлену продукцію (див. табл. 3.1).

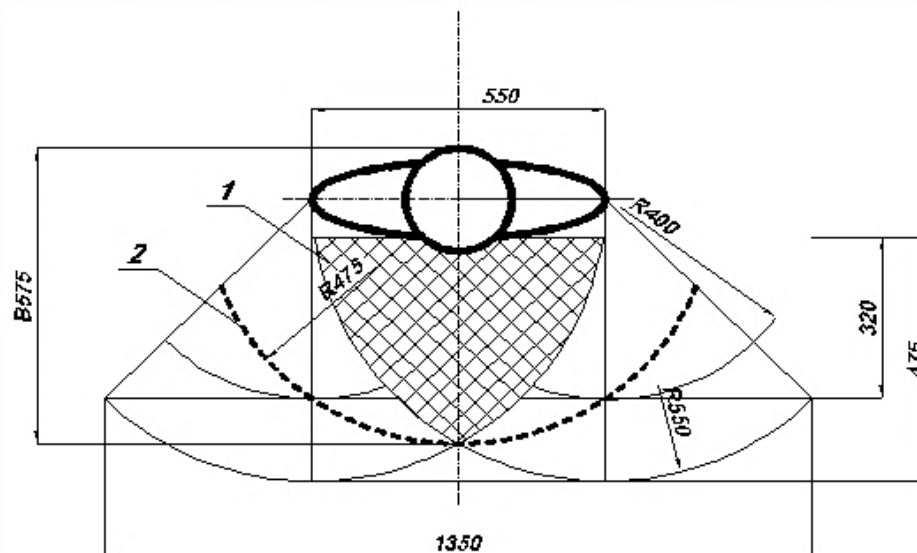
3.3. Принципи організації робочого місця виконавців

Організація робочого місця в просторі повинна сприяти роботі в зручному для людини положенні корпусу. Для цього предмет праці розміщують у радіусі дії рук робітника, щоб він міг виконувати рухи вільно без зайвих зусиль.

Робоче місце є первинною ланкою виробничого процесу, в якому відбувається поєднання засобів праці, предметів праці і робітників.

Робоче місце виконавців технологічного процесу пов'язує між собою чотири основні елементи: антропометричну характеристику працівника, положення корпусу під час виконання дій, робочий простір (зону) і просторову структуру робочого місця.

Робоча зона виконавця – це сукупність точок, на які впливає людина під час роботи, вона характеризується віддаленістю від тіла і рук людини. Теоретична робоча зона визначається ділянкою дії рук за незмінного положення тіла людини (рис. 3.2).



*Рис. 3.2. Вид зверху на зону досяжності рук людини в просторі за положення тіла в позі «стоячи»:
1 – оптимальна зона роботи рук; 2 – гранична зона роботи рук з нормальними фізичними зусиллями*

Під час виконання будівельних процесів людина зазвичай працює в позі стоячи. Оптимальна робоча зона (на рисунку її заштриховано) – це простір дії обох рук, що перекривається. Цей простір є найбільш зручним для виконання операцій з нормальними зусиллями (за нормами - не більш як 160 Н на руки людини), які потребують точних маніпуляцій.

Параметри робочого місця залежать від характеру виконуваної робочої операції і параметрів інструментів і пристосувань.

У тих випадках, коли робітник повинен щось діставати, до чогось дотягуватися, обирають мінімальні значення, а у визначенні розмірів сидіння, висоти ніші для ніг і т. п. – максимальні.

У процесі виконання робочих операцій на висоті працівнику доводиться піднімати і переносити різні вантажі, прикладати зусилля різної величини до рукояток окремих пристроїв, пристосувань тощо.

Людині в процесі роботи на висоті доводиться переносити матеріали, інструменти, пристосування для організації робочих місць (алюмінієва драбина і майданчики, електроди та ін.), прикладати зусилля до важелів (рукояті лебідок, гайкових ключів, монтажних ломиків тощо) на висоті.

Робітник може перебувати в незручних позах. Наприклад, під час роботи з приставної драбини, з коліски, сидячи на вузьких елементах конструкцій, робітник може перебувати в дуже незручному положенні, яке дістало назву «на коні». При цьому він працює однією рукою, а другою тримається за конструкцію.

У разі піднімання і перенесення вантажів беруть до уваги енергетичні можливості м'язового апарату робітника. В середньому для зручних вантажів, які не мають ручок і добре збалансовані, можливості м'язів людини залежать від висоти, на яку піднімають вантаж (табл. 3.2) [4].

Таблиця 3.2

Граничні навантаження на руки людини

Висота підйому вантажу, м	0,5	0,9	1,2	1,5
Гранична вага вантажу, Н	500	400	350	250

Слід пам'ятати, що ці дані отримано в умовах роботи людини на землі, проте можуть бути застосовані для людей, які на будівництві працюють на висоті.

Для покращення умов праці слід взяти до уваги деякі рекомендації щодо врахування фізіологічних характеристик людини в проектуванні технологічного процесу.

Якщо виконання робочої операції потребує прикладання зусиль понад 100 Н, то рекомендована робоча поза - стоячи (рис. 3.3, а).

За зусиль 50...100 Н робота може виконуватися стоячи або сидячи. Робота може проводитися навприсядки, якщо зусилля не перевищують 50 Н (рис. 3.3, б). Коли робота потребує великої точності рухів, доцільно працювати в позі сидячи або на колінах (рис. 3.3, в).

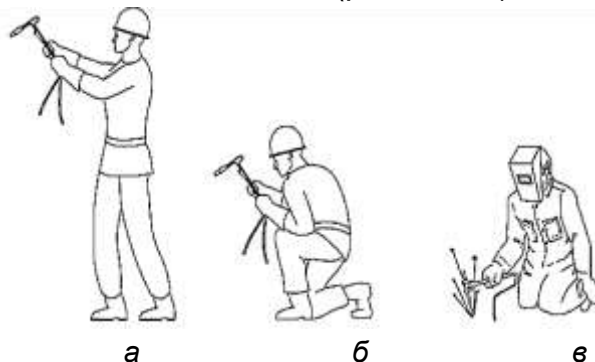


Рис. 3.3. Робочі пози зварника:

а – стоячи; б – навприсядки; в – на колінах

Зусилля на руків'ях для обертання (натягування) деяких пристроїв монтажних пристосувань не повинні перевищувати 160 Н. В організації робочого місця виконавця процесу визначено умовно мінімальні межі розмірів простору та зусиль залежно від пози людини (рис. 3.4).

На формування раціональної структури робочої зони впливає відстань доброї видимості. Максимальні межі зорового простору зумовлені здатністю очей людини (полем зору). Зрозумілість зорових сигналів залежить від гостроти зору, яка визначається кутом зору, а також від яскравості світла і кольору сигналу.

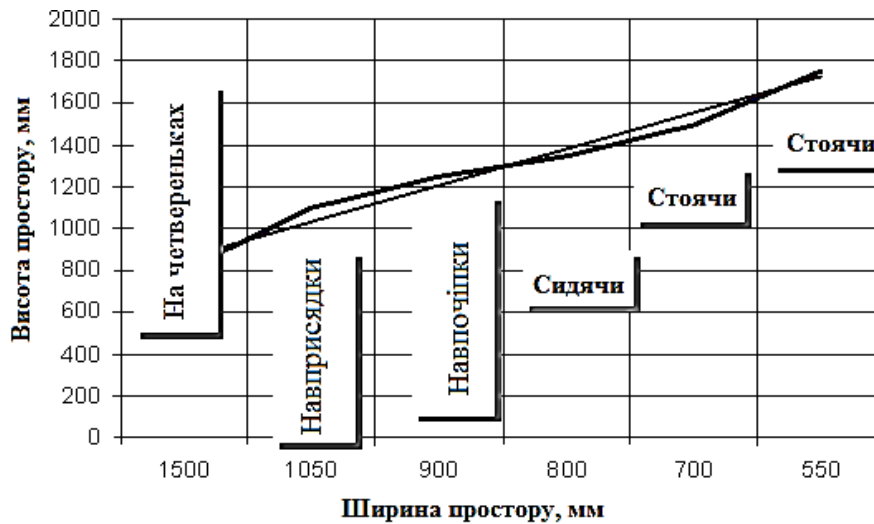


Рис. 3.4. Графік зміни розмірів простору робочого місця залежно від пози людини

Предмети впливу повинні знаходитися по можливості в центрі поля зору. У вертикальній площині оптимальний кут зору - 40° від горизонтальної площини, розміщеної на рівні ока, а в горизонтальній площині – 60° .

Таким чином, у проектуванні технологічного процесу для правильної організації робочого місця виконавця потрібно дотримуватися основних принципів проектування робочих місць.

Основні принципи проектування робочих місць виконавців

1. Забезпечення оптимальної робочої зони з огляду на відповідність антропометричних характеристик людини робочому простору. Участь у процесі обох рук, а в деяких випадках і ніг.

2. Забезпечення людині зручної робочої пози залежно від зусиль, які планується прикладати, та від точності виконання дій.

3. Дотримання рекомендованих норм щодо граничних навантажень на руки людини і швидкості рухів залежно від висоти підйому вантажів, напрямків і величини зусиль.

4. Розміщення предметів праці в оптимальному полі зору очей людини.

5. Дотримання вільного і зручного для людини ритму рухів.

6. Суміщення і паралельність рухів. Скорочуються витрати часу на виконання операцій, знижується втома людини завдяки раціональному поєднанню рухів.

7. Безперервність рухів. Унеможливлення технологічних перерв. Кожний наступний рух є природним продовженням попереднього.

8. Відповідність умов праці санітарно-гігієнічним нормам. Створення комфортних умов зовнішнього середовища.

9. Підвищення змістовності і привабливості праці (створення творчого начала в праці), що викликає почуття задоволення. Естетичність простору. Унеможливлення монотонності праці.

10. Відповідність кваліфікації робітників кваліфікації роботи. Зниження рівня кваліфікації робіт вважається ефективним заходом.

Комплексне дотримання наведених принципів становить основну умову високої ефективності роботи в проектуванні процесів.

3.4. Нормування процесів і праці робітників

Ступінь витрат енергії людини і її ощадливе використання залежить від багатьох факторів, сукупність яких повинна створювати нормальні умови праці для людини. Оцінюють складність і важкість праці за кількістю енергії, витрачених людиною під час роботи.

Серед методів оцінювання складності і важкості праці найбільш точним нині є метод визначення функціональних енергетичних витрат. Орієнтовно важкість праці визначається за допомогою фізіологічних параметрів: енергетичних витрат, вентиляції легенів, споживання кисню, частоти пульсу, інтенсивності потовиділення і температури тіла.

Функціонально-енергетичні витрати (ФЕВ) вимірюються в кілокалоріях на годину. Відповідно до цих витрат встановлено класифікацію складності і важкості праці людини (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Класифікація складності і важкості праці людини

Рівень важкості праці	(ФЕВ), ккал/год	Характерні процеси
легка	≤ 150	Виконання операцій спостереження, реєстрації, узгодження і контролю над виконанням процесу
середньої важкості	151...250	Цегляна кладка стін з цегли вагою не більш ніж 10 кг, процеси й операції монтажу конструкцій
важка	251...450	Процеси, пов'язані з підніманням і переміщенням вантажів вручну масою понад 10 кг. Укладання шлакоблока, личкування з каменю
праця надважка	≥ 451	Видобуток каменю вручну, руйнування кам'яних і бетонних конструкцій вручну і т. п.

Під час роботи у людини втрачається енергія, настає втома, що призводить до падіння продуктивності праці. Продуктивність праці в людини змінюється протягом дня, тижня, місяця, року і кількох років. Відповідно до цих періодів для працівників встановлюється режими праці і відпочинку. Суспільством і урядом країн встановлюються годинні, змінні, добові, тижневі та річні оптимальні режими праці і відпочинку, спираючись на певні наукові обґрунтування.

Годинні, змінні і добові режими праці і відпочинку орієнтовані переважно на відновлення фізичних сил у працівника і незначною мірою на витрати енергії мозку, органів почуттів і нервів. Тижневі і річні режими більшою мірою розраховані на відновлення витрат енергії мозку, нервів і органів почуттів.

Розподіляти елементи відпочинку слід відповідно до закономірних коливань працездатності людини протягом зміни за фазами залежно від важкості праці (рис. 3.5).

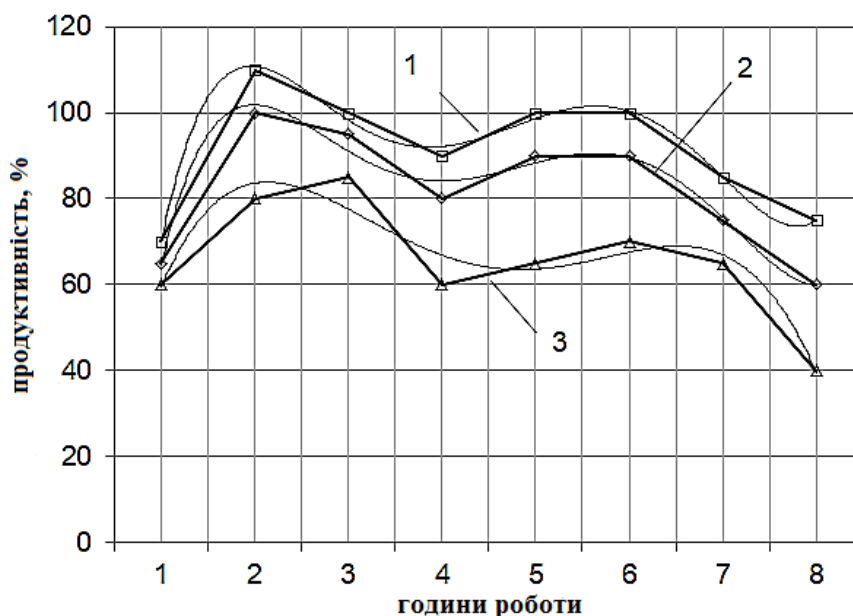


Рис. 3.5. Фізіологічні криві продуктивності праці протягом робочої зміни залежно від важкості праці:
1 – легкої; 2 – середньої важкості; 3 – важкої

Перша фаза характеризується поступовим підвищенням працездатності і продуктивності праці. Триває вона залежно від характеру і важкості праці від 0,5 до 3 год.

Друга фаза характеризується стійким збереженням досягнутого рівня продуктивності.

Третя фаза характеризується падінням працездатності та продуктивності праці, зумовленим настанням перевтоми. Ознаки втоми зазвичай настають за 2,5–3 год після початку роботи. У цей період доцільно організувати короткочасну перерву для відпочинку.

Перерва може бути пасивною або активною. Призначення подібних перерв запобігає подальшому поглибленню стомленості і таким чином сприяє збереженню високого рівня працездатності протягом робочого дня. Питання про кількість і тривалість перерв може бути вирішене залежно від напруженості і характеру праці.

Велике значення для зниження рівня стомлюваності має правильна організація обідньої перерви. Тривалість обідньої перерви повинна бути не меншою, ніж одна година. Час обідньої перерви має бути розрахований таким чином, щоби друга половина дня, коли працездатність знижена більш виражено, ніж в першій, була коротшою, тобто за восьмигодинної зміни обідню перерву бажано призначати після 4,5–5 год роботи.

Чергування періодів праці і відпочинку протягом тижня має регулюватися з огляду на те, що найвища працездатність припадає на другий, третій і четвертий день роботи. В подальшому вона знижується, досягаючи мінімуму в суботу. У понеділок працездатність є досить низькою внаслідок відновлення працездатності організму людини. У будівництві, як правило, застосовується п'ятиденний робочий тиждень, що забезпечує дводенний відпочинок завдяки збільшенню тривалості змін.

У річному режимі праці і відпочинку має бути передбачене раціональне чергування роботи з періодами тривалого відпочинку. Законодавством передбачено надання кожному робітнику протягом року тривалої відпустки.

Для зручності в будівництві і в інших сферах виробництва користуються спрощеною кількісною оцінкою праці, яка здійснюється на підставі виробничих норм часу, норм витрат праці, норм виробітку.

Норма часу (H_h) – кількість часу (годин), установленого на виконання певного обсягу доброякісної продукції за нормальних виробничих умов робітниками відповідної професії і кваліфікації.

Витрати робочого часу, потрібні для виконання отриманого робітниками завдання, вважаються необхідними. Всі непродуктивні витрати часу вважаються втратами. До необхідних витрат часу належить час, що витрачається на корисну роботу (оперативна робота), час на відпочинок і особисті потреби та час на технологічні перерви в роботі:

$$H_h = \frac{T_{op} \cdot 100}{100 - (T_{pc} + T_{br} + T_{re})}, \quad (3.2)$$

де T_{op} – витрати часу на оперативну роботу, зокрема на основні і допоміжні операції, год;

T_{pc} – витрати часу на підготовчо-завершальні процеси, %. Становлять 2–5% часу на оперативну роботу;

T_{br} – проектна величина технологічних перерв, %. Беруть у межах 4–12% часу на оперативну роботу;

T_{re} – проектна величина витрат часу на відпочинок, %. Становить 8–24 % часу оперативної роботи. Відсоток залежить від важкості праці.

Норма витрат праці (H_{hw}) – встановлена кількість витрат праці на виготовлення певного обсягу якісної продукції в нормальних виробничих умовах робітниками відповідної професії і кваліфікації.

Умовно в будівництві введено одиницю виміру витрат праці як результат множення кількості виконавців процесу на час виконання процесу (люд·год, люд·зм, люд·дн):

$$H_{hw} = H_h \cdot N_w, \quad (3.3)$$

де N_w – чисельність виконавців в ланці робітників.

Норма продуктивності процесу (I_p) – кількість доброякісної продукції, яка має бути виготовлена виконавцями відповідної професії, кваліфікації та чисельності за одиницю часу (одиниця продукції за годину, зміну, день) у нормальних виробничих умовах:

$$I_p = V_e \cdot N_w / H_{hw}, \quad (3.4)$$

де V_e – одиниця обсягу продукції, на яку встановлена норма витрат праці (м² площі конструктиву, м³ ґрунту, тонна конструкцій, штуки та ін.).

Норма виробітку (H_v) – кількість доброякісної продукції, яка повинна бути виготовлена одним виконавцем за одиницю часу (одиниця продукції на людину за годину, зміну, день) у нормальних виробничих умовах:

$$H_v = V_e / H_{hw}, \quad (3.5)$$

де V_e – одиниця обсягу продукції, на яку встановлена норма витрат праці (м² площі конструктиву, м³ ґрунту, тонна конструкцій, штуки та ін.).

Крім норм часу і норм витрат праці, процес оцінюється в грошовому вимірі у вигляді розцінки. Формами тарифної системи оплати праці є відрядна і погодинна системи. Основна відмінність в способі обліку витрат праці полягає в такому: за відрядної оплати враховують кількість виробленої продукції або кількість виконаних операцій, а за погодинної – відпрацьований час. За відрядної оплати зарплату (Z_p) визначають за формулою:

$$Z_p = p_t \cdot V_e, \quad (3.6)$$

де p_t – розцінка за одиницю продукції в грошовому вираженні для середнього розряду виконуваного процесу (a_{mid}).

Розцінки встановлюють залежно від кваліфікації робіт і від кваліфікації робітників (тарифна ставка) за годину роботи за формулою:

$$p_t = H_h \cdot R_p, \quad (3.7)$$

де R_p – тарифна ставка залежно від розряду робітника.

Залежно від розряду на певний етап часу (в Україні – на квартал) для будівельників в середньому встановлюється годинна тарифна ставка для всіх розрядів робітників.

Нормативи на технологічний процес (технологічна нормаль) однозначно описують такі елементи системи перетворення: назва процесу, характеристика знарядь праці, характеристика об'єкта перетворення, структура процесу, склад виконавців за їх професією і кваліфікацією, умови виконання процесу (середовище). Відхилення від технологічної нормали враховують у нормуванні процесів системою коригуючих коефіцієнтів.

3.5. Правила формування ланок і бригад робітників

Формування ланок і бригад виконується на підставі розрахунку чисельності робітників та призначення їх професійного і кваліфікаційного складу. Процедура має важливе значення для вчасного виконання виробничих завдань за дотримання високої якості продукції.

За умови правильного формування ланок і бригад досягається ефективно використання кожного робітника відповідно до професії і кваліфікації, однакова завантаженість всіх робітників, раціональне суміщення професій і максимальне використання за часом ресурсів.

У будівництві застосовують колективні форми організації праці.

Для виконання процесів третього рівня (TP_p) формуються ланки робітників, що складаються з невеликої чисельності виконавців. Найбільш кваліфікований працівник ланки призначається керівником – ланковим.

Ланка – група робітників однієї професії, що виконують спільно один і той самий вид робіт за різної кваліфікації робіт. Робітники вищого розряду виконують більш складні операції. Чисельність ланки зумовлюється раціональною організацією праці залежно від складності процесу і кількості операцій, визначається в межах 2 ... 8 осіб.

Для виконання процесів другого рівня (TP_g) формують бригади робітників, що складаються з декількох ланок робітників. Найбільш кваліфікований працівник бригади призначається бригадиром.

Бригада – кілька ланок робітників, об'єднаних для спільного виконання одного і того самого виду робіт. Кількісний і кваліфікаційний склад ланок і

бригад визначають залежно від обсягу робіт, складності процесів, запланованих термінів і певних методів виконання робіт. Чисельність бригади за принципом керованості не повинна перевищувати 12 ... 24 осіб. Найбільш поширені в будівництві спеціалізовані і комплексні бригади (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Структура системи «технологічний процес – робочі місця – виконавці»

Для виконання процесів першого рівня (TP_b) формують сукупність бригад і ланок робітників. Очолюють такі колективи спеціально навчені інженери-будівельники (випускники будівельних закладів вищої освіти), які обіймають посади майстра, виконроба, начальника дільниці.

Чисельність колективів робітників змінюється залежно від кількості суміщених процесів в технологічному потоці. Під час зведення великих і складних будівель чисельність людей, які одночасно працюють на об'єкті, може наближатися до сотень та тисяч осіб.

Спеціалізована бригада складається з ланок робітників однієї професії, які виконують роботи одного виду (малярні, штукатурні, тощо).

Комплексна бригада створюється з робітників різних професій, залучених до виконання будівельних процесів, пов'язаних послідовністю виконання та єдністю кінцевої продукції (наприклад, бригада монтажників, бригада бетонників). Така організація праці дає змогу правильно розподілити роботу між членами бригади. До суміщення професій вдаються для усунення простоїв (перерв між потоками).

Чисельність такої бригади може сягати 24 ... 48 осіб.

За формами поділу та кооперування праці розрізняють два типи комплексних бригад: бригади з повним поділом праці без суміщення професій (спеціальностей); бригади з частковим поділом праці і частковим

суміщенням профілю виконуваних дій різних технологічних процесів, наприклад, монтажник-зварник, маляр-штукатур.

Як спеціалізовані, так і комплексні бригади можуть бути змінними, що працюють в одну зміну, і наскрізними (добовими), члени яких розділені для роботи в усіх змінах робочого дня.

Спеціалізовані бригади доцільно створювати для виконання оздоблювальних, покрівельних, санітарно-технічних та інших робіт.

Комплексні бригади формуються для виконання технологічно пов'язаних одночасних виробничих процесів. Наприклад, для виконання робіт з монтажу конструкцій, влаштування стиків, герметизації зварних швів, встановлення металевих огорож тощо створюють комплексні бригади монтажників конструкцій. У монолітно-кам'яному будівництві бригади виконують весь комплекс робіт з кам'яного мурування, встановлення опалубки, арматури, бетонування конструкцій.

За індивідуальної організації праці в однозмінних бригадах робітники матеріально не зацікавлені в підготовці фронту робіт для працівників інших змін. У наскрізних бригадах, що виконують одне завдання, цей недолік повністю усувається. В результаті скорочуються втрати робочого часу, що виникають на стиках змін, збільшується обсяг виконаних робіт, підвищується продуктивність праці.

Вибір форми бригадної організації праці залежить від багатьох чинників і має бути визначений на стадії підготовки виробництва.

Ефективність праці в бригадах залежить від професійного складу бригад, від правильного обґрунтування чисельності та складу ланок.

Основними параметрами для визначення складу ланки є розряд і трудомісткість процесу виконання (докладніше – п. 3.6). Одним з критеріїв раціонального кваліфікаційного складу ланок і бригад слугує відповідність середнього розряду робітників розряду процесів виконання, визначеного за єдиним тарифно-кваліфікаційним довідником. При цьому дії в технологічному процесі, що потребують певного рівня кваліфікації виконавців, повинні виконуватися робітниками, які мають кваліфікацію, відповідну цьому рівню:

$$a_{mid}^w \geq a_{pr}, \quad (3.8)$$

де a_{mid}^w – середній розряд робітників в ланці або бригаді;

a_{pr} – розряді виконуваних робіт.

У процесі зведення будівлі під час виконання різномірних технологічних процесів слід прагнути до збереження протягом тривалого часу постійного складу ланок і бригад. Ефективна робота бригад досягається шляхом розставляння людей по фронту робіт з підтриманням

100% виробітку для кожного члена бригади. В цьому проявляється професіоналізм керівника робіт (виконроба, майстра), який видає наряд-завдання бригаді і всім працівникам на кожний день.

Чисельність ланки або бригади визначається за нормативною трудомісткістю і тривалістю процесу з урахуванням норм виробітку:

$$N_w = \theta / (T_k \cdot K_v), \quad (3.9)$$

де θ – трудомісткість процесу;

T_k – задана тривалість процесу;

K_v – коефіцієнт виробітку, що визначається в межах 0,9...1,25.

Наведена формула є доцільною для спеціалізованих бригад. Формуючи комплексну бригаду, чисельність робітників слід визначати окремо для кожного виду процесу (спеціальності). Наприклад, для влаштування монолітного перекриття окремо визначають чисельність ланок арматурників, теслярів і бетонників. Основною умовою визначення чисельності є рівноритмічне виконання процесів армування, влаштування опалубки і бетонування.

Запитання для самопідготовки та контролю знань

1. Як визначити чисельний склад ланки або бригади робітників – виконавців технологічного процесу?
2. У яких випадках формуються спеціалізовані і комплексні бригади робітників-виконавців?
3. Охарактеризуйте структуру системи «технологічний процес - робоче місце - виконавці».
4. Дайте визначення норм часу, витрат праці і норми виробітку на одного робітника (виконавця).
5. За якими правилами розподіляють час праці та відпочинку, проектуючи технологічний процес?
6. Яких принципів (правил) проектування робочих місць слід дотримуватися, розробляючи будівельну технологію?
7. Від чого залежать геометричні параметри робочого місця виконавця і виконавців технологічного процесу?

4. МЕХАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

4.1. Рівні механізації будівельних процесів

Чи може робочий процес відбуватися без машин і механізмів?

Так, може. Робочі процеси без участі машин вирізняються більшою трудомісткістю і малою продуктивністю. Протягом всієї історії людства завдяки механізації удосконалювалися знаряддя праці. Процес заміни людської праці машинним називається механізацією.

Люди і машини беруть участь у технологічному процесі спільно, між ними певним чином розподіляються функції впливу, відповідно змінюється характер праці. Залежно від ступеня участі машин в діях людей процеси класифікуються так:

а) процеси ручні – процеси, виконувані вручну завдяки енергії людини з використанням інструментів і пристосувань без приводів;

б) процеси механоручні – процеси, що виконуються людьми з використанням приводних механізованих інструментів і пристосувань. Застосовуючи інструменти, робочий змушений тримати їх в руках;

в) процеси механізовані – процеси, які виконують машини. Керуючи машинами, оператор (машиніст) витрачає зусилля на переміщення органів керування;

г) процеси автоматизовані – процеси, що виконуються без безпосередньої участі людей. До функцій робітників належить лише спостереження за процесом і контроль над режимами і параметрами виконуваного процесу.

Ступінь механізації технологічного процесу оцінюється кількістю операцій, що припадають на кожен з видів механізації. Якщо, наприклад, розглядати процес третього рівня структури, то варто вести мову про механізацію кожного з підпроцесів.

Коли з усіх процесів третього рівня структури механізовано лише один, ступінь механізації характеризується як одиничний. В інших випадках ступінь механізації – комплексний (рис. 4.1).

Кількісне оцінювання рівня механізації здійснюється за коефіцієнтом механізації. Коефіцієнт механізації визначається як відношення трудомісткості механізованих процесів до загальної трудомісткості процесу:

$$K_m = \theta_m / (\theta_m + \theta_h) \rightarrow 1, \quad (4.1)$$

де θ_h – трудомісткість ручних процесів;

θ_m – трудомісткість механізованих процесів.

Чисельність робітників, зайнятих ручною працею в будівництві, є досить великою (в середньому близько 60%). Найбільше допоміжних робітників залучають на транспорті і для переміщення вантажів, до вантажно-розвантажувальних робіт.



Рис. 4.1. Структура системи «технологічний процес – механізація»

Продуктивну роботу машин і механізмів під час виконання процесів відображає коефіцієнт використання машин за часом. З одного боку, машини використовуються не повністю, а з другого боку, цілий ряд робіт виконується вручну (парадокс). Основна причина цього – недосконалість парку будівельних машин (особливо мінітехніки) і неправильне формування технологічних комплектів машин.

Раціональна структура комплектів і парку машин сприяє скороченню тривалості і трудомісткості будівництва.

Парк машин – сукупність спеціалізованих за видами робіт комплектів машин, об'єднаних за принципом створення кінцевої продукції першого рівня структури технологічного процесу (будівля і споруда).

У формуванні спеціалізованих за видами робіт комплектів машин (СКМ) для виконання робіт комплексно-механізованим способом слід дотримуватися таких умов:

- кількість машин повинна бути мінімальною, їх конструкція і параметри – відповідними умовам роботи і габаритам споруди;
- у кожному СКМ виділяють одну чи кілька провідних машин, які визначають організацію робіт, продуктивність і темп виконання робіт;
- склад СКМ повинен забезпечувати безперервність процесу;
- параметри допоміжних машин повинні забезпечувати ефективну роботу провідної (провідних) машини.

Універсальні машини, створені для виконання декількох операцій процесу, характеризуються більшою ефективністю порівняно з одноопераційними машинами. Наприклад, скрепер може виконувати три операції, а екскаватор – тільки дві.

4.2. Засоби механізації будівельних процесів

Основне призначення будівельних машин і механізмів – вплив на предмети праці з метою їх перетворення.

Більшість технологічних операцій пов'язана з механічними діями для зміни або збереження форми, структури, просторового положення і напруженого стану предмета праці.

Машини та механізми, призначені для виконання будівельних і монтажних процесів, належать до класу будівельних і дорожніх машин. Основною ознакою у визначенні підкласів машин є їх функціональне призначення.

У структурі системи «машини і механізми» будівельні машини поділяють на три групи.

1. Основні машини – це машини, які випускаються масово у великій кількості. Як правило, основні будівельні машини призначаються для виконання великих обсягів основних будівельно-монтажних робіт.

2. Допоміжні машини – це машини, призначені для виконання в технологічних процесах допоміжних функцій (номенклатура таких машин дуже різноманітна). Основна увага у створенні допоміжних машин приділяється міні-техніці.

3. Ручні машини і механізований інструмент – це засоби малої механізації для механічно-ручних процесів. Функціонально ручні машини призначені для виконання окремих дій й операцій. Ручна машина - інструмент – це машина з двигуном невеликої маси з ручним керуванням.

Усі будівельні машини за основною функціональною ознакою (призначенням в технологічному процесі) поділяються на підкласи.

Підкласи будівельних машин

Машини для земляних робіт (для переробки ґрунтів). До них належать: бульдозери, екскаватори, скрепери, грейдери, навантажувачі та ін.

1. Машини для виконання підйомних і транспортних операцій (підйомно-транспортні машини). До них належать різноманітні вантажопідйомні стрілові крани, баштові крани, маніпулятори на транспортувальних машинах, трубоукладачі та ін.

2. Машини і механізми для бетонних і залізобетонних робіт. До них належать автобетонозмішувачі; автобетононасоси; пересувні (причіпні) бетононасоси; бетонорозподільні стріли-маніпулятори; затирочні машини та ін.

3. Машини для влаштування паль і стін в ґрунті. До них належать бурові машини; копри; гідравлічні фрези; штангові екскаватори та ін.

5. Машини для виконання процесів оброблення поверхонь: розчинонасоси, пневмонагнітачі; змішувачі та ін.

6. Машини для влаштування доріг (дорожні машини).

7. Машини транспорту для перевезення вантажів різного призначення.

Крім основних машин, для механізації процесів використовуються ручні машини (механізований інструмент), принцип роботи яких ґрунтується на ряді дій (табл. 4.1). Багато механізованих інструментів називають за назвою цих дій. Наприклад, машини для змішування мають назву «змішувачі».

Таблиця 4.1

Класифікація механічних дій

Механічні дії для збереження і перетворення		
форми об'єкта	структури об'єкта	положення об'єкта
гнучка	розпушування	піднімання
вирівнювання (правка)	ущільнення	опускання
намотування	дроблення	повертання
розмотування	об'єднання	перекочування
різання	змішування	переставляння
склеювання	сепарування	пересування
стискання	просіювання	перекачування
розтягнення	розбирання	всмоктування
свердління (видовбування)	збирання	розбризкування
заповнення	розчинення	загортання
нанесення	розріджування	забивання
розрівнювання	згущення	занурення
очищення	заморожування	витягування
шліфування (полірування)	відтавання	перекидання
обдирання (шарошка)	пресування	відсипання
наклеювання		заливання
випалювання		видавлювання

Крім названих підкласів, у зведенні будівель і споруд бере участь безліч машин загального призначення, наприклад, транспортні машини загального призначення виду бортових вантажних автомобілів, автомобілів-самоскидів тощо.

Усі машини за діапазоном температур навколишнього повітря поділяються на групи: машини загального призначення для діапазону температури ± 40 °С; машини спеціального призначення для діапазону температури від -40 °С до + 60° С і від -60 °С до + 40 °С.

Для класифікації конструктивних особливостей машин використовується поділ машин за параметричними рядами (головними

параметрами машин і робочих органів). Наприклад, для одноківшових екскаваторів характерним параметром є ємність ковша, для бульдозерів – тягова сила, для баштових кранів - вантажний момент, а для стрілових самохідних кранів – вантажопідйомність.

Для параметричних рядів машин використовують переважні числа, наприклад, для стрілових самохідних кранів ряд вантажопідйомності (в тоннах), побудований за рядом бажаних чисел – 4: 6,3: 10: 16: 25: 40: 63: 100: 160: 250 і т. д. Щодо імпортованих будівельних машин, то їх параметричні ряди можуть не збігатися з вітчизняною класифікацією.

У підгрупах будівельних машин враховують механізацію основних дій і способи їх виконання. Наприклад, у групі машин для земляних робіт створені такі підгрупи (класи) машин: машини землерийні; землерийно-транспортні; ущільнювачі; машини для підготовчих робіт.

Група підйомно-транспортних машин охоплює: машини вантажопідйомні; вантажно-розвантажувальні; транспортні.

Група машин для влаштування палі і стін в ґрунті об'єднує машини з обладнанням, що виконує дії ударні, вібраційні, вдавлювальні, різальні.

Для бетонних робіт використовуються машини таких підгруп: бетонозмішувальні: транспортні; бетоноукладальні; ущільнювачі; розрівнювачі та ін.

4.3. Основні принципи формування комплектів машин

Формування комплектів машин і механізмів здійснюється з дотриманням ряду принципів й обмежень. Основними у формуванні комплектів машин є принципи вчасного виконання завдання та мінімізація витрат (машино-години, електроенергії, коштів тощо).

При цьому обов'язковою умовою формування комплектів є дотримання принципу технічної сумісності машин – принципу відповідності технічних характеристик машин з характеристиками інших машин, які включають в комплект. Технічні характеристики машин повинні бути відповідними параметрам предмета перероблення (будівельного об'єкта).

Для досягнення раціональної взаємодії машин комплекту між собою слід дотримуватися принципу технологічної сумісності машин – принципу відповідності їх технічної продуктивності й інтенсивності процесу виконання.

Етапи формування комплекту машин

На першому етапі формування комплекту машин визначають номенклатуру машин для механізації комплексу технологічних операцій і процесів. За структурними складовими процесу обирають машини (вид і тип), які можуть виконувати певну операцію або процес. Вид машини

визначається її функціональним призначенням і найменуванням, а тип – маркою, технічними характеристиками і типорозміром.

На другому етапі формування комплекту машин визначають основний (провідний) процес, для якого виконується вибір основної (провідної) машини комплекту. Потім перевіряється відповідність технічних характеристик машини параметрам об'єкта перетворення (дотримання принципу технічної сумісності) за формулою:

$$PM = f(PB) \quad (4.2)$$

де PM – технічні параметри машин;

PB – параметри об'єкта перетворення.

Прикладом технічної несумісності машин й об'єкта може слугувати невідповідність діаметра щебеню бетонної суміші діаметру труби бетононасоса, невідповідність ємності ковша екскаватора глибині розроблення котловану тощо.

На третьому етапі формування комплекту машин перевіряється відповідність технічної продуктивності основної машини інтенсивності виконання процесу (дотримання принципу технологічної сумісності) за формулою:

$$P_s \geq I_p, \quad (4.3)$$

де P_s – технічна продуктивність основної машини;

I_p – задана інтенсивність виконання процесу.

У випадках, коли продуктивності однієї основної машини недостатньо для виконання завдання, тобто умова (4.3) не дотримується, слід визначати потрібну кількість основних машин в комплекті за формулою:

$$N_s = I_p / P_s. \quad (4.4)$$

Інтенсивність процесу залежить від обсягу виконання робіт і від нормативної або заданої тривалості процесу. Як правило, терміни виконання процесів визначаються умовами контракту:

$$I_p = V / T_{ko}, \quad (4.5)$$

де V_i – обсяг робіт, запланованих до виконання;

T_{ko} – тривалість процесу, визначена контрактом.

На четвертому етапі формування комплекту машин добирають допоміжні машини і механізми для виконання другорядних операцій процесу, а також допоміжні машини для обслуговування основних машин.

Спочатку перевіряється технічна сумісність характеристик допоміжних машин з технічними характеристиками основних машин, а також технічна сумісність характеристик допоміжних машин з параметрами об'єкта.

$$\left\{ \begin{array}{l} PM_d = f(PM_s) \\ PM_d = f(PB) \end{array} \right\} \quad (4.6)$$

Прикладом технічної несумісності машин в комплекті може слугувати невідповідність ємкості ковша екскаватора (наприклад, 3 м³) ємності кузова автосамоскида (наприклад, 2 м³).

На п'ятому етапі формування комплекту машин перевіряється технологічна сумісність допоміжних машин як між собою, так і з основними машинами комплекту. Для цього має бути дотриманий принцип технологічної сумісності – продуктивність допоміжних машин повинна узгоджуватися з продуктивністю інших машин комплекту. Головний принцип – повинна бути забезпечена безперебійна робота основних машин.

Для перевірки технологічної сумісності слід попередньо розглядати організаційні схеми роботи (взаємодії) основних і допоміжних машин у комплекті (рис. 4.2).

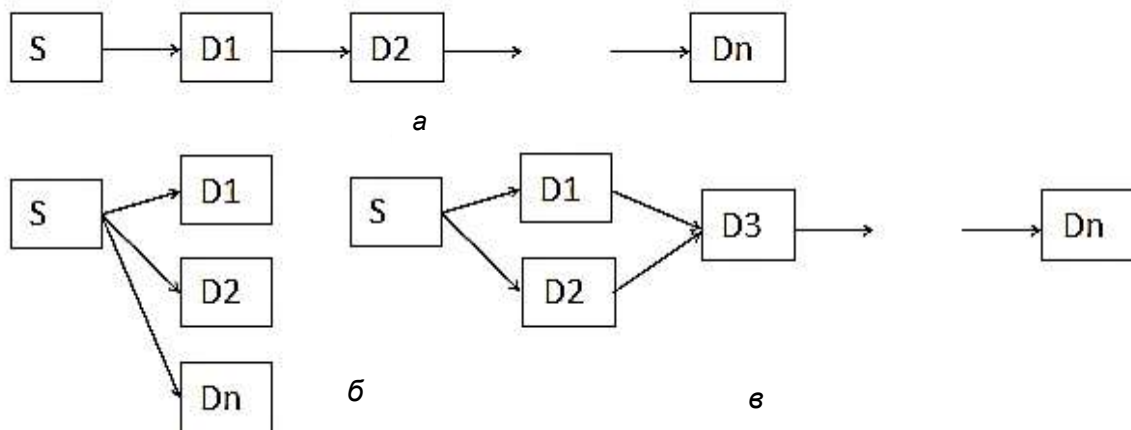


Рис. 4.2. Основні схеми роботи машин в комплектах:
а – послідовна; б – паралельна; в – змішана

Під час роботи машин за послідовною схемою для безперервної роботи основної машини, тобто для забезпечення технологічної сумісності, слід дотримуватися взаємовідношення продуктивності машин:

$$P_{dn} \geq P_{d2} \geq P_{d1} \geq P_s \quad (4.7)$$

У разі роботи машин за паралельною схемою (рис. 4.2, б) для безперервної роботи основних машин загальна продуктивність допоміжних машин повинна бути більшою або дорівнювати продуктивності основних машин:

$$\sum_i^n P_{di} \geq P_s. \quad (4.8)$$

Під час роботи машин за змішаною схемою (рис. 4.2, в) технологічна сумісність визначається залежно від послідовності поєднання паралельних і послідовних схем.

Для прикладу, наведеного на рис. 4.2, в, справедливою є залежність:

$$P_{dn} \geq P_{d3} \geq (P_{d1} + P_{d2}) \geq P_s, \quad (4.9)$$

Для наочності розглянемо приклад з процесом вертикального планування майданчика з операціями розпушування, розроблення і переміщення, відсіпання й ущільнення ґрунту.

Основним процесом є розроблення ґрунту, його переміщення й укладання в зоні насипу. Для цих цілей, наприклад, взято машину-скрепер (S). Розпушування й ущільнення ґрунту в цьому випадку є другорядними процесами. Для виконання процесу розпушування ґрунту застосовують розпушувач (D1), а для ущільнення ґрунту – каток (D2).

Схема роботи машин послідовна з розміщенням основної машини в центрі послідовного ланцюга (рис. 4.3).

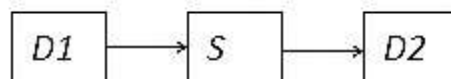


Рис. 4.3. Схема роботи машин в комплекті під час планування майданчика

Отже, для досягнення технологічної сумісності машин у комплекті треба дотримуватися такої залежності:

$$P_{d1} \geq P_s \leq P_{d2}. \quad (4.10)$$

Продуктивність допоміжних машин не повинна перевищувати продуктивності основної машини більш ніж на 10 ... 15%. У разі більшого перевищення виникає ситуація, коли настає неефективне використання допоміжних машин, що призводить до неефективного використання всього комплекту машин.

Якщо умов не дотримано, збільшується кількість допоміжних машин в комплекті. Потрібна кількість допоміжних машин в комплекті визначається за формулою:

$$N_d = P_s/P_d. \quad (4.11)$$

На шостому етапі з-поміж кількох конкурентоспроможних комплектів машин за рядом техніко-економічних показників обирають найбільш ефективний комплект, що задовольняє всі вимоги замовника (контракту). Варто нагадати: основними умовами підрядного контракту в будівництві є тривалість виконання завдання та його вартість.

4.4. Автоматизація (роботизація) будівельних процесів

Засобами автоматизації (роботизації) будівельних процесів є роботи і маніпулятори.

Будівельний робот [чеськ. *Robot, robota* – важка праця] – це дистанційно керована машина (або стаціонарно закріплений механізм) на гусеничному або іншому ході з потужним маніпулятором і різноманітним навісним обладнанням.

Маніпулятор [фр. *manipulates*] – це машина, оснащена робочим органом для виконання функцій, аналогічних функціям руки людини.

Мета автоматизації – заміна низькокваліфікованої і монотонної, важкої праці, особливо в складних і шкідливих для людини умовах.

Спеціальне обладнання будівельних роботів виконують з легких і малогабаритних деталей, а завдяки малим розмірам і ваговим характеристикам їх зручно переміщувати практично на будь-якому транспортному засобі.

Для розуміння автоматизованого процесу слід ознайомитися з принциповою схемою роботи (рис. 4.4).

Роботи дуже маневрені, можуть оснащуватися навісним обладнанням. Оператор здатен працювати з ними у вузьких тунелях, підвалах, на краю висотних конструкцій з мінімальним рівнем шуму.

Роботи можуть виконувати оздоблювальні роботи, споруджувати модульні конструкції і каркаси будівель, замінювати мулярів і зварників, прокладати інженерні мережі.

Приклади. Робот «Brokk 400», розроблений шведською компанією «Brokk», за габаритами порівняний з міні-технікою, а за продуктивністю на рівних змагається з 20-тонним екскаватором. Компактні габарити таких роботів дають їм змогу проїжджати крізь дверні прорізи, підніматися по сходах, працювати в підвальних і виробничих приміщеннях, на пільових полях тощо. (рис. 4.5, а).

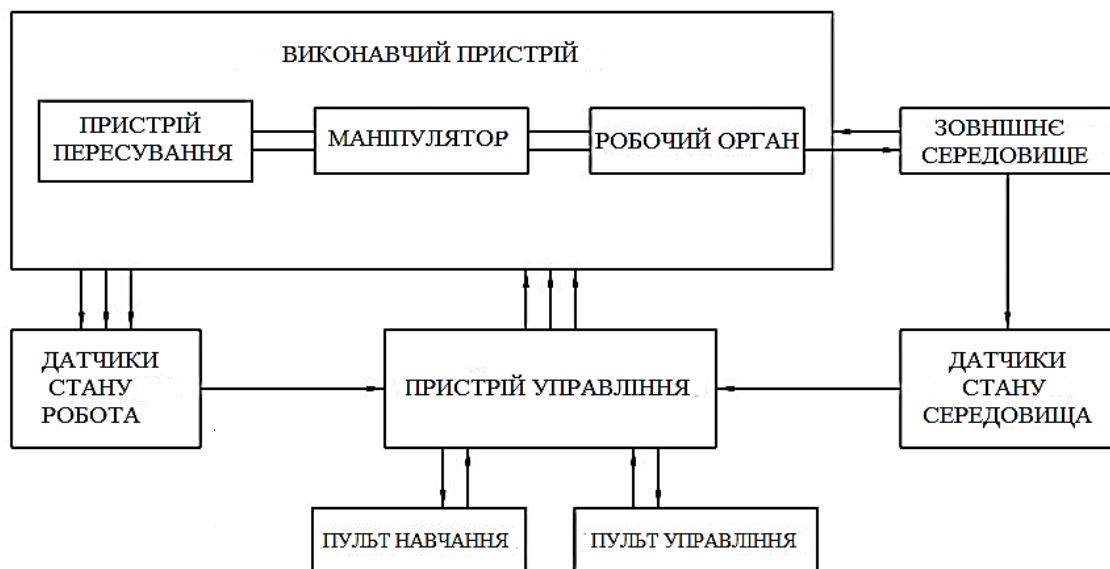


Рис. 4.4. Структурна схема промислового робота



Рис. 4.5. Роботи-руйнівники:

а – робот моделі «Brokk 400»;

б – робот моделі «Husqvarna DXR 310»

Робот моделі «Husqvarna DXR 310» призначений для операцій всередині приміщень, а також для використання у високочутливому навколишньому середовищі (рис. 4.5, б).

У будівництві Sky City 100 – найбільшої будівлі на Землі – японська компанія «Mori» планує використовувати унікальних роботів-будівельників «Велика Крона». Вони являють собою самохідну будівельну платформу з чотирма гідравлічними домкратами, які поступово піднімають її у міру зведення будівлі.

Швейцарський робот «R/O/B» здатен будувати інсталяцію зі скульптурних цегляних стін. Подібні роботи зазвичай використовують для складання автомобілів, виконання інших завдань високої точності.

Автоматизація процесів укладання бетону з його подальшим вирівнюванням і шліфуванням досягається завдяки застосуванню роботів-маніпуляторів і роботів-шліфувальників.

Знесення і демонтаж будівель являє собою досить трудомісткий і брудний процес із залученням важкої спецтехніки, що залишає по собі гігантську кількість будівельного сміття, яке підлягає переробленню або вивезенню на звалище.

Бетонопереробний робот ERO (рис. 4.6) може акуратно розбирати будівлі, здатен ефективно демонтувати бетонні конструкції без утворення пилу і сміття.



Рис. 4.6. Робот ERO бетонно-переробний

Ця «розумна» машина має можливість перемикатися між режимом подрібнення бетону і режимом демонтажу структури, «стираючи» будівлю крок за кроком. Крім того, робот може самостійно «заготовлювати» будівельні матеріали для рециклінгу, використовуючи струмінь води під високим тиском для відокремлення подрібненого бетону від відходів і пилу. Отриманий в результаті очищений бетон упаковується і маркується для відправлення на переробні станції, а залізну арматуру вручну очищують і розрізають для повторного використання. Використана для очищення бетону вода всмоктується назад в систему для подальшої переробки.

Роботи можуть працювати цілодобово. У разі застосування роботів не потрібен монтаж і демонтаж будівельного риштування. Функція робітників полягає в безперервній подачі компонентів бетонної суміші і контролі за роботою устаткування.

Застосування в роботах комп'ютера і датчиків сприяє високій точності монтажу конструкцій. Управління конструкціями виконується з відхиленням не більш ніж $\pm 0,5$ мм від проекту. Всі дії робот виконує за комп'ютерним проектом будинку за допомогою програми керування.

Застосування робототехніки дає змогу скоротити часові і матеріальні витрати в кілька разів, а також досягти високої точності будівництва.

Робототехніка та системи автоматизації в будівництві замінюють ручну працю і дають такі переваги:

- більш високий рівень безпеки праці;
- однорідна якість з більш високою точністю, ніж у кваліфікованих робітників; поліпшення робочого середовища (ручна робота зведена до мінімуму, робітники звільнені від роботи в незручній позі);
- усунення впливу факторів шуму і пилу, особливо під час виконання процесів, пов'язаних з віддаленням від робочих місць;
- підвищення продуктивності й ефективності роботи з одночасним зменшенням витрат часу і праці;
- цілодобова робота; вилучення з процесів операцій з встановлення і розбирання риштувань;
- можливість роботи в екстремальних умовах середовища та ін.

Дослідники вже створили роботів, які здатні надрукувати цілу будівлю подібно до принтера. Робот на зразок принтера назвали «будівельним 3D-принтером» (рис. 4.7).

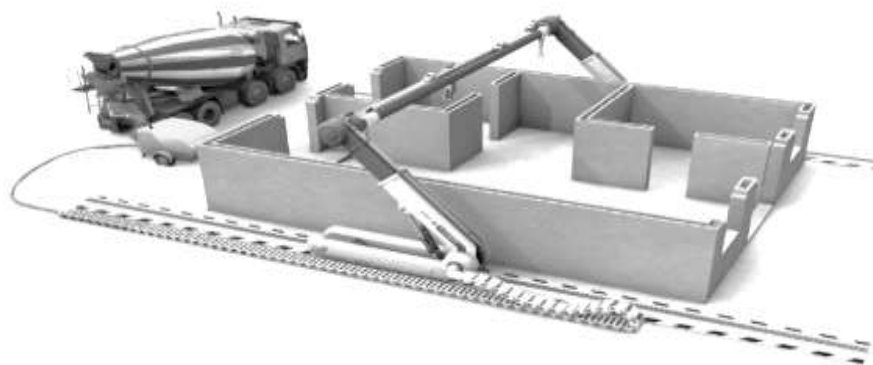


Рис. 4.7. Будівельний 3D-принтер для друку будівель

Скоро технології на основі абсолютно нових методів зведення будівель стануть незамінними в будівництві, оскільки вони значно здешевлюють і прискорюють технологічний процес і відкривають перспективу розвитку будівництва в найближчому майбутньому

На будівельному майданчику людей буде обмаль. Роботи працюватимуть в командах, будуючи складні споруди з використанням нових матеріалів. Елементи споруд зводитимуть самостійно. Дрони (літальні апарати з відеокамерами) будуть інспектувати будівельний майданчик, стежачи за перебігом робіт, запобігаючи виникненню проблем, даватимуть інструкції роботам. До контрольних операцій будуть залучені космічні апарати зв'язку і навігації. Роль людини зводиться до віддаленого спостереження за процесами відразу на декількох будівельних майданчиках. Для цього буде використана 4-D і 5-D візуалізація даних, що надходять з техніки на майданчику.

4.5. Будівельна оснастка

Інформацію про будівельне оснащення найдоречніше подати в системі перетворення (рис. 4.8) [5].

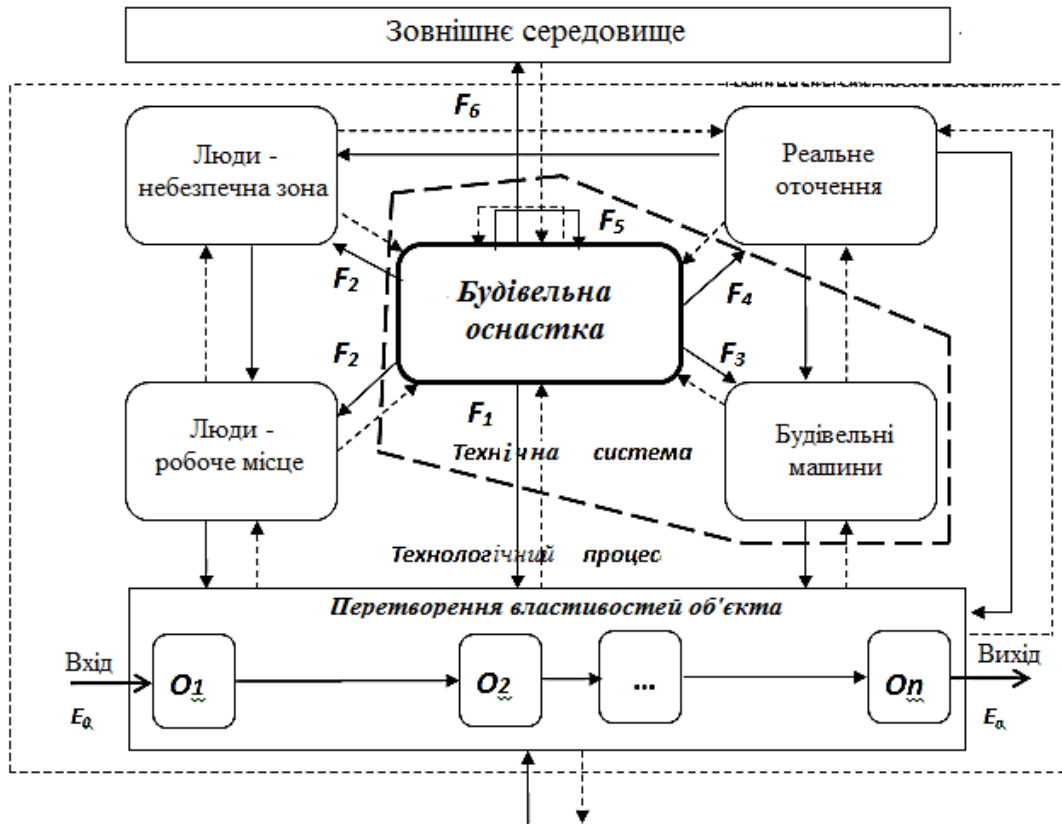


Рис. 4.8. Будівельна оснастка в системі перетворень

Система будівельного оснащення – сукупність пристроїв, пристосувань і форм (опалубка), що складається з безлічі кінцевих елементів (вузлів, складальних одиниць і деталей). Оснащення призначене для виконання допоміжних процесів й операцій.

Система будівельного оснащення характеризується певною функціональною структурою. В системі перетворення підсистема «технічна система» охоплює підсистеми «будівельні машини» і «будівельна оснастка».

Функції будівельної оснастки (F_i) характеризуються зовнішнім впливом стосовно всіх елементів системи перетворення. Вони можуть бути представлені сукупністю, що складається з кінцевої кількості функцій, об'єднаних в групи за характером взаємодії з елементами системи перетворення:

$$F_i = \{F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6\}, \quad (4.12)$$

де F_1 – функції взаємодії оснастки з предметом праці (конструкціями, матеріалами, обладнанням та ін.);

F_2 – функції взаємодії оснастки з людьми під час організації робочих місць і в разі огородження небезпечних зон;

F_3 – функцій взаємодії оснастки з машинами і механізмами для забезпечення їх працездатності;

F_4 – функцій взаємодії оснастки з реальним оточенням для зниження впливу або усунення негативних явищ;

F_5 – функцій взаємодії оснастки з іншими видами оснащення (наприклад, взаємодія підкосів зі щитами опалубки);

F_6 – функцій взаємодії оснастки із зовнішнім середовищем.

У відповідності з цими групами структурні складові оснащення розглядаються у вигляді функціональних модулів.

Для функцій F_1 і F_2 структурні складові наведені в табл. 4.2 і 4.3.

Таблиця 4.2

Структура функцій групи F_1 і функціональних модулів оснастки

Функції		Найменування модулів
Підгрупи за метою	Умова виконання дій:	
обмежувати конструкцію	під час подачі і наведення в зону посадки	обмежувачі
	під час посадки в зону опор	
фіксувати конструкцію	з подальшим вивірнням	фіксатори
	без подальшого вивірнення	
переміщувати конструкцію	під час наведення і посадки на підвісі	маніпулятори
	під час посадки і закріплення на опорах	
утримувати конструкцію	під час подачі, наведення і посадки на підвісі крана	утримувачі
	під час вивірнення і фіксації на опорах	
формувати конструкцію	під час заливання або засипання	форми
розміщувати людей	на одній позиції	майданчики
	на декількох позиціях	
переміщувати майданчики з людьми	в прямокутній системі координат	маніпулятори
	в циліндричній системі координат	
	у сферичній системі координат	
обгороджувати небезпечні зони	горизонтальні	огородження
	вертикальні і похилі	

Оснастка, призначена для технологій складання будівель з раніше виготовлених конструкцій, дістала назву монтажної.

Монтажна оснастка – система пристосувань і пристроїв для піднімання, встановлення, тимчасового закріплення і вивірення збірних конструкцій будівель та інженерних споруд. До складу монтажної оснастки належать різні функціональні модулі.

Модулі-обмежувачі – елементи монтажного оснащення, що обмежують свободу переміщення конструкцій в просторі під час подачі і наведення в зону опор і з'єднань.

Однією з основних ознак конструктивного рішення модулів-обмежувачів є спосіб контакту робочого органа обмежувача з монтованими конструкціями. Залежно від контакту з гранями і ребрами монтованих конструкцій модулі-обмежувачі за типом робочого середовища можуть бути жорсткими, пружними, в'язкими (магнітними, повітряними, рідкими та ін.) і комбінованими.

У практиці будівництва найчастіше застосовують обмежувачі з жорстким і пружним робочим середовищем.

Пружні обмежувачі призначені для проходження конструкцій по обмежувальних площинах або лініях з великими допусками на перетинах і зазорах. Вони потрібні для компенсації похибки геометричних параметрів конструкцій, а також похибки монтажу самої оснастки, повертаючи пружною силою переміщену конструкцію в зону менших допусків. Вони можуть бути демпферами, які приглушують удар конструкцій, монтованих по оснастці.

Жорсткі обмежувачі у виконанні простіші і дешевші, але мають цілий ряд істотних недоліків. Одним з них є можливе пошкодження поверхонь і ребер монтованих конструкцій унаслідок жорсткого контакту з обмежувачами. Конструктор завжди закладе в проект обмежувача більшу міцність, ніж у конструкції, незважаючи на це, поверхні обмежувачів будуть зазнавати стирання, що знижує надійність роботи всієї системи.

За видами тертя жорсткі обмежувачі поділяються на обмежувачі ковзання і кочення. Обмежувачі кочення більш працездатні. Вони можуть закріплюватися на переміщуваній конструкції або на опорах (рис. 4.9).

Комбінація жорстких і пружних обмежувачів дає змогу компенсувати нерівності поверхонь конструкцій і похибки наведення конструкцій.

Для обмеження конструкцій, які переміщуються горизонтально або похило (методом насунання), зазвичай застосовують жорсткі обмежувачі тертя кочення або ковзання з напрямними елементами або без них (рис. 4.10). Найчастіше такі модулі використовують для насунання блоків прогонових конструкцій (видовищних споруд, мостів та ін.).

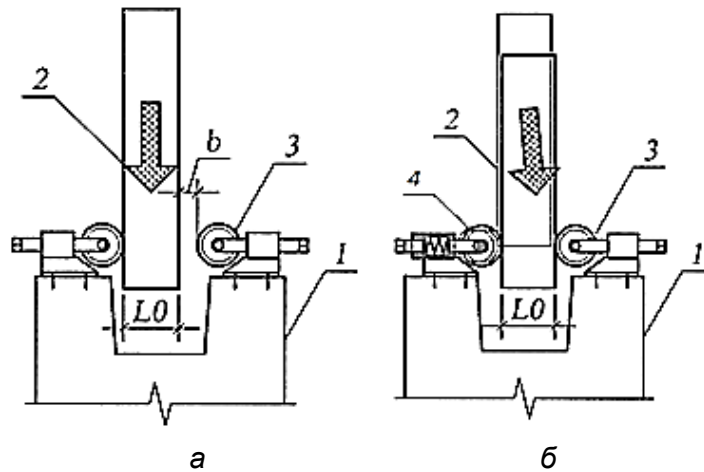


Рис. 4.9. Варіанти обмежувачів з елементами тертя кочення:
 а – жорсткими модулями; б – жорсткими та пружними модулями; 1 – конструкція опори; 2 – конструкція, яку монтують; 3 – жорсткий модуль-обмежувач кочення; 4 – пружний модуль-обмежувач кочення

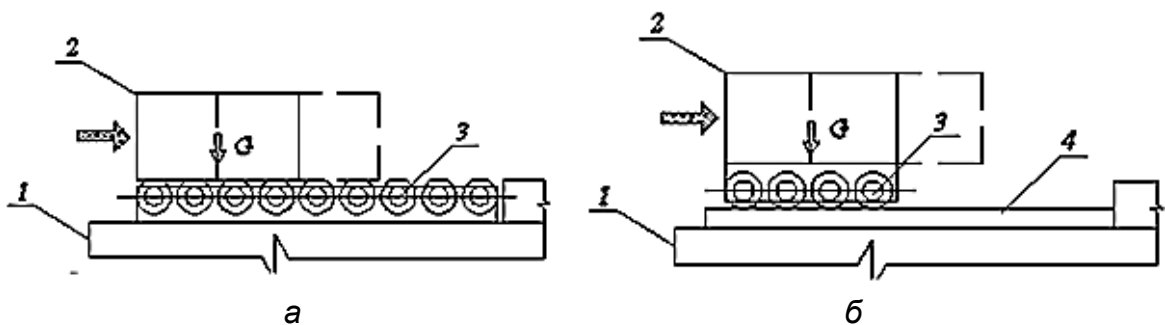


Рис. 4.10. Варіанти обмежувачів для насунання з елементами тертя кочення: а – жорсткий обмежувач кочення на нерухомій опорі; б – жорсткий обмежувач кочення на конструкції, що переміщується з напрямними

Модулі-фіксатори – елементи монтажної оснастки, що закріплюють змонтовані конструкції для запобігання зсувам відносно проектних осей.

Однією з основних характеристик конструктивних рішень модулів-фіксаторів є спосіб затискання (притискання) мотованих конструкцій. Для затискачів використовують гвинтові, клинові, важільні, ексцентрикові, цангові механізми, магнітні і вакуумні пристрої. Застосовують фіксатори опорного типу, якими не передбачено затискання, принцип їх дії оснований на використанні сил тертя і зчеплення поверхнями конструкцій, котрі монтують з поверхнями опор.

У будівництві для повної фіксації конструкцій користуються правилом шести точок. Відповідними їм є шість ступенів свободи переміщення - три лінійних переміщення за трьома напрямками осей координат та три обертання навколо цих осей. Залежно від кількості використовуваних

модулів-фіксаторів, їх типу і схеми встановлення відносно осей і граней монтованої й опорної конструкції обмеження (базування) може бути повним або частковим.

Особливо слід сказати про методи з повним обмеженням свободи переміщення. Метод самофіксації оснований на обмеженні п'ятьох ступенів свободи переміщення. Останнім часом в будівництві цьому методу стали приділяти велику увагу (рис.4.11).

Метод просторової самофіксації полягає в тому, що на конструкціях під час їх виготовлення з високим ступенем точності закріплюють фіксувальні металеві частини (закладні деталі), що утворюють унаслідок сполучення конструкцій замкові з'єднання. Першу (базову) конструкцію в ланцюзі конструкцій закріплюють звичайною монтажною оснасткою, а наступні елементи розміщують за допомогою модулів-фіксаторів.

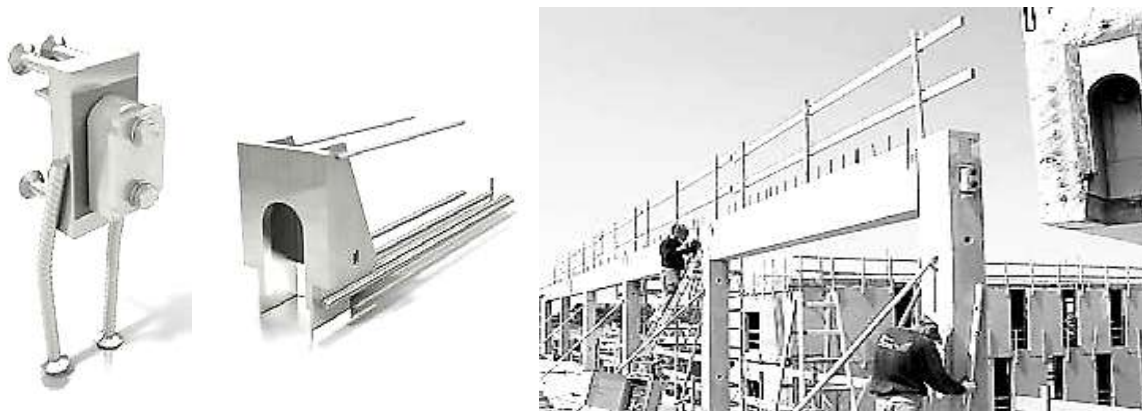


Рис. 4.11. Модулі-фіксатори фірми «Peikko Group», які закріплюють на конструкціях за методом самофіксації

Точність фіксації конструкцій залежить також від приладів контролю, які можуть експлуатуватися як окремий засіб оснащення або входити до складу будь-якого модуля оснастки.

Модулі-маніпулятори – елементи монтажною оснастки, що змінюють положення монтованих конструкцій в просторі під час їх наведення, посадки і закріплення на опорах.

Маніпулятори можуть працювати в прямокутній, циліндричній або сферичній системі координат.

Модулі-маніпулятори для зміни просторового положення монтованих конструкцій знаходяться на підвісі крану, належать до вантажозахватних пристосовань. Вони доповнюють роботу вантажопідйомних кранів і виконують свою функцію з піднімання і переміщення конструкцій на підвісі крана із забезпеченням їх заданого положення в просторі (рис. 4.12).

Потреба в переміщеннях виникає, коли конструкції доставлено на будівництво в положенні, відмінному від монтованого положення.

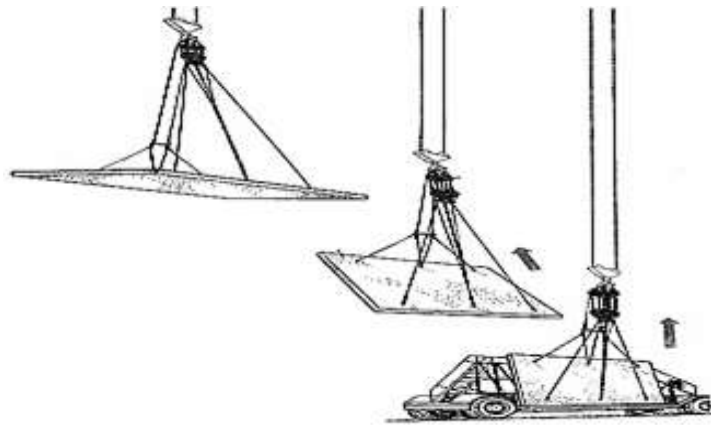


Рис. 4.12. Модуль-маніпулятор для повертання плити з вертикального в горизонтальне положення

Для маніпуляції використано силу гравітації, тобто конструкція під дією своєї ваги повертається з вертикального в горизонтальне положення.

Для повороту панелей без застосування крана використовують гідравлічний модуль-маніпулятор з поворотом конструкцій на опорах.

Модулі-тримачі – елементи монтажно́ї оснастки, які утримують змонтовані конструкції на підвісі крана під час їх подачі, наведення і посадки, а також утримують змонтовані конструкції під час їх вивіряння і фіксації на опорах.

Модулі-тримачі можуть застосовуватися під час перевезення конструкцій, їх зберігання на складах будівельного майданчика, піднімання, переміщення і з'єднання з опорами. При цьому в усіх просторових положеннях змонтовані конструкції повинні бути стійкими і незмінними за формою.

Для піднімання і переміщення конструкцій вантажопідійомними кранами найбільш простим пристосуванням є стропи (рис. 4.13).

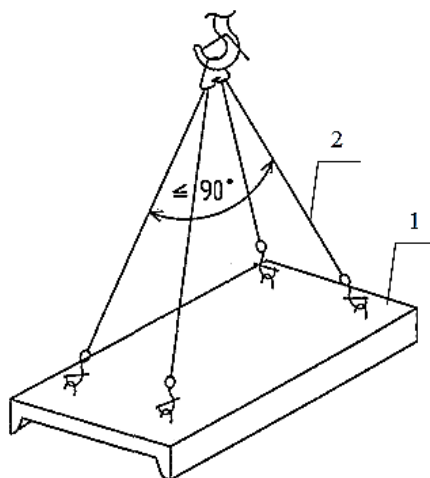


Рис. 4.13. Модуль-тримач для стропування конструкцій:
1 – конструкція, яку піднімають; 2 – строп

Модулі-тримачі для тимчасового закріплення конструкцій виконують свою функцію після встановлення конструкції на опори. Потреба в них виникає на різних стадіях виконання процесу: під час складування, укрупнення і монтування будівельних конструкцій й опалубки.

Фізичний принцип дії модулів-тримачів полягає в такому. Стійкість встановленої конструкції досягається завдяки створенню модулями-тримачами тримального моменту.

До модулів-тримачів належать клини, розтяжки, підкоси, розпірки, кондуктори. Приклад модуля-тримача з підкосів і розпірок для тимчасового закріплення колон каркасної споруди наведено на рис. 4.14.

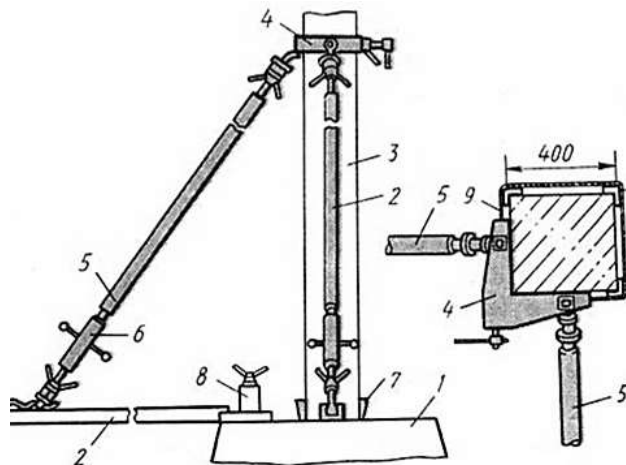


Рис. 4.14. Модулі-тримачі у вигляді підкосів і розпірок:

1 – опора; 2 – балка; 3 – колона; 4 – захоплення за колону;
5 – підкіс; 6 – регулятор; 7 – клин; 8 – захоплювач за опору;
9 – затяжка

Модулі форми використовують в технологіях виготовлення монолітних конструкцій. Основна функція модулів форми – формувати конструкцію. Дії під час формування конструкцій пов'язані із заливанням або засипанням форм різноманітними матеріалами. Після набуття матеріалом достатньої міцності форми знімають.

Залежно від розміщення відносно тіла формованої конструкції форми поділяють на зовнішні і внутрішні. Зовнішні та внутрішні форми можуть бути незнімними і залишатися в тілі конструкції.

Знімні зовнішні форми (опалубки) збирають з окремих щитів або виготовляють у вигляді цілісних нерозбірних форм (рис. 4.15)

Форми-прорізоутворювачі використовують для влаштування наскрізних дверних і віконних отворів, дверей і для прокладання інженерних мереж. Форми-вкладки відкритого типу використовують для влаштування заглиблень і ніш. Форми-вкладки закритого типу використовують для утворення в тілі конструкцій різноманітних порожнин з метою зменшення ваги конструкцій.

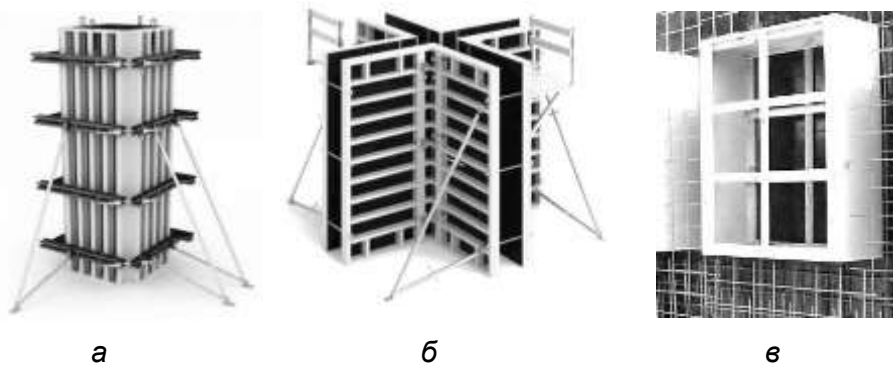


Рис. 4.15. Зовнішні та внутрішні модулі форми:

*а – зовнішня форма (опалубка) колон; б – зовнішня форма стін;
в – внутрішня форма прорізоутворювача для вікон у стіні*

Системи незнімних форм вирізняються додатковими функціями, які надають цій системі переваги перед знімними системами і між собою. До таких функцій належить: облицювання, утеплення, гідроізоляція, утримування та ін.

Модулі-майданчики, які застосовують для організації робочих місць, є складовою частиною так званих засобів підмоцнення. До таких засобів належать також пристрої для закріплення майданчиків, модулі-тримачі і модулі-маніпулятори.

Засоби підмоцнення представлені класами у вигляді оснащення: риштовань, майданчиків і драбин, колисок та вишок (рис. 4.16).

Габаритні розміри в плані рекомендується брати в межах від 0,6 x 0,7 м до 1,25 x 1,8 м і більше, залежно від кількості виконавців, розмірів складованих матеріалів й інструменту.

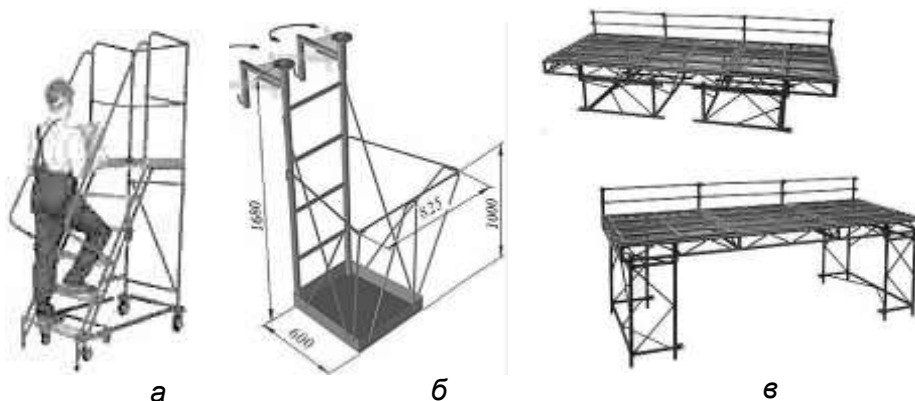


Рис. 4.16. Модулі-майданчики:

*а – одномісні, вищі від опор; б – одномісні, нижчі від опор;
в – багатомісні, вищі від опор*

Модулі-огорожі призначені для обмеження простору і прорізів. Наприклад, для тимчасового перекриття віконного або дверного прорізу на сходовому майданчику з метою безпечного виконання робіт з монтажу й опорядження модуль-огорожу кріплять до стінової панелі двома висувними тримачами (рис. 4.17).

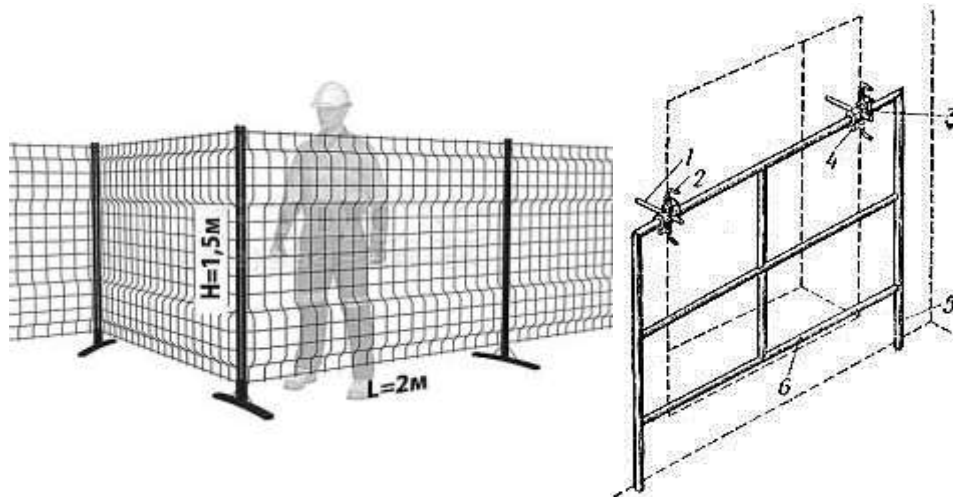


Рис. 4.17. Модулі-огорожі захисних засобів:

1 – тримач; 2 – фіксатор; 3 – муфта; 4 – ланцюжок;
5 – стійка
6 – стійка

Запитання для самопідготовки та контролю знань

1. Як класифікують ступінь механізації процесів залежно від ступеня використання машин в діях людей?
2. Наведіть принципи технічної і технологічної сумісності машин.
3. Як обирають вид і тип машин, формуючи комплекти?
4. За якими критеріями визначають потрібну кількість машин у комплекті?
5. З якою метою визначають схему організації роботи машин у комплекті?
6. Назвіть переваги робототехніки порівняно зі звичайною механізацією процесу.
7. Які функції в системі перетворення виконує будівельне оснащення?
8. Охарактеризуйте функціональні модулі будівельної оснастки.

5. ЕФЕКТИВНІСТЬ І ЯКІСТЬ БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

5.1. Ефективність і надійність будівельних процесів

З системи перетворень (див. рис. 1.1) отримують продукт праці (будівельний об'єкт), який характеризується якістю, кількістю та вартістю. Якщо всі необхідні властивості об'єкта досягнуті, завдання процесу виконано. Це неодмінна умова кожного будівельного процесу. Суспільство завжди зацікавлене в тому, щоби була досягнута потрібна якість об'єкта, а витрати на його виробництво були мінімальними.

Якість будівельної продукції оцінюють різноманітними критеріями.

Сукупним показником, що характеризує будівельний процес і забезпечує можливість порівняння з іншими процесами, є його ефективність, яка визначається як корисність процесу. Показник ефективності охоплює витрати, пов'язані з витратами енергії, основних та допоміжних матеріалів, на заробітну плату виконавців, соціальні витрати, загальновиробничі витрати та ін. Таким показником може бути прибуток підприємства або собівартість будівельної продукції.

У масштабах суспільства (держави) основним показником рівня розвитку технології є продуктивність праці в натуральному або вартісному вираженні. Ефективність технологій оцінюють показником собівартості продукції або питомої собівартості, виведеної на одиницю виміру обсягу продукції. Для будівель цивільного призначення за таку одиницю вимірювання беруть один метр квадратний (m^2) корисної площі, а для промислових об'єктів - один метр кубічний (m^3) об'єму будівлі або одиницю продукції, що випускається.

У загальному вигляді собівартість будівельної продукції може бути представлена сумою витрат на заробітну плату робітників, експлуатацію машин і механізмів, основні та додаткові матеріали:

$$Z = Z_q + Z_m + Z_s + Z_{qe}, \quad (5.1)$$

де Z_q – вартість праці;

Z_m – вартість механізації процесу;

Z_s – вартість матеріалів;

Z_{qe} – супутні витрати.

Співвідношення між складовими собівартості залежить від складності технологічного процесу, рівня механізації і від матеріалоемності. Для

процесу влаштування монолітних залізобетонних стін в щитовій опалубці витрати поділяються приблизно так: $Z_q = 20 \dots 30\%$; $Z_{qm} = 10 \dots 15\%$; $Z_s = 40 \dots 50\%$; $Z_{qe} = 5 \dots 10\%$.

Будівельний процес виконується в умовах впливу внутрішнього і зовнішнього середовища, тому можливі непередбачені перерви (відмови). Одним з важливих параметрів технологічного процесу є його надійність.

Під надійністю будівельного процесу розуміють імовірність його виконання в нормальному режимі. Надійність – здатність системи зберігати свої параметри в заданих межах і досягати запланованих результатів під час виробництва.

Технологічна надійність – здатність технологічних процесів зберігати свої параметри. Організаційна надійність – здатність організаційних рішень системи управління не змінювати свого стану.

На надійність впливають технічні відмови, які виникають через поломку машин, механізмів, транспорту, виходу з ладу інженерних мереж (електропостачання, водопостачання, доріг та ін.), низьку якість матеріалів, деталей конструкцій, що надходять на об'єкт, а також у разі змін у проектних рішеннях.

Технологічні відмови виникають у зв'язку з усуненням браку, зміною послідовності робіт, порушенням правил безпеки, виконанням непередбачених робіт.

Організаційні відмови пов'язані із затримками в забезпеченні будівництва проектною документацією, з порушенням узгоджених термінів, нестачею матеріалів, виробів, обладнання, робітників необхідної спеціальності і кваліфікації, а також з недоліками оперативного планування й управління.

Кліматичні відмови (відмови реального оточення) – мороз, снігопад, ожеледь, вітер, дощ тощо негативно впливають на дії виконавців і на властивості предметів праці, знижуючи при цьому продуктивність процесу.

Соціальні відмови – невихід працівників на роботу або запізнення, невиконання виробничого завдання, низька кваліфікація виконавців, навмисне псування або розкрадання матеріалів, інструментів та ін.

Надійність технологічного процесу оцінюється імовірністю безвідмовної роботи системи. Реєструють відмови в журналі виконання робіт, аналізують і відповідно до прогнозу на майбутнє планують всі параметри технології й організації робіт.

Правильне прогнозування ситуацій залежить від якісного аналізу всіх відмов і є запорукою успішної роботи будівельних фірм.

5.2. Технологічність конструкцій будівель

Технологічність конструкції будівлі – це сукупність властивостей конструкцій будівлі, яка забезпечує їх зведення за найбільш ефективною технологією порівняно з однотипними конструкціями такого самого призначення за однакових умов їх зведення і за одних і тих самих показників якості продукту.

Застосування ефективної технології означає оптимальні витрати праці, матеріалів, засобів, часу на підготовку до будівництва, а також в процесі виготовлення окремих конструкцій, їх транспортування на об'єкт, зведення будівлі або споруди.

Відомості про рівень технологічності конструкції використовують в процесі оптимізації конструктивних рішень будівель на стадії розроблення проектної документації, а також ухвалення рішення про виготовлення конструкцій, їх транспортування, зведення будівлі та її експлуатації.

Процедура забезпечення технологічності конструкції охоплює оцінювання за якісними і кількісними критеріями.

Якісна оцінка характеризує технологічність конструкції узагальнено на підставі досвіду конструктора. Якісне порівняльне оцінювання варіантів конструкції допускається на всіх стадіях проектування. Вибір найкращого конструктивного рішення у такому разі не потребує визначення ступеня відмінності технологічності порівнюваних варіантів. Якісне оцінювання технологічності конструкції на підставі порівняння, виконуване в процесі проектування, передує кількісному оцінюванню і визначає його доцільність.

Кількісна оцінка технологічності конструкції будівлі визначається показником, чисельне значення якого характеризує ступінь задоволення вимог до технологічності конструкції. Кількісна оцінка є раціональною тільки залежно від ознак, які суттєво впливають на технологічність розглядової конструкції. До основних показників, що характеризують технологічність будівлі, належать трудомісткість проектування і виготовлення конструкцій, питома матеріаломісткість, собівартість, тривалість та трудомісткість зведення, ступінь уніфікації.

Зниження трудомісткості і собівартості виготовлення конструкції і монтажу досягають завдяки підвищенню серійності конструкцій шляхом їх стандартизації й уніфікації, завдяки обмеженню номенклатури складових частин конструктивних елементів і використовуваних матеріалів, застосуванню високопродуктивних і маловідходних технологічних рішень, використанню типових засобів оснащення.

Процес проектування будівлі залежно від послідовності ухвалення рішень щодо конструкції будівлі і за технологією зведення може бути організований трьома способами.

Спосіб № 1 (прямий) – узгодження технологічних рішень і параметрів технології з об'ємно-планувальними та конструктивними рішеннями будівлі,

які були ухвалені раніше під час розроблення проекту (проектування з обмеженням).

Спосіб № 2 (зворотний) – узгодження конструктивних рішень будівлі і її параметрів з рішеннями за технологією будівництва (стратегія щодо застосування методу зведення будівлі передуює його проектуванню).

Спосіб № 3 (змішаний) – ухвалення конструктивних рішень після оцінювання технологічності конструкції будівлі з погляду використання найбільш ефективних сучасних технологічних рішень (поетапна взаємопов'язана послідовність ухвалення рішень).

З кількісних показників технологічності конструкцій наведемо лише деякі коефіцієнти та параметри:

- різнотипність розмірів і матеріалів конструкцій в будівлі;
- різнотипність планувальних параметрів будинку;
- рівноваговість конструкцій будівлі;
- модульність конструкцій будівлі;
- простота форм конструкцій.

Проектуючи збірні будівлі, конструктори вирішують завдання з раціонального розчленування будівлі на конструкції з визначенням їх ваги і розмірів. Розглядаються габарити доріг, що впливають на габаритні розміри конструкцій, а також можливості вантажопідйомної техніки зокрема, в оцінюванні технологічності збірних будівель одним з основних показників технологічності є коефіцієнт рівноваговості:

$$K_g = \sum_i^m (g_i \cdot n_i) / (Q_l \sum_i^m n_i) \rightarrow 1, \quad (5.2)$$

де g_i – маса конструкції i -го виду;

n_i – кількість конструкцій i -го виду в об'ємі будівлі, що зводиться;

Q_l – максимальна вантажопідйомність монтажного крана з-поміж можливих до застосування кранів.

Оцінювати рівень технологічності конструктивних рішень конструктор повинен спільно з проектувальниками-технологами, від яких залежать рішення щодо вибору монтажних кранів і формування технологічних потоків.

Якщо в проектній групі об'єднати дії конструкторів і технологів, то процес проектування можна організувати за способом №3. З'явиться можливість змінювати і конструктивні, і технологічні рішення у взаємозв'язку, доводячи коефіцієнт рівноваги до максимального значення.

Ухвалення рішень залежить не тільки від одного коефіцієнта. Розчленування конструкцій на дрібніші частини призводить до збільшення кількості стиків, багатоопераційної технології, отже, і до збільшення трудомісткості процесу.

Для ухвалення остаточного рішення технологічність конструкцій рекомендується оцінювати за комплексним показником ефективності. У загальному вигляді комплексний показник визначається у вигляді суми витрат часу (T), трудомісткості (θ) і вартості (Z) процесу з урахуванням вагомих коефіцієнтів (a, b, d, u):

$$E_{kr} = a + b \cdot T + d \cdot \theta + u \cdot Z. \quad (5.3)$$

Залежно від матеріалу несучих конструкцій і технологій зведення будівель і споруд для забезпечення технологічності конструктивних рішень слід дотримуватися певних принципів. Щодо збірних будинків і споруд, то з-поміж принципів підвищення технологічності конструкцій можна виділити кілька основних.

Транспортабельність – відповідність розмірів і ваги збірних елементів будівлі габаритам доріг, граничним навантаженням мостів, можливостям транспорту.

Модульність – зменшення кількості типорозмірів і видів конструкцій під певний розмірний модуль.

Блочність – збільшення розмірів конструкцій завдяки створенню просторових блокових систем.

Підвищення готовності конструкцій – забезпечення можливості перенесення в заводські умови більшості робочих процесів, зокрема суміжних процесів з оброблення та влаштування інженерних мереж.

Мінімізація і швидкодія з'єднань – мінімальна кількість з'єднань (стиків), мінімальна трудомісткість і підвищена готовність з'єднань до виконання своїх функцій (заміна бетонних та зварних стиків на болтові);

Пристосованість під оснастку – створення в конструкціях умов для використання ефективної оснастки.

Стосовно монолітних будівель і споруд виокремлюють основні принципи підвищення технологічності конструкцій.

Пристосованість під опалубку – проектування конструкцій під сучасні опалубні системи підвищує продуктивність праці і скорочує терміни зведення будинку.

Незмінність геометричних параметрів – сталість розмірів перетинів монолітних конструкцій і схем армування на поверхах і в плані дає змогу скоротити витрати на опалубку і підвищити продуктивність процесу.

Змінність властивостей матеріалів – зміна міцності бетону конструкцій залежно від поверху – від високоміцних до низькоміцних бетонів – дає змогу знизити вартість будівлі і забезпечує незмінність розмірів перетинів конструкцій (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Приклад варіювання міцності бетону на поверхях під час будівництва висотного будинку (450 м) в Шанхаї (КНР)

Конусність поверхонь модулів-форм – підвищення технологічності конструкцій з метою використання ефективної опалубки для влаштування отворів у плитах і стінах (рис. 5.2).

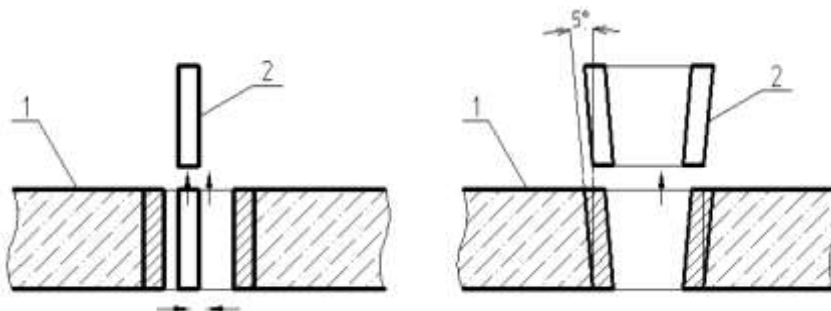


Рис. 5.2. Приклад дотримання принципу конусності поверхонь опалубки для підвищення технологічності монолітних конструкцій стін і плит з прорізами: 1 – монолітна конструкція з прорізами; 2 – опалубка

Економічність з'єднань арматури – швидкість виконання з'єднань арматури, мінімальні відходи (зменшення величини напуску стержнів).

Модульність армування – відповідність розмірів арматурних виробів довжині заводських стержнів дає змогу зменшити витрату арматури, отже, знизити вартість будівлі.

Модульність опалубки – відповідність розмірів монолітних конструкцій модулю опалубних систем. Найчастіше в опалубках використовують розмірні модулі щитів – 150 і 300 мм. Невідповідність розмірів конструкцій і

модулів щитів призводить до необхідності застосування великої кількості неефективних добірних елементів.

У проектуванні прорізів в конструкціях стін і плит з вертикальними і прямокутними гранями використовується форма з дрібних щитів опалубки, які знімають, розбираючи і переміщуючи кожен щит окремо. При цьому часто щити відривають ломиком, що призводить до їх псування.

Проаналізуємо варіанти, представлені на рис. 5.2. Зазвичай для зняття форми одного отвору з вертикальними стінками потрібно виконати вісім дій. Якщо проектувати отвори з ухилом граней в межах 3 - 5 градусів, то з'являється можливість використання жорстких блочних форм опалубки, які знімаються однією дією без розбирання і залишаються при цьому придатними для багаторазового використання.

Для кам'яних будівель і споруд основними принципами підвищення технологічності конструкцій є такі принципи.

Модульність конструкцій – відповідність розмірів несучих й огорожувальних конструкцій модулю каменю або цегли як в плані, так і по висоті, що забезпечує безвідходність і підвищує продуктивність процесу;

Блоковість – використання каменю або цегли великих розмірів в межах фізичних можливостей людини, що скорочує об'єм розчинної частини кладки, кількість елементів і рухів та підвищує продуктивність процесу.

5.3. Якість будівельної продукції

Якість будівельної продукції – це сукупність властивостей продукції, від якої залежить її придатність до задоволення потреб людини. У загальному випадку якість будівельної продукції у вигляді закінчених будівництвом об'єктів (або їх частин) визначається якістю проекту, якістю будівельних матеріалів і виробів, а також якістю виконання процесів будівельно-монтажних робіт.

Кінцева будівельна продукція – це прийнятий в експлуатацію об'єкт або комплекс об'єктів, яким притаманні передбачені проектом корисні властивості.

Завдання із забезпечення якості та ціни продукції вирішуються на всіх етапах створення продукції (етапах життєвого циклу об'єкта) (табл. 5.1).

Протягом цих етапів створюється не тільки кінцева, а й проміжна продукція, яка є її складовою частиною і кінцевим результатом кожного етапу. Всі етапи формування кінцевої будівельної продукції органічно взаємопов'язані між собою і є частиною єдиного будівельного циклу.

Забезпечення якості на перших двох етапах будівництва полягає у відповідності проектних характеристик об'єкта найкращим вітчизняним і

зарубіжним зразкам (відповідність сучасному технічному рівню будівництва) з високим рівнем стандартизації й уніфікації конструкцій, матеріалів, комплектувальних виробів та ін.

Таблиця 5.1

Критерії якості на різних етапах життєвого циклу будівлі

№ пор.	Найменування етапів	Критерії якості
1	Пошук ідеї будівництва	Відповідність сучасному технічному рівню
2	Проектування під метод	Рівень витрат на проектування
3	Виготовлення конструкцій	Точність геометричних розмірів і якість матеріалів
4	Доставка конструкцій	Ефективність використання транспортних засобів
5	Укладання, влаштування та монтаж конструкцій	Мінімізація трудомісткості і термінів зведення будівлі
6	Експлуатація конструкцій в процесі будівництва	Мінімізація дефектності і руйнувань
7	Виконання суміжних робіт	Готовність конструкцій. Ступінь суміщення з основними процесами
8	Пусконаладжувальні роботи і здача об'єкта	Мінімізація термінів введення об'єктів в експлуатацію
9	Експлуатація об'єкта	Рівень комфортності та задоволення потреб
10	Утилізація об'єкта	Мінімізація витрат і відходів

У проектах будівель і споруд повинні бути закладені нормальні санітарно-гігієнічні умови, екологічна безпека, проектна надійність і довговічність кінцевої будівельної продукції.

На третьому - восьмому етапах (стадіях) будівництва для забезпечення якості під час виконання будівельно-монтажних робіт перевіряють відповідність проміжної і кінцевої продукції вимогам проектної документації.

Фактичні терміни і вартість будівництва об'єкта в обсязі допущеного браку і переробок повинні відповідати договірним зобов'язанням і будівельним нормам. При цьому має бути забезпечений високий рівень безпеки праці, а також дотримання пожежної безпеки і соціально-побутових умов виробництва.

Для досягнення належної якості продукції виконують вхідний контроль матеріалів, конструкцій й операційний контроль якості кожного проміжного

стану об'єкта. Контролюють переважно геометричні розміри, точність складання і міцність конструкцій, однорідність та інші властивості.

По завершенні процесу виконують приймальний контроль якості продукції. В сучасних умовах контроль якості здійснюють візуально, за допомогою вимірювання розмірів геодезичними приладами, натурних випробувань фізико-механічних властивостей об'єкта з руйнуванням або без руйнування.

Система контролю якості складається з трьох етапів: вхідного, операційного (технологічного), вихідного (приймання-здавання).

Вхідний контроль виконують до початку процесу. Спочатку перевіряється якість проекту. Далі перевіряють якість попередніх робіт та відповідність матеріалів паспортам і сертифікатам (за потреби виконують лабораторні дослідження), працездатність техніки і оснастки, кваліфікацію робітників.

Операційний контроль здійснюється виконавцем протягом усього процесу, при цьому контролюють вид і кількість операцій; послідовність і правильність виконання операцій; дотримання режимів (сушіння, прогрівання і т.п.); правильність зберігання матеріалів; дотримання просторового положення оснастки і конструкцій та ін.

Приклад операційного контролю для процесу влаштування опалубки стін наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Операційний контроль якості улаштування опалубки стін

Найменування операції	Параметри, що підлягають контролю	Коли виконують контроль	Документ з результатами контролю
Установлення елементів опалубки	Відповідність проекту	У процесі до укладання бетону	Акт на закриття прихованих робіт
	Якість кріплень		
	Точність монтажу $\pm IT16/2$.		
	Прогин опалубки – 1/400		

Вихідний контроль виконують працівники технічного нагляду, які перевіряють відповідність продукції проекту та будівельним нормам. Перевірці підлягає виконавча схема конструкції (фіксація фактичних відхилень); паспорт та сертифікати на всі використані матеріали і конструкції (сертифікат на сталь й електроди); копії дипломів зварників; результати випробувань зразків або конструкцій; інші документи про заміну матеріалів, режимів тощо.

Зазвичай вихідний контроль попереднього процесу є частиною вхідного контролю наступного процесу. Наприклад, після зведення цегляної

стіни у вихідному контролі беруть участь працівники технічного нагляду і муляри. Перевіряють допуски і відхилення вертикальності, площинності, якість заповнення швів та інші характеристики. У вхідному контролі беруть участь будівельники, які приймають цю стіну і будуть вкривати її штукатуркою. Рекомендується обидва види контролю об'єднувати в одну стадію.

5.4. Система функціональних і технологічних допусків

Якість продукції будівельного процесу (якість виготовлення, якість робіт) характеризується ступенем відповідності параметрів реальної продукції її проектним параметрам.

Будівельними нормами дозволяються деякі похибки, допустимі відхилення (допуски) від проекту. Величина допуску може виражатися в лінійних розмірах, кутових градусах, процентах міцності та ін. Виготовлена конструкція або виріб, що мають відхилення, не більші за допуск, вважається якісною продукцією і підлягає технічному прийманню й оплаті.

Точність геометричних параметрів будівель і їх елементів задається функціональними допусками.

Функціональні допуски призначають, виходячи з функціональних вимог до будівельних конструкцій. Основні принципи призначення функціональних допусків полягають в забезпеченні гарантованої можливості виконання технологічних процесів із заданою точністю. Функціональні допуски являють собою свого роду компенсатори технологічних похибок.

Технологічна похибка – сукупність відхилень параметрів будівельних конструкцій, допущених під час виконання операцій будівельного процесу.

Залежно від заданої в розрахунку точності допустимої величини, появи дійсних значень параметра (χ_f), визначаючи функціональні допуски, встановлюють довірчий інтервал дійсних значень з умови:

$$\chi_{min.f} < \chi_f < \chi_{max.f} \quad (5.4)$$

Функціональні допуски визначають за формулою:

$$\delta\chi_f = \chi_{max.f} - \chi_{min.f} \quad (5.5)$$

Функціональні допуски регламентують точність розмірів, форми і положення елементів будівель у просторі (рис. 5.3). До функціональних вимог належать міцність і стійкість конструкцій, експлуатаційні й естетичні властивості, економічні вимоги.

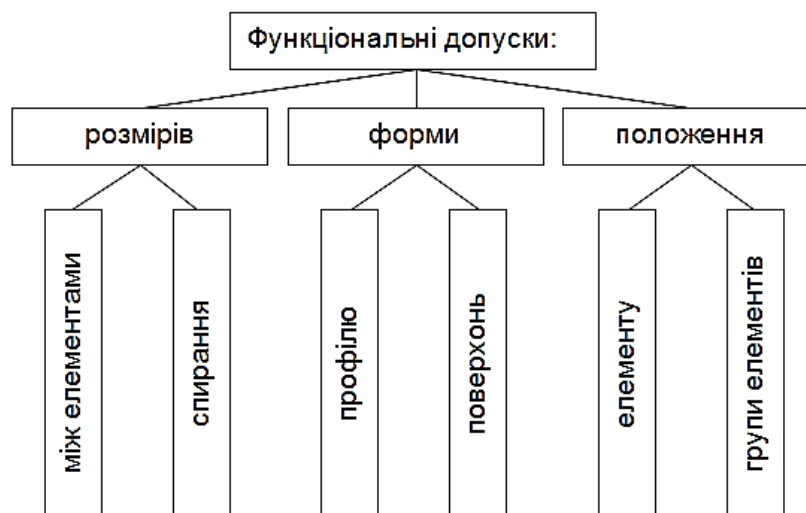


Рис. 5.3. Класифікація функціональних допусків точності влаштування і збирання конструкцій будівель

Недотримання функціональних допусків форми профілю і поверхонь може створити проблему економічного характеру, коли використання дорогих оздоблювальних матеріалів стає економічно не вигідним без усунення дефектів.

Приклад визначення допуску глибини обпирання конструкції наведено на рис. 5.4.

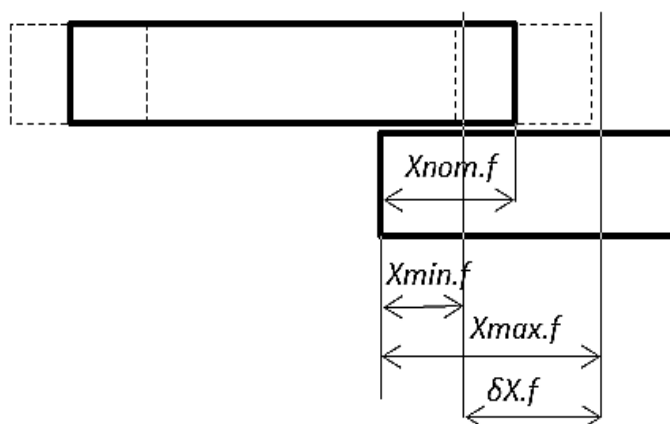


Рис. 5.4. Схема до визначення функціонального допуску розміру обпирання конструкції

Функціональна вимога до конструкції, на підставі якої визначають допуск розміру обпирання – це міцність елемента за значення $(\chi_{min.f})$, а функціональна вимога до конструкції, на підставі якої визначають величину допуску положення елемента у вертикальній площині – це міцність і стійкість елемента.

У проектуванні і зведенні будівель визначають точність у вигляді відхилень (похибок). За відхилень, більших за допуск (незалежно від

величини перевищення), конструкцію або виріб вважають неякісною продукцією, «браком», що підлягає розбиранню і переробленню.

Крім функціональних допусків, використовують систему технологічних допусків (можливостей), яка повинна забезпечувати гарантоване досягнення поставленої мети.

Технологічні допуски і граничні відхилення геометричних параметрів будівлі, споруди або їх окремих елементів повинні, зазвичай, призначатися для різних класів точності залежно від функціональних, конструктивних, технологічних й економічних вимог. Якщо зазначених вимог не ставлять, точність відповідних параметрів допускається не регламентувати.

Значення технологічних допусків на виготовлення елементів будівель і споруд, на виконання геодезичних, а також будівельно-монтажних робіт беруть за чинними нормами в межах встановлених класів точності виконуваних процесів й операцій і залежно від використовуваних методів, монтажної оснастки та приладів контролю точності (рис. 5.5).

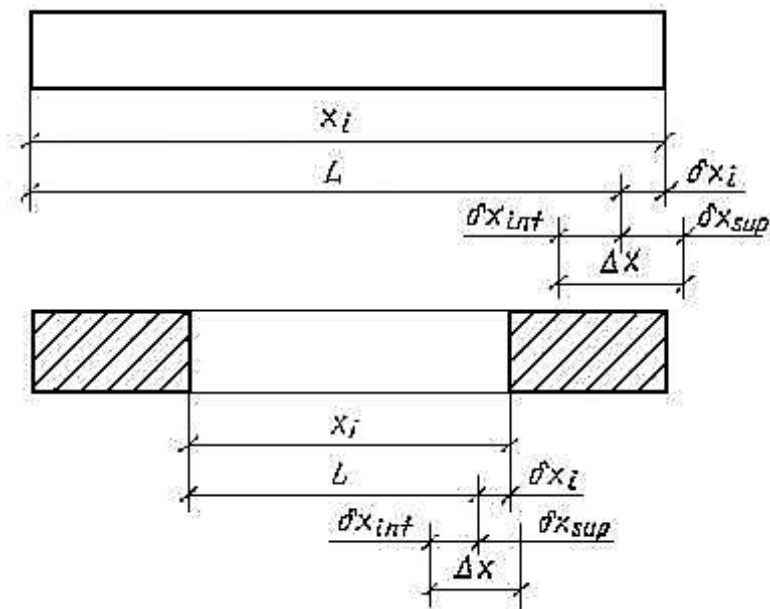


Рис. 5.5. Допуск і відхилення від лінійних розмірів конструкцій й отворів у конструкціях

На підставі значень технологічних допусків встановлюють симетричні або несиметричні граничні відхилення, сума абсолютних значень яких дорівнює допуску.

Допуск на виготовлення конструкцій – це геометрична точність виготовлення елементів. Характеризується допусками і граничними відхиленнями їх лінійних розмірів, а також форми і взаємного положення поверхонь.

За допусками і граничними відхиленнями форми і взаємного положення поверхонь визначають, де слід обмежувати спотворення форми елементів, що не виявляються під час контролю точності лінійних розмірів. При цьому точність форми поверхонь призматичних прямокутних елементів характеризують допусками прямолінійності і граничними відхиленнями від прямолінійності (рис. 5.6) та допусками площинності і граничними відхиленнями від площинності, а точність взаємного положення поверхонь цих елементів – допусками перпендикулярності і граничними відхиленнями від перпендикулярності.

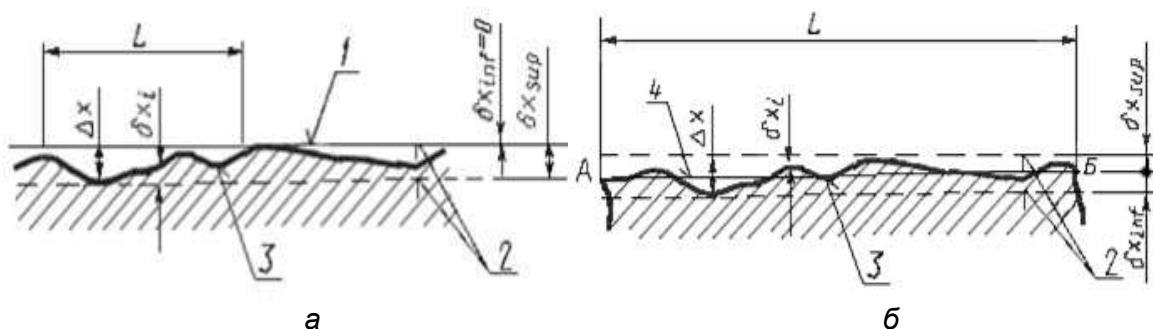


Рис. 5.6. Допуск прямолінійності і відхилення від прямолінійності:

a – допуск і відхилення від прямолінійності у вимірах на заданій довжині; *б* – те саме у вимірах на всій довжині;

1 – умовна (прилегла) пряма; 2 – прямі, що обмежують поле допуску; 3 – реальний профіль; 4 – умовна пряма, що проходить через крайні точки

Допуск на геодезичні роботи. Точність геодезичних робіт характеризують допусками і граничними відхиленнями від нанесення точок і осей в плані і передачі точок і осей по вертикалі (рис. 5.7).

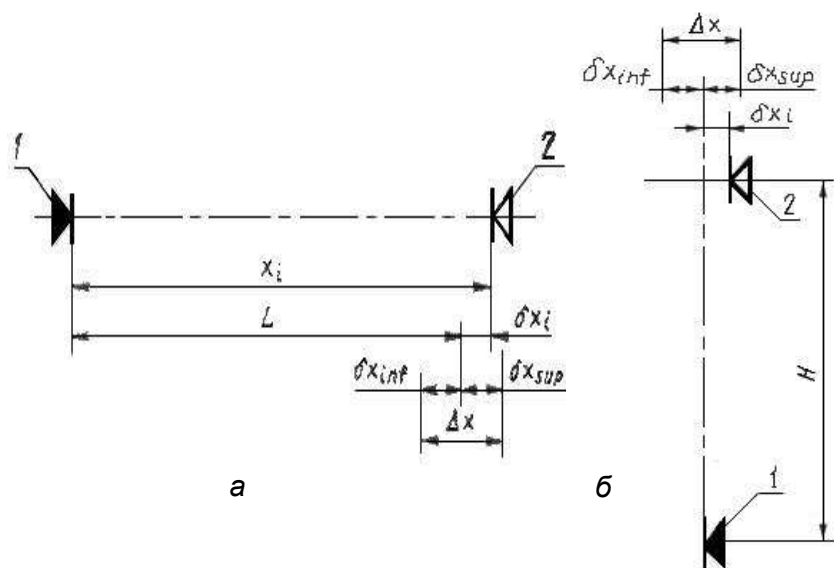


Рис. 5.7. Допуск і відхилення на геодезичні роботи:

a – закріплення точок і осей в плані;
б – передача точок і осей по вертикалі

Точність геодезичних робіт характеризують допусками створності і граничними відхиленнями від створності точок, допусками і граничними відхиленнями нанесення (закріплення) висотних відміток і передачі висотних позначок, а також допусками перпендикулярності і граничними відхиленнями від перпендикулярності осей.

Значення технологічних допусків точності виконання операцій залежить від застосовуваних методів і можливостей будівельної оснастки.

5.5. Співвідношення допусків у розмірних ланцюгах

Відомо, що геометрична точність у будівництві відображає ступінь близькості дійсних геометричних параметрів (розмірів, конфігурації і положення будівельних конструкцій будівель і споруд та їх елементів) до проектних параметрів (функціональних допусків). Отже, точність будь-якого параметра характеризується його похибкою відносно номінальних значень як у бік зменшення, так і в бік збільшення розмірів.

У технологічному процесі виготовлення і монтажу елементів будівлі завжди трапляються похибки їх геометричної форми і розмірів. Виготовити виріб абсолютно точно за розмірами і формою практично неможливо, виконати геодезичні операції так само, як і неможливо абсолютно точно встановити конструкцію.

Будь-яке відхилення (похибка) від геометрії виробу є наслідком впливу різних факторів (причин), кожен з яких спричинює певне відхилення. Відхилення, що залежать від окремих факторів, називають елементарними. Похибки виготовлення, встановлення збірних конструкцій являють собою суму елементарних похибок.

Оцінювання похибок зводиться до знаходження оптимальної відповідності між технологічними і функціональними допусками:

$$K_c = \frac{\Delta X_\phi}{\Delta X_T} \rightarrow 1, \quad (5.6)$$

де ΔX_ϕ – функціональний допуск;

ΔX_T – технологічний допуск.

Повна складальність конструкцій характеризується рівнем складальності – 99,73% (табл. 5.3).

Сумарний технологічний допуск визначають за формулою:

$$\Delta X_T = \sqrt{\Delta X_1^2 + \Delta X_2^2 + \dots + \Delta X_n^2}, \quad (5.7)$$

де n – кількість технологічних допусків складових ланок розмірного ланцюга, що впливають на точність кінцевої ланки;

ΔX_T – проекція технологічних допусків на пряму лінію, паралельну функціональному допуску ΔX_ϕ .

Вихідними даними для розрахунку точності є конструктивно-технологічна схема і допуски технологічних операцій, визначені в регламентах на виконання тих чи інших процесів.

Приклад. На схемі монтажу колон багатоповерхових будівель позначають відхилення геометричних осей від вертикалі на рівні стиків; наводять також схему фіксації положення колон за рисками. За розрахункову ділянку ланцюга беруть дві колони і ригель (рис. 5.8).

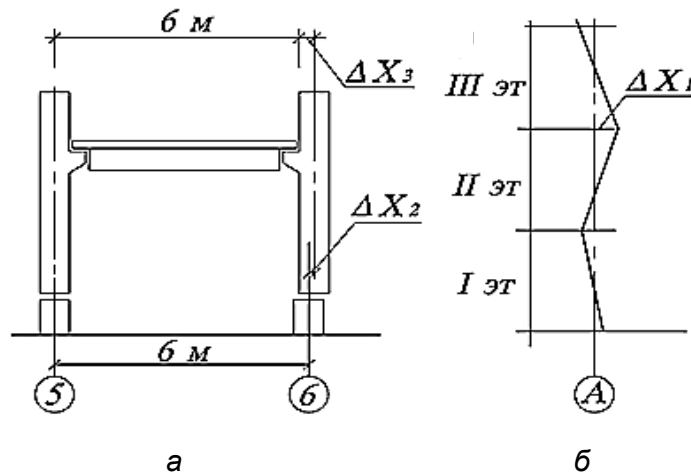


Рис. 5.8. Схема відхилення колон від вертикалі на рівні стиків під час монтажу багатоповерхових каркасних будівель

Похибки проектують на горизонтальну вісь, а сумарну похибку визначають за формулою:

$$\Delta X_T = \sqrt{\Delta X_1^2 + \Delta X_2^2 + \Delta X_3^2 + \Delta X_4^2 + \Delta X_5^2 + X_6^2}, \quad (5.8)$$

де ΔX_1 – нахил колон (похибка встановлення);

ΔX_2 – ексцентриситет осей у стиках (похибка встановлення);

ΔX_3 – відхилення по вертикалі осі верху колони від геодезичної осі (похибка встановлення);

ΔX_4 – відхилення по ширині перетину колон (похибка виготовлення);

ΔX_5 – середньоквадратична похибка геодезичних робіт;

ΔX_6 – середньоквадратична похибка відхилень положення рисок під час нанесення їх на колону.

Середньоквадратична похибка геодезичних робіт визначається за формулою:

$$\Delta X_5 = \sqrt{S_{r1}^2 + S_{r2}^2 + S_{r3}^2}, \quad (5.9)$$

де S_{r1} – похибка нанесення осей;

S_{r2} – похибка встановлення теодоліта;

S_{r3} – похибка відкладання відстаней від колімаційної площини теодоліта до місця фіксації рисок.

Середньоквадратична похибка відхилень положення рисок визначається за формулою:

$$\Delta X_6 = \sqrt{\Delta X_0^2 + \Delta X_k^2 + \dots + \Delta X_s^2}. \quad (5.10)$$

Таблиця 5.3

Рівні складальності конструкцій каркаса

Клас рівня	$\Delta X_\phi / \Delta X_T$	Рівень скла дальності, %
1	1	99,73
2	0,95	99,56
3	0,90	99,31
4	0,85	98,92
5	0,80	98,36

За формулою (5.6) визначають співвідношення функціонального і технологічного допуску, а за табл. 5.3 – рівень складальності конструкцій. Якщо рівень складальності виявиться меншим від заданого, то вирішують зворотну задачу – за заданим функціональним допуском визначають відповідні технологічні допуски, за яких можна досягти заданого рівня складальності.

Технологічний процес може виконуватися і в разі більш низького рівня складальності за умови підвищення трудомісткості і вартості додаткових операцій, пов'язаних з усуненням похибок (виправлення, рихтування, різання та ін.).

Найбільшу похибку, як правило, спричинює процес встановлення колон. Точність встановлення верху колон і суміщення орієнтирів залежать від монтажної оснастки, застосовуваних технічних засобів і способів

контролю, конструкції стиків, виду з'єднання та жорсткості монтажних пристроїв, які застосовують для тимчасового закріплення.

Запитання для самопідготовки та контролю знань

1. Як оцінюють надійність технологічного процесу?
2. Охарактеризуйте оптимальну відповідність між технологічними та функціональними допусками.
3. Чим відрізняються функціональні і технологічні допуски?
4. Точність яких розмірів регламентують функціональні допуски?
5. У чому полягає зміст вхідного, операційного і приймального контролю якості.
6. Розкрийте принципи технологічності збірних конструкцій.
7. Охарактеризуйте принципи технологічності монолітних конструкцій.
8. Наведіть принципи технологічності кам'яних конструкцій.

6. ЗАГАЛЬНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ

Мета технологічних розрахунків – визначення параметрів всіх складових системи перетворень, а також продуктивності і тривалості технологічного процесу.

У будівництві дотримуються певних правил і традицій. Для технологічних розрахунків була створена спеціальна система нормування процесів, яка ґрунтується на спеціальних технічних нормативних збірниках. Основним з них є збірник норм під назвою «Єдині норми і розцінки (ЕНиР)». У збірниках ЕНиР наведено інформацію за параметрами системи перетворень.

Приклад. Розглядається процес «Укладання бетонної суміші в конструкції». За ЕНиР цей процес має шифр Е4-1-49, що позначає збірник за номером 4 «Монтаж збірних і улаштування монолітних залізобетонних конструкцій», за випуском номер 1 «Будівлі і промислові споруди», а остання цифра позначає номер параграфа.

Цей параграф відповідно до елементів структури системи перетворень містить таку інформацію:

1. *Виконавці.* Зафіксовано ланку робітників за професією «бетонувальник». Параметри процесу наведено для двох робітників за кваліфікацією 4-го і 2-го розряду.
2. *Технологічний процес.* Структуру процесу наведено як склад роботи. За рівнем структури розглядається процес третього рівня (TP_p) з розкриттям складових у вигляді операцій: (TP_{o1}) – приймання бетонної суміші; (TP_{o2}) – укладання бетонної суміші безпосередньо на місце укладання або по лотках (хоботами); (TP_{o3}) – розрівнювання бетонної суміші з частковим її перекиданням; (TP_{o4}) – ущільнення бетонної суміші вібраторами; (TP_{o5}) – загладжування відкритої поверхні бетону; (TP_{o6}) – перестановляння вібраторів, лотків або хоботів та їх прочищення.
3. *Предмет і продукт переробки* визначено як монолітні залізобетонні конструкції з конкретизацією за видами, наприклад: прямолінійні вертикальні стіни і перегородки. Наведено основний характерний параметр конструкції – товщину. Для цілого ряду товщин конструкцій з певною градацією встановлено норми часу відповідно до товщини – до 100 мм, до 150 мм, до 200 мм, до 300 мм і понад 300 мм. Обсяг продукції у вигляді готових стін і перегородок фіксується одиницею виміру – «1 м³ бетону або залізобетону в ділі».
4. *Технічні системи.* Наведено різні варіанти укладання бетонної суміші: цебрами, які подають краном, транспортером,

бетононасосами і автомобілями-самоскидами безпосередньо в бетоновану конструкцію або по лотках (хоботах). Тобто визначено весь перелік можливих варіантів механізації, що свідчить про те, що процес виконується вручну і не залежить від варіанта механізації подачі бетонної суміші, інакше наводилася б варіація норм витрат машинного часу.

5. *Реальне оточення.* Розглядаються нормальні кліматичні умови для роботи і твердіння бетону.

Далі для розрахунків для кожного діапазону товщини стін і перегородок наводяться норми витрат праці (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Норми витрати праці (люд-год)

Улаштування монолітних прямолінійних вертикальних стіни або перегородок	Товщина стін або перегородок, мм				
	до 100	до 150	до 200	до 300	св. 300
	3,5	2,3	1,6	1,2	0,79

Зазвичай для розширення сфери застосування норм праці додатково вводяться коефіцієнти, що відображають ряд можливих змін в параметрах (властивостях) предмета перетворень. Для розгляданого прикладу введено такі умови і коефіцієнти: у разі бетонування стін без арматури норми витрат праці слід помножити на 0,75, у разі бетонуванні стін з подвійною арматурою – помножити на 1,25.

Один з недоліків цієї системи параметрів полягає в тому, що умовно винесено за дужки ряд процесів й операцій, які не диференціюються за видами, а дані наведено в загальних технічних вказівках.

Наприклад, нормами цього розділу, за винятком особливих випадків, зазначених у відповідних параграфах, передбачено можливість підносити матеріали, інвентар та пристосування на відстань до 10 м. Піднесення на відстань понад 10 м нормується окремо. На роботи, виконувані за допомогою крана, враховані й окремо не враховуються стропування і відстропування конструкцій і матеріалів, участь робітників під час піднімання, подавання й опускання краном конструкцій і матеріалів, а також їх приймання на робочому місці.

Як за цими нормами витрат праці визначити норму продуктивності (інтенсивності) процесу?

За формулою (3.4) для стін завтовшки до 200 мм:

$$I_p = V_e \cdot N_w / H_{hw} = 1 \cdot 2 / 1,6 = 1,25 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Як визначити норму виробітку на одного робітника?

За формулою (3.5) для стін завтовшки до 200 мм:

$$H_v = V_e / H_{hw} = \frac{1}{1,6} = 0,625 \frac{\text{м}^3}{\text{люд} \cdot \text{год.}}$$

Основним параметром технологічного процесу є трудомісткість (θ) – добуток кількості робітників на тривалість процесу. Трудомісткість процесу визначається за нормами витрат праці і нормами машинного часу.

Для процесів, виконуваних вручну, норму витрат праці слід помножити на обсяг продукції технологічного процесу:

$$\theta_h = H_{hw} \cdot V / T_{sm}, \text{ люд} \cdot \text{зм.}, \quad (6.1)$$

де V – обсяг робіт (обсяг продукції) за процесом в одиницях нормованої продукції;

T_{sm} – тривалість робочої зміни (7 ... 8 год). Застосовується у формулі, якщо норму витрат праці наведено в люд*год.

Для процесів, виконуваних машинами, норму машинного часу треба помножити на обсяг продукції технологічного процесу:

$$\theta_m = H_{mw} \cdot V / T_{sm}, \quad (6.2)$$

де H_{mw} – норма машинного часу (маш*год).

Тривалість процесу визначається через трудомісткість залежно від того, яка частина процесу переважає – з витратами ручної праці чи з витратами машинного часу. Річ у тому, що машинний час є визначальним, оскільки в норму машинного часу закладено технічну продуктивність машини, отже, скорочувати тривалість можна лише шляхом збільшення кількості машин, а не кількості робітників. Тому насамперед слід визначити тривалість процесу за часткою трудомісткості, яка пов'язана з роботою машин:

$$T_m = \theta_m / N_m, \quad (6.3)$$

де N_m – кількість однотипних машин, що беруть участь в процесі.

Потім слід визначити чисельність бригади (ланки) робітників за часткою трудомісткості, яка пов'язана з ручною працею:

$$N_h = \theta_h / T_m, \quad (6.4)$$

де N_h – чисельність робітників у бригаді (ланці).

Якщо процес виконується з більшою часткою ручної праці, то тривалість процесу визначають за трудомісткістю (θ_h):

$$T_h = \theta_h / N_h. \quad (6.5)$$

Для ілюстрації процедури визначення тривалості процесу розглянемо норми РЕКН (ресурсні елементні кошторисні норми) на «влаштування залізобетонних стін висотою до 3 м». Норми наведено на 100 м³ залізобетонних конструкцій. Для стін завтовшки не більш як 200 мм норми розділені таким чином: $\theta_h = 2030$ люд·год; $\theta_m = 99,39$ маш·год (маш·год).

Спочатку визначимо тривалість процесу за формулою:

$$T_m = \theta_m / N_m = (99,39/1)/8 = 12,42 \text{ зміни.}$$

Потім визначимо чисельність робітників у бригаді за формулою:

$$N_h = \theta_h / T_m = (2030/8)/12,42 = 20,43 \text{ люд.}$$

Отже, для виконання процесу з інтенсивністю $100/99,39 = 1\text{м}^3/\text{год}$ потрібна кількість робітників на одну машину з продуктивністю $1\text{м}^3/\text{год}$ становить 21 людину. Це свідчить про те, що в нормах на механізовану частину процесу закладено зайву норму.

Пояснювати це явище не будемо, лише зауважимо, що користуватися нормами РЕКН потрібно дуже обережно. Слід зазначити, за РЕКН нормується процес другого рівня. Найкращий вихід з такої ситуації – переходити на нормування процесів третього рівня і самостійно прямими розрахунками визначити норму машинного часу, зважаючи на задану продуктивність машини.

Наприклад, для укладання бетонної суміші в стіни бетононасосом із заданою продуктивністю $10 \text{ м}^3/\text{год}$ норма машинного часу з урахуванням норми зайнятості машини (коефіцієнт використання за часом – 0,85) становить $10/0,85 = 11,76$ маш-год на 100 м^3 залізобетону в ділі. Для укладання бетонної суміші й обслуговування бетононасоса із заданою інтенсивністю за нормами ЕНіР в бригаді достатньо $10/0,625 = 16$ осіб.

Так само можна розглянути процеси, що належать до структури бетонування, влаштування опалубки, армування та ін.

Запитання для самопідготовки та контролю знань

1. Від чого залежить визначення тривалості процесу за різних рівнів механізації?
2. Яка інформація за основними елементами структури системи перетворень є обов'язковою для опису норми затрат праці та норми машинного часу?
3. Наведіть недоліки ЕНіР і РЕКН.

7. ПРОЦЕСИ ДОСТАВКИ І ПОДАЧІ МАТЕРІАЛІВ І ВИРОБІВ

Процес зведення будівель включає безліч дій з переміщення і подавання різноманітних матеріалів, конструкцій, оснащення, інвентарю від місць їх виготовлення і зберігання на будівельний майданчик і до місць виконання процесів. Під час зведення будівлі завжди виконуються непродуктивні транспортні та вантажно-розвантажувальні процеси.

7.1. Класифікація будівельних вантажів

Матеріали і вироби для зведення будівель і споруд дістали назву будівельних вантажів, їх завантажують в транспортні засоби, транспортують, розвантажують і подають на місце вкладання або встановлення.

Будівельні вантажі класифікують за їхніми фізичними і геометричними характеристиками (рис.7.1).

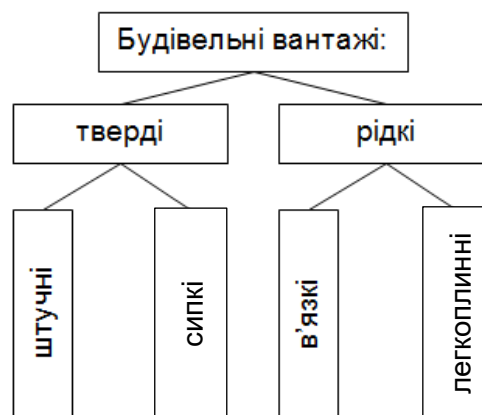


Рис. 7.1. Класифікація будівельних вантажів

Штучні будівельні вантажі за геометричними розмірами поділяють на дрібноштучні та крупноштучні, коротковимірні, середньо- та довговимірні. За гнучкістю штучні вантажі поділяють на жорсткі та гнучкі. Гнучкі штучні вантажі можуть бути в рулонах (рулонні) та в листах (листові).

Сипкі будівельні вантажі характеризуються розміром частинок. До матеріалів великої і середньої фракції належать щебінь, гравій, пісок, будівельне сміття тощо. Сипкі з дрібною фракцією віднесені до порошкоподібних матеріалів, це цемент, вапно, гіпс, крейда і т.п.

В'язкі рідини характеризуються слабкою текучістю. До них відносять бетонну суміш, в'язкі розчини, вапняне тісто і т.п.

Легкоплинні рідини – це вода, бензин, гас, фарби.

Газоподібні матеріали доставляють на будівництво в балонах, які належать до штучних вантажів. Аналогічно деякі рідкі матеріали доставляються на будівництво у вигляді штучних вантажів в банках, бідонах та інших ємностях.

7.2. Засоби механізації для доставки і подачі вантажів

Доставка вантажів є технологічним процесом другого рівня. Процес поділяється на складові процеси - навантаження, транспортування, розвантаження та складування.

Процеси доставки і подачі матеріалів слід розглядати окремо. Умовно будемо вважати процес «доставка матеріалів і виробів» процесом, який виконується в просторі від виробника до складів на будівельному майданчику. Подавання матеріалів і виробів – це процес переміщення матеріалів і виробів від складів будівельного майданчика на місце їх укладання й установлення.

Доставка матеріалів та виробів на будівельний майданчик. Доставляють вантажі різними видами транспорту.

Автомобільним транспортом здійснюють перевезення будівельних вантажів дорогами з певними геометричними і ваговими характеристиками. Цей вид транспорту дістав найширше застосування в будівництві. Переваги автомобільного транспорту – велика швидкість, високе маневрування, можливість доставляти різноманітні вантажі на будівельні майданчики.

Залізничний транспорт призначений для перевезення вантажів на великі відстані. Потребує великих початкових витрат. Транспорт ефективний за великих обсягів будівельно-монтажних робіт і під час постачання основних вантажів рейковими шляхами. Залізничний транспорт у житловому будівництві практично не використовується.

Водним транспортом здійснюють перевезення вантажів морями і річками на значні відстані. Одні з головних недоліків – потреба в улаштуванні причалів, сезонність використання, додаткові вантажно-розвантажувальні роботи і використання автомобільного транспорту для доставки вантажів на будівельний майданчик.

Повітряний транспорт використовують для доставки вантажів у важкодоступні місця вантажними літаками, вертольотами і дирижаблями.

Спеціальний транспорт – трубопровідний транспорт, пневмотранспорт, гідротранспорт, підвісні канатні дороги та ін. Ці види транспорту застосовують, переважно на сильно пересіченій місцевості і за наявності водних перешкод.

Процес подачі матеріалів і виробів на робоче місце виконавців, як правило, пов'язаний з використанням вертикального транспорту, до якого належать вантажопідйомні крани, ліфтові підйомники, трубопровідний транспорт та ін.

Вибір транспорту для доставки будівельних вантажів на об'єкт залежить від виду вантажу, його транспортних характеристик, таких як геометричні розміри, питома вага, штучна маса, крупність частинок сипких матеріалів, в'язкість і плинність рідких вантажів та ін. Крім того, беруть до уваги спосіб навантаження і розвантаження вантажів. Наприклад, штучні вантажі можуть навантажуватися в транспорт способом навалювання, укладанням поштучно або у вигляді пакетів.

Цеглу навантажують поштучно або у вигляді пакетів на піддонах. Навалом вантажать матеріали, які не потребують особливих умов для збереженості вантажу.

Автомобільний транспорт доцільно використовувати для доставки всіх вантажів на відстань до 200...300 км. Зазвичай в такому радіусі розміщують логістичні центри розподілу матеріальних ресурсів.

За призначенням засоби автомобільного транспорту поділяються на дві групи: автомобілі загального призначення (вантажні бортові машини, самоскиди, автопоїзди з причепами) і спеціалізовані автозасоби.

Бортові автомобілі – машини загального призначення (рис. 7.2, а) застосовують для перевезення різноманітних будівельних вантажів. Такими автомобілями перевозять цеглу, збірні металеві і залізобетонні конструкції досить невеликих розмірів (3...4 м завдовжки і до 2,5 м завширшки), матеріали в пакетах, рідини в бідонах, продукцію деревообробних підприємств та ін. Для більш повного використання автотранспорту часто додатково застосовують причепа та напівпричепа.



Рис. 7.2. Автомобільний транспорт:

*а – бортовий; б – самоскид; в – панелевоз (напівпричіп);
г – автобетонозмішувач*

Вибір бортових автомобілів залежить від відповідності габаритів вантажів габаритам платформ і кузовів машин, а також від граничного завантаження за вагою, яка відображена в технічних характеристиках машини.

Автомобілі-самоскиди використовують для перевезення сипких будівельних вантажів, деяких бетонних сумішей, сміття (рис. 7.2, б).

Переваги самоскидів – механічне розвантаження вантажу, що перевозиться, перекиданням кузова. Вибір автомобілів-самоскидів залежить від максимально можливого заповнення кузова за об'ємом і вагою.

Автомобілі спеціального призначення використовують для перевезення матеріалів і виробів, які не підлягають перевезенню автотранспортом загального призначення (рис. 7.2, в). Для цього використовують спеціалізовані причепа та напівпричепа з тягачем. Цим видом автотранспорту перевозять збірні металеві і залізобетонні конструкції – ферми, балки, панелі та ін.

Рідкі вантажі перевозять спеціальними автомобілями з цистернами або з ємностями для цементу і подібних матеріалів. В'язкі рідини типу розчинів для мурування, бетонні суміші перевозять з перемішуванням під час транспортування. До цього використовують автобетонозмішувачі (рис. 7.2, г), авторозчиновози та ін.

Подача матеріалів на місце укладання й встановлення. Для безперервного виконання технологічних процесів на будівельному майданчику потрібно створювати спеціальний запас матеріалів і виробів, який розраховують на кілька днів. Дуже рідко матеріали та вироби подають на місце укладання і встановлення безпосередньо з транспортних засобів («з коліс»).

Подача штучних вантажів здійснюється за допомогою транспортних і вантажопідйомних засобів від складів будівельного майданчика на місця укладання або встановлення. Основними вантажопідйомними засобами є крани – консольні та козлові. Крани консольного типу використовують з баштово-стріловим і стріловим обладнанням (рис. 7.3).

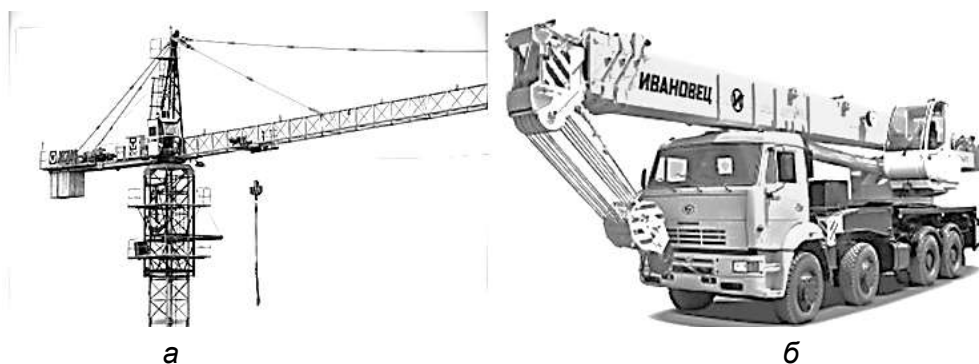


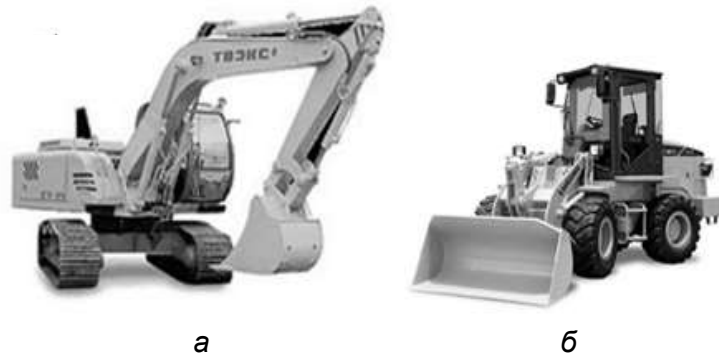
Рис. 7.3 Вантажопідйомні крани:

а – баштово-стріловий; б – стріловий автомобільний

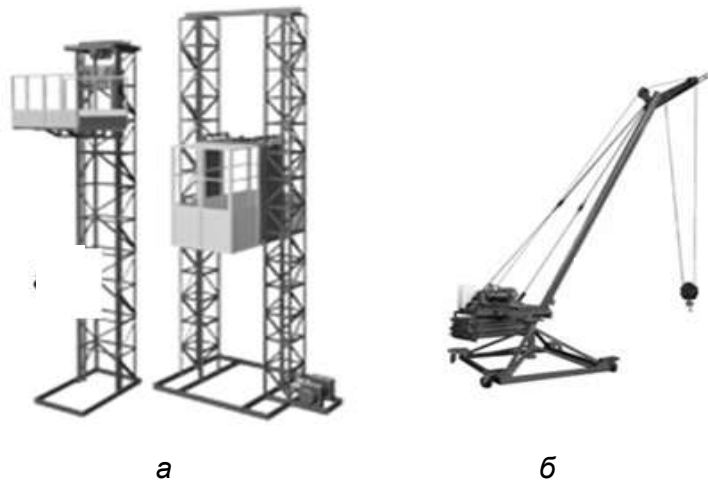
У будівництві застосовується велика кількість різноманітних засобів механізації для доставки і подачі сипких матеріалів типу ґрунтів. До них належать екскаватори, скрепери, навантажувачі з ковшами, елеватори, ерліфти. Найбільшого поширення в будівництві для зведення будинків набули одноковшеві екскаватори та навантажувачі з дизельним двигуном (рис. 7.4).

Для подачі штучних вантажів невеликої маси використовують вертикальні підйомники і легкі переставні крани (рис. 7.5).

Переміщення невеличких штучних вантажів в горизонтальному напрямку в обмеженому просторі здійснюється тачками і візками вручну (рис. 7.6).



*Рис. 7.4. Засоби механізації для подачі сипких матеріалів:
а – одноковшевий екскаватор; б – навантажувач*

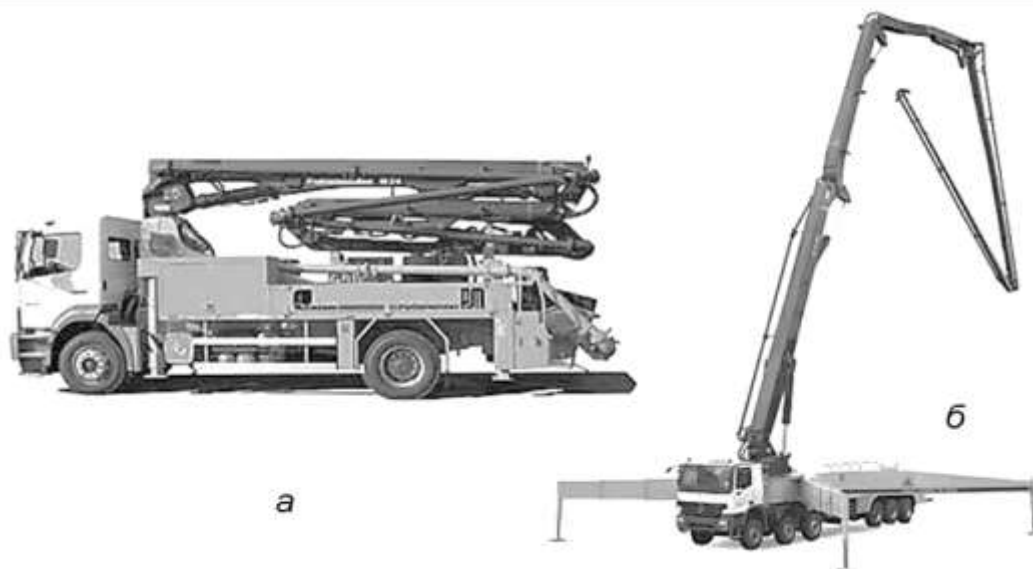


*Рис. 7.5. Засоби для подачі штучних вантажів невеликої маси:
а – щоглові підйомники; б – легкі переставні крани*



Рис. 7.6. Вантажний візок

Рідкі матеріали подають трубопровідним транспортом або кранами в ємкостях. Наприклад, бетонну суміш подають краном в баддях або бетононасосом по бетоноводу (рис. 7.7).



*Рис. 7.7. Автобетононасос зі стрілою і бетоноводом:
а – транспортне положення; б – робоче положення*

Штучні вантажі в мішках і рідкі у відрах можуть подаватися вертикально в підвісних самопідйомних колісках. Такі коліски призначені для розміщення робітників, що виконують процеси на фасадах будівель (рис. 7.8). Функції розміщення робітників поєднуються з функцією подачі матеріалів, що підвищує ефективність технологічного процесу.

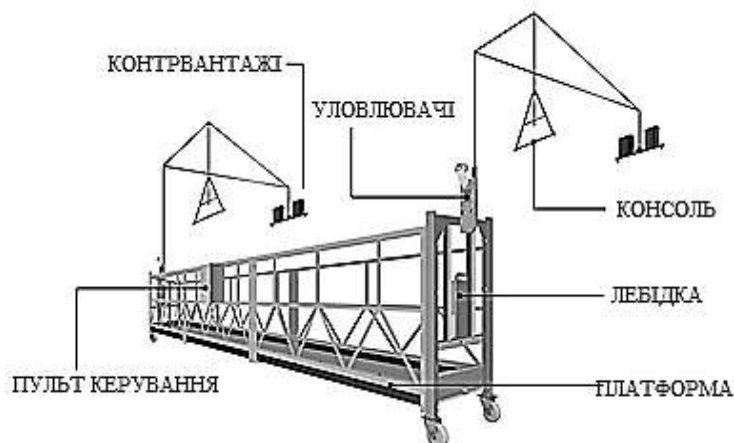


Рис. 7.8. Фасадна самопідйомна коліска

У навчальному посібнику наведено лише деякі засоби доставки і подачі матеріалів. Мета стислого викладу – загальне ознайомлення із засобами механізації.

7.3. Вантажозахватні пристосування та пристрої

Процес навантаження і розвантаження штучних вантажів може виконуватися вручну або механізовано.

Механізований процес навантаження штучних вантажів на автотранспорт і процес їх розвантаження належить до процесів третього рівня (TP_p) і розкладається на кінцеві впорядковані операції: стропування, піднімання, переміщення, опускання, укладання, закріплення, відстропування.

Для виконання цих процесів використовують вантажопідйомні крани (див. рис. 7.3) або маніпулятори, передбачені в конструкції автотранспорту бортового типу загального призначення (рис. 7.9).



Рис. 7.9. Бортовий автомобіль загального призначення з вантажопідйомним маніпулятором

Операції зачеплення і відчеплення вантажів. Зачеплення – прикріплення вантажу до робочих органів (гака крана) вантажопідйомних машин. Відчеплення – зняття захватних пристроїв з вантажу та робочого органа крана.

Для підвішування вантажів до гака крана використовують функціонально пов'язані з виконанням операцій вантажозахватні пристосування. Підвішування вантажу до робочого органа крана характеризується схемою стропування. Найпростішою є схема стропування гнучкими стропами (рис. 7.10).

Для підвішування вантажів до робочого органа крана потрібно дотримуватися ряду правил (правила зачеплення) згідно з основним принципом побудови схеми стропування – забезпечення надійного та сталого положення вантажу на підвісі, близького до положення опор, на які під час встановлення буде спиратися вантаж.

Правила стропування

1. Кількість захоплень не повинна бути меншою за необхідну. Для піднімання лінійних горизонтальних (балок) і плоских вертикальних (панелей) вантажів мінімальна кількість захоплень дорівнює двом. Для плоских горизонтальних (плит) й об'ємних вантажів (блоків) мінімальна кількість захоплень – три. Для точкових в плані (колона) вантажів достатньо одного захоплення.

2. Розміщення захоплень на вантажі по можливості повинне бути симетричним щодо центра ваги вантажу, тобто $L_1=L_2$.

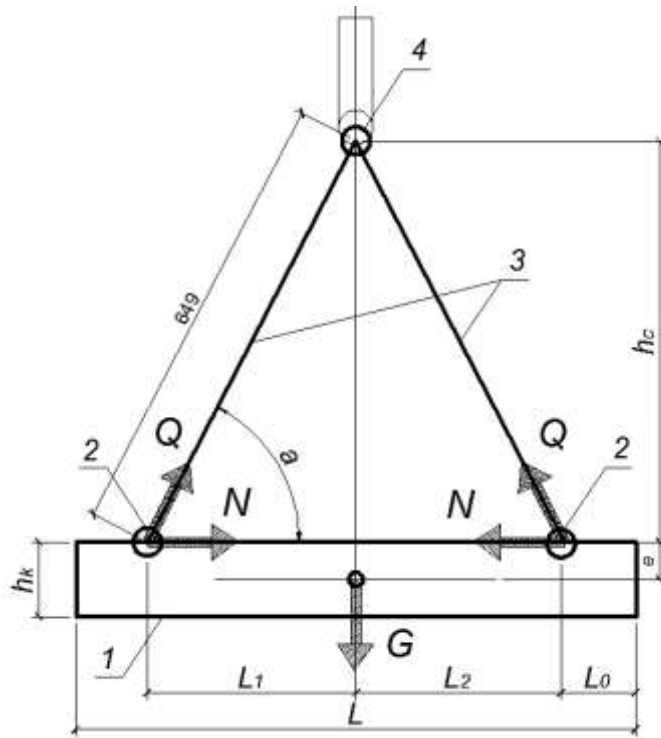


Рис. 7.10. Схема стропування штучного вантажу за дві точки:
 1 – вантаж; 2 – захватний пристрій; 3 – з'єднувальний елемент (строп); 4 – підвіска

3. Зачеплення захватів на вантажі має бути вищим від його центра ваги. Як виняток допускається більш низьке захоплення в разі використання жорстких обойм та інших спеціальних захватів.

4. Кут нахилу гілок стропів до горизонтальної лінії не повинен бути меншим за 45 градусів. У разі зменшення кута нахилу різко зростає зусилля в гілках стропів, що призводить до їх розриву.

5. Несуча здатність (міцність) гілки стропа повинна бути достатньою для піднімання вантажу певної маси. Слід перевіряти розривне зусилля в стропах:

$$R = K_b \cdot S = K_b \cdot G / (n \cdot m \cdot \sin \alpha), \quad (7.1)$$

де G – маса вантажу;

n – кількість гілок стропа (зазвичай дорівнює кількості захоплень);

m – коефіцієнт, що відображає кількість гілок стропа, які реально сприймають навантаження. У тих випадках, коли кількість захоплень більша за мінімальну, реально навантаженими є не всі гілки стропа;

α – кут нахилу гілки стропа до горизонту;

K_b – коефіцієнт безпеки для визначення розривного зусилля в гілці стропа.

6. Стискальне зусилля у верхній зоні вантажу N не повинно перевищувати несучої здатності тіла вантажу. Зусилля виникає від похилих гілок стропа і визначається за такою формулою:

$$N = G / (n \cdot m \cdot \cos a). \quad (7.2)$$

Вантажозахватні пристрої і пристосування. Вантажозахватні пристрої призначені для надійного й ефективного зачеплення вантажів до робочих органів вантажопідійомних засобів. Вони являють собою різні конструктивні комбінації захоплювачів, сполучних елементів, підвісок і механізмів керування.

Захоплювачі безпосередньо взаємодіють з вантажами, які подають в автотранспорт. За способом захоплення вони поділяються на підтримувальні, затяжні, затискні, притяжні.

Підтримувальні засоби (захвати) використовують для захоплення й утримання вантажу за петлі, вуха, за наскрізні отвори і виступаючі частини (рис. 7.11). Захоплення за петлі і вуха потребує облаштування вантажів додатковими елементами кріплення (анкерів).

Захоплювачі за наскрізні отвори в тілі конструкції застосовують для завантаження інших залізобетонних, металевих та інших конструкцій. Ці отвори виконують під час виготовлення конструкцій. Для запобігання відколюванню бетону і для рівномірного розподілу навантаження отвори підсилюють сталевими трубами.

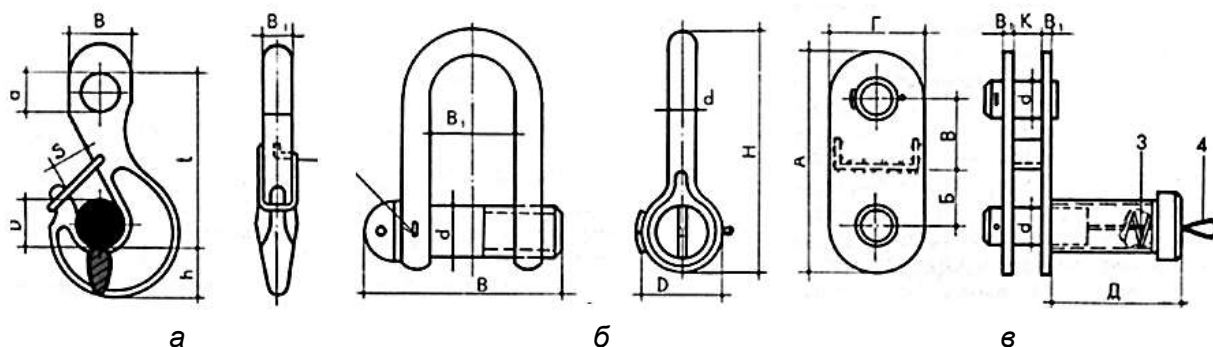


Рис. 7.11. Підтримувальні захоплювачі:

а – гак; б – монтажна скоба; в – пружинний замок

Наприклад, для зачеплення колони з наскрізним отворами застосовують штирові захоплювачі (рис. 7.12, а). Захоплювачі, призначені для зачеплення вантажів за виступи або їх утримання підхватом знизу, не потребують спеціальних анкерів й отворів в конструкціях. До них належать вилкові і рамкові пристрої, що підхоплюють вантаж знизу або за частини, що виступають (рис. 7.12, б).

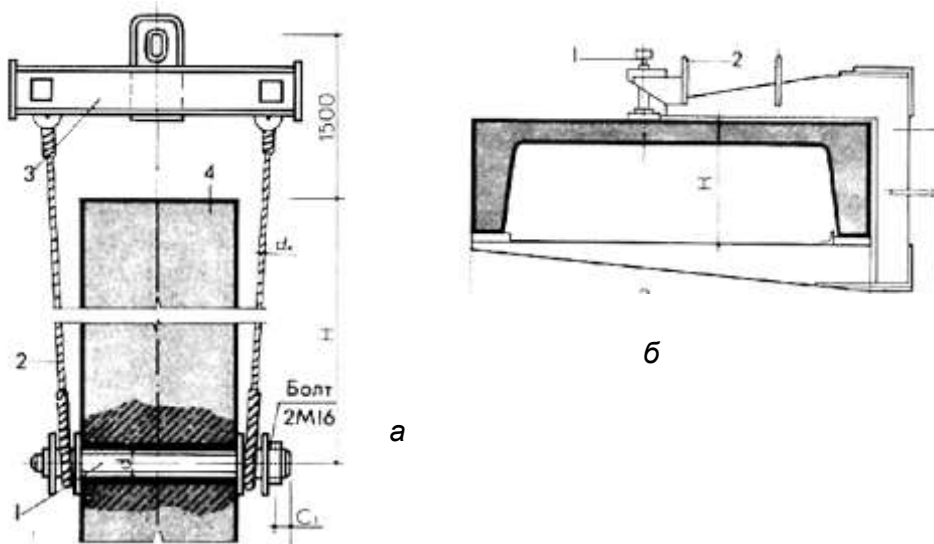


Рис. 7.12. Підтримувальні захоплювачі:
 а — у вигляді штирового захоплювача;
 б — у вигляді виделки

Затяжні захватні пристрої зачіплюють вантажі шляхом їх обхвату і зтягування канатами, стрічками, ланцюгами. Найпростішим зтяжним захоплювачем є петльовий строп, виконаний у вигляді замкнутої петлі з відрізка каната, кінці якого з'єднані між собою (рис.7.13).

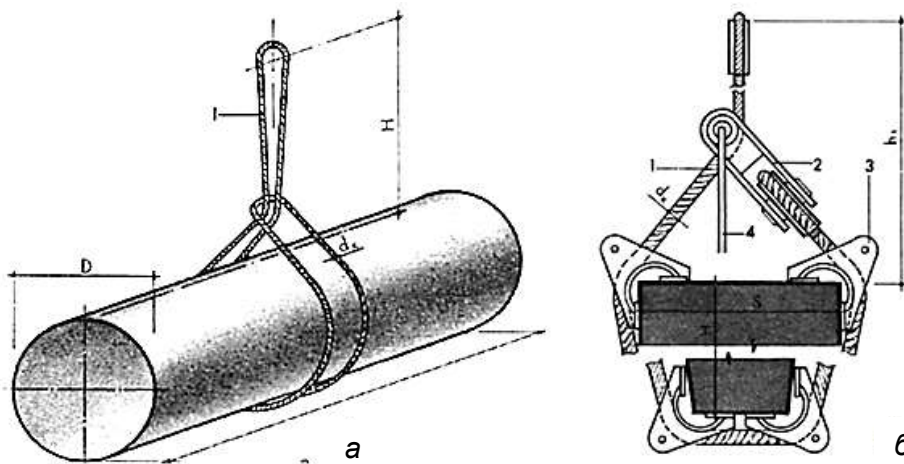


Рис. 7.13. Затяжні захоплювачі «в обхват»:
 а – петля строп; б – петля строп з пружинним замком

Затискні захоплювачі забезпечують утримання вантажів у висячому положенні завдяки силам тертя, що виникають між поверхнями твердих вантажів і спеціальних притискних колодок або кулачків (рис. 7.14).

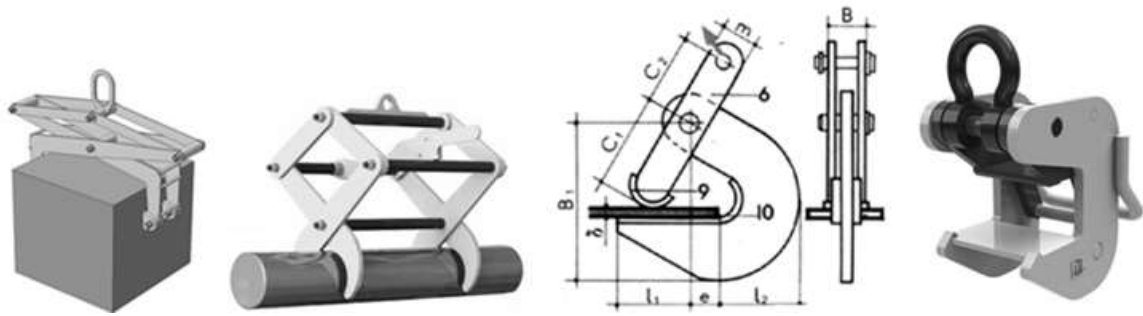


Рис. 7.14. Затискні захоплювачі

Надійність роботи таких захоплювачів залежить від стану поверхонь, які труться, що потребує від робітників постійного спостереження за станом робочих органів захоплювачів.

Притяжні пристрої потрібні для захоплення за поверхні твердих вантажів за допомогою сил вакууму або магнітних сил. Для навантаження будівельних вантажів такі захоплювачі застосовують дуже рідко. Вакуумні захоплювачі призначені переважно для стропування конструкцій з повітронепроникного матеріалу (скла, металу, щільного бетону тощо).

З'єднувальні елементи

До з'єднувальних елементів вантажозахоплювачів належать стропи (канати, стрічки, ланцюги) і траверси. Основними з'єднувальними елементами є стропи. Вони можуть бути гнучкими або жорсткими. Найбільш широко в будівництві використовують гнучкі канатні та стрічкові стропи, рідше стропи зі сталевих ланцюгів. За кількістю гілок стропа канатні (СК) і тканинні стрічкові (СТК) випускають з однією або декількома гілками (позначають як 1СК, 2СК, 3СК, 4СК, 6СК). Петлі стропа позначають літерами СК (сталевий канат) або СТП – тканинна стрічкова петля.

Повне позначення стропа містить характеристику його межі середньої вантажопідйомності за ухилу гілок до горизонту, що дорівнює 45 градусам. Наприклад, «4СК-6,3» означає, що строп призначений для піднімання вантажів масою не більш як 6,3 т; якщо ухил гілок менший, потрібно виконати перевірний розрахунок середньої вантажопідйомності стропа.

Для того щоб унеможливити зусилля стиснення у вантажах від похилих гілок строп, у гнучких вантажозахоплювачах використовують траверси. Траверса – пристрій, що розподіляє з зазором між собою нитки проводів, канатів, стрічок.

Траверса-розпірка (рис. 7.15, а) забезпечує вертикальність гілок стропа, але при цьому збільшує розрахункову висоту стропування. Оскільки висота стропування впливає на висоту підйому гака крана і не завжди є запас по висоті, використання траверс-розпірок обмежене параметрами крана.

Траверса балка (рис. 7.15, б) дає змогу зменшувати висоту стропування, але на відміну від траверс-розпірок вона працює на згин, що призводить до

збільшення маси вантажозахоплювача. Наприклад, для піднімання довгомірного штучного вантажу завдовжки 24 м траверса балка повинна мати довжину 12...15 м і масу до 1...1,5 т. У таких випадках потрібне збільшення вантажопідйомності крана.

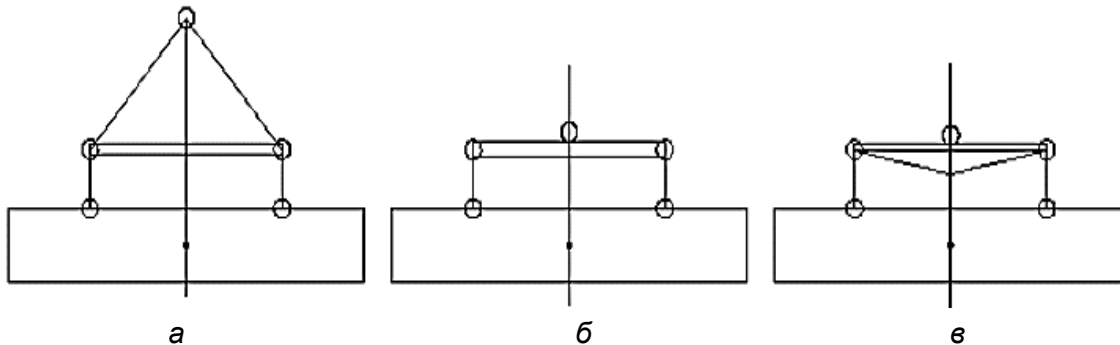


Рис. 7.15. Траверси:

а – розпірка; *б* – балка; *в* – ферма

Траверса-ферма (рис. 7.15, в) незначно збільшує висоту стропування і має порівняно з траверс-балкою набагато меншу масу. Для наведеного прикладу, маса траверси-ферми за її довжини в 12 м становити 0,5 т.

Траверси здатні підвищувати універсальність стропування. Універсальна траверса з переміщуваними обоймами, на які підвішують канатні гілки, може використовуватися в широкому діапазоні геометричних параметрів вантажів, що значно скорочує трудомісткість їх навантаження і розвантаження.

7.4. Методика вибору вантажопідйомних кранів

Вантажопідйомні крани використовують як для навантаження і розвантаженні транспорту, так і для переміщення вантажів з метою подачі їх до місця укладання або встановлення на опори.

Добирають вантажопідйомний кран за трьома параметрами: за вильотом стріли; висотою підйому гака крана і за його вантажопідйомністю за певного вильоту стріли. Технічна можливість крана визначається відповідністю його параметрів характеристикам вантажу.

Характеристики вантажу для вибору крана визначають графічно й аналітично (графо-аналітичний метод) (рис. 7.16):

$$\left\{ \begin{array}{l} L_s \geq L_c \\ H_s \geq H_c \\ Q_s \geq G_c \end{array} \right\}, \quad (7.3)$$

де L_s, L_c – відповідно виліт стріли крана і глибина подачі вантажу;

H_s, H_c – відповідно висота підйому гака крана і висота подачі вантажу;

Q_s, G_c – відповідно вантажопідйомність крана за заданого вильоту стріли і маса вантажу, який піднімають.

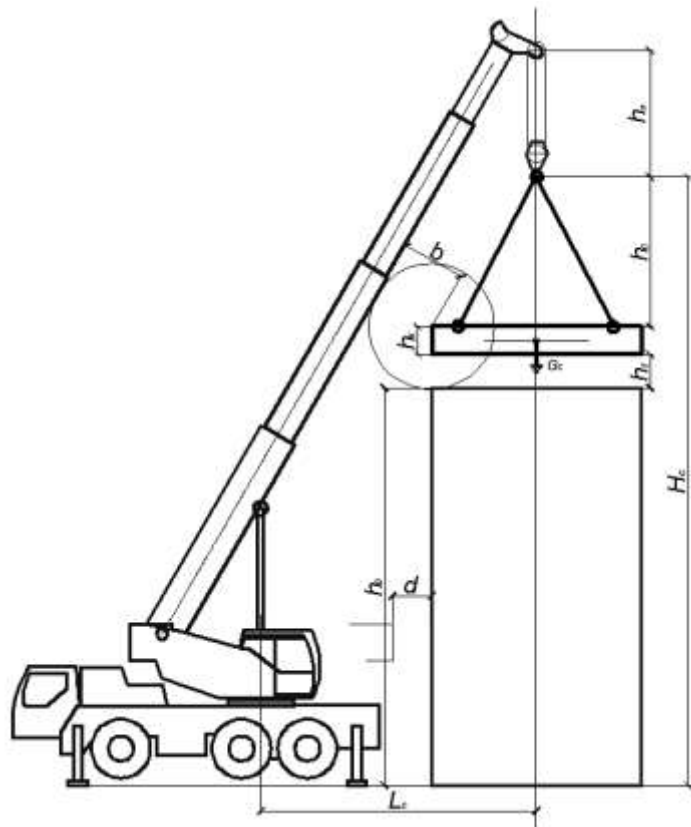


Рис. 7.16. Схема подачі штучного вантажу на місце укладання (установлення)

Висота подачі вантажу (H_c) залежить від рівня розміщення опори, на яку буде встановлений вантаж. Висоту опори (h_o) обчислюють відносно рівня стоянки крана. Під час наведення вантажу на опору треба дотримати певного зазору (h_z) між підвішеним вантажем й опорою. Величина зазору залежить від подовження канатів поліспафта крана під час гальмування лебідки. Мінімальне значення висоти зазору – $h_z = 0,5$ м.

$$H_c = h_o + h_z + h_k + h_c, \quad (7.4)$$

де h_o – висота опори;

h_z – висота зазору;

h_k – висота конструкції;

h_c – висота стропування.

Глибину подачі вантажу (L_c) визначають як відстань по горизонталі від вертикальної осі башти крана до вертикальної осі, що проходить через центр ваги вантажу. Для цього потрібно знати розмір прив'язки центра ваги вантажу до габариту опори (будівлі) або іншої перешкоди на рівні габариту башти крана.

Слід знати також радіус габариту обертання башти крана. Між габаритами опори і вежі крана повинен бути зазор (d). Зазор потрібен для того, щоб під час виконання повороту башта крана не зачепила опори (перешкоди). Крім того, слід враховувати габарити людини, яка може випадково потрапити в цей простір. У

першому випадку $d = 0,5$ м, а в другому - $d = 0,7$ м. Найлегше параметр (L_c) визначати за схемою з дотриманням масштабу.

Масу вантажу, який піднімають (монтажна маса вантажу) визначають за формулою:

$$G_m = (g_k + g_e)1,1, \quad (7.5)$$

де g_k – маса вантажу, який піднімають;

g_e – маса оснастки, яку піднімають разом з вантажем, зокрема й маса захоплювача (стропів);

1,1 – коефіцієнт, що відображає збільшення маси під час гальмування лебідки крана.

Під час подачі вантажу до місця укладання (установлення) похила стріла крана може зачепити габарит опори або вантажу, який піднімають. Для уникнення цього треба забезпечити зазор (b) між габаритом стріли крана і габаритом опори або вантажу. Мінімальна величина зазору $b = 0,5$ м.

Виробники в технічному описі вантажопідійомних кранів наводять вантажовисотні характеристики, відповідні певній довжині стріли і вильоту стріли, у вигляді графіків або таблиць (рис. 7.17).

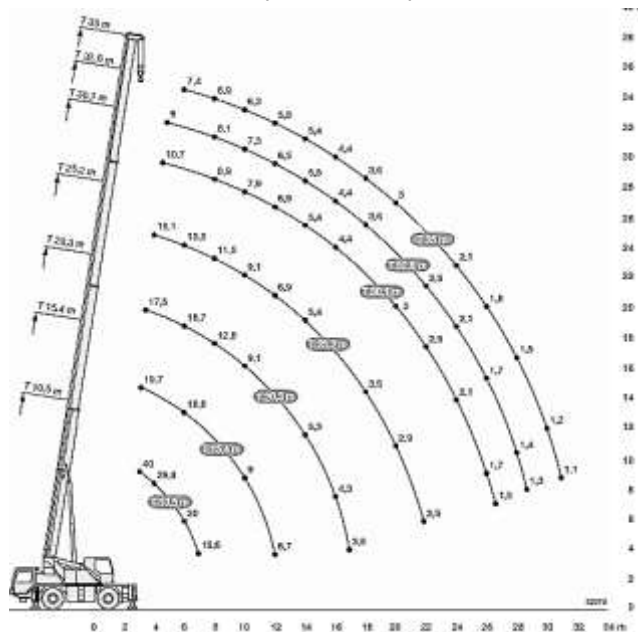


Рис. 7.17. Графік залежності вантажних і висотних характеристик крана LIEBHERR LT 1040 від довжини і вильоту стріли

На вибір крана впливають його зовнішні габарити і габарити виносних опор (рис. 7.18).

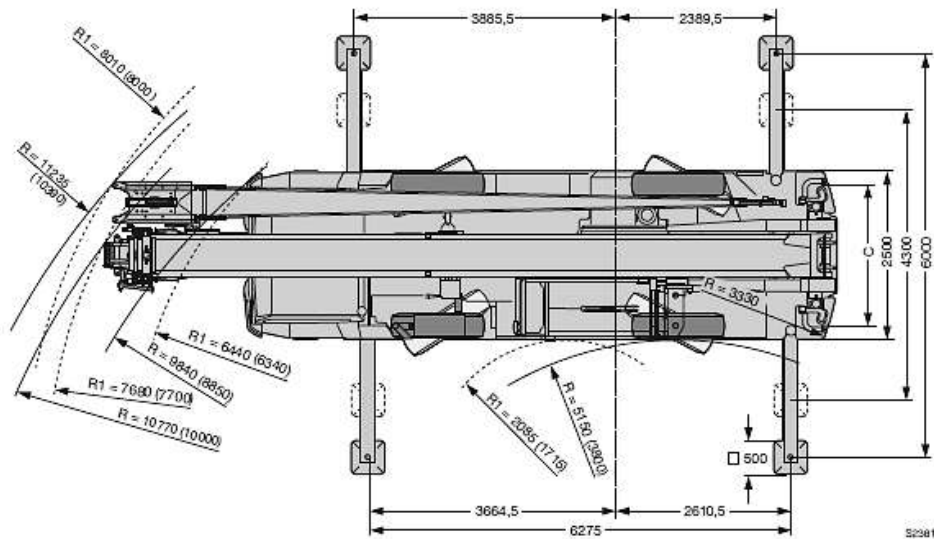


Рис. 7.18. Габарити крана LIEBHERR LT 104 0 з виносними опорами

Виносні опори крана не дають змоги встановлювати кран в умовах обмеженого простору, якщо від перешкод до виносних опор крана зазор буде меншим від 0,5 м. Крім того, слід мати на увазі можливість наближення транспортного засобу до виносних опор крана, зазор між ними повинен бути не меншим, ніж 1,0 м. Башти крана під час поворотів не повинна зачіпати транспортні засоби та інші будівельні машини. Зазор між баштою крана та іншими машинами має бути не меншим, ніж метр.

7.5. Особливості технологічних розрахунків

Технологічні розрахунки для процесів доставки, переміщення і подачі вантажів потрібні для визначення основних технологічних параметрів. До них належать: продуктивність, тривалість, трудомісткість і машиномісткість технологічного процесу.

Вантажі залежно від їх виду вимірюють в тоннах, кубічних і квадратних метрах і в літрах. Для транспортних процесів основним вимірником є тонни вантажу, перевезеного на задану відстань, тобто тонни, помножені на кілометри (т*км). Для будівельних процесів важливіше вимірювати вантажі в тих одиницях виміру, в яких будівельні вантажі у вигляді матеріалів і виробів будуть обліковуватися під час виконання відповідних будівельних процесів. Наприклад, для процесу укладання паркетного покриття продукцію вимірюють у квадратних метрах, тому і доставку слід вимірювати в метрах квадратних паркетної дошки.

Для безперервного виконання будівельних процесів потрібно подбати про своєчасну доставку будівельних вантажів. Бажано створювати на об'єкті

будівництва певний запас матеріалів і виробів, який визначається часом їх використання. Тобто процеси використання матеріалів (виробів) і їх доставки повинні бути взаємопов'язані.

Основними процесами вважають будівельні процеси, які безпосередньо пов'язані зі зведенням будівель. За продуктивністю основних процесів виконують розрахунки продуктивності процесів доставки вантажів.

Припустимо, що продуктивність процесу укладання паркетного покриття становить (I_p). Продуктивність в цьому випадку вимірюється в $m^2/день$. Відповідно до цієї продуктивності слід забезпечувати доставку матеріалів. Для доставки паркетної дошки використовують автотранспорт у вигляді бортового автомобіля. В одну машину можна завантажити (V_o) паркетної дошки. Визначимо час використання доставленого обсягу паркетної дошки однією машиною: $T_p = V_p / I_p, дн$.

Якщо $T_o \geq 1$, то достатньо одного рейсу однієї машини за зміну.

Якщо $T_o < 1$, то потрібно кілька рейсів або кілька машин.

Під час зведення будівлі підпроцес улаштування паркетного покриття вимірюється загальним терміном виконання робіт, який визначають як відношення загального обсягу робіт до інтенсивності процесу: $T_g = V_g / I_p, дн$.

Якщо запланований запас матеріалів – це запас на один день (мінімальний), то на складі має бути стільки ж матеріалів, скільки знаходиться в роботі: $V_z = 1 / I_p, m^2$.

Одним з обмежень щодо запасу матеріалів є розміри складів для їх зберігання. За великого обсягу запасу матеріалів, забезпечується надійність (безперервність) технологічного процесу, отже, потрібні більші площі складів, тому питання обсягу запасів вирішується з огляду на можливості складських приміщень. Слід також мати на увазі норму зберігання матеріалів на одному квадратному метрі складу, яка залежить від способу складування.

Складування являє собою комплексний процес, що полягає в розміщенні вантажів таким чином, щоби унеможливити вплив на них зовнішніх чинників, їх пошкодження, несанкціоноване пересування, а також забезпечити доступність для робочого персоналу, навантаження і відправлення на місце використання. Спосіб складування значною мірою залежить від індивідуальних характеристик вантажу.

Паркетну дошку або паркетну клепку (дощечки) фасують в пачки з розрахунку на $1 m^2$. У висоту для зберігання можна складати кілька пачок. Часто обирають найбільш можливу з погляду безпеки і з метою найкращого збереження матеріалів висоту штабеля. Наприклад, для паркетної дошки в закритому складі висота становить вісім пакетів, відповідно на $1 m^2$ складу

зберігається 8 м² матеріалів, отже, норма зберігання дорівнює $V_g = 8 \text{ м}^2$ матеріалу / м² площі складу.

Для зручності і безпеки обслуговування складу влаштовуються проходи, розмір яких враховують у нормі зберігання матеріалів, тому норма для паркетної дошки є трохи меншою.

Запитання для самопідготовки та контролю знань

1. Чому принципово важливо поділяти вантажі на тверді і рідкі?
2. Які обмеження слід брати до уваги, визначаючи запас матеріалів на складі?
3. За якими параметрами і як виконують добір вантажопідйомних кранів?
4. Наведіть основні правила стропування вантажів і будівельних конструкцій.
5. Чому кут нахилу гілки стропа до конструкції не можна зменшувати до 30°?
6. Як габарити крана впливають на його прив'язку до будівлі та до складів конструкцій?
7. Якими видами транспорту доставляють матеріали на об'єкт?

8. ПРОЦЕСИ ПЕРЕРОБЛЕННЯ І ПЕРЕМІЩЕННЯ ҐРУНТІВ

8.1. Класифікація і властивості земляних споруд

Будівництво звичайно починається від зведення підземної частини будівель й охоплює процеси перероблення і переміщення ґрунтів. Основним продуктом перероблення є земляні споруди й окремі елементи цих споруд.

Земляні споруди та їх елементи розрізняють залежно від змінюваних властивостей ґрунту як предмета перетворення (див. рис. 1.1). Якщо на вході в систему перетворення ґрунт перебуває в природному стані (стан залягання), а на виході зі зміненими фізико-механічними властивостями (пухкий стан), то такі земляні споруди називаються «виїмками». Виймання ґрунту характеризується його розробленням (видаленням) (рис. 8.1).

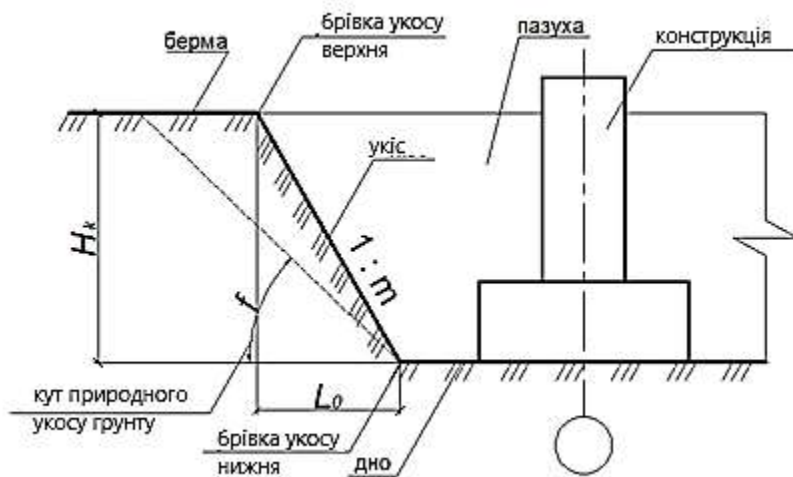


Рис. 8.1. Схематичне зображення споруди у вигляді виїмки

Якщо на вході в систему перетворення ґрунт перебуває в стані, переробленому раніше до пухкого, а на виході він наближений до природного ущільненого стану, то такі споруди називають насипом. Насипання ґрунту характеризується його укладанням й ущільненням (рис. 8.2). Ущільнення може бути примусовим або природним (ущільнення вільне). Якщо вкладання ґрунту не означає його подальшого ущільнення, натомість ґрунт підлягає повторному переробленню, насип називається «відвалом».

Аналогічно насипанню виконують засипання порожнин ґрунтом. Порожнину, що утворюється під час засипання фундаменту будівлі, називають «пазухою» (рис. 8.1), дію – «засипанням пазух ґрунтом», щодо щілин – «засипанням щілин ґрунтом».

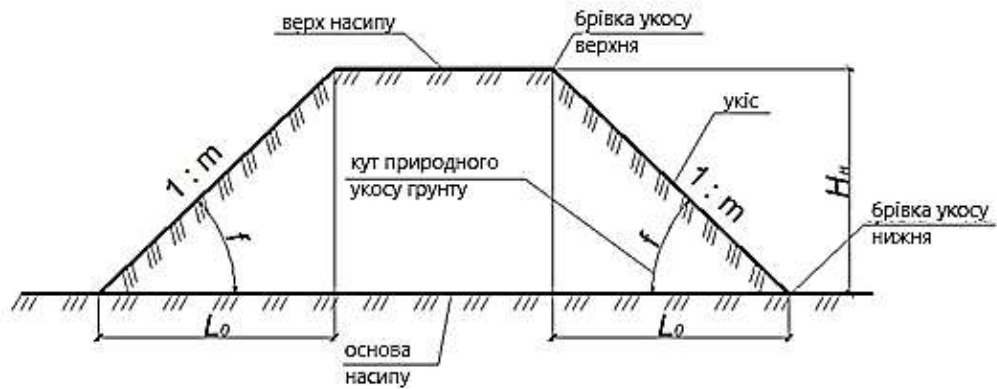


Рис. 8.2. Схематичне зображення споруди у вигляді насипу

За геометричною формою і положенням у просторі земляні споруди класифікують так:

- споруди лінійні й горизонтальні (траншея, внутрішня проходка, протяжний відвал, дорожнє полотно, засипка лінійної порожнини);
- споруди лінійні й вертикальні, похилі (отвір у землі, свердловина, вертикальна проходка, засипка отвору);
- споруди плоскі й горизонтальні (майданчик з виїмкою ґрунту, майданчик з насипом ґрунту);
- споруди плоскі й вертикальні, похилі (глибока траншея, засипка глибокої траншеї, засипка щілин);
- споруди об'ємні (котлован, дамба, яма).

Технологічні властивості земляних споруд зумовлені з властивостями ґрунтів. До основних властивостей ґрунтів належать такі: об'ємна маса, щільність, вологість, пористість, гранулометричний склад, зв'язність частинок, кут природного укосу та ін.

Кількісний вміст в ґрунті мінеральних часток певної крупності характеризує гранулометричний склад. Частинки глинистих ґрунтів мають діаметр, менший за 0,005 мм, пілуватих – від 0,005 до 0,05 мм, за піщаних – від 0,05 до 2,0 мм.

Відповідно до класифікації ґрунти можуть бути піщаними, супіщаними, суглинистими і глинистими.

Наявність глинистих частинок в ґрунті зумовлює виникнення внутрішніх сил зчеплення, отже, й опору проти зсуву. Що більше глинистих часток, то більша сила зчеплення. За відсутності або дуже малого їх вмісту в ґрунті виникають тільки сили тертя. Зовнішньою ознакою кількісного вмісту глинистих частинок в ґрунті, отже, і наявності сил зчеплення є здатність ґрунтів налипати на робочих органах землерийних машин.

ґрунти, що характеризуються тільки силами сухого тертя, називаються «незв'язними». До них належать великоуламкові (гравелисто-галечні) і піщані

ґрунти. Ґрунти, що характеризуються наявністю сил зчеплення між частинками, мають назву «зв'язні ґрунти». До них належать глини і суглинки.

Проміжне становище займають так звані «малозв'язні ґрунти». Ця група ґрунтів представлена супісками.

До технологічних властивостей ґрунтів належать розпушуваність, кут природного укосу, коефіцієнт закладення укосу споруди.

Розпушуваність – здатність ґрунту збільшуватися в об'ємі внаслідок розроблення. Розрізняють два стани розпушення – первинне і залишкове. Первинний стан характеризується коефіцієнтом первинного розпушення ґрунту (K_{lo}):

$$K_{lo} = V_{lo}/V_{na}, \quad (8.1)$$

де V_{lo} – об'єм ґрунту в пухкому стані відразу після його механічного виймання;

V_{na} – об'єм ґрунту в щільному (натуральному) стані до його механічного виймання.

Величина коефіцієнтів первинного розпушення піску становить 1,1 ... 1,15, супіску – 1,12 ... 1,17, суглинку – 1,18 ... 1,30, глини – 1,24 ... 1,32.

Залишковий стан розпушення ґрунтів характеризується коефіцієнтом залишкового розпушення (K_{cl}), який визначають як відношення об'єму ущільненого ґрунту до його об'єму в «щільному тілі».

$$K_{cl} = V_{co}/V_{na}, \quad (8.2)$$

де V_{co} – об'єм ґрунту в ущільненому стані після його відсипання й ущільнення або після відсипання та природного ущільнення.

Величина коефіцієнтів залишкового розпушення піску становить 1,02 ... 1,05, супіску – 1,03 ... 1,05, суглинку – 1,03 ... 1,08, глини – 1,04... 1,09.

До механічних властивостей ґрунтів належить: міцність (несуча здатність), деформативність, опір зрушенню (зчеплення), коефіцієнт бокового тиску та ін.

У практиці проектування земляних робіт використовується така характеристика, як складність розроблення. Вона відображає не тільки властивості ґрунтів, а й трудомісткість їх розроблення із застосуванням машин і механізмів. Наприклад, у разі застосування одноківшевих екскаваторів виділено шість груп ґрунтів за складністю розроблення, багатоківшевих екскаваторів і скреперів – дві, бульдозерів і грейдерів – три. У разі виконання земляних робіт вручну ґрунти за складністю їх розроблення поділені на сім груп. У всіх випадках менший номер групи означає ґрунти, складність розроблення яких є найменшою.

Кут природного укосу ґрунту характеризує закладення укосу відносно горизонтальної поверхні землі (табл. 8.1). Графічно закладення відображає проекцію похилої лінії укосу на горизонтальну площину. У багатьох розрахунках і побудовах величина природного укосу ґрунту відіграє велику роль.

Таблиця 8.1

Кут природного укосу деяких ґрунтів

Вид ґрунту	Кут за відносною вологості ґрунту, град.		
	маловологість	середня вологість	велика вологість
Глина	45	35	15
Пісок дрібний	25	30	20
Насипний	35	45	27
Пісок крупний	30	32	27
Суглинок	40	30	20
Супісок	40	30	15

Закладення укосів виїмок для тимчасових земляних споруд у багатьох ґрунтах (зв'язних і малозв'язних) може бути крутішим за закладення, визначене за кутом природного укосу (див. рис. 8.1). Закладання укосів характеризується коефіцієнтом, який визначають за формулою:

$$K_0=1/m. \quad (8.3)$$

Для того щоби визначити закладення укосу L_0 , потрібно відповісти на питання, яка величина проекції укосу припадає на 1 м висоти виїмки або насипу:

$$L_0 = H_K \cdot t \text{ для виїмки або } L_0 = H_H \cdot t \text{ для насипу.} \quad (8.4)$$

Залежно від ступеня вологості розрізняють такі різновиди ґрунтів: малої вологості, коли $0 \leq Sr \leq 0,5$; вологі, якщо $0,5 < Sr < 0,8$; насичені водою – $0,8 \leq Sr \leq 1,0$.

Для зведення будівель і споруд, зазвичай використовують ґрунти щільністю $\rho_d = 1,2 \dots 2,5 \text{ г / см}^3$.

Міцність на осьовий стиск визначають тільки для скельних ґрунтів, вона має і становити від 1 МПа до 120 МПа. Скельні ґрунти як основа під фундамент будівель трапляються дуже рідко.

Міцність нескельних ґрунтів характеризується силою зчеплення частинок і кутом внутрішнього тертя.

8.2. Структура будівельного процесу

Зведення земляних споруд належить до будівельних процесів другого рівня (TP_g), які поділяються на процеси третього рівня (TP_p): розробляння (виїмка), переміщення, укладання (відсипання), зрізання, розрівнювання, ущільнення, оброблення, просочення, термооброблення та ін.

Процеси, здійснювані під час переробляння ґрунту, можуть бути поділені на основні, допоміжні і підготовчі.

Основними процесами переробляння ґрунту є такі:

розробляння ґрунту у виїмках;,
зрізання недоборів ґрунту;
укладання ґрунту в насип;
навантаження ґрунту в транспорт;
переміщення та транспортування ґрунту;
пошарове розрівнювання ґрунту;
укладання полотнищ геотекстилю;
пошарове ущільнення ґрунту;
зворотне засипання пазух і щілин земляної споруди.

До допоміжних процесів належать:

розпушення щільних ґрунтів, що не підлягають розробленню звичайними способами;
тимчасове укріплення стінок котлованів і траншей;
контроль якості робіт та ін.

Підготовчі процеси здійснюють до початку виконання основних процесів.

До них належать такі:

винесення і закріплення на місцевості геодезичних знаків земляних споруд;
зниження рівня ґрунтових вод,
улаштування протифільтраційних завіс й екранів; прокладання під'їзних доріг, пандусів для в'їзду і виїзду машин.

Головним з основних процесів є розроблення ґрунту у виїмках, яке пов'язане з процесом різання.

Різанням називається процес відділення щільного ґрунту від масиву робочим органом машини у формі клина (ножа) з утворенням стружки. Копанням називають процес відділення ґрунту від масиву робочим органом землерийної машини і його переміщення по робочому органу (відвал бульдозера) або всередині робочого органа (ківш скрепера або екскаватора).

Основним параметром процесу є кут різання α – кут між дотичною до траєкторії руху ножа (зуба) землерийної машини і площиною, проведеною через передню грань виконавчого органа (ножа, зуба) (рис. 8.3). Від кута різання залежить опір ґрунту [6].

За таким самим механічним принципом виконують розпушування щільних ґрунтів. Для того, щоби долати опір твердих і щільних ґрунтів, зменшують товщину стружки b до мінімуму. У такому разі ґрунт не виймають, а надрізають на певну глибину h_p , яка є основною характеристикою робочого органу розпушувача (зуба). За подальшого розробляння (виїмці) опір ґрунту стає меншим.

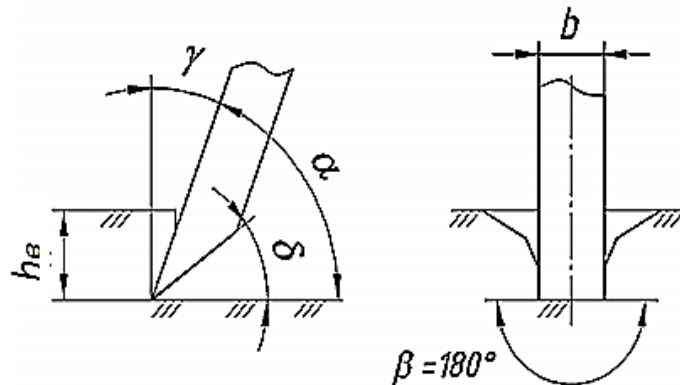


Рис. 8.3. Основні геометричні параметри робочого органу землерийних машин:
 γ – передній кут; δ – задній кут; α – кут різання; β – кут загострення в плані; h_v – товщина стружки; b – ширина стружки

Процес ущільнення ґрунтів потрібен для досягнення проектної щільності ґрунту, заданих показників міцності і стійкості (модуль пружності, коефіцієнти тертя і зчеплення). Ущільнення ґрунту знижує водопроникність і набухання ґрунту. З погляду фізики це дуже складний процес [7]. Ущільнення є можливим тільки завдяки вичавлюванню вільної води, що потребує значних зусиль, тому має значення вологість, за якої досягають максимального ущільнення ґрунту за певного навантаження.

8.3. Процеси вертикального планування майданчика

Продуктом процесу є земляний майданчик, виконаний під забудову території. Майданчик характеризується геометричними параметрами: шириною і довжиною. Планують улаштування майданчика на певному рівні відносно рівня моря (абсолютна висотна відмітка поверхні майданчика).

За часом експлуатації майданчик, як правило, належить до споруд постійного типу, а за видом – до плоских горизонтальних земляних споруд, тому основним фізичним вимірником обсягу робіт є площа споруди (майданчика) виражена в квадратних метрах.

Структуру технологічного процесу наведено в табл. 8.2.

Структура технологічного процесу планування майданчика

Назва процесу	Характеристика дій (операцій)	Вимірник обсягу робіт
Геодезичний поділ	Установлення приладів, знімання місцевості, закріплення геодезичних знаків	м ² майданчика
Зрізання родючого шару	Зрізання, навантаження, вивезення	м ³ ґрунту
Розпушування	Різання, спушування	
Розроблення (виймання)	Виймання, навантаження, відсипання	
Переміщення	Волочіння, транспортування	
Відсипання і розрівнювання	Відсипання і розрівнювання	
Ущільнення	Трамбування, укочування	

Підготовка до виконання процесу полягає в геодезичному поділі території майданчика на квадрати або трикутники. Геодезичні знаки закріплюють по периметру майданчика.

Обов'язково виконують зрізання рослинного родючого шару ґрунту, навантаження в транспорт і вивезення за межі будівельного майданчика. Якщо чорнозем потрібен для благоустрою території, ґрунт складають у резерв у межах майданчика.

Одиницею обсягу процесу є кубічний метр зрізаного ґрунту.

Якщо ґрунт для обраного способу виконання процесу не піддається розробленню або важко розробляється, виконують процес розпушення ґрунту. Цей процес, як правило, чергується з процесом виймання ґрунту.

Мерзлі ґрунти є міцнішими за звичайні ґрунти. Ослаблюють опір мерзлого ґрунту різанню або розпушуванням за допомогою термооброблення. Плануючи процеси першого рівня структури (TP_b), не рекомендується процес перероблення ґрунтів призначати на зимовий період будівництва. Якщо виконання цих процесів є неможливим влітку, доцільно спланувати попередній захист ґрунтів від промерзання.

Виймають ґрунт шарами або на всю глибину, залежно від обраного способу виконання всіх процесів. Для бульдозерного або скреперного способу доречним є виймання шарами, а для екскаваторного – на всю глибину.

Після виймання ґрунту виконують його переміщення в зону насипу, де ґрунт відсипають шарами на товщину, яка дає змогу якісно виконати його ущільнення. Після процесу відсипання ґрунту виконується процес розрівнювання відсипаного ґрунту.

Основним параметром шару ґрунту, який відсипають і розрівнюють, є його товщина h_0 , що повинна перевищувати глибину ущільнення ґрунту h_y на величину різниці між коефіцієнтом початкового і коефіцієнтом залишкового розпушення ґрунту, котрим планують засипати насип.

Кожен відсипаний шар ґрунту ущільнюють на глибину h_y , яку визначають за технічною характеристикою ущільнювальної машини. Ущільнення так само, як і розпушування, чергується з процесами виймання і відсипання.

У процесі виконання всіх операцій вертикального планування майданчика здійснюють контроль якості продукції. Контролюють щільність ґрунту в кожному шарі відсипання, геометричні параметри глибини розроблення і висоти шару відсипання, вертикальні позначки поверхні майданчика.

Особливості балансу земляних мас на майданчику. Проектування процесу вертикального планування майданчика починають з визначення об'ємів земляних мас та встановлення балансу між виїмкою і насипом. Вихідними даними є результати геодезичного знімання місцевості у вигляді так званих горизонталей – ліній, які з'єднують однакові позначки (рис. 8.4).

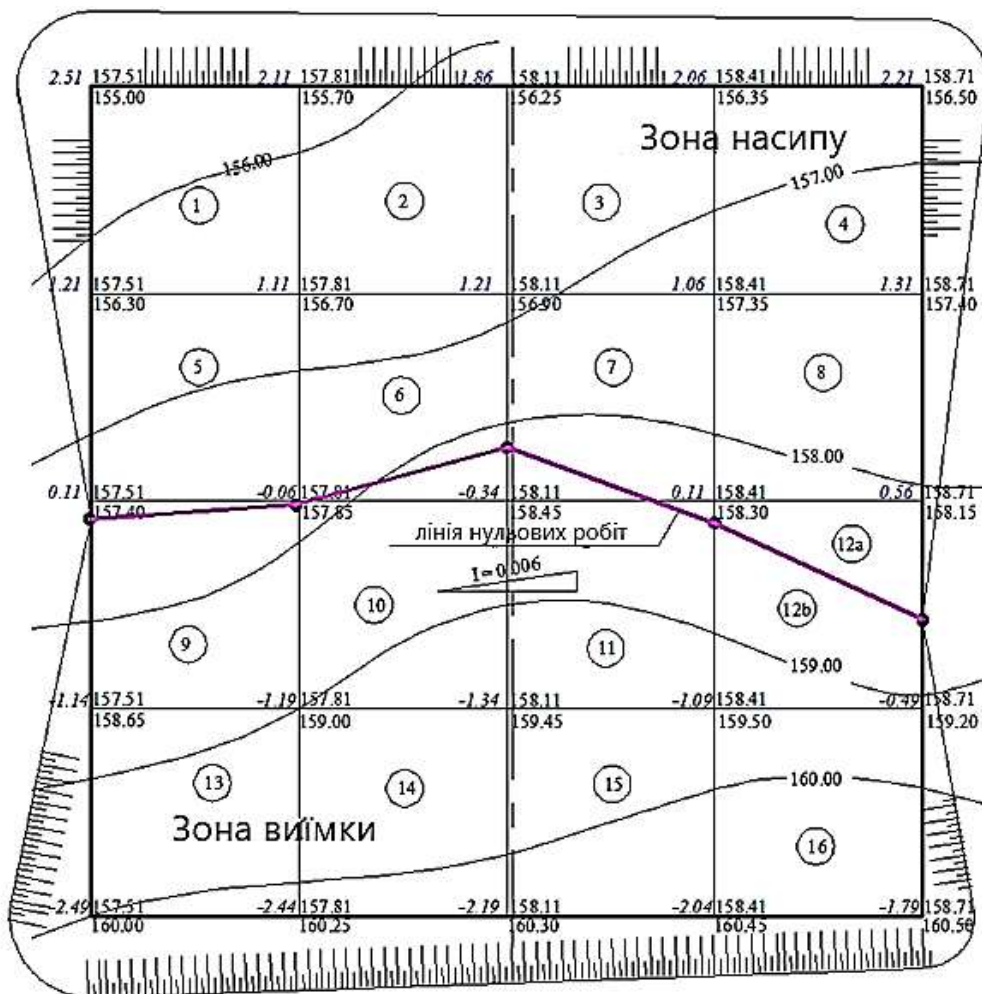


Рис. 8.4. Приклад картограми земляних мас майданчика

Процедура визначення об'ємів земляних мас і лінії нульових робіт є предметом вивчення дисципліною «Інженерна геодезія», тому в посібнику цьому питанню уваги не приділено.

На майданчику під час призначення планувальної позначки можливими є такі варіанти балансу між об'ємом виїмки і насипу:

- *нульовий баланс* – об'єм виїмки дорівнює об'єму насипу. Структура процесу охоплює розроблення, переміщення, відсипання і розрівнювання ґрунту з ущільненням з зоні майданчика. За потреби виконують розпушування ґрунту;
- *позитивний баланс* – об'єм виїмки перевищує об'єм насипу. В такому разі до структури процесу додають процеси навантаження та вивезення надлишку ґрунту;
- *негативний баланс* – об'єм виїмки є меншим за об'єм насипу. Потрібно додатково завозити ґрунт з-поза меж майданчика. Це зумовлює додаткові процеси доставки і відсипання ґрунту в зоні насипу.

Визначення середньої дальності переміщення ґрунту по майданчику

Процес переміщення ґрунту на майданчику визначається з відстанями, на які слід переміщувати ґрунт. Умовно це відстань між центрами мас виїмки і насипу. Процедура визначення цієї відстані залежить від схеми переміщення ґрунту з геометричних фігур виїмки в фігури насипу (див. рис. 8.4). Найпростішим є метод шахової відомості (табл. 8.3).

Таблиця 8.3

Шахова відомість розподілу земляних мас

	№	Об'єм в квадратах насипу, м ³								
		№	1	2	3	4	5	6	7	8 (12а)
	№	V	5400	4000	3900	5100	1700	1500	1400	2000
Об'єм в квадратах виїмки, м ³	9	1600	1600 (100)							
	10	1600		1600 (100)						
	11	1500			1500 (100)					
	12б	900				900 (100)				
	13	5600	3800 (150)			100 (300)	1700 (100)			
	14	5000		2400 (150)				1500 (100)		1100 (100)
	15	4400			2400 (150)	100 (200)			1400 (100)	500 (100)
	16	4400				4 000 (150)				400 (100)

Примітка. У дужках наведено відстані між центрами мас квадратів.

Середню дальність переміщення ґрунту (L_m) на майданчику визначають як середньозважену величину за формулою:

$$L_m = \frac{\sum V_{\text{вi}} \cdot L_{\text{вi}}}{\sum V}, \quad (8.5)$$

де $V_{\text{вi}}$ – об'єм ґрунту у квадраті виїмки;

$L_{\text{вi}}$ – відстань від центра квадрата з виїмкою до центра квадрата з насипом.

У прикладі, наведеному на рис. 8.4 і в табл. 8.3, середня дальність переміщення ґрунту становить: $L_m = 2540000 / 25000 = 101,6$ м.

За значенням середньої дальності переміщення ґрунту для вертикального планування майданчика обирають тип раціональної провідної машини. Якщо $L_m \leq 50$ м, то раціональним є бульдозер потужністю $N = 40$ кВт, якщо більшою – бульдозер потужністю – $N = 80 \dots 132$ кВт.

Для скрепера за $L_m < 300$ м рекомендується причіпний варіант з ковшем $V_k = 5 \dots 8$ м³, а за $L_m = 800 \dots 3000$ м – скрепер самохідний з ковшем – $V_k = 10 \dots 15$ м³

Розроблення ґрунту бульдозерами. У структурі технологічного процесу вертикального планування майданчика основними процесами є розроблення, переміщення, відсипання і розрівнювання ґрунту. Спосіб виконання цих процесів залежить від виду машини для виймання або насипання ґрунту.

Бульдозер – це машина, яка може виконувати декілька процесів. Бульдозер являє собою трактор, обладнаний відвалом (робочий орган машини), котрий встановлюють перпендикулярно або під кутом до осі трактора. В процесі роботи бульдозер копає, переміщує і розподіляє ґрунт (рис. 8.5).

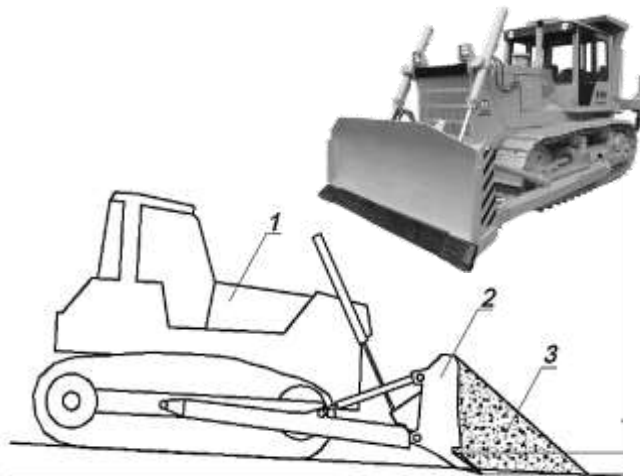


Рис. 8.5. Схема різання ґрунту:

1 – трактор; 2 – відвал; 3 – призма волочіння

Для того щоби відокремити ґрунт від масиву, ніж відвалу має бути на глибину зрізання (h_e) за одночасного переміщення бульдозера вперед. Ґрунт накопичується перед відвалом, утворюючи призму волочіння.

Різання триває доти, доки призма не сягне верхньої кромки відвалу.

Використовують три основні схеми різання ґрунту: різання прямокутною стружкою (постійної товщини), різання клинвою (зі змінною товщиною стружки) та гребінчастою стружкою. Різання є ефективнішим під час роботи бульдозера під ухил і в разі розроблення ґрунту виїмки похилими шарами.

Після набору ґрунту бульдозер пересуває призму волочіння до місця насипу і розрівнює шаром потрібної товщини (h_p).

Під час переміщення ґрунту бульдозером частина ґрунту висипається за межі відвалу (втрати ґрунту). Що довший шлях переміщення призми ґрунту, то більші втрати. Знизити втрати можна, переміщаючи ґрунт у траншеях, утворених відвалом бульдозера (траншейний спосіб) (рис. 8.6).

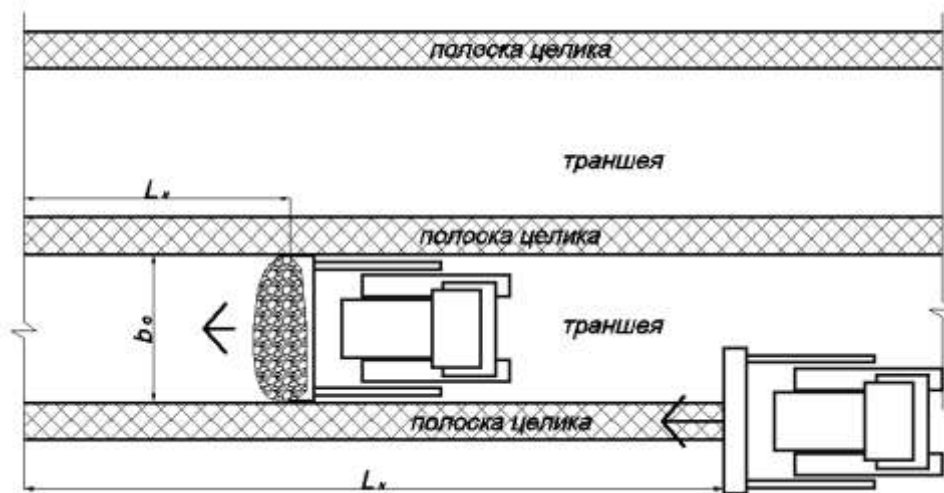


Рис.8.6. Схема організації процесу за траншейного способу перероблення ґрунту

Такий спосіб дає змогу набирати повний відвал ґрунту і переміщувати його без втрат у межах траншеї. Після трьох-чотирьох проходок бульдозер зрізує смужку ґрунту між траншеями. При цьому сила опору ґрунту різанню стає набагато меншою, а шлях набору повної призми волочіння – більшим. Завдяки скороченню шляху волочіння зменшуються втрати ґрунту, що значно підвищує продуктивність бульдозера.

Поворот бульдозера і повернення його до місця різання переднім ходом доцільно планувати тільки за відстані переміщення ґрунту понад 50 м й у випадках, коли задня швидкість бульдозера є замалою. Повернення бульдозера до місця різання заднім ходом рекомендується тоді, коли відстань транспортування ґрунту є меншою, ніж 50 метрів. Зазвичай переміщується бульдозер по сліду робочого ходу.

Слід розглядати дві схеми організації робочого місця бульдозера: одна – човникова, друга – по еліпсу (рис. 8.7). Розроблення виїмки виконують так, щоби переміщення бульдозера із заповненим відвалом відбувалося спланованим шляхом. Планувати шлях доцільно під час холостого ходу бульдозера.

Для підвищення продуктивності організують роботу бульдозера відрізками, накопичуючи на відстані переміщення (25 ... 50 м) резерви (насипи) ґрунту і потім по черзі переміщуючи їх в зону проектного відсіпання і розрівнювання.

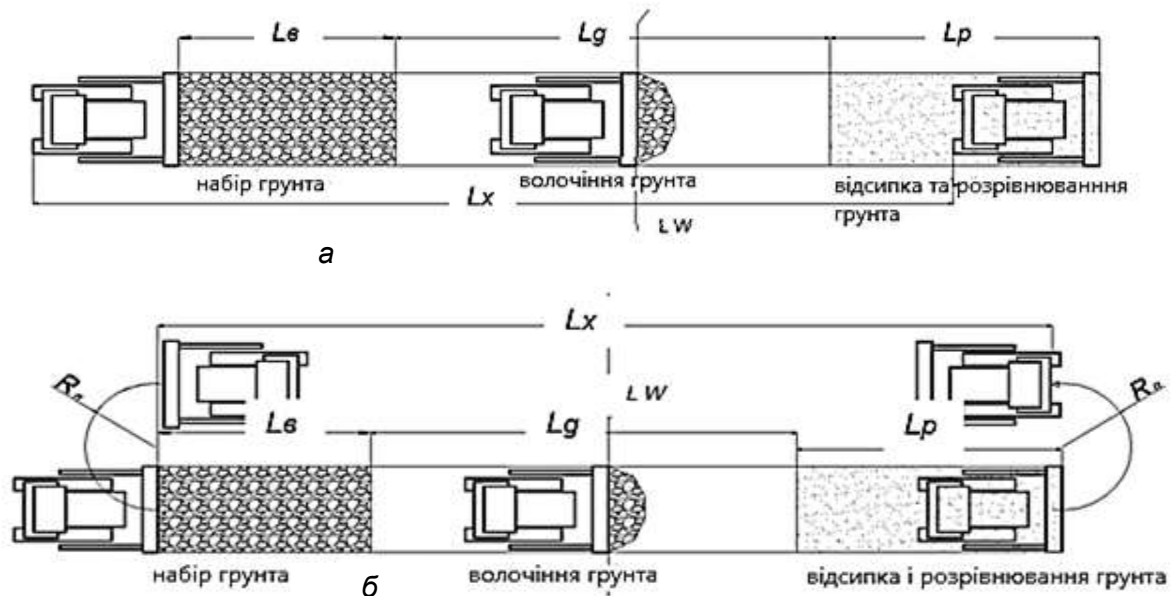


Рис. 8.7. Схеми організації робочого місця бульдозера під час вертикального плануванні майданчика:

а – для човникового переміщення; б – для переміщення по еліпсу

Для кращого розуміння процесу вертикального планування майданчика бульдозером слід засвоїти формулу визначення його змінної продуктивності:

$$P_b = d \cdot (V_v / K_{lo}) \cdot K_y \cdot K_n \cdot K_t / T_{cy}, \quad (8.6)$$

де d – тривалість робочої зміни;

V_v – геометричний об'єм ґрунту в призмі, переміщуваній бульдозерним відвалом;

K_y – коефіцієнт ухилу поверхні ґрунту; $K_y > 1$ – під час зрізання і переміщення ґрунту бульдозером під ухил; $K_y < 1$ – у разі зрізання і переміщенні ґрунту бульдозером проти ухилу;

K_{lo} – коефіцієнт початкового розпушення ґрунту;

K_t – коефіцієнт використання бульдозера за часом;

K_n – коефіцієнт втрат ґрунту під час волочіння:

$$K_n = 1 - 0,005 \cdot L_g, \quad (8.7)$$

де l_g – довжина шляху волочіння ґрунту, м.

T_{cy} – час робочого циклу бульдозера:

$$T_{cy} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (8.8)$$

де t_1, t_2, t_3, t_4 – відповідно час на розроблення ґрунту, його переміщення і зворотний порожній хід, на підйом відвала бульдозера, перемикання передач трактора і його повороти в кінці робочого ходу.

Розроблення ґрунту скреперами

Скрепер – це машина, яка може виконувати різання ґрунту стружкою із заповненням ковша, що дає змогу транспортувати ґрунт в зону насипу без втрат. Відсипання і розрівнювання ґрунту виконують однією дією крізь щілинний отвір між ножем і передньою стінкою ковша. Робочий орган скрепера – ківш певної ємкості V_s (рис. 8.8).

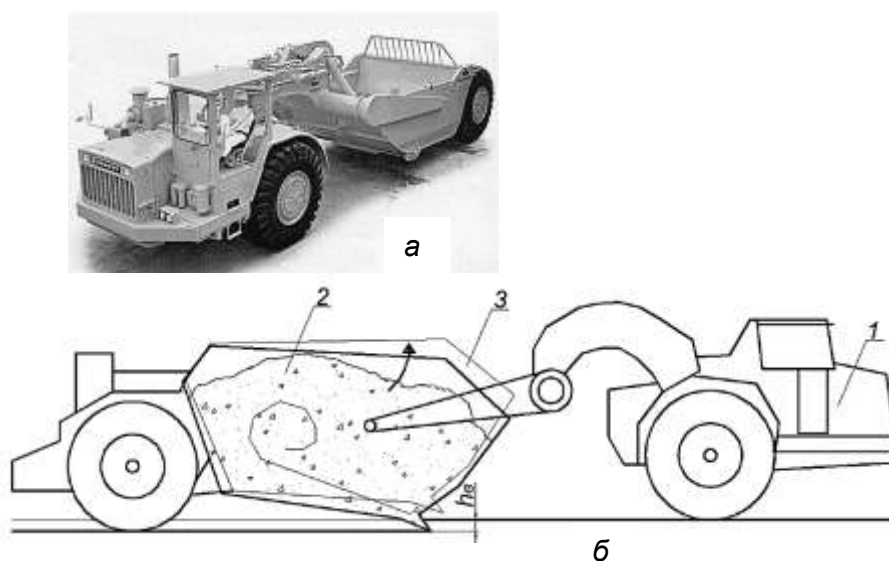


Рис. 8.8. Схема різання ґрунту скрепером:

а – зовнішній вигляд скрепера; б – схема різання ґрунту:

1 – трактор (тягач); 2 – ківш в робочому положенні; 3 – ківш у транспортному положенні; $h_{в}$ – товщина проникнення різального інструмента в ґрунт

Під час руху скрепера відбувається пошарове різання ґрунту ножовим пристроєм ковша з одночасним набором його в ківш. Перехід в транспортне положення здійснюється підніманням ковша з одночасним його закриттям. Розвантажується ґрунт пошарово в процесі руху за допомогою нахилу ковша або переміщення його задньої стінки (залежить від конструкції скрепера).

Від способу виконання цих операцій, а також схеми руху скрепера залежить продуктивність скрепера. Схема руху скреперів зумовлюється послідовністю скреперних проходок.

У вертикальному плануванні майданчиків використовують схеми з послідовними проходками, через смугу і шаховими проходками. Шахова схема сприяє кращому наповненню ковша завдяки звуженню смуги різання на завершальній стадії наповнення ковша.

За шаховою схемою спочатку розробляють перші ряди проходок довжиною $L_в$ і шириною $b_о$, потім – другі ряди проходок із зміщенням відносно перших на $L_в/2$ з шириною $b_о$ і продовженням на довжині $L_в/2$ з шириною $b_о/2$ (рис. 8.9). Під час других і наступних проходок вісь руху скрепера збігається з віссю неопрацьованих смуг ґрунту попередніх рядів проходок.

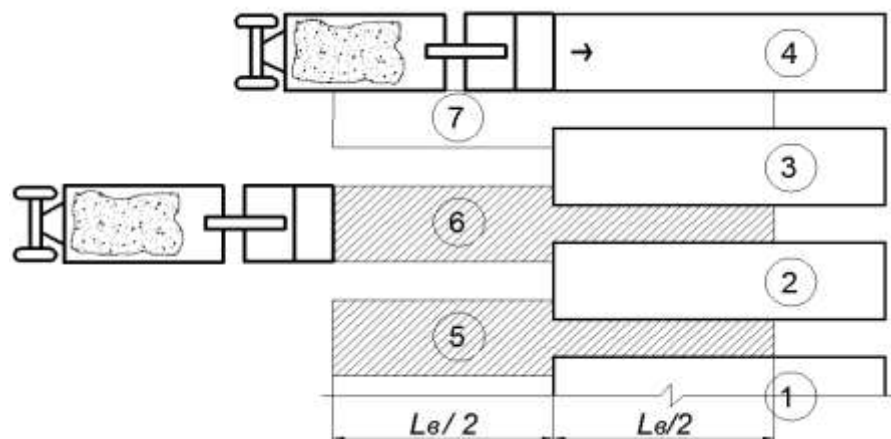


Рис. 8.9. Схеми розроблення ґрунту скрепером способом «шахова проходка» у вертикальному плануванні майданчика

Слід розглядати дві схеми організації робочого місця скрепера. Перша – по еліпсу, друга – по «вісімці». Обираючи схему руху скреперів, слід прагнути до зменшення кількості розворотів, а також кутів підйому, особливо під час руху скрепера в навантаженому стані.

За схеми руху по еліпсу скрепер виконує один набір ґрунту, одне розвантаження і два повороти на 180 град. на крутому підйомі в один і той самий бік (рис. 8.10). Такий рух скрепера циклічно повторюється, причому місця набору і вивантаження ґрунту з кожним наступним циклом дещо зміщуються.

Під час руху скрепера по «вісімці» в кожному циклі набір і розвантаження ґрунту відбувається два рази з поворотами на 180 град. Схема по «вісімці» є ефективною, коли лінія нульових робіт витягнута уздовж майданчика, а її протяжність перевищує 200...300 м.

Застосування скреперів є обмеженим для розроблення щільних і мерзлих ґрунтів, а також ґрунтів з розміром частинок понад 1/3 розміру щілини між ножем і передньою стінкою ковша скрепера.

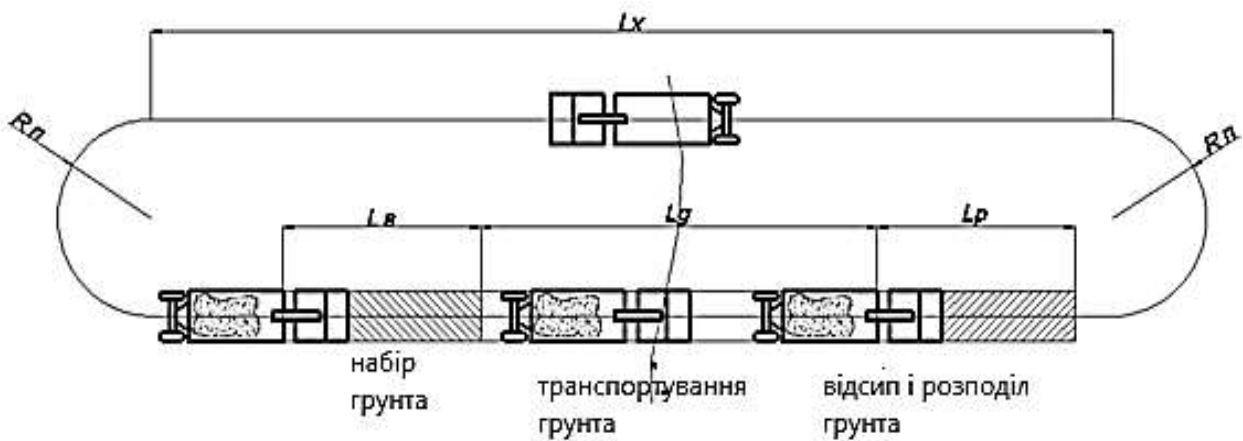


Рис. 8.10. Схеми організації робочого місця скрепера по еліпсу

Не рекомендується використовувати скрепер для розроблення глин і суглинків підвищеної вологості. Не ефективно застосовувати скрепери також на сухих сипучих пісках, тому що виникають проблеми з наповненням ковша.

Для кращого розуміння процесу вертикального планування майданчика скрепером слід засвоїти формулу визначення його змінної продуктивності:

$$P_s = d \cdot (V_s / K_{lo}) \cdot K_s \cdot K_t / T_{cy}, \quad (8.9)$$

де V_s – місткість ковша скрепера, м³;

K_v – коефіцієнт наповнення ковша.

Самохідні скрепери з піднятим ковшем під час транспортування за швидкістю подібні до автосамоскидів. Їх можна використовувати для влаштування насипів на майданчиках з негативним балансом земляних мас. У кар'єрі, розміщеному недалеко від майданчика (до 5000 м), самохідні скрепери на пневмоколісному ході завантажують ґрунтом за допомогою екскаватора. Потім вони заїжджають в зону насипу, де шарами відсипають ґрунт.

Вертикальне планування майданчика на крутих схилах виконують за допомогою екскаваторів. Екскаватор розробляє ґрунт на всю глибину, завантажує його в автосамоскиди, які по спеціально влаштованих заздалегідь дорогах переміщують ґрунт в зону насипу і відсипають його відвалами через певну відстань між ними. Після чого відвали ґрунту розрівнюють бульдозерами на певну товщину шару.

Розпушування щільних і мерзлих ґрунтів. Для полегшення розроблення щільних і мерзлих ґрунтів їх розпушують бульдозерами-розпушувачами. Ззаду бульдозера навішують зуби (робочий орган), які можуть опускатися і підніматися (рис. 8.11).

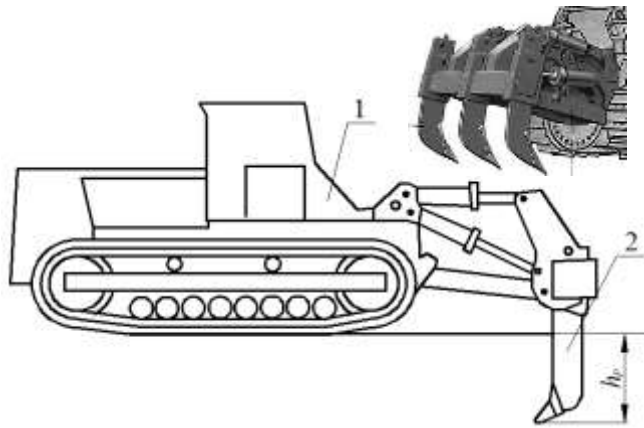


Рис. 8.11. Схема розпушування ґрунту:
1 – трактор; 2 – розпушувач

Робочий цикл розпушувача складається з таких операцій: опускання зубів і їх заглиблення в ґрунт, розпушування ґрунту, видалення зубів розпушувача і повернення розпушувача в вихідне положення (холостий хід).

Розпушування ґрунту виконують паралельними проходками розпушувача по всій площі захватки в одному, а потім в іншому напрямку під кутом $75 - 90^\circ$. Один з напрямків руху має бути поперек напрямку забою. Відстань між суміжними проходками кожного напрямку має бути не меншою за відстань між зубами, а в разі використання розпушувача з одним зубом – приблизно 0,5 м.

ґрунт розпушують шарами з поступовим заглибленням зуба розпушувача на початку проходки і вилученням зуба в кінці проходки. Максимальна глибина розпушування залежить від міцності ґрунту і потужності трактора. Її встановлюють на підставі пробних проходок. Під розроблення ґрунту шарами (для бульдозера і скрепера) глибина розпушування повинна бути відповідною товщині зрізаного шару ґрунту – приблизно 0,25...0,45 м (рис. 8.12). За глибини промерзання до 0,5 м розпушення здійснюється в один шар.

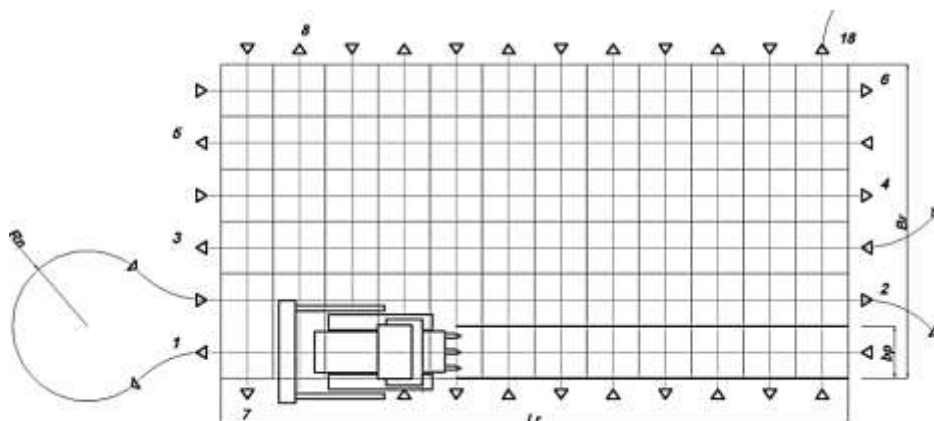


Рис. 8.12. Схема проходок під час розпушування ґрунту на захватці

Для кращого розуміння процесу розпушування ґрунту у вертикальному плануванні майданчика слід засвоїти формулу визначення змінної продуктивності розпушувача:

$$P_{lo} = d \cdot (l_r \cdot B_r \cdot h_r) \cdot K_t / T_{cy}, \quad (8.10)$$

де L_r – довжина захватки, виділеної під розпушування ґрунту;

B_r – ширина захватки, виділеної під розпушування ґрунту;

h_r – глибина розпушування.

Розміри захватки для розпушування визначають за продуктивністю процесу розроблення ґрунту скреперами або бульдозерами. Процес розпушування повинен створювати фронт робіт для розроблення ґрунту тривалістю не менш ніж на одну робочу зміну. Як правило, продуктивність процесу розпушування перевищує продуктивність процесу розроблення, тому як розпушувач ефективніше використовувати бульдозер, який може і розпушувати, і розробляти ґрунт.

Ущільнення ґрунту на майданчику. Відсипаний і розрівняний ґрунт на майданчику ущільнюють способом статичного стиснення шару укочуванням або укочуванням з вібрацією. У вертикальному плануванні майданчика зазвичай використовують котки пневмоколісні, гладкі, кулачкові та вібрототки.

Товщина ущільнюваних шарів залежить від властивостей ґрунту, його вологості, потрібної щільності і технічної можливості ущільнюваних машин. Потрібного ступеня ущільнення досягають за оптимальної вологості ґрунту, тому сухі ґрунти попередньо зволожують, а перезволожені – осушують.

Якісного ущільнення досягають укочуванням шару ґрунту за кілька проходок по одному сліду. Кількість проходок визначають дослідним шляхом, а для планування і проектування використовують такі рекомендації.

Котками з гладкими металевими вальцями ущільнюють зв'язні ґрунти шаром до 15 см і піщано-гравійні ґрунти за товщини відсипки шару від 5 до 15 см. Рекомендовано 4 – 16 проходок по одному сліду (рис. 8.13).

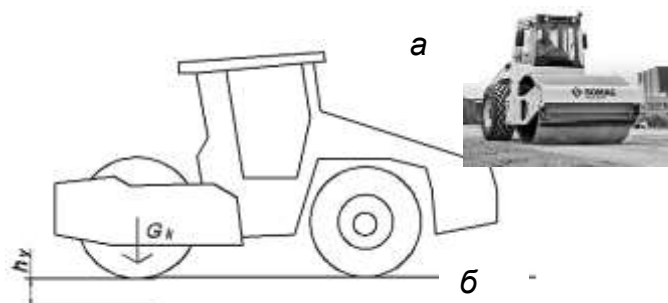


Рис. 8.13. Схема ущільнення ґрунту:

а – ущільнювач; б – схема ущільнення ґрунту

Котками на пневмоколісному ходу ущільнюють піщані і глинисті ґрунти. Товщина ущільнювального шару – $h_y = 10 \dots 50$ см за маси котка $G_k = 10 \dots 45$ т. Рекомендована кількість проходок – $n_y = 10 - 4$. Кулачковими котками ущільнюють зв'язні грудкуваті ґрунти. Товщина шару ґрунту – $h_y = 10 \dots 65$ см за маси котка $G_k = 5 \dots 25$ т. Рекомендована кількість проходок – $n_y = 16 - 8$.

Вібраційними котками ущільнюють піщані ґрунти шарами завтовшки 0,4...0,5 м за сили від 50 до 100 кН і завдовжки до 1,5 м за сили 180 ... 280 кН. Для досягнення потрібної щільності кількість проходок по одному сліду має становити від двох до шістьох.

Ущільнення ґрунту котками виконують смугами з паралельними проходками. Суміжні смуги повинні перекриватися на 0,2 м для надійності ущільнення крайових зон.

Ущільнення здійснюють за круговою або човниковою схемами.

Для кращого розуміння процесу ущільнення ґрунту укочуванням слід засвоїти формулу визначення змінної продуктивності котка:

$$P_p = d \cdot l_p \cdot h_p \cdot (b_p - b_n) \cdot K_t / (T_{cy} \cdot n_p), \quad (8.11)$$

де l_p – довжина захватки, виділеної під ущільнення;

b_p – ширина смуги, яка підлягає ущільненню;

h_p – глибина ущільнюваного шару ґрунту;

b_n – ширина напуску смуг;

n_p – кількість проходок по одному сліду.

Під час укладання і потовщення ґрунту до його ущільнення зазвичай роблять перерву, яка не повинна допускати висихання підготовленої ділянки (не більш ніж 8 год). Роботи виконують на ділянках таких розмірів, щоби забезпечувати достатній фронт робіт для нормальної продуктивності машин.

Процедура формування комплекту машин для вертикального планування майданчика починається з добору типу провідної машини (бульдозера або скрепера). Далі визначають потрібну кількість провідних і допоміжних машин за наведеними раніше рекомендаціями.

8.4. Процеси влаштування котлованів і траншей

Результатом процесу є земляні споруди у вигляді котлованів (горизонтальні об'ємні виїмки) і траншей (горизонтальні лінійні виїмки). За часом експлуатації виїмки належать до тимчасових земляних споруд: після влаштування в них фундаментів, підземних частин будівель, інженерних мережі тощо, решту виїмки засипають.

Котловани і траншеї характеризуються геометричними параметрами: шириною, довжиною і глибиною. Виїмку, що має довжину, яка значно (приблизно в десятки разів) перевищує ширину і глибину, називають траншеєю.

Виїмку, довжина якої умовно не перевищує десятикратно її ширини, називають котлованом.

Котловани і траншеї мають дно і бічні поверхні – похилі схили або вертикальні стінки. Дно цих споруд планується на певному рівні щодо рівня моря (абсолютна висотна відмітка) або щодо визначеної в проекті нульової відносної висотної позначки. За таку позначку, як правило, будуть рівень чистої підлоги першого поверху будівлі.

Основною фізичною одиницею виміру обсягу робіт є геометричний об'єм земляної споруди (m^3).

Структура технологічного процесу (табл. 8.3). Підготовка до виконання процесу полягає в геодезичному поділі меж та осей споруди. Геодезичні знаки закріплюють по периметру споруди на безпечній відстані (рис. 8.14). У практиці будівництва процедура закріплення геодезичних знаків називається «влаштування огорожі».

Конструктивно знаки зазвичай закріплюють на П-подібних рамах, ригелі яких повинні мати розміри, що дають можливість зміщувати геодезичні осі в потрібному напрямку. У плані для котловану П-подібні рами встановлюють у зонах майданчиків, де не планується виконання інших технологічних процесів, пов'язаних зі зведенням підземної частини будівлі.

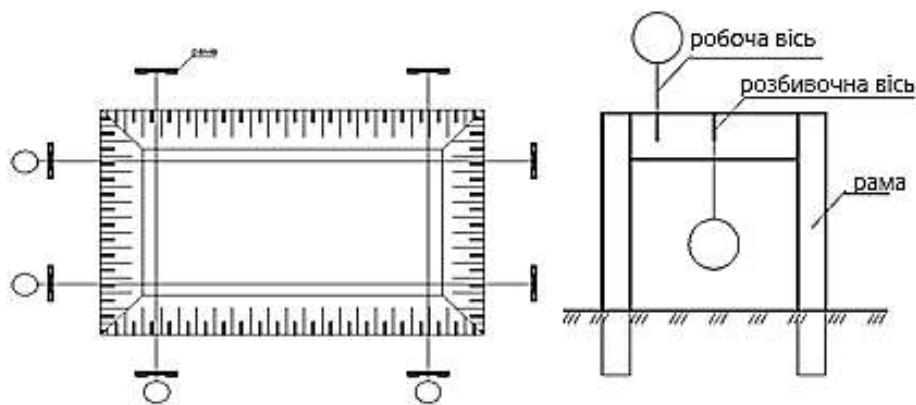


Рис. 8.14. Схема закріплення осей будівлі й пристрої для цього процесу

Закріплення на місцевості осі траншеї виконують віхами заввишки 2 – 3 м, які забивають в ґрунт на певній відстані одна від одної.

Якщо ґрунт виїмки для обраного способу виконання процесу не піддається розробленню або є важко розроблюваним, виконують розпушування ґрунту. Ослаблюють опір мерзлого ґрунту різанням або розпушуванням, або за допомогою термооброблення.

До допоміжних процесів належать процеси водовідливу і водозниження, штучне огороження виїмок від ґрунтових вод, влаштування тимчасових кріплень стінок й укосів виїмок.

Дуже часто дно котловану і траншеї опиняється нижче від рівня ґрунтових вод. У таких випадках потрібно штучно знижувати рівень ґрунтових вод до безпечної межі (мінімум 0,5 м нижче від дна споруди). Відомі технології закритого і відкритого водозниження, охоплюють цілий комплекс процесів (табл. 8.3).

Таблиця 8.3

Структура процесу влаштування котловану і траншеї

Назва процесу	Характеристика дій (операцій)	Вимірювач обсягу робіт
Геодезична розбивка споруди	Установлення приладів, знімання місцевості, закріплення геодезичних знаків	м ² майданчика
Розпушування	Різання, розпушування	м ³ ґрунту
Зниження рівня ґрунтових вод	Комплекс процесів	
Розроблення (виймання)	Виймання, навантаження, розвантаження	
Переміщення	Транспортування	
Відсипання і розрівнювання за межами майданчика	Відсипання і розрівнювання	
Розроблення (виймання) недобору ґрунту по дну споруди	Виймання, навантаження, розвантаження	м ³ ґрунту
Розроблення приямків	Виймання, навантаження, розвантаження	м ³ ґрунту
Закріплення стінок і укосів	Комплекс процесів	м ² поверхні

Виймання ґрунту є основним процесом. Виймання ґрунту в котлованах та траншеях виконують, як правило, на всю глибину. Ярусами розробляють виїмки в разі недостатніх технічних можливостей екскаватора за значної глибини виїмки.

Вийнятий ґрунт, який не використовується в проекті, вантажать в самоскиди і потім вивозять за межі майданчика. Ґрунт для подальшого використання резервують на майданчику.

Можливим є відсипання ґрунту у відвали без використання транспорту. Відвали ґрунту звичайно розміщують недалеко від котлована або траншеї в межах радіуса дії екскаватора.

У зоні вивантаження ґрунту самоскидами виконується процес розрівнювання ґрунту, іноді процес його ущільнення.

У зв'язку з особливостями конфігурації ковша екскаватора і кінематики його руху важко дотримати заданих геометричних параметрів споруди (відмітка дна і профіль укосу). Тому, розробляючи котловани, з метою збереження природного стану ґрунту залишають шар неопрацьованого ґрунту завтовшки 10–20 см, який згодом розробляють вручну або малими бульдозерами. Під час влаштування траншей для з'єднання труб іноді додатково розробляють приямки.

У процесі виконання всіх операцій здійснюють контроль якості продукції. Контролюють геометричні параметри – глибину виїмки і висоту відсипки, вертикальні позначки поверхні дна котлована або траншеї, товщину недобору ґрунту, профіль укосів.

У випадках, коли не досягнуто стійкості бокових стінок й укосів котлованів або траншей, виконують їх закріплення, яке складається з цілого комплексу процесів.

Згідно з рекомендаціями визначають нормальний розмір котловану й укосів. Розміри повинні бути достатніми для розміщення в середині виїмки конструкцій, механізмів, оснащення, а також переміщення робітників по дну виїмки поза габаритами конструкцій і машин.

Правила безпечного виконання процесів. Правилами безпечного виконання процесів передбачене дотримання певних вимог. Перше з них – забезпечення стійкого становища вертикальних стінок або укосу виїмки. До певної глибини для зв'язних ґрунтів допускається влаштовувати виїмки з вертикальними бічними стінками. Як правило, висота стінок в глинистих ґрунтах може доходити до 1,5 ... 2,0 м. У разі загрози обвалення стінок переходять до влаштування укосів, дотримуючись вимог щодо їх безпечного закладання, що характеризується коефіцієнтом закладення, який визначають за формулою (8.3).

Слід дотримуватись мінімальної відстані від опорних частин екскаватора до верхньої брівки котловану або траншеї. Правильне встановлення екскаватора щодо верхньої брівки укосу показано на рис. 8.15.



Рис. 8.15. Схема безпечного встановлення екскаватора

У разі встановлення екскаватора близько біля бровки укосу споруди виникає небезпека обвалення стіни або укосу. Унаслідок цього екскаватор сповзає і перекидається. Відстань від контрольної точки торкання опорної платформи екскаватора з поверхнею землі до верхньої брівки споруди не повинна бути меншою, ніж метр.

Мінімальна відстань від частин екскаватора, які обертаються, до укосів котловану, самоскидів та інших можливих перешкод (в цю зону може потрапити людина) не повинна перевищувати 1,0 м. За значної глибини виїмки через великі об'єми ґрунту в укосах дешевше виконати закріплення стінок котлованів і траншей спеціальними тимчасовими пристроями або постійними конструкціями, які не повинні обмежувати виконання суміжних процесів. Доцільно також закріплювати вертикальні стінки виїмок в міських умовах будівництва.

Схеми розроблення ґрунту одноковшовими екскаваторами відрізняється залежно від робочого обладнання екскаватора і параметрів робочих місць.

Екскаватор з прямою лопатою для розроблення виїмок зазвичай розміщують на дні котловану. Екскаватор з прямою лопатою (рис. 8.16), як правило, копає ґрунт вище від рівня стоянки. Сучасні екскаватори з гідравлічною системою можуть копати ґрунт нижче від рівня стоянки, але така схема не є основною.

Для розроблення широких траншей (4 ... 6 м) використовувати екскаватор з прямою лопатою теоретично можливо, але практично – недоцільно.

Правильний вибір екскаватора для розроблення котловану залежить від відповідності його технічних характеристик параметрам котловану і технічним характеристикам транспортувальних машин.

Параметри робочого місця екскаватора, обладнаного прямою лопатою:

- 1) радіус габаритної зони встановлення екскаватора – R_0 ;
- 2) найменший радіус копання на рівні стоянки – R_1 ;
- 3) найбільший радіус копання на рівні стоянки – R_2 ;
- 4) найбільший радіус копання – R_3 ;
- 5) довжина робочого пересування – L_n ;
- 6) висота копання – H_k ;
- 7) середній кут повороту на вивантаження в транспорт – α ;
- 8) ширина проходки – $A_{пр}$;
- 9) висота вивантаження – $H_в$;
- 10) радіус вивантаження – $R_в$;
- 11) ємкість ковша – g_k ;
- 12) довжина ковша під час планування – L_d .

Основними параметрами у виборі типу екскаватора є довжина робочого пересування (L_n) і ємкість ковша (g_k).

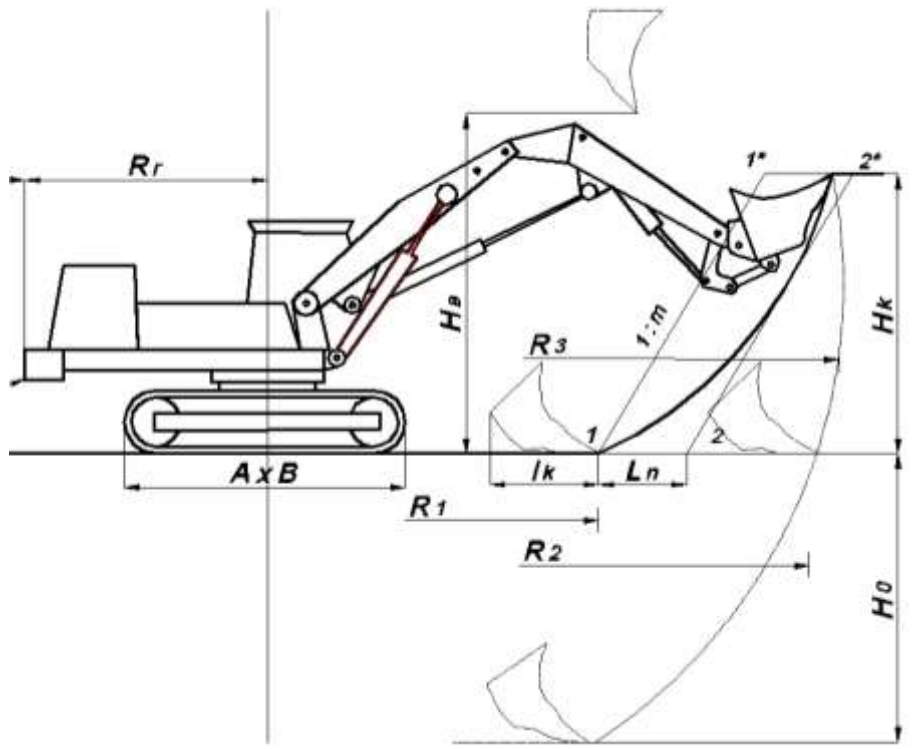


Рис. 8.16. Схема робочого місця (забою) екскаватора з прямою лопатою під час влаштування котловану:
 1, 2 – точки початку і кінця зони копання на рівні стоянки екскаватора; 1*, 2* – точки початку і кінця зони копання на рівні верху котловану

Довжину робочого пересування визначають за формулою:

$$L_n = (R_2 - H_k \cdot m) - R_1 > L_d, \quad (8.11)$$

Якщо нерівності не дотримано, то це означає, що екскаватор під час копання перебуває в русі, що є неприпустимим. Оптимальне значення довжини робочого пересування – в межах $L_n = 1,5 \dots 3$ м.

Раціональне співвідношення ємкості ковша (g_k) і висоти копання (H_k) дає змогу за один радіальний рух стріли екскаватора зрізати стружку за повного навантаження ковша, що підвищує продуктивність процесу ($g_k = 1/3 \dots 1/4 H_k$).

Обов'язково слід перевірити відповідність висоти вивантаження (H_v) і радіуса вивантаження (R_v) з висотою транспортного засобу (H_{TP}) і його прив'язкою в плані до екскаватора (рис. 8.17).

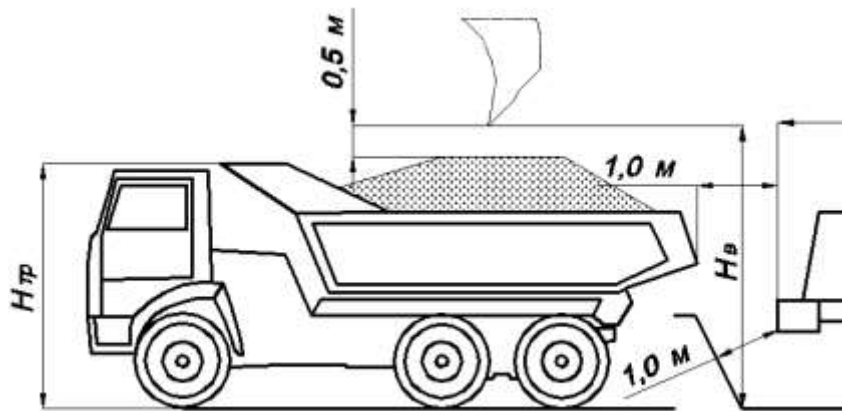


Рис. 8.17. Схема вивантаження ґрунту в транспортний засіб

У технічних характеристиках екскаватора зазвичай наводять найбільшу висоту вивантаження за найменшого радіуса. Отже, слід мати на увазі, що в міру збільшення радіуса висота вивантаження зменшується.

Потрібно звернути увагу на середній кут повороту башти екскаватора на розвантаження в транспорт (α). Раціональне значення кута повороту (α) – 75...125 град.

Для розроблення котловану екскаватором з прямою лопатою додатково влаштовують в'їзну траншею з ухилом не більш ніж 10%, що значно збільшує об'єм виїмки й зворотної засипки.

Екскаватор з прямою лопатою не застосовують для розроблення котлованів з мокрими ґрунтами, у таких випадках рекомендується осушення дна котловану (робоче місце екскаватора має бути сухим).

Екскаватор з прямою лопатою розробляє ґрунт тільки з навантаженням в транспорт (транспортна схема роботи). Залежно від співвідношення ширини котловану і найбільшого радіуса копання на рівні стоянки визначають схему переміщення екскаватора. Використовують схеми з лобовим і бічним забоем (рис. 8.18).

Іноді застосовують поперечну відносно геометрії котловану схему переміщення екскаватора. Це дає змогу більшою мірою поєднувати процеси розроблення ґрунту з процесами влаштування фундаментів за значної ширини котловану.

Сучасні однокішцеві гідравлічні екскаватори з прямою лопатою мають найбільший радіус копання на рівні стоянки в межах 9 ... 12 м дає можливість застосовувати тільки одну із наведених на рис. 8.18 схем переміщення.

У технічних характеристиках екскаваторів будь-якої марки звичайно наводять максимальні параметри. Робота на максимальних параметрах призводить до швидкого зносу машини і, як наслідок, до зниження її продуктивності, тому для виконання земляних робіт слід обирати оптимальні робочі параметри, які не перевищують 90 % максимальних паспортних даних.

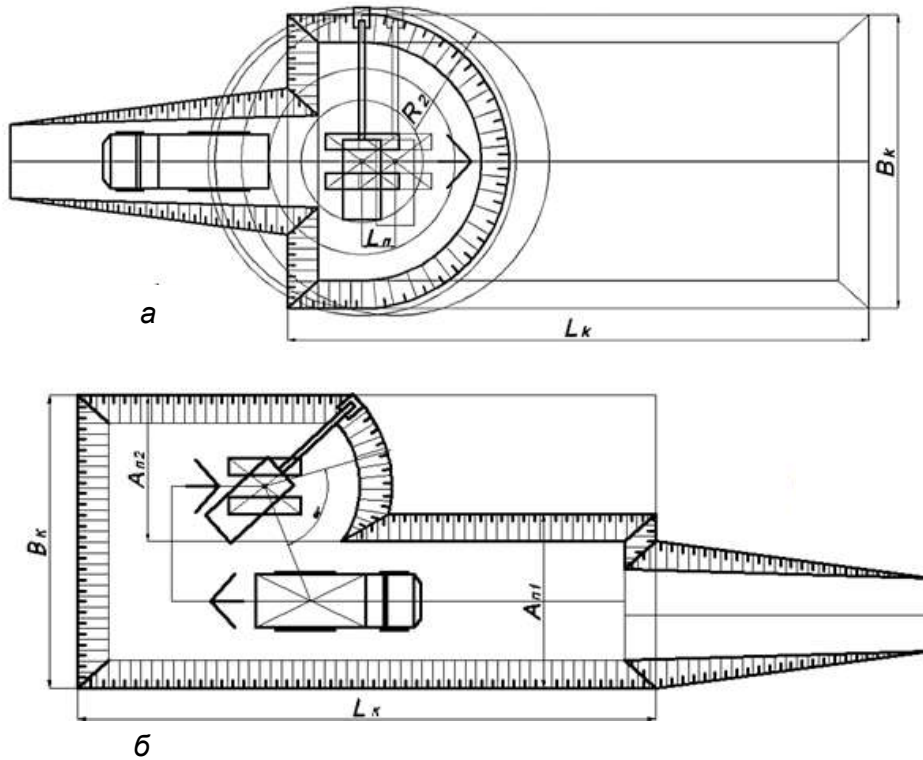


Рис. 8.18. Схеми переміщення екскаватора з прямою лопатою:
 а – з одним лобовим забоєм;
 б – з одним лобовим і декількома бічними забоями

Екскаватор із зворотною лопатою звичайно розміщують вище від виїмок – копає ґрунт нижче за рівень стоянки (рис. 8.19). Сучасні екскаватори з гідравлічною системою можуть копати ґрунт і вище від рівня стоянки, але така схема їх роботи не є основною.

Екскаватор успішно розробляє котловани і траншеї.

Параметри робочого місця екскаватора, обладнаного зворотною лопатою:

- 1) радіус габаритної зони встановлення екскаватора – R_0 ;
- 2) найменший радіус копання на рівні стоянки – R_1 ;
- 3) найбільший радіус копання на рівні стоянки – R_2 ;
- 4) найбільший радіус копання – R_3 ;
- 5) довжина робочого пересування – L_n ;
- 6) глибина копання – H_k ;
- 7) середній кут повороту на вивантаження в транспорт – α ;
- 8) ширина проходки – $A_{пр}$;
- 9) висота вивантаження – H_v ;
- 10) радіус вивантаження – R_v ;
- 11) ємкість ковша – g_k ;
- 12) довжина ковша під час планування – L_d .

Основними параметрами для вибору типу екскаватора зі зворотною лопатою є також довжина робочого пересування (L_n) і ємкість ковша (g_k).

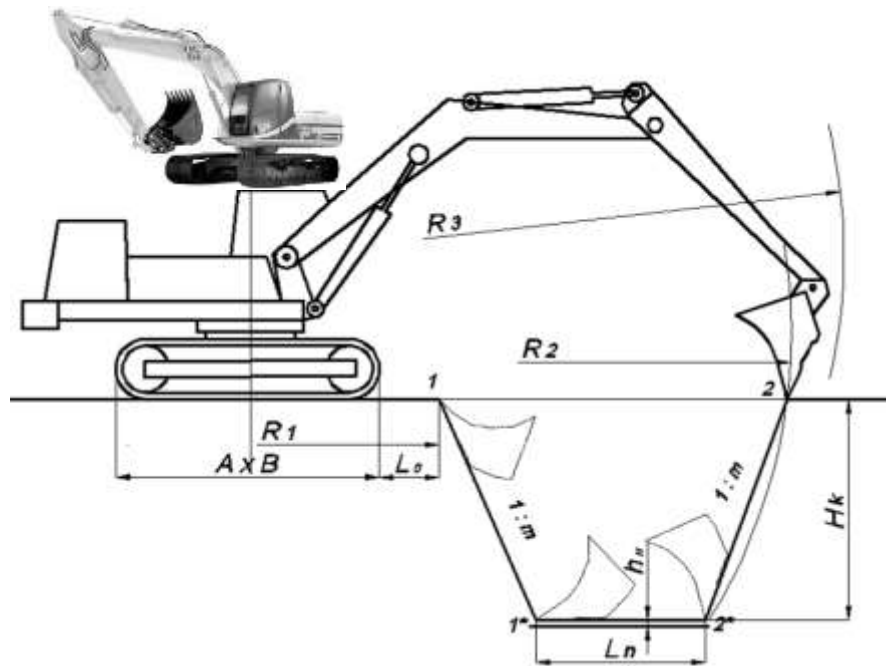


Рис.8.19.Схема робочого місця (забою) екскаватора зі зворотною лопатою під час влаштування котловану або траншеї:
 2, 1 – точки початку і кінця зони копання на рівні стоянки екскаватора; 2*, 1* – точки початку і кінця зони копання на рівні дна котловану; h_n – товщина шару недобору ґрунту

Довжину робочого пересування визначають за формулою:

$$L_n = (R_2 - H_k \cdot m) - (R_1 + H_k \cdot m) > L_d . \quad (8.12)$$

Якщо нерівності не дотримано, це означає, що екскаватор під час копання перебуває в русі, що є неприпустимим. Оптимальне значення довжини робочого пересування – $L_n = 1,5 \dots 2,5$ м.

Раціональне співвідношення ємкості ковша (g_k) і глибини копання (H_k) є аналогічним ($g_k \geq 1/3 \dots 1/4 H_k$). Сучасні моделі екскаваторів зі зворотною лопатою мають гідропривід, завдяки якому ківш повертається відносно рукоятки, тому співвідношення може бути меншим.

Слід перевірити відповідність висоти (H_e) і радіуса вивантаження (R_e) висоті транспортного засобу (H_{TP}) і його прив'язки в плані до екскаватора.

Потрібно також звернути увагу на середній кут повороту башти екскаватора на розвантаження в транспорт (α), раціональне значення якого повинно бути в межах $75 \dots 125$ град.

Для розроблення котловану екскаватором із зворотною лопатою не завжди влаштовують в'їзну траншею, а якщо і влаштовують, то її використовують для інших процесів.

Екскаратор із зворотною лопатою може бути використаний для розроблення котлованів і траншей з мокрими ґрунтами, оскільки він розміщується вище від рівня можливих ґрунтових вод.

Екскаратор із зворотною лопатою може розробляти ґрунт з навантаженням у транспорт (транспортна схема роботи), і з вивантаженням у відвал, завдяки цьому порівняно з прямою лопатою він є більш універсальним.

Залежно від співвідношення ширини котловану або траншеї (B_k) і найбільшого радіуса копання на рівні стоянки (R_2) визначають схему переміщення екскаратора. Використовують схеми з лобовим (торцевим) і бічним забоєм (рис. 8.20).

На правильне встановлення екскаратора щодо осі споруди впливає розміщення відвалу ґрунту. Вісь проходки екскаратора зміщується в бік більшого об'єму вивантаження ґрунту. Під час розроблення у відвал і на транспорт автомобілі підходять до екскаратора з боку, протилежного відвалу, а вісь проходки зміщується щодо осі траншеї в той бік, в який відвантажують більшу частину ґрунту.

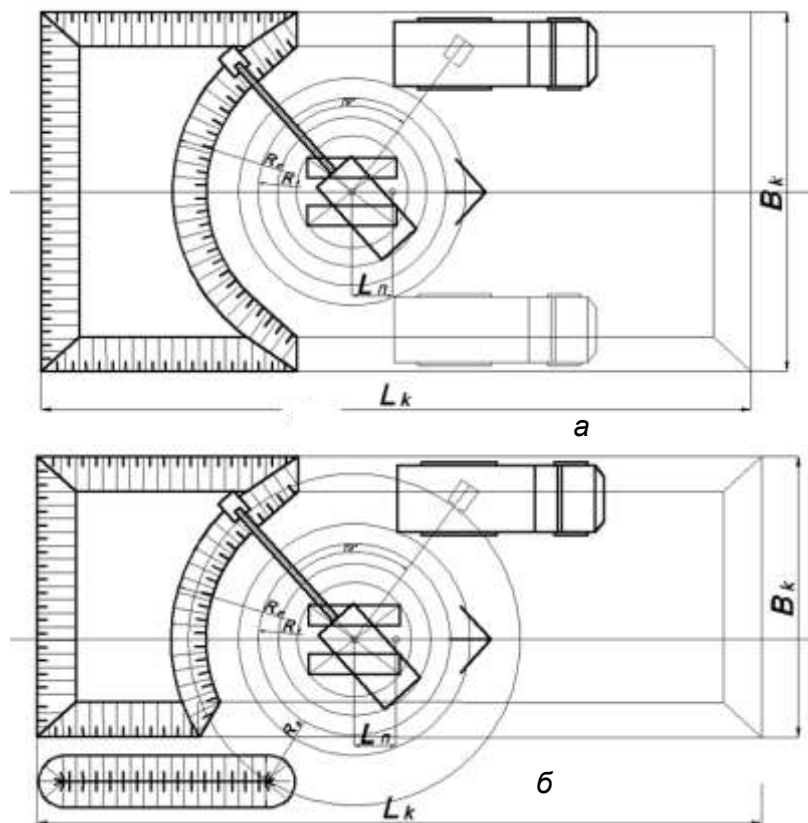


Рис.8.20. Схеми переміщення екскаратора зі зворотною лопатою:
 а – з одним лобовим (торцевим) забоєм для транспортної схеми;
 б – з одним лобовим (торцевим) забоєм для змішаної схеми

Процеси засипання й ущільнення ґрунтів

Продуктом цих процесів є заповнення порожнин між конструкціями будівель і стінками або укосами котлованів і траншей. Вимоги до якості продукту зумовлені певними фізико-хімічними властивостями матеріалу засипки. Однією з основних властивостей є щільність ґрунту засипання.

Засипання ґрунту в пазухи котлованів і його ущільнення виконують пошарово (рис. 8.21). Висота шару засипання h_p повинна бути більшою від висоти шару ущільненого ґрунту h_y на різницю між коефіцієнтом початкового розпушення і коефіцієнтом залишкового розпушення ґрунту, наприклад, у разі засипання глинистим ґрунтом (м'якою масною глиною) – на 20%, а піщаним ґрунтом – на 10%.

Процеси пошарового засипання й ущільнення ґрунту в пазухах котлованів виконують після влаштування фундаментів, гідроізоляції, утеплення, дренажної системи тощо. Зворотне засипання й ущільнення ґрунту в пазухах стін підвалів зазвичай виконують після влаштування перекриття над підвалом.

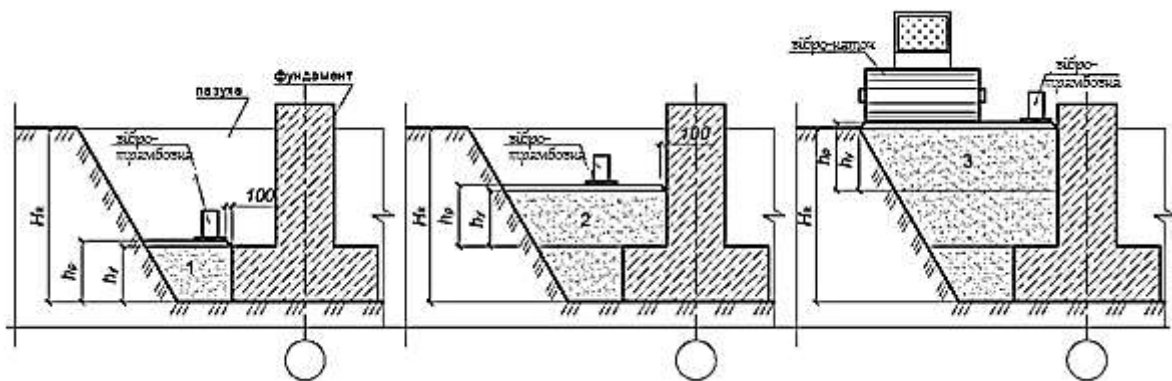


Рис. 8.21. Схеми зворотного засипання й ущільнення ґрунту в пазухах фундаменту:

1, 2, 3 – номер шару ґрунту

Під час виконання згаданих процесів потрібно унеможливити попадання поверхневих вод в пазухи котлованів і висихання ґрунтів. Для цього перерва між процесом зворотного засипання й ущільненням ґрунту повинна бути не більшою, ніж вісім годин.

Ґрунт навколо фундаментів (через небезпеку пошкодження) в обмежених місцях повинен бути ущільнений механічними трамбівками або вручну на ширину, рівну висоті ущільненого шару. Над підземними спорудами і над верхом фундаменту ущільнення виконують механічними трамбівками або вручну на висоту 0,2–0,4 м.

Процес ущільнення ґрунтів виконують за вологості, близької до оптимальної, за якої досягається найбільший ефект ущільнення.

Величина оптимальної вологості піску дрібного і середньої крупності становить 10 ... 15%; супісків – 9 ... 15%; суглинків – на 1%, глини – на 2% нижче від вологості на межі розкочування.

Сухі ґрунти потребують зволоження до оптимальної вологості. Процес зволоження виконують методом зрошення. Якщо величина оптимальної вологості перевищує верхню межу більш ніж на 20%, слід підсушити ґрунт розпушуванням або боронуванням, після чого виконати ущільнення ґрунту. Незв'язні і малов'язні ґрунти зволожують у відсипаному шарі незадовго до ущільнення.

У зонах достатньої ширини ущільнення виконують котками, віброкатками або трамбувальними машинами. При цьому ущільнений ґрунт розрівнюють малогабаритними бульдозерами, а в умовах обмеженого простору – вручну.

Зворотне засипання й ущільнення ґрунту в траншеях з прокладеними трубами виконують особливо обережно. Для цього в нижній частині труби відсипають й ущільнюють ґрунт похилими шарами (у бік від труби) на ширину і висоту, достатню для запобігання зсуву і руйнування труби під час подальшого засипання (рис. 8.22).

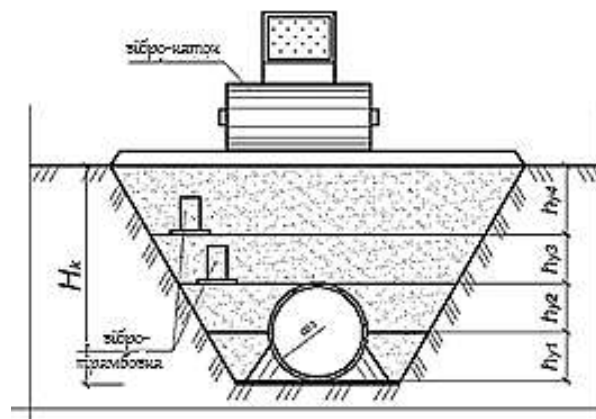


Рис. 8.22. Схема зворотного засипання й ущільнення ґрунту в траншеях після прокладання трубопроводу

ґрунт потрібно вкладати, розрівнювати й ущільнювати пошарово по обидва боки труби. Несиметричне укладання ґрунту щодо осі труби може призвести до її зміщення, а іноді й руйнування.

Процес ущільнення слід починати, рухаючись від зони, найближчої до фундаменту, і поступово наближатися до краю укосів.

Ущільнення ґрунту вручну – дуже трудомісткий процес. Товщина ущільнюваних шарів не перевищує 30 см. Використання вібротрамбівок дає можливість підвищити продуктивність праці та збільшити товщину відсипаного шару ґрунту до такої величини (орієнтовно): у засипці піском – до 70 см; супіском або суглинком – до 60 см; глиною – до 50 см.

8.5. Процеси проколювання і продавлювання ґрунтів

Нині застосовують технології перероблення ґрунтів без влаштування виїмок і насипів. Ґрунти можуть тільки ущільнюватися внаслідок проколювання і продавлювання. Навколо отвору, утвореного проколюванням або вдавлюванням ґрунт у зоні може ущільнюватися на 2–3 діаметра отвору. При цьому виймання ґрунту не потрібне.

Зводючи будинки, часто використовують фундаменти глибокого закладення (палі). Готові конструкції палей, залежно від характеристик ґрунту, занурюють у ґрунт способом вдавлювання, забивання, вібраційного занурення.

Для полегшення занурення палей іноді в ґрунті влаштовують вертикальні отвори, діаметром, меншим за діаметр палі. Такий отвір дістав назву піонерної свердловини. Полегшити занурення палі можна, застосувавши підмивання водою під вістря палі.

Ударний метод ґрунтується на використанні енергії удару (впливу ударного навантаження), під дією якої палля своєю нижньою загостреною частиною занурюється в ґрунт. У міру занурення вона зміщує частинки ґрунту в різні боки, частково вниз або вгору. В результаті занурення палля витісняє об'єм ґрунту, який практично дорівнює об'єму її зануреної частини.

Ударне навантаження на оголовок палі створюють спеціальні механізми, робочим органом яких слугують молоти і вібромолоти. Для піднімання й встановлення палі в задане положення і для забивання палей з передаванням зусилля від молота до палі строго у заданому положенні застосовують спеціальні пристрої – копри (рис. 8.23).

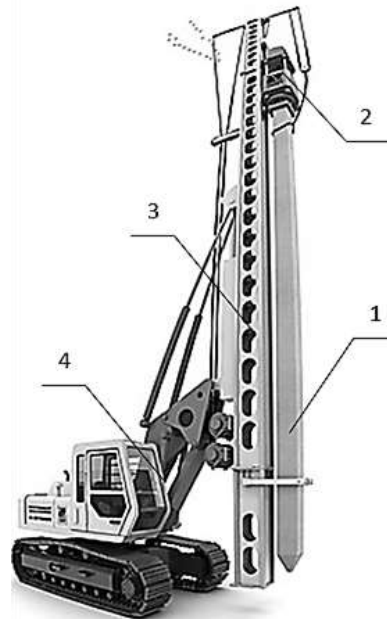


Рис. 8.23. Машина з обладнанням для забивання палей:
1 – палля, 2 – молот, 3 – напрямна (штанга-копер),
4 – базова машина

Підготовчий процес полягає в пересуванні й встановленні копра на місце забивання палі. Основний процес складається з піднімання і встановлення палі на штангу копра.

Основна робоча частина копра – його стріла, уздовж якої встановлюють перед зануренням трубчастий дизель-молот одиночної або подвійної дії, який працює від двигуна внутрішнього згорання. Похилі палі занурюють в ґрунт копрами з похилою напрямною.

Від кожного удару молота паля занурюється на певну глибину, яка зменшується в міру її заглиблення. Далі настає момент, коли глибина забивання палі практично є непомітною. Паля заглиблюється в ґрунт на одну і ту саму малу величину. Ця величина дістала назву відмова палі.

Величина відмови – середнє значення від десяти ударів або від серії ударів за одиницю часу. Таку серію ударів називають заставою. Застава – серія ударів, виконуваних для вимірювання середньої величини відмови: для дизель-молотів одиночної дії в заставі 10 ударів; для дизель-молотів подвійної дії відмову визначають за 1 хв забивання.

Заміри виконують з точністю до 1 мм, забивання припиняють після досягнення задано за проектом відмови (розрахункова). Якщо середня відмова в трьох послідовних заставках не перевищує розрахункового значення, процес забивання палі вважають закінченим.

Занурення палі вібрацією здійснюють за допомогою вібраційних механізмів, що справляють динамічні дії, які дають змогу подолати опір тертя палі по ґрунту на її бічних поверхнях, лобовий опір ґрунту, що виникає під вістрям палі, і занурити палю на проектну глибину.

На швидкість занурення й амплітуду коливань впливає маса частин палі, що вібрують, вібратора, його ексцентриситет, щільність ґрунту, який бере участь в коливаннях, частота коливань віброзанурювача. Завдяки вібрації для занурення палі в ґрунт потрібно в десятки разів менші зусилля, ніж для забивання.

Для влаштування котлованів під окремі поодинокі фундаменти може бути використана технологія штампування ґрунту спеціальним штампом великої маси. Технологія дістала назву витрамбування котлованів.

Ця технологія полягає в тому, що котлован під фундамент не розробляють звичайним способом, а витрамбовується на потрібну глибину (до 3,5 м) штампом-трамбівкою. При цьому в одній дії поєднуються два процеси – влаштування котловану й ущільнення ґрунту основи.

Штамп-трамбівка являє собою залізобетонну призму із загостреним кінцем (формою нагадує палю) масою 8 ... 10 т і висотою до 4 ... 4,5 м.

У будівництві поширеною є технологія проколювання ґрунтів для прокладання трубопроводів і кабелів. Проколювання виконують спеціальними установками з гідравлічними домкратами або за допомогою пневмопробійників.

Запитання для самопідготовки та контролю знань

1. Які переваги дають технології проколювання і вдавлювання ґрунтів?
2. Охарактеризуйте послідовність зворотного засипання й ущільнення ґрунту в пазах фундаментів будівлі.
3. Які схеми проходження екскаваторів під час розроблення котлованів вважаються основними?
4. Як використовують залежність параметрів котлованів від технічних можливостей екскаваторів?
5. Визначте довжину робочого пересування екскаватора з прямою і зворотною лопатою.
6. До якого рівня структури технологічного процесу належать процеси влаштування котлованів і траншей?
7. Які схеми руху бульдозерів і скреперів вважають основними у вертикальному плануванні майданчиків?
8. Які властивості ґрунтів належать до технологічних?

9. ПРОЦЕСИ ВЛАШТУВАННЯ КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ

Конструкції будинків можуть бути виконані з каменю і цегли. Мурування з каменю – найдавніша з усіх відомих технологій. Штучне каміння або цеглу зазвичай укладають рядами на будівельному розчині, монтажній мастиці (клеї) або насуху в певній послідовності. Структура технологічного процесу значною мірою залежить від фізико-хімічних властивостей штучних матеріалів.

9.1. Класифікація і властивості кам'яних конструкцій

Кам'яні конструкції будівель класифікують так само, як збірні та монолітні конструкції (табл. 9.1). Для уявлення про різноманіття конструктивних рішень будівель будь-яка конструкція будівлі може бути описана множиною:

$$S = \{M_a, P_o, U_i\}, \quad (9.1)$$

де M_a – множина, яка описує матеріал конструкцій (каменю або цегли);

P_o – множина, яка описує положення конструкцій в просторі;

U_i – множина, яка описує можливі форми конструкцій.

Таблиця 9.1

Класифікація кам'яних конструкцій за ознаками

Ознаки		
матеріал M_a	положення P_o	форма U_i
камінь	горизонтальне	лінійна
цегла	вертикальне	плоска
блок	похиле	об'ємна

За матеріалом найбільшого поширення набули штучні вироби у вигляді цегли керамічної глиняної звичайної, а також цегли силікатної з усталеними модульними розмірами 250 x 120 x 65 мм. Промисловість випускає цеглини і з іншими розмірами.

Випускають повнотілу і пустотілу цеглу. Останніми роками набули поширення керамічні і бетонні блоки з щілинними отворами для полегшення і підвищення термостійкості.

Рідше виконують мурування з природних каменів правильної і неправильної форми з укладанням на розчин або під заливання.

Властивості кам'яної кладки. Кам'яна кладка (мурування) повинна бути міцною, стійкою і щільною. Останнім часом з огляду на нові норми теплопровідності зовнішніх стін будівель (вимоги підвищені) використовують додаткові конструктиви утеплювачів. Тому до теплопровідності кам'яної кладки вимоги знижено, що зумовило зменшення товщини зовнішніх стін.

Щільність кам'яної кладки надає конструкції опір проникненню вітру, вогнестійкість, стійкість до атмосферних впливів.

Міцність і стійкість кладки залежать від міцності (марки) каменю або цегли, марки розчину, товщини горизонтальних і вертикальних швів, від розміщення цегли або каменю в кладці (розрізання по швах).

Марка цегли, блоків і каменів є відповідною зусиллю стиснення в плоскому положенні. До низькомарочних належать штучні вироби марки 75...100 кг/см². Високим маркам відповідають вироби міцністю 125...00 кг/см². Природні камені типу граніту можуть мати міцність, більшу за звичайну.

Межа міцності кам'яної кладки становить 40...50% міцності каменю (цегли), оскільки окремі камені, спираючись на розчин в окремих точках, починають працювати на вигин, а не на стиск, крім того, щільність і товщина розчинної постелі в горизонтальних швах є неоднаковими. Зменшення товщини швів знижує міцність кладки через те, що укладені цеглини або камені працюють на вигин. Збільшення товщини швів також знижує міцність мурування, через те що розчин має меншу міцність порівняно з цеглою.

Товщина горизонтальних клейових швів в цегляній кладці порівнянна з розмірами цегли. Для модульної керамічної або силікатної цегли товщина горизонтальних швів повинна бути не меншою за 10 мм і не більшою, ніж 15 мм. Середня товщина горизонтальних швів у межах висоти поверху – 12 мм. Товщина вертикальних швів в середньому повинна бути 8...10 мм.

Міцність і стійкість мурування залежать також від розміщення (розрізання) каменів в кладці. Для цього потрібно цеглу, каміння або блоки викладати горизонтальними рядами перпендикулярно силам, що діють на кладку.

Мурування всередині кожного ряду слід виконувати так, щоб вертикальні шви між суміжними каменями були перпендикулярні площині постелі і зовнішньої (лицьовій) поверхні кладки. Під кожним вертикальним швом укладеного ряду розміщують цеглини (камені) наступного ряду.

Правильне поєднання марок цегли і марок розчину дає можливість отримати кладку належної міцності і раціонально використовувати властивості матеріалів.

Під час виконання кладки конструкцій звертають увагу на забезпечення її стійкості. Стійкість мурування залежить від товщини і висоти стін, системи перев'язування швів і величини вертикальних і горизонтальних вітрових навантажень. Стійкості і міцності кладки досягають завдяки дотриманню горизонтальності рядів, вертикальності поверхонь, застосуванню розчинів певних марок і системи перев'язування швів.

9.2. Структура будівельного процесу

Процес кам'яного (цегляного) мурування має специфічні назви, пов'язані з назвами елементів цегли і назвою рядів кладки. Ці назви склалися історично, традиційна термінологія залишається незмінною.

Грань цегли з більшою поверхнею (для модульної цегли – 250 x 120 мм) називають постіллю, довгу вузьку бічну грань (250 x 65 мм) – ложка (довжиком), коротку торцеву грань (120 x 65 мм) – тичком (поперечиною).

Цеглини, які вкладають у зовнішніх рядах кладки, називають відповідно до орієнтації щодо фасаду будівлі. Ті, які виходять на фасад, називають зовнішньої верстою, а ті, що всередину приміщень – внутрішньої верстою, хоча точніше було б називати ці ряди відносно виконавця процесу: рядок, більш віддалений від виконавця, – це зовнішня верста.

Ряд, який назовні виходить торцями цегли, називають тичковим (поперечниковим), а той, що виходить бічною гранню цегли, – ложкавим (довжинковим). Ряди цегли між верстовими рядами називають забутовкою (забуткою).

Технологічний процес мурування конструкцій будівлі належить до процесів другого рівня (TP_g), які поділяються на підпроцеси третього рівня (TP_p). Цей процес має певну структуру.

Підготовчі процеси охоплюють:

- розмічування положення конструкцій у плані будівлі;
- установлення маяків;
- сортування цегли за розмірами і кольором, якщо є такі вимоги;
- попереднє замочування цегли в разі високої пористості матеріалу;
- установлення риштування за значної висоти робочого рівня.

До основних процесів належать такі:

- установлення порядовок і натягування причалок (шнурів);
- нанесення розчину на поверхні ряду кладки під зовнішню версту;
- укладання зовнішньої версти;
- нанесення розчину на поверхні ряду кладки під внутрішню версту;
- укладання внутрішньої версти;
- нанесення розчину під забутку;
- укладка забутки.

До допоміжних процесів належать:

- рубання або розпилування цегли на частини ($1/2$, $1/3$, $1\frac{1}{4}$ цілого);
- перевіряння правильності викладеного ряду кладки;
- перелопачування розчину в ящику; подавання розчину на стіну;
- подавання і розкладання цегли на стіні або риштуванні;
- розшивання швів, якщо стоїть таке завдання.

Мурування конструкцій та їх елементів (стін, стовпів, колон), а також укладання цегли під опорними частинами конструкцій незалежно від системи перев'язування слід починати і закінчувати поперечниковим (тичковим) рядком (шаром).

Товщину цегляних (кам'яних) конструкції вимірюють цілими цеглинами (їх поздовжнім боком), одиниця виміру – одна цеглина, тому зазвичай ідеться про кількість цілих цеглин і їх половинок, які поміщаються в товщі конструкції (рис.9.1).

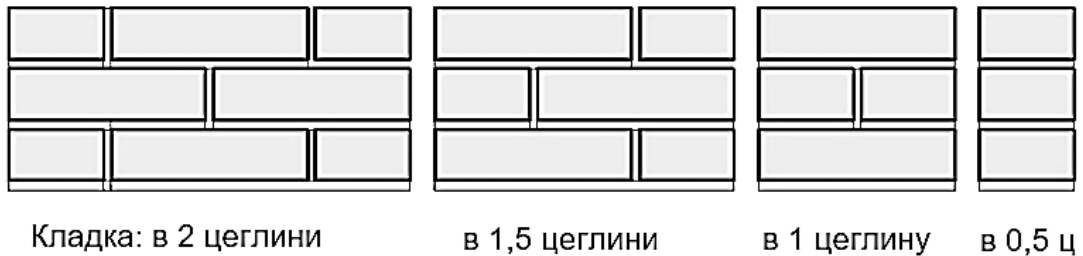


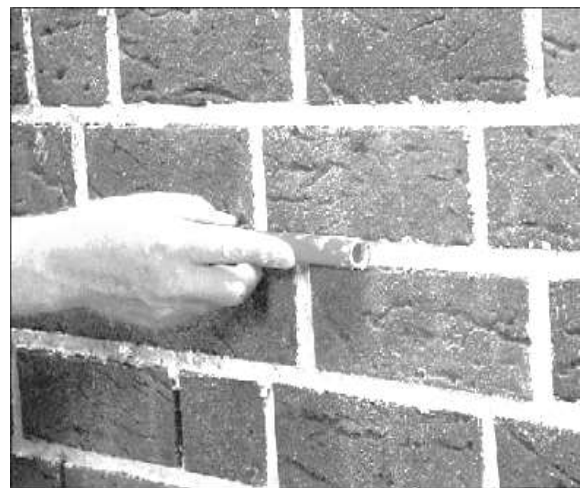
Рис. 9.1. Схема укладання цегли по товщині конструкції

Укладання рядів цегли слід починати із зовнішньої версти. Якщо передбачена тришарова стіна з утеплювачем всередині, то можна починати мурування з внутрішньої версти. При цьому риштування треба встановлювати з боку фасаду.

Мурування зазвичай ведуть в напрямку від одного з кутів будинку до іншого. Попередньо піднімають кути за схемою ступенів на три-чотири ряди. Закріплюють в кутах причалку на висоті одного ряду. Шнур причалки натягують із зазором завширшки приблизно 2-3 мм від зовнішньої межі версти (рис. 9.2, а).



а



б

*Рис. 9.2. Укладання цегли по причалці та оброблення швів розшиванням:
а – укладання цегли; б – оброблення швів*

По завершенні процесу мурування, до повного висихання розчину, шви додатково можуть бути оброблені (рис. 9.2, б). Якщо планується оштукатурювання поверхні, то шви можна не оброблювати.

9.3. Правила мурування конструкцій будівель

Цегляну кладку виконують за спеціальною схемою, яка має назву «перев'язування цегли». Ця схема зумовлює обов'язкове закриття цеглою верхнього ряду швів (проміжків) між цеглинами нижнього ряду (див. рис. 9.1). Виконують перев'язування поперечних, поздовжніх і вертикальних швів. Перев'язують поперечні шви ложковими і тичковими рядами, а поздовжні шви – тичковими. Перев'язування дає можливість створити міцну кладку з правильним розподілом навантаження по всій стіні, а також ощадливо використовувати цеглу.

Поздовжні шви перев'язують для того, щоби мурування не розшаровувалося вздовж стіни на більш тонкі стінки і щоби напруження в кладці від навантаження рівномірно розподілялися по ширині стіни.

Поперечні шви перев'язують для поздовжнього зв'язку між окремими цеглинами, що сприяє розподілу навантаження на сусідні ділянки кладки і монолітність стін.

Виділяють кілька видів перев'язування цегли в кладці. У практиці найчастіше застосовують одно-, три- і багаторядну системи перев'язування. В однорядній (ланцюговій) кладці ложкові і тичкові ряди послідовно змінюють (рис. 9.4, а), таким чином досягають симетричного закриття нижніх швів на $1\frac{1}{4}$ довжини цегли завдяки зміні тичкових і ложкових рядів кладки.

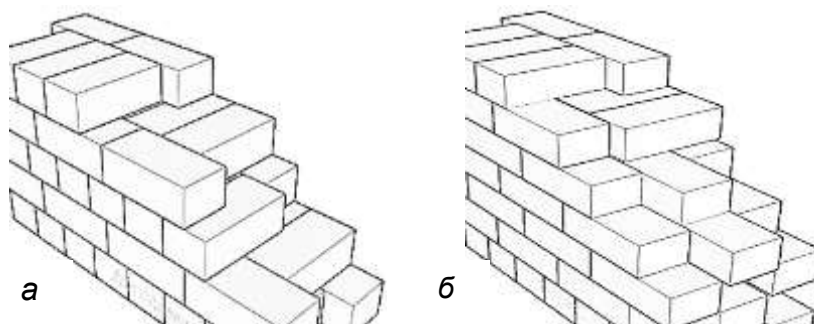


Рис. 9.4. Система перев'язування кладки:
а – однорядна; б – багаторядна

За багаторядного перев'язування кладки поздовжні вертикальні шви через кожні п'ять ложкових рядів перекривають тичковим рядком. Вертикальні шви в чотирьох ложкових рядах перекривають ложками суміжних рядів на півцеглини, а шви верхнього ряду – тичками шостого ряду на чверть цеглини (рис. 9.4, б)

Залежно від розмірів цегли встановлено максимальну висоту ложкової кладки між тичковими рядами для різних видів мурування: з одинарної цегли завтовшки 65 мм – один тичковий ряд на шість рядів кладки; з полуторної цегли товщиною 88 мм – один тичковий ряд на п'ять рядів мурування ложком.

Для посилення кладки може використовуватися трирядна система перев'язування, за якою тичковий ряд укладають через три ложкових (довжинкових) ряди. Посилення можна досягти також шляхом армування кладки в рядах сталеву сіткою з діаметром стержнів не більш ніж $1/3$ висоти шва, вкладаючи її через кожні 3-4 рядки.

Багаторядна система перев'язування рекомендується як основна для зведення стін завтовшки в півтори і дві цеглини. За багаторядного перев'язування стін підвищується продуктивність праці, оскільки укладання ложкових цеглин по шнуру є продуктивнішим, ніж тичкових; простіше досягається точність перев'язування, скорочується кількість більш трудомістких поперечних швів. Багаторядну систему перев'язування не допускається застосовувати для мурування стовпів, тому що через неповне перев'язування швів вони будуть недостатньо міцними. Стовпи і простінки завширшки до одного метра слід викладати за трирядною системою.

Перше правило розрізання кладки визначає максимально допустимий кут нахилу можливої сили, що діє на горизонтальний ряд мурування. Сила P , що діє на площину постелі цегли під кутом, розкладається на вертикальну силу – $P_1 = P \cos\alpha$, і горизонтальну силу – $P_2 = P \sin\alpha$, яка прагне зрушити камінь в горизонтальному напрямку (рис. 9.5, а).

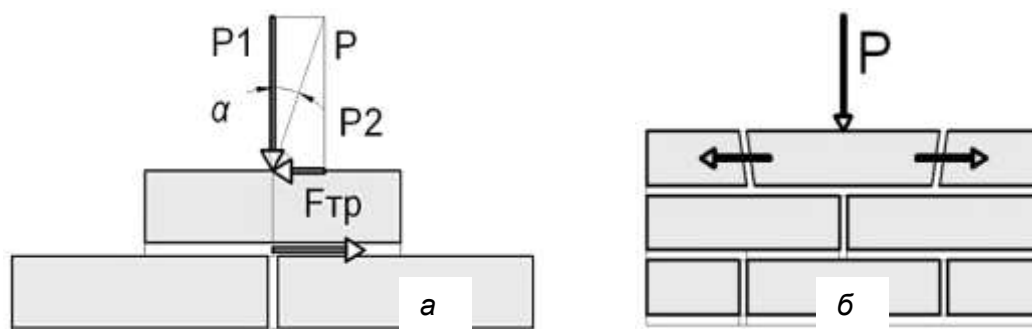


Рис. 9.5. Схема до правил мурування конструкцій:

а – визначення допустимого куту нахилу сили стискання;

б – правила перпендикулярності вертикальних площин цегли

Для того щоби уникнути зсуву верхнього каменя, потрібно, щоби зсувна сила P_2 була меншою за силу тертя $F_{тр} = f P \cos\alpha$ (де f – коефіцієнт тертя), тобто $P \sin\alpha \leq P \cos\alpha$. Тоді $\operatorname{tg}\alpha \leq f = \operatorname{tg}\varphi$, де φ – кут тертя, що дорівнює $30\dots35^\circ$. Для належного запасу міцності (як правило, рівного 2) кут α не повинен бути більшим за $15\dots17^\circ$.

Друге правило розрізання кладки на шви полягає в перпендикулярному розміщенні вертикальних площин (швів) щодо горизонтальних (рис. 9.5, б). Якщо ряди кладки розчленувати за системою довільних площин, то в муруванні

з'являться клиноподібні ділянки, які під дією навантаження розсуватимуть суміжні цеглини і відбудеться розрив кладки.

Третє правило розрізання кладки на шви визначає взаємне розміщення вертикальних поздовжніх і поперечних швів в суміжних рядах мурування. Камені вищого ряду потрібно укладати на нижній ряд так, щоб вони перекривали вертикальні шви між каменями в поздовжньому і поперечному напрямку, тобто мурувати слід з перев'язуванням вертикальних швів у суміжних рядах. Таке перев'язування швів запобігає розшаруванню кладки на окремі стовпчики, отже, її руйнуванню.

Запитання для самопідготовки і перевірки знань

1. Розкрийте принципи, сформульовані в трьох правилах розрізання кладки.
2. Чому сила стискання кладки відносно цегли не повинна відхилятися від площини постелі?
3. Які системи перев'язування кладки є найбільш продуктивним?
4. З якою метою виконують розшивання швів кладки?
5. У яких випадках шви кладки не розшивають?
6. Охарактеризуйте структуру технологічного процесу цегляного мурування.
7. Які особливості кам'яного мурування належать до технологічних?

10. ПРОЦЕСИ МОНТАЖУ ЗБІРНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ

10.1. Класифікація і властивості збірних конструкцій

У технологіях монтажу збірних конструкцій, у системі перетворень предметом праці (об'єктом перетворення) є конструкції будівлі, попередньо виготовлені на заводах (див. рис. 1.1).

В об'ємі будівлі формується певна номенклатура конструкцій за типами та їх кількістю. Конструкції класифікують за її формою і положенням у просторі, а також за такою ознакою, як матеріал конструкції (табл.10.1).

Для уявлення про різноманіття конструктивних рішень будівель будь-яка конструкція може бути описана множиною (9.1), у якій складова M_a , що характеризує матеріал, щоразу має іншу ознаку.

Таблиця 10.1

Класифікація збірних конструкцій за ознаками

Ознаки:		
матеріал M_a	положення P_o	форма U_i
металеві	горизонтальне	лінійна
дерев'яні	вертикальне	плоска
армобетонні	похиле	об'ємна

Будівлі з штучних конструкцій називають збірними. Ці конструкції виготовляють заздалегідь до складання в будівлю. Процес складання називається монтажем. Виготовляють конструкції на заводах залізобетонних, металевих або дерев'яних конструкцій.

За матеріалом конструкцій збірні будівлі поділяються на армобетонні, металеві або дерев'яні.

Основні властивості конструкцій: геометричні, фізичні і механічні.

До геометричних параметрів належать довжина, висота і ширина конструкції. Стосовно плоских конструкцій, таких як плити або панелі, то слово «висота» замінюють терміном «товщина».

Фізичні параметри – це маса і положення її центра ваги. До механічних властивостей належать міцність конструкції на згин, стиск і розтяг.

За одиницю виміру армобетонних і дерев'яних конструкцій береться метр кубічний матеріалу, з якого вони виготовлені, а металевих конструкцій – одну тону металу. Параметрами для нормування технологічного процесу є штуки конструкцій і їх маса

Для каркасних систем будівель характерними конструкціями є колони, ригелі, плити перекриття і покриття, кроквяні балки і ферми, панелі стін, сходові

марші і площадки та ін. Для панельних будинків – панелі стін, плити перекриття і покриття, просторові блоки, сходові марші і площадки.

10.2. Структура будівельного процесу

Монтаж будівельних конструкцій – це процес другого рівня (TP_p), який складається з підпроцесів третього рівня (TP_0). Залежно від методів подачі (напрямку і характеру переміщення) збірних конструкцій в зону опор і з'єднань змінюється структура технологічного процесу.

Найбільшого поширення набули методи монтажу за допомогою будівельних кранів. Їх називають крановими методами монтажу. Методи монтажу, в яких кран не використовують в основних процесах називають безкрановими методами монтажу.

До основних процесів кранових методів монтажу належать такі:

- подача гака крана і стропування конструкції;
- піднімання і подача конструкції в зону монтажу (в зону опор і з'єднань);
- орієнтування (наведення), посадка і встановлення конструкції на опори;
- тимчасове закріплення і відстропування конструкції. Якщо конструкція має властивість власної стійкості, то тимчасове закріплення не потрібне, а відстропування виконують після вивірення конструкції;
- вивірення конструкції;
- проектне (постійне) закріплення конструкції. Процес може бути виконаним за одну або дві дії. У разі поділу процесу першу дію виконують в циклі основних процесів під час закріплення, що надає конструкції надійного стійкого положення. Друга дія – за межами циклу основних процесів. При цьому друга частина процесу закріплення разом з першою потрібна для надійного з'єднання на стадії експлуатації будівлі.

До підготовчих процесів належать:

- підготовка опор і робочого місця до монтажу конструкції;
- підготовка конструкції до піднімання.

Допоміжні процеси охоплюють:

- переміщення й установаження оснащення для конструкції;
- переміщення й установаження оснащення робочого місця виконавців;
- приймання і контроль якості змонтованої конструкції.

Для кранових методів монтажу характерними є операції піднімання, подачі і посадки конструкцій на опори (рис. 10.1).

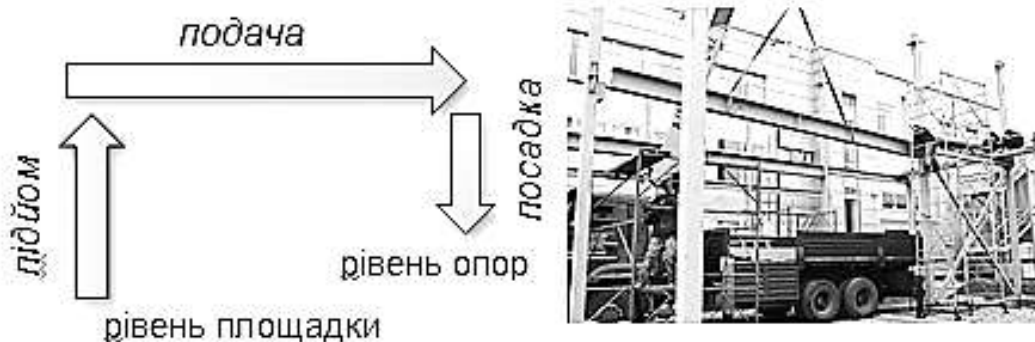


Рис. 10.1. Векторне зображення операцій для кранових методів монтажу конструкцій

Під час монтажу декількох однойменних конструкцій поспіль можливим є суміщення процесів в часі. Для цього бригада виконавців розділяється на кілька ланок. Як приклад наведено модель процесу монтажу декількох збірних залізобетонних колон каркасного будинку трьома ланками виконавців за допомогою одномісних кондукторів, призначених для тимчасового закріплення і вивіряння колон (рис. 10.2).

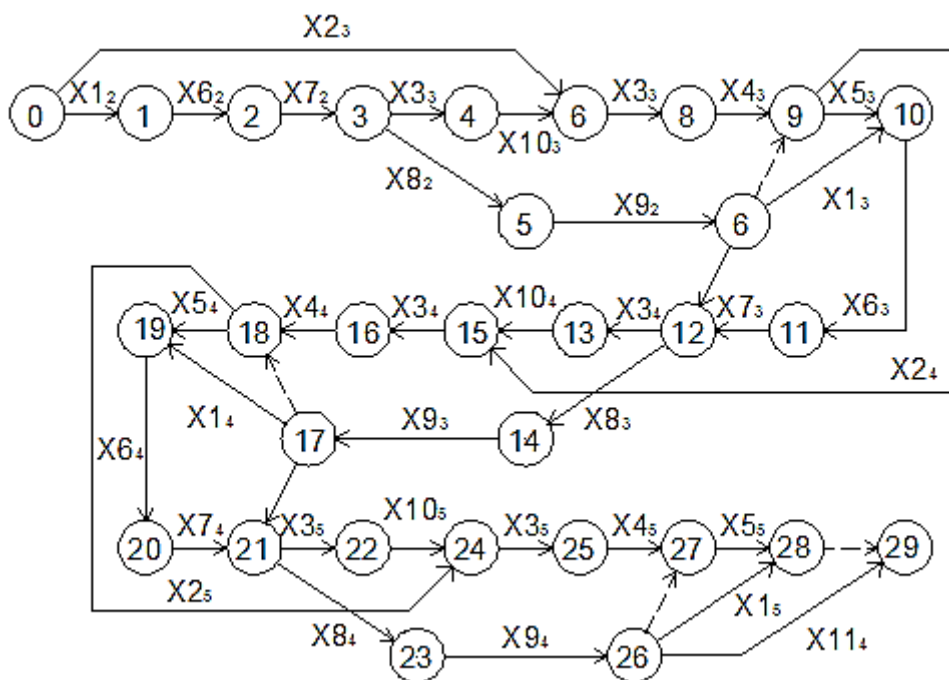


Рис. 10.2. Сітьова модель процесу монтажу колон для варіанта переміщення й установлення одномісних кондукторів краном

На рис. 10.2 вжито такі позначення:

$X1_j$ – підготовка опор і робочого місця для монтажу колони (j);

$X2_j$ – підготовка колони (j) до піднімання;

- X3_j – подача гака крана і стропування (j) колони;*
- X4_j – піднімання і подання (j) колони в зону опор;*
- X5_j – наведення (j) колони під час подачі в зону посадки;*
- X6_(j-1) – орієнтування й устанавлення (j-1) колони на опори;*
- X7_(j-1) – тимчасове закріплення і відстропування (j-1) колони;*
- X8_(j-1) – вивірення (j-1) колони;*
- X9_(j-1) – перша частина постійного закріплення (j-1) колони;*
- X10_j – переміщення й устанавлення оснащення для (j) колони;*
- X11_j – друга частина постійного закріплення (j-1) колони.*

Складати будівлі можна не тільки цілими конструкціями, а й з їх елементів. У такому разі на об'єкт будівництва із заводу виробника завозяться окремі частини конструкцій, які називають відправними марками, а процес – монтажем конструкцій відправними марками, або дрібноштучним монтажем.

Наприклад, для монтажу металевої ферми з прогоном 51 м і заввишки 7 м немає можливості доставити її на об'єкт цілком (з огляду на дорожні габарити), тому на об'єкт доставляють окремі елементи ферми – пояси, стійки, розкоси та ін. Перед монтажем на будівельному майданчику всі елементи збирають в конструкцію цілої ферми (конструкцію укрупнюють).

Процес укрупненого складання відправних елементів у конструкцію або укрупнення конструкцій у монтажні блоки схожий за структурою з монтажним процесом. Відмінність лише в розміщенні елементів під час складання. Укрупнений монтаж елементів конструкцій виконують на спеціальних майданчиках, стендах, складальних лініях. Процес безпосереднього монтажу відбувається на проектних відмітках у каркасах будівель з виконанням постійних з'єднань конструкцій.

До основних процесів безкранових методів монтажу належать:

- з'єднання конструкції з механізмом переміщення (лебідками, маніпуляторами, домкратами та ін.);
- переміщення конструкції в зону опор і з'єднань;
- тимчасове закріплення і відкріплення конструкції. Якщо конструкція має властивість власної стійкості, то тимчасове закріплення непотрібне, від'єднання виконують після вивірення конструкції;
- вивірення конструкції;
- проектне (постійне) закріплення конструкції. Процес так само, як і для кранових методів, може виконуватися за одну або дві дії.

Підготовчі процеси:

- підготовка опор і робочого місця до монтажу конструкції;
- підготовка конструкції до переміщення.

До допоміжних процесів належать:

- переміщення й установлення оснащення для конструкції;
- переміщення й установлення оснащення робочого місця виконавців.

Частиною завершального допоміжного процесу є приймальний контроль якості змонтованої конструкції.

Для безкранових методів монтажу характерними є операції лінійного або радіального переміщення конструкції на опори (рис. 10.3).

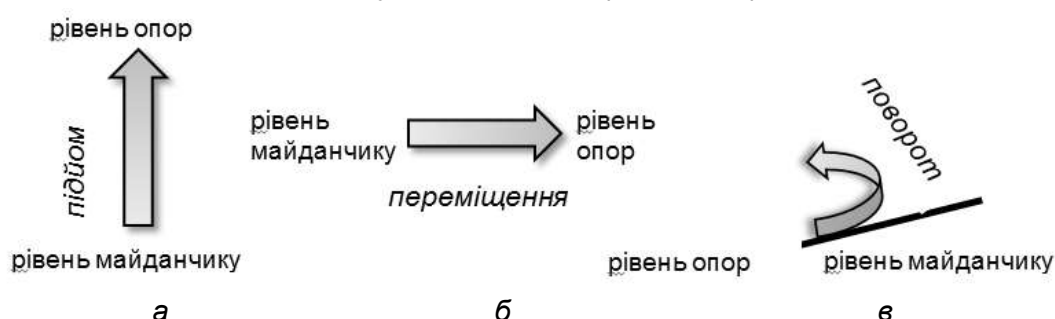


Рис. 10.3. Векторне зображення операцій за безкранових методів монтажу конструкцій

Ці методи можна умовно поділити так: метод піднімання (рис. 10.3, а), метод горизонтального або похилого (з невеликим ухилом) переміщення (рис. 10.3, б) і метод повороту (рис. 10.3, в).

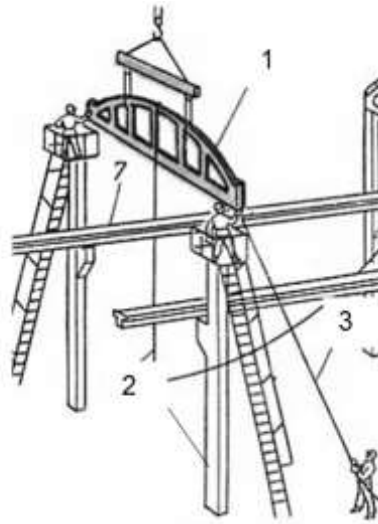
10.3. Методи встановлення конструкцій на опори

Процес орієнтування (наведення), посадки й встановлення конструкції на опори є характерним для кранових методів монтажу. Відповідно до послідовності виконання операцій під час монтажу будівельних конструкцій першою розглядають операцію орієнтування конструкції в просторі перед посадкою на опори (посадку виконують вертикально на відстань 0,5 ... 1 м).

У теорії монтажних процесів розглядаються два методи виконання операції орієнтування конструкції в просторі – вільний і обмежувальний.

Метод вільного орієнтування конструкції полягає в наведенні конструкції в зону її посадки за допомогою відтяжок вручну. На конструкцію, підготовлену до піднімання, закріплюють відтяжки (канати) таким чином, щоби монтажникам було зручно виконувати повороти піднятої на гаку крана конструкції в потрібному напрямку (рис. 10.4).

Гранично можлива точність наведення конструкцій на опори кранами з гнучким підвішуванням вантажу становить 20 ... 50 см і залежить в основному від конструктивних особливостей кранів і кваліфікації кранівників [5]. Участь монтажників у процесі наведення конструкцій обмежена масою монтованих конструкцій. За маси конструкції більш як 2 т наведення й орієнтування у вертикальній площині без допомоги спеціального оснащення важко виконати, а за маси понад 5 т – практично неможливо.



*Рис. 10.5. Схема вільного наведення ферми перед посадкою на опори:
1 – колона (опора); 2 – ферма; 3 – відтяжка*

Для методу орієнтування з обмеженням за характером переміщення конструкцій розглядають дві зони – за висотою і за допусками на обмеження. Перша зона, характерна під час подавання і наведення монтованої конструкції в зону посадки за обмеження з великими допусками (грубо), це зона, в якій робітники практично не беруть участі в процесі, а обмеження накладається спеціальною оснасткою, що в практиці будівництва дістала назву обмежувачів-уловлювачів.

Друга зона характерна для посадки конструкції за обмеження переміщень з малими допусками (точно) – це зона, де робітники можуть брати участь у процесі, а обмеження накладається спеціальною оснасткою, яка в практиці будівництва відома як напрямні пристрої під назвою «обмежувачі-напрямні».

Залежно від контакту з гранями і ребрами конструкцій модулі-обмежувачі за типом робочого середовища класифікують як жорсткі, пружні, в'язкі (магнітні, повітряні, рідкі та ін.) і комбіновані. У практиці будівництва найчастіше використовують обмежувачі з жорстким і пружним робочими органами.

Пружні обмежувачі призначені для проходження конструкцій по обмежувальних площинах або лініях з великими допусками на перетинах і зазорах, вони компенсують похибки геометричних параметрів конструкцій, повертаючи пружною силою переміщувану конструкцію в зону менших допусків. Пружні обмежувачі виконують також функцію демпферів, які приглушують удар конструкцій.

Жорсткі обмежувачі у виконанні простіші і дешевші, але мають цілий ряд істотних недоліків. Одним з недоліків є ймовірне пошкодження поверхонь і ребер конструкцій внаслідок жорсткого контакту з обмежувачами. Жорсткі обмежувачі з великими допусками на посадку найчастіше застосовують для монтажу конструкцій вертольотами-кранами.

У конструкції оснастки може бути використане тертя ковзання, тертя кочення і комбінація цих двох видів тертя. Для того щоби унеможливити тертя частин монтованих конструкцій по поверхнях обмежувачів, в конструкціях обмежувачів можуть бути використані проміжні поверхні тертя (рис. 10.6).

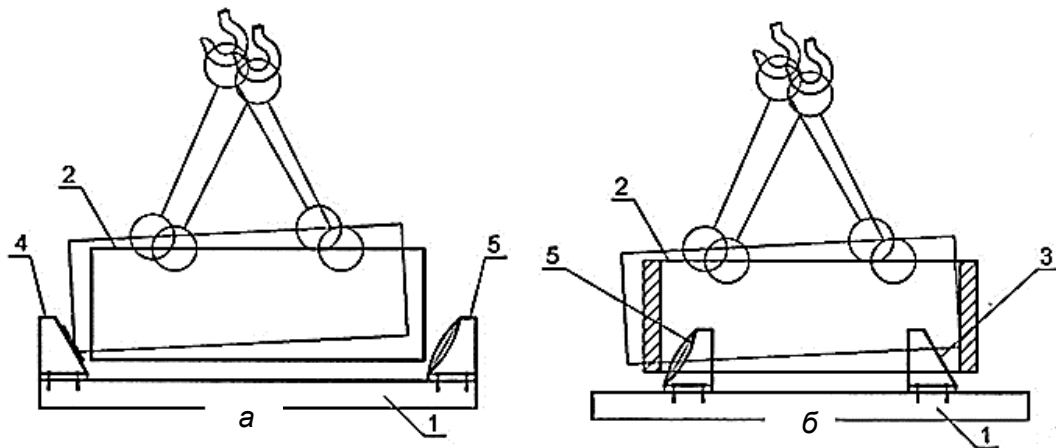


Рис. 10.6. Схеми модулів для обмеження конструкцій в зоні опор:

а – зовнішній з жорстким рухомим і пружним нерухомим похилим модулем тертя ковзання; *б* – варіант модулів-обмежувачів внутрішнього розміщення;

1 – опора; *2* – монтована конструкція; *3* – жорсткий модуль обмежувач тертя ковзання; *4* – жорсткий модуль обмежувач з проміжною площиною ковзання; *5* – пружний модуль-діафрагма тертя ковзання

За формою модулі-обмежувачі можуть бути точковими, лінійними, плоскими й об'ємними, а за положенням у просторі – горизонтальними, вертикальними і похилими, внутрішніми і зовнішніми. Іноді застосовують комбіноване обмеження.

Потрібна кількість модулів-обмежувачів на конструкціях й оснастці, а також схеми їх розміщення залежать насамперед від виду конструкцій (форми) і положення конструкцій у просторі. Крім того, ці параметри визначаються за кількістю ступенів обмеження свободи, які призначають залежно від обраних методів монтажу.

У теорії монтажу будівельних конструкцій для посадки конструкцій застосовується принцип маніпуляції, тому ступенів обмеження свободи системи «обмежувач – монтована конструкція» має бути десять.

10.4. Процес з'єднання конструкцій

У процесі з'єднання конструкцій з опорами має бути досягнуте задане технологічним процесом взаємне положення з'єднаних конструкцій. При цьому повинні бути дотримані умови, найбільш сприятливі для якісного та надійного

з'єднання. Це досягається виконанням функції фіксування конструкції. Цю функцію виконують за допомогою модулів-фіксаторів.

Стикові з'єднання збірних конструкцій і проблеми точності монтажу конструкцій будівель нерозривно пов'язані. У монтажі збірних залізобетонних конструкцій відповідальною, складною і трудомісткою операцією є виконання монтажних стиків. У структурі основних і допоміжних операцій монтажу будівельних конструкцій із загальних трудових витрат 10 ... 15 % припадає на роботи з підготовки елемента до монтажу, 40 ... 60 % – на встановлення елемента в проектне положення і тимчасове його закріплення, 25 ... 50 % – на постійне закріплення елемента (улаштування стиків).

Удосконалення конструктивних рішень стикових з'єднань і модулів-фіксаторів стало одним із сучасних напрямків розвитку збірних технологій.

Фіксатори – модулі оснастки, за допомогою якої визначають і закріплюють положення конструкцій, котрі збирають і з'єднують відносно проектних осей і поверхонь. За своїм змістом ця функція означає фіксацію положення конструкції на опорах щодо заданих в проекті геодезичних осей з накладанням всіх шести зв'язків-обмежень (стан нерухомої конструкції).

Застосування модулів дає можливість змінювати (коригувати) положення конструкції після фіксації, тобто фіксацію виконують перед вивірянням конструкції або після нього. Модулі застосовують практично в усіх кондукторах для тимчасового закріплення і вивірення конструкцій будівель (рис. 10.7, а).

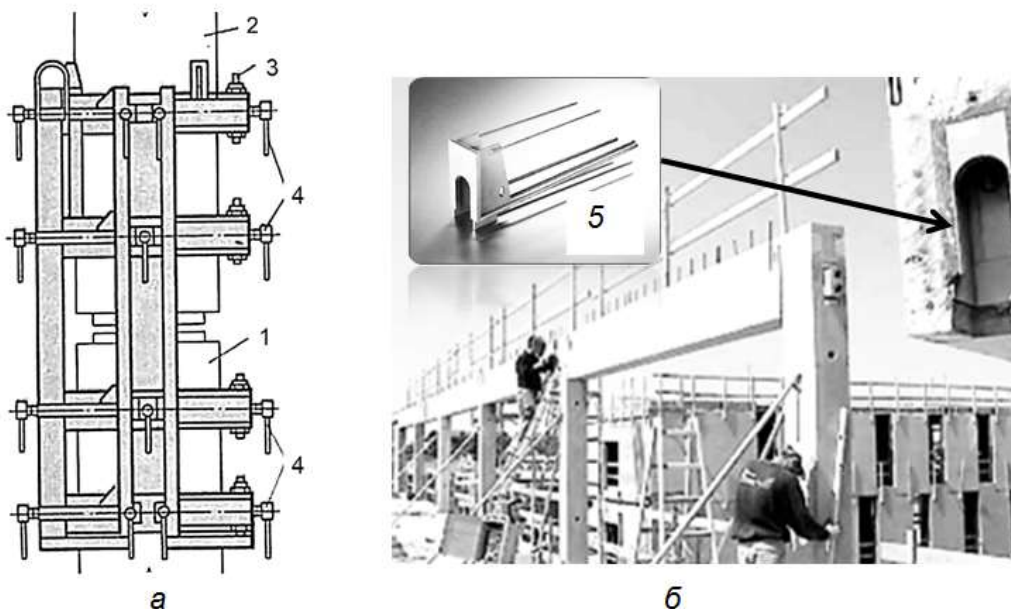


Рис. 10.7. Модулі-фіксатори:

а – у складі кондуктора для монтажу колон;

б – у складі монтованої конструкції;

1 – опора; 2 – монтована колона; 3 - кондуктор;

4 – модуль-фіксатор; 5 – закладна деталь

Найбільш важливими характеристиками, що визначають якість складання будівлі, є геометричні параметри, такі як вертикальність елементів і будівлі загалом, співвісність елементів, площинність і уступ суміжних елементів, відхилення розмірів прогонів і кроків конструкцій від проектних розмірів та ін.

Особливо слід сказати про методи самофіксації, яким останнім часом провідні закордонні фірми почали приділяти більше уваги. Метод просторової самофіксації полягає в тому, що на конструкціях під час їх виготовлення з високим ступенем точності закріплюють фіксувальні металеві частини (закладні деталі), що в результаті сполучення конструкцій утворюють замкові з'єднання (рис. 10.7, б).

При цьому інвентарну монтажну оснастку використовують лише для встановлення базового (первинного) елемента, а точне розміщення наступних елементів забезпечують встановлені раніше модулі-фіксатори.

Залежно від кількості точок фіксації, їх типу і схеми встановлення відносно осей і граней монтованої опорної конструкції обмеження може бути повним або частковим (рис. 10.8 і 10.9).

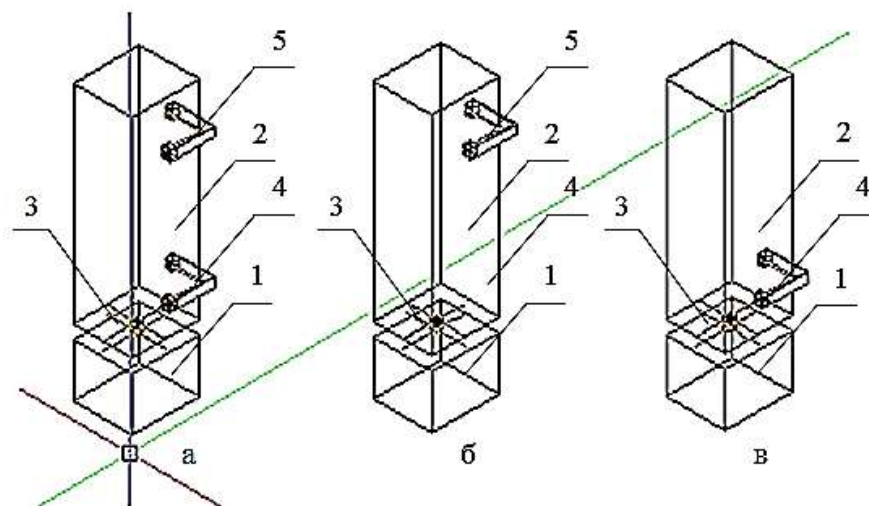


Рис.10.8. Схеми встановлення фіксаторів під час монтажу лінійних вертикальних конструкцій:

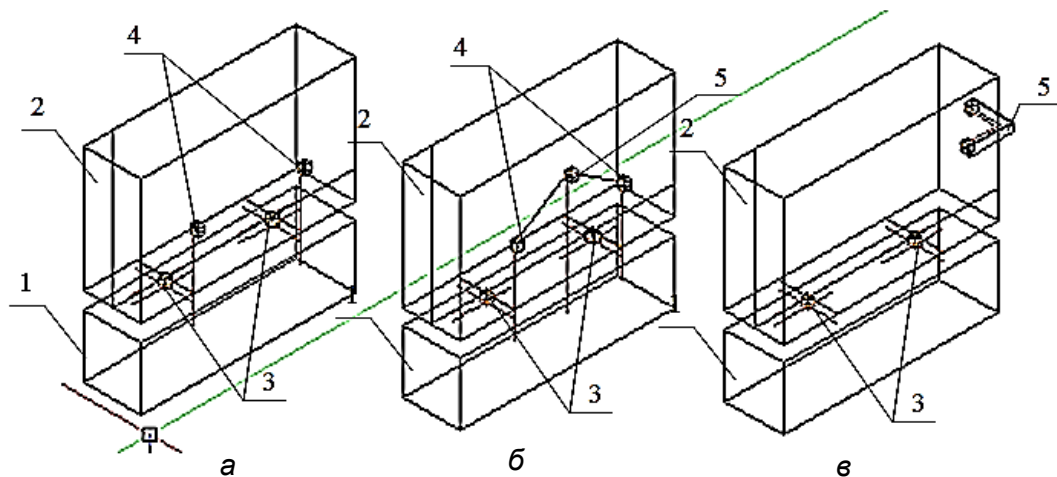
а – повне обмеження виходу граней за поля допуску;

б, в – часткове обмеження виходу граней за поля допусків;

1 – опора; 2 – монтована конструкція; 3 – модуль-фіксатор опори;

4, 5 – модуль-фіксатор у вигляді кутового упора

Більша частина процесу – це роботи з влаштування стиків, тому одним з основних напрямів прискорення процесу монтажу каркасів стало вдосконалення конструктивних рішень стикових з'єднань.



*Рис. 10.9. Схеми встановлення фіксаторів для монтажу плоских вертикальних конструкцій:
а, б, в – неповне обмеження виходу граней за поля допусків з різними фіксаторами*

Основними конструктивними рішеннями з'єднань конструкцій в каркаси є сполучення колон з фундаментами; колон з колонами; ригелів з колонами; плит з плитами перекриття та покриття, стінових панелей з панелями та колонами.

На відміну від монолітних або зварних болтові і штепсельні (штирові) з'єднання конструкцій найбільш технологічні, оскільки дають змогу швидко брати змонтовану конструкцію в роботу. Приклад болтового з'єднання колон з опорою на анкерних болтах наведено на рис. 10.10, а.

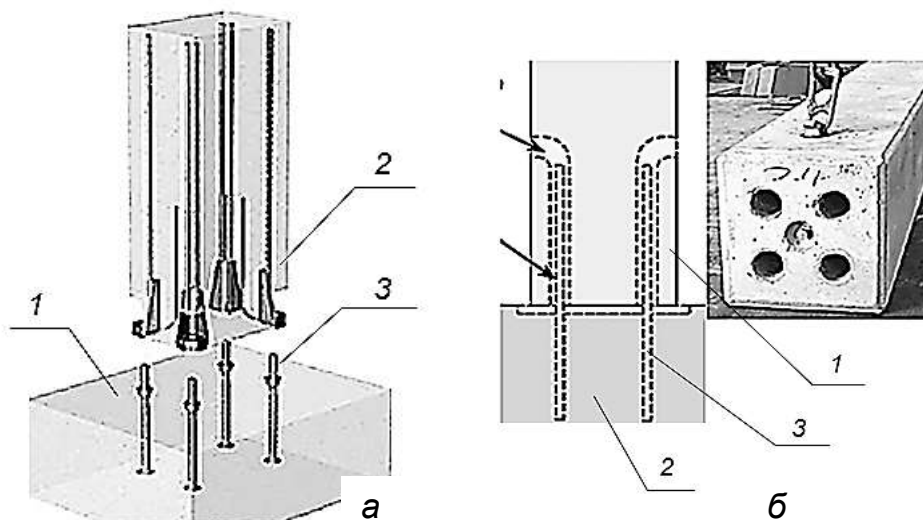


Рис.10.10. З'єднання колон з опорою: а – болтове: 1 – опора, 2 – монтована колона, 3 - анкерні болти; б – штепсельне: 1 – монтована колона; 2 – опора; 3 – штирі

Анкерні болти встановлюють одночасно з виготовленням опори. Процес з'єднання полягає у фіксації низу колони гайками. Попередньо за допомогою геодезичних приладів виставляються нижні опорні гайки, що сприяє точній вертикальній фіксації колони.

Процес з'єднання конструкцій за допомогою штепсельних фіксаторів не потребує встановлення і закріплення гайок. Для його виконання в колоні під час виготовлення влаштовують відповідні до штирів отвори, які після монтажу колони заповнюють клейовим розчином (див. рис. 10.10, б).

З'єднання на болтах виконують в одному циклі з роботою крана, а штепсельні з'єднання типу «вилка – гніздо» можна виконувати за два цикли. Перший цикл – надіти колону на штирі, а другий – залити отвори клейовим розчином. Якщо вилку і гніздо поміняти місцями, то після встановлення колони заливки отворів не виконують. Заливають отвори попередньо – до встановлення колони.

Для засвоєння інформації про накопичення похибок під час монтажу конструкцій варто розглянути варіант з'єднання з одним болтовим або штировим фіксатором, який розміщений на осі по центру торця монтованої колони, яку з'єднують з опорою (рис. 10.11) [8].

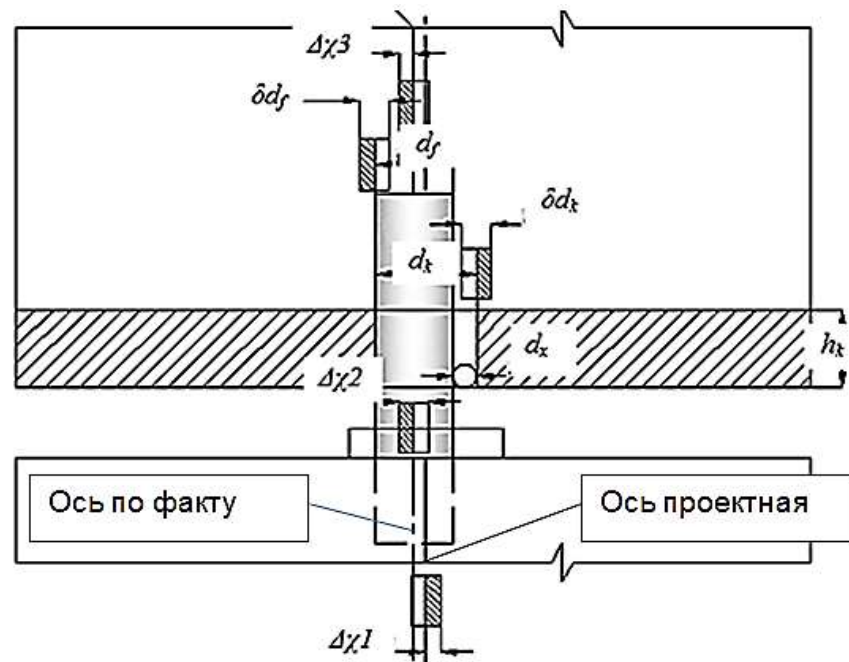


Рис. 10.11. Схема для визначення похибок монтажу конструкцій на опорі з одним болтовим або штировим фіксатором

Відхилення від проекту залежить від великої кількості різноманітних факторів, які спричиняють помилки в проектних розмірах, конструктивній формі і взаємному положенні елементів будівлі під час виготовлення конструкцій, виконання геодезичних основних і контрольних робіт, монтажу будівельних

конструкцій. Обґрунтування необхідної і достатньої точності зведення конструкцій будівель і споруд тісно пов'язане з проблемами їх надійності та довговічності.

Ланкою-компенсатором контуру похибок є розмір зазору (dx) між діаметром штиря і діаметром отвору в торці опорної деталі колони. Точність виготовлення штирів й отворів є дуже високою – вона може бути визначена ціною шкали штангенциркуля – $\delta dk = \delta df = 0,02\text{мм}$.

Умову збирання вузла визначають за формулою:

$$d_x = \left(d_k - \frac{\delta d_k}{2} \right) - \left(d_f + \frac{\delta d_f}{2} \right) \geq d_k - d_f - 0.02\text{мм} . \quad (10.1)$$

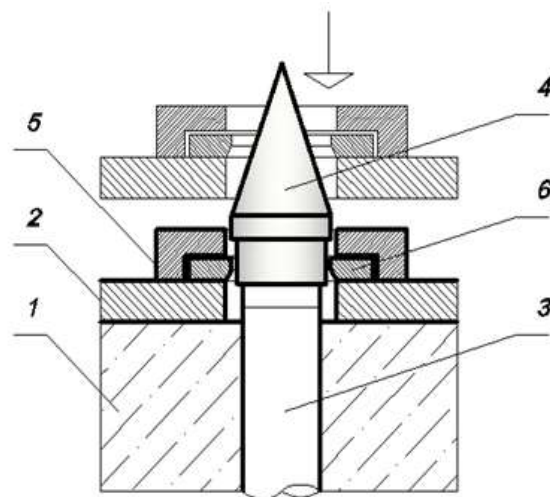
Дуже часто трапляються варіанти з декількома штировими фіксаторами, розміщеними симетрично щодо осі з'єднаних конструкцій. Ситуація з визначенням ланки ланцюга компенсатора ускладнюється, оскільки накладається група похибок (завдання до вивчення є набагато складнішим, тому повинне розглядатися на практичних заняттях).

Ситуацію з накопиченням похибок для вузла з одним фіксатором розглянуто для вільної посадки конструкції на опору з подальшим вивірянням. За обмеженої посадки колони з отвором на штирові фіксатори або навпаки слід розглядати також ймовірність неточного закріплення штирових фіксаторів і похибки у виготовленні отворів.

Одним з вдалих, на наш погляд, поєднань двох функцій в одному пристрої є фіксатор положення важкого просторового блока для улаштування покриття будівлі (рис. 10.12).

Рис. 10.12. Схема фіксатора з розтискними кільцями [9]:

- 1 – оголовок колони;
- 2 – тіло блоку покриття;
- 3 – анкер;
- 4 – фіксатор;
- 5 – муфта;
- 6 – розтискне кільце



Одну частину модуля-обмежувача, виконану у вигляді розтискних кілець, закріплюють на монтованому блоці, а другу частину у вигляді конусних штирів – на опорних поверхнях колон. Після наведення краном блока покриття на нижню частину обмежувача кільця розпрямляються й охоплюють штирі, це заспокоює блок і дає можливість надійно посадити його на опори.

Використання з'єднань із застосуванням різних способів електрозварювання з подальшим антикорозійним захистом зварних з'єднань і бетонуванням (замонолічуванням) стиків призводить до додаткових затрат праці та стримує темпи монтажу конструкцій. Процес улаштування таких з'єднань, як правило, пов'язаний з технологічними перервами, твердінням бетонів або розчинів, а також з багатодійністю процесу.

10.5. Вивірення та тимчасове закріплення конструкцій

Процес вивірення конструкцій на опорах пов'язаний з маніпуляцією конструкціями вручну або за допомогою спеціальної монтажної оснастки. До такої оснастки належать модулі-маніпулятори. Основну вагу встановленої конструкції сприймає конструкція опори, а малі переміщення для вивірення щодо цих опор здійснюють за допомогою модуля-маніпулятора з невеликими зусиллями.

Маніпуляція конструкцій може бути виконана під час утримання конструкцій краном на підвісі або після тимчасового закріплення конструкції монтажною оснасткою. При цьому до маніпуляції виконують процес відстропування конструкцій від крана. Тимчасовому закріпленню підлягають тільки ті конструкції, які на опорах можуть перекинутися через дію вітру, зсув центра тяжіння або за недостатньої кількості опорних точок.

Тимчасове закріплення конструкцій на опорах виконують за допомогою пристосувань, призначених для втримання конструкцій. *Утримувати* – не давати впасти, не давати можливості рухатися будь-яким чином. Функцію утримання конструкції виконують модулі-тримачі.

Модулі-тримачі виконують свою функцію після встановлення конструкції на опори. Потреба в них виникає на різних стадіях виконання технологічного процесу. Модулі-тримачі застосовують під час транспортування та складування конструкцій, їх укрупнення та монтажу.

Призначення модулів-тримачів – забезпечувати стійкість конструкцій від перекидання.

Стійкості встановленої конструкції досягають завдяки створенню модулями оснастки стримувального моменту. Відповідно до нормативних вимог з безпеки ведення робіт застосовують таке співвідношення між моментом перекидання і моментом утримання монтрованої конструкції:

$$M_y = 1,4 \cdot M_{on} , \quad (10.2)$$

де M_y – момент сил, які втримують конструкцію від перекидання;

M_{on} – момент сил, які впливають на перекидання конструкції.

Фізичний принцип дії модулів-тримачів полягає в такому. На процес перекидання конструкцій впливає кілька причин: положення шарніра перекидання, положення центра мас конструкції відносно цього шарніра, положення рівнодійної сили вітру відносно шарніра перекидання.

Розрахунок стійкості виконують відповідно до припущення, що встановлена на опори конструкція спочатку відхилена від свого вертикального положення на певний кут (α), а значення кута залежить від умови обпирання поверхонь і допусків на виготовлення конструкцій й опор (рис. 10.13).

У загальному випадку перекидний момент визначається за формулою:

$$M_{on} = W_w \cdot h_w \pm G \times L_g, \quad (10.3)$$

де W_w – рівнодійна сила розподіленого по поверхні встановленої конструкції вітрового тиску;

h_w – плече рівнодійної сили тиску вітру щодо шарніра перекидання;

G – вага встановленої на опори конструкції;

L_g – плече дії сили тяжіння конструкції щодо шарніра перекидання (Ш).

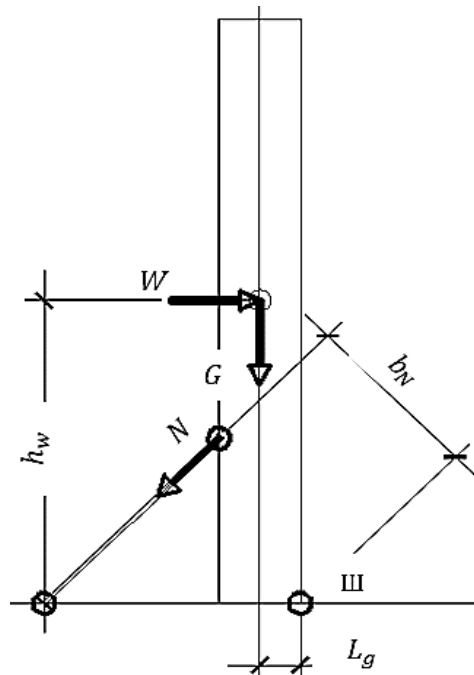


Рис. 10.13. Схема до визначення стійкості монтованої конструкції

Плече дії сили тяжіння конструкції щодо шарніра перекидання, як правило, утворює утримувальний момент і за правильного проектування і виконання опорних поверхонь гарантує цей утримувальний момент (рис. 10.14).

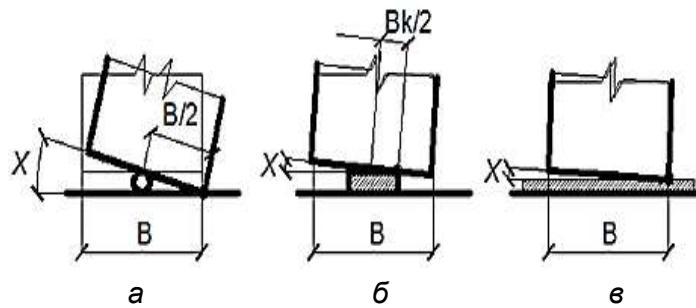


Рис. 10.14. Схеми для визначення положення шарніра перекидання під час обпирання на: а – бетонну суміш; б – підкладку; в – гладку поверхню

Якщо конструкцію тимчасово закріплено підкосом, то рівновагу моментів визначають за формулою:

$$N \cdot b_N = 1,4(W_w \cdot h_w \pm G \cdot L_g), \quad (10.4)$$

За розвинених опорних поверхонь конструкції мають власну стійкість, тому наявність модулів-тримачів у процесі монтажу є необов'язковою, якщо тільки немає мети зафіксувати встановлену конструкцію для запобігання небажаним зсувам або для досягнення потрібної точності положення опорних поверхонь.

Способи досягнення стійкості встановлених конструкцій залежать від принципів розрахункових схем забезпечення їх стійкості. Розрізняють анкерні і безанкерні схеми втримування конструкцій. З безанкерних схем часто використовують схему зі зміною розміщення шарніра перекидання, за якого утримувальний момент від сили тяжіння буде значно більшим за момент перекидання. На рис. 10.13 зображено анкерну схему забезпечення стійкості.

Безанкерні схеми частіше застосовуються під час транспортування або складування конструкцій.

Анкерні схеми втримування змонтованих конструкцій застосовують зазвичай для тимчасового закріплення і вивіряння змонтованих конструкцій.

Найменшою вагою і витратою матеріалів характеризуються схеми забезпечення стійкості монттованих конструкцій за допомогою лінійних модулів-тримачів типу підкосів або розтяжок, проте при цьому рівень механізації і точність установлення знижуються.

Під час монтажу колон каркасних збірних і збірно-монолітних будівель з рівними кроками і прогонами можливим є спосіб переміщення тримачів поворотом навколо змонтованої колони за допомогою модуля маніпулятора постійної або змінної довжини (рис. 10.15).

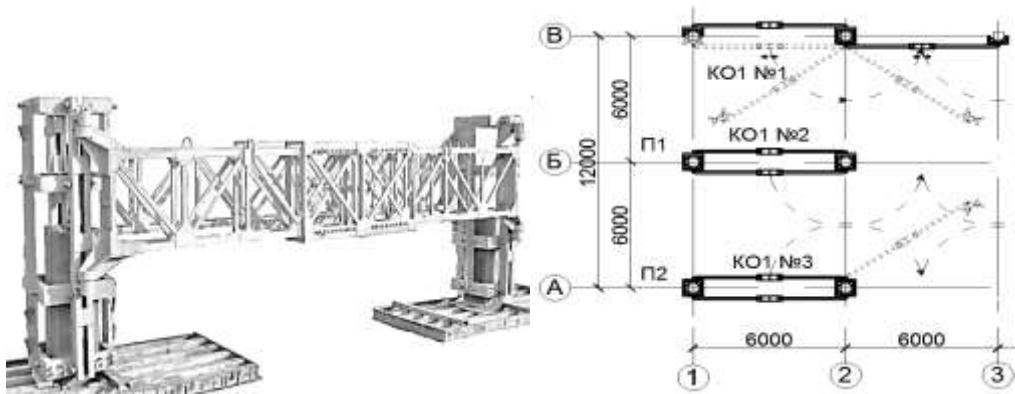


Рис. 10.17. Двобалковий маніпулятор-кондуктор з переміщенням від однієї колони до іншої способом повороту без участі крана

Застосування поворотних кондукторів дає змогу зменшити чисельність ланки монтажників до трьох осіб. За маси всіх пристосовань 740 кг їх легко повертають вручну із зусиллям на руці не більш як 150 Н.

Запитання для самопідготовки та контролю знань

1. Охарактеризуйте способи досягнення стійкості встановлених конструкцій.
2. У чому полягає фізичний принцип дії модулів-тримачів?
3. Як визначають стійкість конструкцій?
4. Наведіть структуру технологічного процесу монтажу будівельних конструкцій.
5. Які способи устанавлення конструкцій на опори вам відомі?
6. Навіщо потрібні модулі-обмежувачі?
7. У чому особливість безвивірних методів монтажу?
8. Для яких видів стикових з'єднань процес їх влаштування поділяють на два підпроцеси?

11. УЛАШТУВАННЯ МОНОЛІТНИХ БЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Останнім часом досягнуто значного прогресу в технічному переоснащенні монолітних і збірно-монолітних процесів, зросла кількість і розширилася номенклатура застосовування систем опалубки. Це дало змогу істотно знизити трудомісткість, скоротити тривалість та поставити улаштування монолітних будівельних конструкцій на рівень перспективних технологій зведення будівель.

11.1. Класифікація і властивості монолітних конструкцій

Класифікують монолітні бетонні конструкції так само, як і збірні конструкції – за формою і положенням у просторі (див. рис. 9.1) за винятком характеристики матеріалу: для всіх монолітних конструкцій основним матеріалом є бетон.

Принципово відрізняються конструкції, підсилені і не підсилені арматурою: у першому випадку це залізобетонні конструкції, а в другому - бетонні. Термін «залізобетонні конструкції» умовний, оскільки останнім часом бетонні конструкції почали підсилювати арматурою з скловолокна і пластику, доречно вживати терміни «армовані бетонні конструкції» та «неармовані бетонні конструкції».

Граничні стани монолітних конструкцій характеризуються їх міцністю і жорсткістю. В технології виготовлення монолітних бетонних будівельних конструкцій фіксується кілька стадій затвердіння бетону і набуття ним заданої міцності і жорсткості.

Для того щоби зняти опалубку, фіксують так звану розпалубну міцність бетону, за якої конструкція після зняття опалубки не втрачає форми під власною вагою.

Для безпечного обпирання на монолітну конструкцію інших конструкцій, людей й обладнання фіксується мінімальна міцність і жорсткість, що дає їй змогу сприймати зусилля від зазначених навантажень. Наприклад, для бездефектного пересування людей по поверхні свіжої конструкції (не залишаючи слідів) бетон повинен набрати міцності, не меншої за 1,5–2,5 МПа, без демонтажу опалубки забетонованих конструкцій. Для обпирання, наприклад, збірних балок або плит перекриття на монолітні свіжі стіни бетон повинен набути міцності відповідно до розрахунку, але не менш ніж 50% R28.

Належна міцність бетону під час розпалублення варіюється залежно від величини фактичного навантаження на розпалубну конструкцію і фактичного навантаження (% від нормативного). Наприклад, для балок і плит прогоном 6 м і більше з навантаженням 70% і менше допускається розпалублення за міцності бетону не менш ніж 80% R28, а за прогону, меншого за 6 м, – 70%R28.

Розпалублення залізобетонних конструкцій під час навантаження може бути виконане за меншої міцності бетону, ніж зазначено, але за міцності, не

нижчою за 50% від проектної і не нижчою від 10 МПа в разі застосування арматури класів А240С та не нижчою за 15 МПа – в разі застосування арматури класу А400С і вище. Обов'язковою умовою є застосування тимчасової підтримувальної оснастки (модулів-тримачів).

Повне розрахункове навантаження розпалубної конструкції допускається тільки після набуття бетоном проектної міцності. При цьому обов'язково виконують контроль міцності бетону і контроль прогину (прогінних конструкцій). Залізобетонні балки і плити прогоном 6 м і більше повинні мати прогин в середній частині не більш ніж $1/250$ довжини прогону, а за прогону меншого від 6 м, – $1/200$ довжини прогону.

Вертикальні конструкції, що сприймають тільки власну вагу, можна розпалублювати за міцності 0,3 ... 0,5 МПа, достатньої для збереження конструкцією геометричної форми.

Класи бетону за міцністю характеризуються двома числами, записаними у вигляді дробу – від С8/10, С12/15, С16/20, С20/25, С25/30, С30/35 ... до С100/115. Перше число вказує на міцність на стиск, визначену випробуванням циліндра з бетону, а друге – кубика 150х150х150 мм. Для легких бетонів щільністю, меншою ніж 2000 кг/м^3 , класи бетону за міцністю характеризуються числами від LC8/9 до LC80/88.

Для зимових умов виготовлення монолітних конструкцій введено найбільшу межу міцності бетону, після досягнення якої бетон може перебувати за мінусових температур без погіршення його якості. Цей параметр міцності дістав назву критичної міцності бетону.

11.2. Технологічні властивості бетонної суміші

Технологічні властивості бетонної суміші містять характеристики легкоукладальності, ступеня ущільнення, максимального розміру щебеню, термінів тужавлення в'язучого матеріалу (цементної пасти).

Легкоукладальність бетонної суміші залежить від консистенції, яка визначає марку суміші.

Марка суміші за осадкою конуса (S) має таку градацію: S1 = 10 ... 40 мм; S2 = 50 ... 90 мм; S3 = 100 ... 150 мм; S4 = 160 ... 210 мм; S5 > 210 мм.

Марки суміші за жорсткістю (V): V0 \geq 31 с; V1 = 30...21 с; V2 = 20 ... 11 с; V3 = 10 ... 6 с; V4 = 5... 3 с.

Марки суміші за ступенем ущільнення (C): C0 \geq 1,46; C1 = 1,45 ... 1,26; C2 = 1,25 ... 1,11; C3 = 1,10... 1,04; C4 < 1,04.

Марка суміші за розпливання конуса (F) має таку градацію: F1 \leq 340 мм; F2 = 350 ... 410 мм; F3 = 420 ... 480 мм; F4 = 490 ... 550 мм; F5 = 560 ... 620 мм; F6 > 630 мм.

Крупність більшої за розміром (діаметром) фракції щебеню визначає марку бетонної суміші. Розрізняють великий, середній і дрібний щебінь. Для

будівельного бетону застосовують діапазон зерен 5 ... 70 мм: до 10 мм – бетон дрібнозернистий, від 10 до 40 мм - середньозернистий, від 40 до 70 мм – крупнозернистий.

Максимальний розмір зерна щебеню повинен бути меншим за $2/3$ найкоротшої відстані між стержнями арматури, а також не більшим, ніж $1/3$ найменшого розміру виробу (ширини або товщини конструкції).

Тужавлення в'язучого – це процес, коли відносно рухлива суміш в'язучого з водою поступово гусне і набуває такої початкової міцності, за якої її перемішування стає важким на початку тужавлення і неможливим наприкінці процесу. Для розчину з в'язучого і води визначають початок і кінець тужавлення. Умовно, для використання бетонних сумішей на об'єктах будівництва початок тужавлення тіста з в'язучого і води повинен настати не раніше, ніж за 1...1,5 год, а кінець тужавлення – не пізніше, як за 8...10 год від моменту змішування в'язучого з водою.

11.3. Структура будівельного процесу

Процес виготовлення монолітних бетонних будівельних конструкцій належить до процесів другого рівня (TP_g), який поділяють на підпроцеси третього рівня (TP_p).

Процеси виготовлення монолітних бетонних конструкцій можуть бути охарактеризовані як основні, допоміжні і підготовчі.

Основні процеси:

- улаштування (монтаж) опалубки;
- виготовлення та встановлення (укладання) арматурних виробів (стержнів, сіток, каркасів);
- виготовлення та встановлення (укладання) закладних деталей (анкерів, опорних пластин, різноманітних вкладок);
- укладання бетонної суміші;
- демонтування і переставлення опалубки;
- оброблення поверхонь виготовленої конструкції.

До допоміжних процесів належать такі:

- догляд за бетоном (прогрівання бетону, зволоження, укриття та ін.);
- контроль температурного режиму твердіння бетону;
- формування контрольних зразків (бетонних кубиків);
- випробування бетону на міцність неруйнівними методами;
- установа і зняття підтримувальної оснастки;
- інші.

Підготовчі процеси охоплюють:

- позначення і фіксацію геодезичних і робочих осей на основах (фундаментах, перекриттях та інших конструкціях);
- заготовлення арматурних виробів;

- приведення опалубки в робочий стан (очищення, змащування);
- підготовку основи (очищення, прогрівання тощо);
- підготовку зварювальної апаратури й обладнання для прогрівання бетону в зимових умовах;
- інші.

Принципова відмінність структури технологічного процесу залежить від положення конструкцій у просторі і системи застосовуваної опалубки. Процеси улаштування горизонтальних і похилих конструкцій, як правило, полягають у першочерговому влаштуванні опалубки, а після цього — армуванні і бетонуванні. Пояснюється це тим, що арматурні вироби не мають власної несучої здатності без спирання на опалубку.

Процеси зведення вертикальних конструкцій зазвичай складаються насамперед з армування, а далі – з улаштування опалубки і бетонування. Така послідовність процесів є доцільною в разі власної стійкості арматурних каркасів (арматура діаметром понад 12 мм). В інших випадках допустимими є різні варіанти. Перший варіант – спочатку встановлюють частину форми (один щит), а до нього монтують і закріплюють арматурний каркас та встановлюють фіксатори захисного шару бетону. Другий варіант – арматурний каркас монтують після складання всієї форми. Для цього потрібен доступ працівникам для встановлення каркаса всередині форми, що неможливо за влаштування вертикальних конструкцій завтовшки менше ніж 550 мм.

Структура процесу може змінюватися залежно від виду використовуваної опалубки, тому спочатку потрібно засвоїти конструкцію і властивості систем опалубки, після чого повернутися до вивчення процесів.

11.4. Опалубні системи і вимоги до них

Улаштування (монтаж) і зняття (демонтаж) опалубки належать до монтажних і демонтажних процесів. Процес монтажу опалубки, аналогічно процесам монтажу збірних будівельних конструкцій, є процесом другого рівня (TP_g), який складається з підпроцесів третього рівня (TP_p). Процес демонтажу опалубки відрізняється від процесу монтажу наявністю підпроцесу відривання опалубки від бетону.

Монолітні технології виготовлення конструкцій ґрунтуються на застосуванні спеціальних модулів форм (у будівництві частіше використовують термін «опалубка»). Нагадаємо, що основна функція модулів форм – формування конструкцій певних геометричних розмірів.

Дії під час формування конструкцій пов'язані з заливанням або з засипанням форм різними матеріалами. Після того як матеріал набуде достатньої міцності, форми знімають або залишають у складі конструкції.

Класифікація опалубних систем. У сукупності всі модулі будівельної оснастки, які були розглянуті у підрозділі 4.5, характеризують опалубну систему (*FS - Formwork System*). У системі опалубки обов'язковим і постійним функціональним модулем є модуль форми (рис. 11.1). Інші модулі є змінними елементами системи.

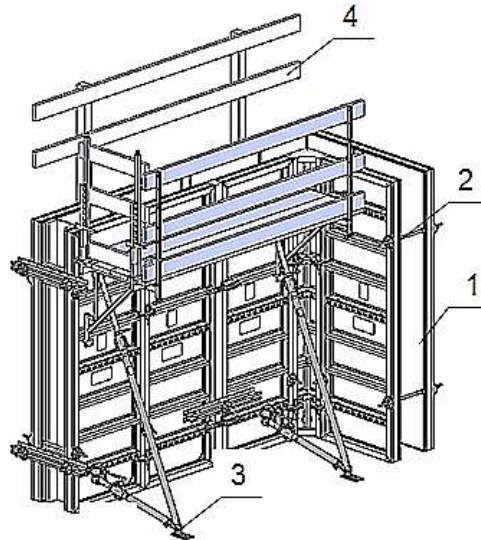


Рис. 11.1. Щитова опалубка:

*1 – модуль форми (щити); 2 – з'єднувальні елементи;
3 – модулі-тримачі; 4 - модулі-площадки*

Відповідно до цієї концепції систему опалубки можна відобразити у вигляді математичної множини:

$$FS = \{F \cup M \cup E\}, \quad (11.1)$$

де F – множина конструктивних рішень модулів-форм;

M – множина змінних модулів, які обслуговують модулі-форми;

E – об'єкти навколишнього середовища (конструкції, опори, люди та ін.).

Для виконання деяких операцій обслуговування модулів форм застосовують певні типи функціональних модулів для посадки, фіксації, вивіряння і тимчасового закріплення, представлені в розділі 10 цього посібника.

Відносно змінних функціональних модулів (M) оснастки модулі форм систем опалубки розглядають як предмети праці (об'єкт управління).

Загалом в комплекті оснастки модулі форми являють собою основу для формування, оскільки є формами для утворення монолітних конструкцій – кінцевого продукту технологічного процесу.

До об'єктів навколишнього середовища (E) щодо модулів форм належать: бетонні конструкції, опори (нерухомі конструкції або частини будівлі, модулі-тримачі) і робітники, які виконують процес. Для організації робочих місць

застосовують модулі-площадки з певними розмірами і настилом, модулі-сходи і модулі-огорожі, які експлуатують окремо або разом.

Для модулів форм може бути застосована така класифікація, яка і визначає тип опалубної системи (рис.11.2), наприклад, опалубна система знімна, збірна, нерухома. Іноді розглядають опалубні системи за принципом рухомості, поділяючи їх на клас опалубок нерухомих і рухомих.

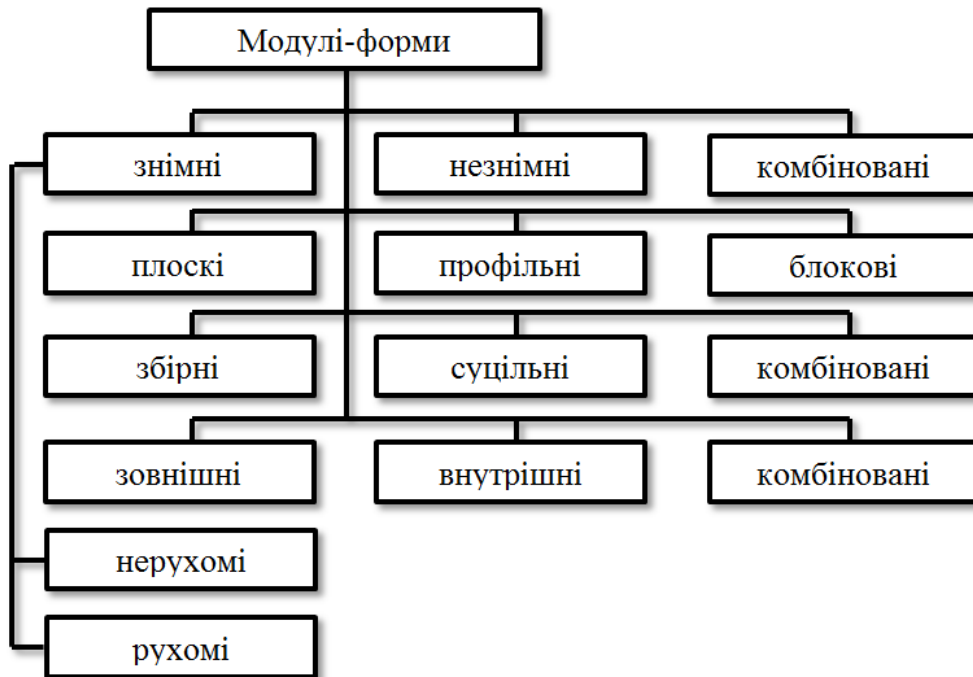


Рис.11.2 Класифікація модулів форм опалубних систем

Основна функція системи незнімних форм така сама – формувати конструкцію. Варіанти незнімних форм відрізняються додатковими функціями, завдяки якими ця система має переваги перед знімними системами (рис.11.3).

Якщо разом в одному модулі форми застосовано знімну і незнімну форми, то такий набір називають комбінованою опалубкою. Комплект комбінованої опалубки можна уявити у вигляді кінцевої множини з певного набору елементів опалубки з однієї або з декількох систем.

На підставі цього принципу умовно комплект комбінованої опалубки (PFS) може бути представлений як математична множина:

$$PFS = \{FS_t \cup FS_p\}, \quad (11.2)$$

де PFS – множина «комплект комбінованих опалубних систем»;

FS_t – множина елементів знімної (*Temporary Formwork*) опалубної системи, яка має в складі опалубні модулі форми (F_t), що обслуговують модулі (M_t) в умовах оточення (E_t);

FS_p – множина елементів незнімної (*Permanent Formwork*) опалубної системи, яка має в складі опалубні модулі форм (F_p), що обслуговують модулі (M_p) в умовах оточення (E_p).

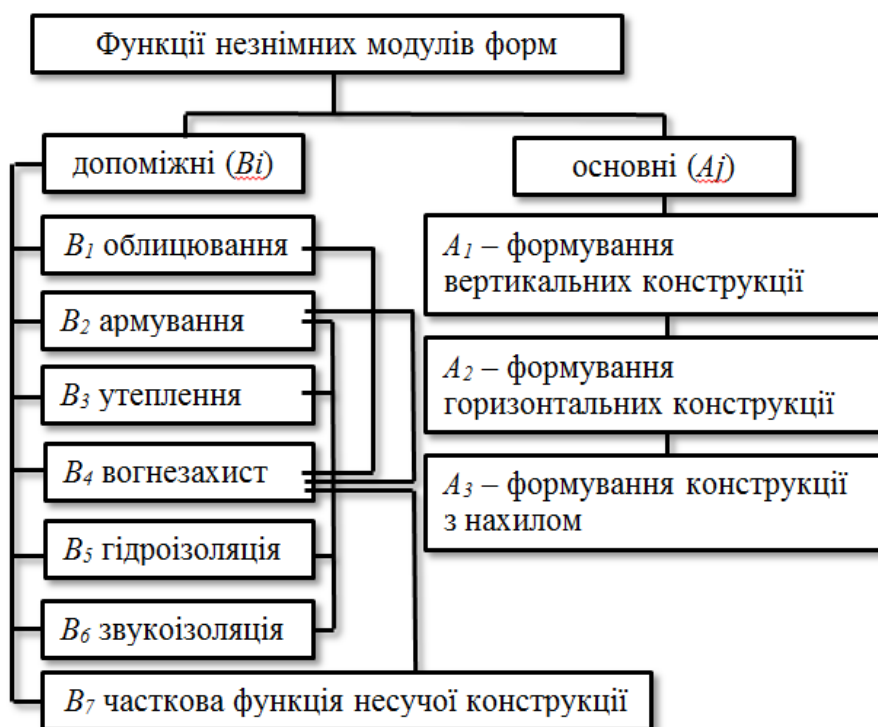


Рис. 11.3. Класифікація незнімних модулів форм за функціями

Основні вимоги до опалубних систем

Конструкція опалубки, отже, й опалубної системи, повинна забезпечувати:

- міцність, жорсткість і геометричну незмінність форми і розмірів під впливом монтажних, транспортних і технологічних навантажень;
- проектну точність геометричних розмірів монолітних конструкцій і задану якість їх поверхонь;
- мінімальну адгезію до поверхні бетону (для незнімної опалубки – максимальну адгезію);
- максимальну оборотність, мінімальну трудомісткість і вартість в розрахунку на один оборот;
- можливість застосування засобів механізації, автоматизації під час монтажу і демонтажу опалубки;
- мінімальний час на сполучення елементів;
- герметичність формотворчих поверхонь і хімічну нейтральність формотворчих поверхонь до бетонної суміші.

Міцність опалубної системи проектується під певне навантаження. У влаштуванні вертикальних конструкцій основним навантаженням є бічний тиск

свіжовкладеної бетонної суміші, який залежить від висоти активного шару бетону, консистенції бетонної суміші і швидкості її укладання в опалубку.

У влаштуванні горизонтальних конструкцій основним навантаженням є вертикальний тиск бетонної суміші, вага арматури і вага опалубки й усього, що на ній може розмішуватися.

За міцністю модулі форм класифікують за групами – 50, 75, 100, 150 КПа. Можливі інші параметри фіксованої міцності модуль-форм, наприклад, в Німеччині поширена опалубка з міцністю 75 і 82,5 КПа.

Жорсткість визначається граничним вигином модулів форм і системи загалом. Для вертикальних конструкцій граничний вигин - 1/400 довжини прогону між кріпильними елементами опалубки, а для горизонтальних - 1/500 прогону.

Для наочності розглянемо опалубну систему для влаштування монолітної плити перекриття (рис. 11.4)

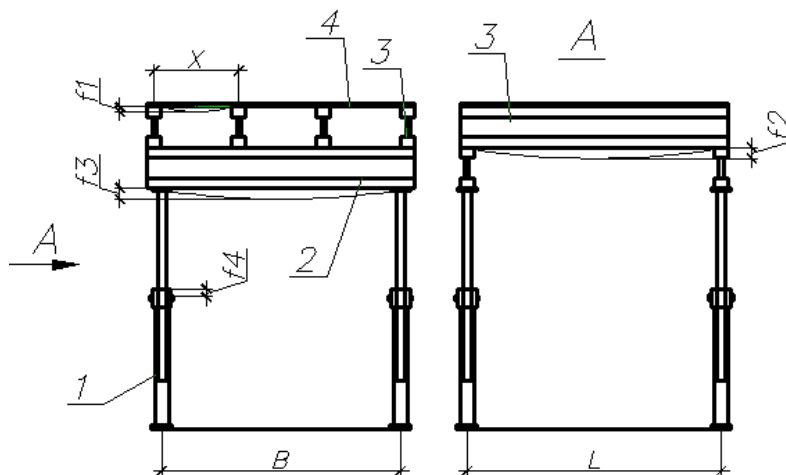


Рис. 11.4. Схема до визначення жорсткості опалубної системи:
 1 – стійка; 2 – головна балка; 3 – другорядна балка;
 4 – палуба (фанера); f_1 – f_4 деформації

Слід визначити жорсткість цієї системи.

Розв'язання задачі

Унаслідок дії вертикального навантаження можливий прогин фанери становить – $f_1 = X/500$, що впливає на появу місцевих нерівностей нижньої поверхні плити. Разом з фанерою прогнуться другорядні балки на величину $f_2 = L/500$, що разом з прогином головних балок на величину $f_3 = B/500$ визначить прогин всієї плити в межах прогону головних і другорядних балок щодо розміщення підпирних стійок.

Додатково до цього прогину слід додати лінійну деформацію (стиснення) стійок на величину - f_4 .

Для конкретизації прикладу призначимо конкретні розміри: $X = 500$ мм; $B = 2000$ мм; $L = 2000$ мм, $f_4 = 2$ мм для кроку нарізи втулки - 4 мм.

Отримаємо параметр жорсткості опалубної системи:

$$F = f_1 + f_2 + f_3 + f_4 = 1 + 4 + 4 + 2 = 11 \text{ мм.}$$

Порівняємо сумарну деформацію опалубної системи з граничною жорсткістю бетонної плити $y = 2000/200 = 10 \text{ мм}$, що не є відповідним жорсткості опалубної системи, тому слід переглянути її геометричні параметри. Можна збільшити жорсткість кожного з елементів системи або зменшити розміри кроків і прогонів.

Стійкість проти вітрового впливу визначають за формулами (10.3; 10.4). Розрахункова схема забезпечення стійкості підкосами представлена на рис. 11.5.

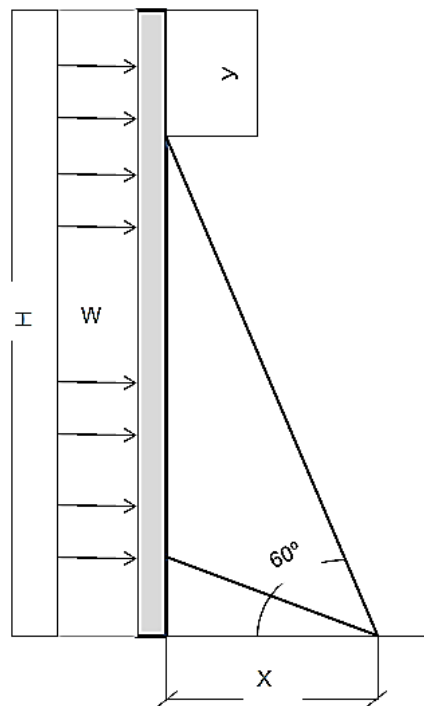


Рис. 11.5. Розрахункова схема до визначення стійкості опалубки проти дії вітру

Багато фірм-виробників для певних опалубних систем дають вже готові рішення щодо стійкості конструкції опалубки (табл. 11.1).

Таблиця 11.1

Параметри системи для забезпечення стійкості щита опалубки

Робоча висота щита, м	3,0	4,0	5,0
Крок розміщення підкосів, м	2,94	2,3	1,8
Навантаження на верхню стійку підкоса, кН	11,6	11,6	11,8
Навантаження на нижню стійку підкоса, кН	2,5	2,8	2,6
Відстань до опори підвісу X, м	1,4	1,6	2,4
Відстань від верху щита до кріплення стійки Y, м	1,0	1,4	1,5

Точність задається конструктивними вимогами до опалубної системи. Усі типи опалубки залежно від точності виготовлення, точності монтажу та оборотності поділяються на три класи. Класи опалубки обирають залежно від технології бетонування, характеру монолітних конструкцій, належної якості бетонних конструкцій і поверхонь та інших факторів. Найвищим вважають перший клас точності опалубки.

Універсальність слід розглядати як конструктивну, так і технологічну. Конструктивна універсальність – це здатність опалубної системи формувати різні за розмірами конструкції. Технологічна універсальність – це здатність опалубної системи виконувати інші функції.

Розміри формоутворювальних елементів опалубки (крім дрібноштучної розбірної опалубки) повинні бути кратні укрупненому модулю (ЗМ), рівному 300 мм. Серед опалубок закордонних фірм трапляються зменшені модулі – 150 і 75 мм. Що менший розмір модуля, то більш універсальною є опалубна система, але при цьому зростає кількість типорозмірів елементів системи, що підвищує вартість опалубки, отже, і вартість конструкцій.

Адгезія до бетону – зчеплення робочої поверхні форми з поверхнею бетону сформованої конструкції.

Адгезія вимірюється силою зчеплення, нормальною до поверхні відриву. Сила зчеплення зростає під час набрання бетоном міцності і практично протягом 72 годин витримки в нормальних умовах сягає максимального значення. Зменшити сили зчеплення можна завдяки змащуванню очищеної робочої поверхні модулів форм спеціальними емульсіями, хімічно нейтральними до бетону.

Налипання цементної пасти на робочу поверхню форми відбувається тоді, коли адгезія є сильнішою за когезію. Когезія – зчеплення всередині однорідного бетону, розміщеного близько до робочої поверхні форми. В результаті знімання форми відбувається когезійний розрив, тобто розрив в об'ємі найменш міцного з дотичних матеріалів.

Сили зчеплення форм з бетоном (адгезія) впливають на процес зняття форм (відокремлення робочої поверхні форми від контактної поверхні бетону конструкції). Що більше зчеплення, то важче відірвати форму від бетону, тому знімання модулів форм бажано планувати якомога раніше.

На силу відриву форм впливає не тільки сила зчеплення, а й спосіб відриву, і жорсткість форми (рис. 11.6).

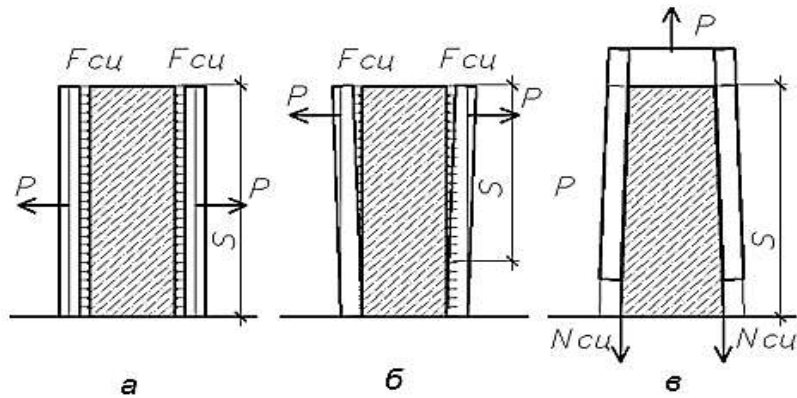


Рис. 11.6. Схема до способів відриву модулів форм від бетону:
 а – по нормалі до поверхні контакту;
 б – поворотом; в – ковзанням

Найбільш трудомістким вважають відривання щитів опалубки по нормалі до поверхні відриву. Відрив способом повороту щитів зменшує силу відриву, оскільки по висоті поверхні активна площа бетону зменшується. Цілісні жорсткі модулі форм знімають за методом зривання (принцип ковзання) в ранні терміни твердіння бетону. Для зменшення сил зчеплення модулі рекомендовано виготовляти конусної форми.

11.5. Укладання і ущільнення бетонної суміші

Процес укладання бетонної суміші в опалубку належить до процесів третього рівня (TP_p), який поділяється на підпроцеси (операції) четвертого рівня (TP_o).

Операції, виконувані під час укладання бетонної суміші в опалубку, як і всі інші, можуть бути поділені на основні, допоміжні і підготовчі.

Основними операціями є такі:

- приймання і заповнення модуля форми бетонною сумішшю;
- розрівнювання бетонної суміші шаром певної товщини (висоти);
- ущільнення бетонної суміші;
- вирівнювання шару бетонної суміші після ущільнення;
- інші.

До підготовчих операцій належать:

- огляд і фіксація положення арматурних сіток, каркасів, укладених виробів;
- огляд фіксаторів захисного шару бетону;
- огляд і фіксація положення модулів форм;
- нанесення і фіксація розподільних міток на поверхні опалубки;
- огляд поверхонь основи, на яку укладатимуть бетонну суміш;

- попереднє прогрівання арматури, основи й опалубки перед укладанням бетонної суміші в умовах мінусової температури зовнішнього повітря;
- перевірка працездатності вібраторів, обладнання для прогрівання бетону і вакуумування бетонної суміші;
- підготовка форм для виготовлення зразків (кубиків);
- інші.

Допоміжні операції:

- контроль товщини шару укладеної бетонної суміші;
- переставляння відсікачів шарів і смуг укладання бетонної суміші;
- закладання свердловин для перевірки температурного режиму твердіння бетону;
- вакуумування укладеної бетонної суміші;
- перекладання системи бетоноводів;
- очищення бадей і бетоноводів;
- інші.

У теорії і практиці бетонування застосовують два принципи (способи) укладання бетонної суміші - безперервний і з перервами.

Безперервний спосіб означає укладання бетонної суміші шарами і смугами з дотриманням умови їх з'єднання до настання початку схоплювання суміші в'язучого. В цьому випадку є можливість перемішувати шари і смуги на межі дотику для досягнення однорідності матеріалу (бетону) конструкції.

Перервний спосіб – укладання бетонної суміші шарами і смугами з дотриманням умови їх з'єднання після настання часу закінчення тужавлення суміші в'язучого і набрання бетоном певної міцності. Зазвичай, для подальшого вкладання бетонної суміші фіксують міцність, не меншу за 1,5 МПа (не залишаються сліди на поверхні конструкції).

Під час укладання бетонної суміші з перервами не допускають на межі шарів і смуг руйнівного впливу вібраторів. Для надійного зчеплення шари бетону потрібно склеювати спеціальними розчинами, бажано тієї самої структури і хімічного складу, що й бетонна суміш. У разі застосування цього способу виникають додаткові процеси з підготовки поверхні нижнього шару або бічної смуги, а також з приготування і нанесення шару з клею.

Процесом підготовки поверхні бетону, який затужавів, передбачено в площині стику механічне видалення карбонатної плівки, яка утворюється в результаті взаємодії мінералів цементу з вуглекислою. Потім на поверхні бетону роблять насічки механічним способом, ретельно промивають або продувають стисненим повітрям і покривають шаром цементного клею завтовшки 2...3 мм.

Для укладання бетонної суміші безперервним способом, як правило, визначають розмір блоку бетонування. Блоком бетонування слід вважати

призму, в якій два розміри є заданими, а третій визначають. Найчастіше визначають довжину шару або смуги бетонування:

$$L_b \leq I_b \cdot t_{b1} / b \cdot h_b, \quad (11.3)$$

де L_b – довжина бетонованої смуги;

I_b – інтенсивність укладання бетонної суміші;

t_{b1} – час початку схоплення цементного тіста;

b – ширина шару або смуги бетонування;

h_b – висота шару або товщина смуги бетонування.

Відповідно до принципу безперервного укладання бетону суміш по шарах і смугах потрібно укладати в одному напрямку (рис. 11.7).

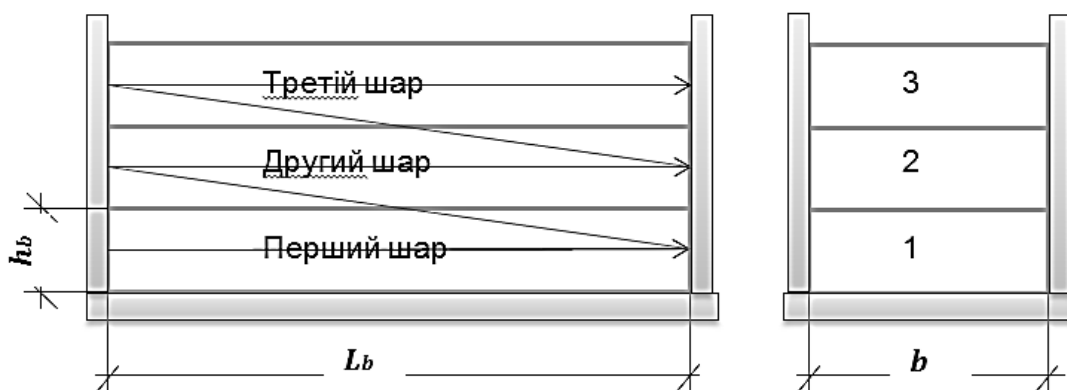


Рис. 11.7. Схема укладання бетонної суміші шарами

Допускається змінювати напрямок укладання бетонної суміші, якщо дотримано умови (11.3).

Блок бетонування обмежується відсікачами, поверхня яких звичайно розміщується перпендикулярно напрямку укладання бетонної суміші. Відсікачі утворюють робочі шви. На відміну від конструкційних швів робочі шви є технологічними. Вони являють собою площину стику між раніше укладеним затверділим і свіжоукладеним бетоном.

Площина стику між старою і новою ділянками шарів і смуг є межею зміни напрямків усадкових деформацій, тому на швах виникають розтягувальні зусилля, що ослабляють зону стику. Цей фактор зумовлює підвищені вимоги до розміщення стиків в конструкції, їх конструктивному оформленню і технології їх виконання.

Робочий шов формують, установлюючи щит з дерев'яних рейок або дощок з прорізами для випусків арматури. Розміщують робочі шви для різних конструкцій за певними правилами. Загальний принцип призначення і розміщення робочих швів – шви повинні розміщуватися в місцях з найменшими

перерізувальними зусиллями, що виникають у конструкціях після розпалублення, не порушуючи цілісності.

Для поліпшення легкоукладальності бетонної суміші, не збільшуючи витрат цементу і води, застосовують пластифікаційні добавки, які дають змогу підвищити рухливість бетонної суміші, знизити її водоспоживання. Можливість отримання рухомої бетонної суміші різко знижує трудомісткість цього процесу, особливо під час бетонування густоармованих конструкцій.

Пластифікаційні добавки в бетонній суміші втрачають свої властивості приблизно за 60...80 хв, тому рекомендується додавати пластифікатор в суміш безпосередньо перед її завантаженням у транспортні засоби або перед подаванням до місця укладання.

Вільне падіння бетонної суміші під час вкладання у форми може спричинити розшарування суміші. Більш важка і велика фракція суміші (щебінь), як менш зв'язана розчинної пастою, опиняється внизу. Розшарування призводить до неоднорідності бетону. З цієї причини обмежують висоту вільного падіння бетонної суміші. У момент вільного падіння суміші на тверду поверхню можливим є відскакування щебеню, що посилює розшарування суміші. Наприклад, висота вільного падіння суміші під час укладання в замкнутий простір опалубки колон може сягати 3...5 м, а в разі укладання на перекриття – одного метра.

До розшарування суміші призводять й спроби її горизонтального переміщення вібратором, провокуючи розтікання по опалубці.

Однією з умов отримання високоякісного бетону із заданими фізико-механічними властивостями є його ущільнення за допомогою вібрації в процесі укладання. Останнім часом активно впроваджується технологія самоущільнюваних бетонних сумішей. Досягають ефекту самоущільнення завдяки введенню в бетонну суміш пластифікаторів. Процес укладання спрощується, але вартість бетонної суміші збільшується, тому процес ущільнення поки що залишається актуальним.

У неущільненій бетонній суміші міститься значна кількість повітря (10...45% загального об'єму суміші), через що знижується міцність бетону.

Отримують більш щільний і міцний бетон за допомогою вібрації бетонної суміші з видаленням з неї повітря. Під час вібрації порушується зв'язок між частинками і відбувається більш компактне їх упакування, зменшується внутрішнє тертя, бульбашки повітря спливають на поверхню. Тимчасово, перейшовши в текучий стан, бетонна суміш набуває підвищеної рухливості, розтікається по формі й ущільнюється під власною вагою.

У разі заповнення вертикальних форм на всю висоту, порушуючи правило шарового укладання й ущільнення, бульбашки повітря, спливаючи, утворюють на поверхні бетону борозни, що знижує якість поверхонь конструкції.

Для ущільнення бетонної суміші використовують механічні вібратори. За способом передавання коливань на бетон розрізняють вібратори внутрішні (глибинні), що занурюються корпусом в бетонну суміш; зовнішні, що прикріплюються до опалубки і передають через неї коливання на бетон; поверхневі, які встановлюють безпосередньо на поверхню вже вкладеного бетону. За видом приводу вібратори поділяють на електромеханічні та пневматичні. Найчастіше застосовують електромеханічні вібратори.

Поверхневими вібраторами ущільнюють бетонну суміш горизонтальних конструкцій завтовшки до 200 ... 300 мм. Ущільнення виконують смугами, рівними ширині площадки вібратора або довжині віброрейки. При цьому кожна наступна смуга повинна перекиватися попередню на 20 см.

Укладаючи бетонну суміш у форми вертикальних, масивних горизонтальних або об'ємних конструкцій, використовують внутрішні глибинні вібратори. Вібрування виконують точково, занурюючи вібратор через певну відстань. При цьому товщина шару ущільнення бетонної суміші не повинна перевищувати 1,25 довжини робочої частини вібратора. Крок переставлення вібратора не повинен бути більшим за 1,5 і не меншим за 0,75 радіуса дії вібратора.

Істотне поліпшення фізико-механічних властивостей бетону може бути досягнуте за допомогою вакуумування бетону. Вакуумування дає змогу вилучити з укладеної й ущільненої бетонної суміші 10 ... 20% надлишкової (вільної) води, яка не вступає в реакцію гідратації. При цьому зменшується пластична усадка бетону і підвищується його міцність. Бетон відразу після вакуумування (0,5 ... 1 год) набуває структурної міцності 0,3 ... 0,4 МПа, що є достатнім для розпалублення несучих елементів конструкції.

Процес вакуумування є найбільш ефективним під час бетонування тонкостінних конструкцій (не більш ніж 300 мм) з великою площею поверхні (оболонки, перекриття, перегородки тощо). Вакуумування можна виконувати з боку бічних поверхонь конструкцій за допомогою опалубних вакуум-щитів; з верхньої відкритої поверхні за допомогою накладених на бетонну суміш переносних вакуум-щитів або вакуум-матів; всередині конструкцій – за допомогою вакуум-трубок, які розміщують у товщі бетонної суміші.

Процес вакуумування полягає в такому. Поверхню свіжовкладеного бетону вистилають вакуум-щитами або вакуум-матами, які за допомогою трубок під'єднують до магістрального трубопроводу, сполученого з вакуум-насосом. Під час роботи насоса в порожнині щита створюється вакуум, при цьому з бетону відсмоктуються повітря і вільна вода, яка збирається в водозбірнику. Тривалість вакуумування шару завтовшки до 100...200 мм становить близько 1 хв/см товщини.

11.6. Правила догляду за свіжим бетоном

У процесі твердіння в бетоні відбувається реакція гідратації, під час якої мінерали цементу, взаємодіючи з водою, утворюють нові сполуки. Зневоднення бетону в ранні терміни внаслідок випаровування може уповільнити або припинити процес твердіння і призвести до недостатньої міцності, а також викликати великі його усадки і розтріскування. Тому за свіжовкладеним бетоном потрібен догляд протягом декількох днів. Без правильного догляду ймовірним є зменшення міцності бетону, зниження якості, а іноді й руйнування всієї бетонної конструкції.

Свіжому бетону потрібно створити нормальні умови твердіння. Нормальними умовами слід вважати температуру зовнішнього повітря в межах 15 ... 20 °С; вологість, не менша ніж 60%; атмосферний тиск – 760 мм рт. стовпчика.

У літній період бетон слід підтримувати у вологому стані, оберігаючи від швидкого висихання, струсів, пошкоджень, ударів, а також від різких змін температури. Забетоновані конструкції протягом перших трьох днів твердіння періодично поливають водою. Поливати починають не пізніше закінчення терміну схоплювання в'язучого матеріалу. У спекотну і вітряну погоду починають поливати відразу після початку тужавлення цементу.

За температури зовнішнього повітря +15 °С і вище поливання водою в перші три доби слід виконувати вдень через кожні три години й один раз уночі, а в наступні дні – не рідше трьох разів на день: вранці, вдень і ввечері. Бетон не поливають, якщо температура зовнішнього повітря не перевищує + 5 °С.

Поливання виконують таким чином, щоб струмені падали на поверхню бетону у вигляді дощу. У спекотну погоду потрібно поливати й опалубку. Для захисту горизонтальних поверхонь бетону від прямого впливу сонячних променів в першу добу їх покривають вологою мішковиною або тирсою. Крім того, свіжовкладений бетон слід захистити від розмивання дощем.

Ці правила не стосуються процесу догляду за свіжовкладеним бетоном в дуже спекотну (понад 25 °С) і суху погоду, а також процесів укладання бетонних сумішей в умовах низьких температур зовнішнього повітря. За температури 5 °С і нижче поливання бетону не виконують.

Якщо в жарку пору року для нормального процесу гідратації в'язучого треба запобігати випаровуванню води, то взимку слід оберігати бетон від замерзання води і перетворення її на лід.

Існує кілька шляхів (способів) вирішення цього завдання:

- введення до складу бетонної суміші протиморозних добавок, що знижують температуру замерзання води;
- прогрівання бетону електронагрівачами, теплим повітрям та іншими способами;

- запобігання втратам тепла, що виділяється в процесі гідратації цементу і після попереднього нагрівання бетонної суміші;
- комбінація названих способів.

За першим способом до складу бетону додають різноманітні хімічні речовини та їх комбінації, які знижують температуру замерзання води і дають змогу працювати за низької (мінусової) температури.

Зазвичай товарну бетонну суміш, яку виготовляють на заводах, обробляють, підігріваючи до 30...35 °С, вводять у суміш так звану транспортну добавку, що знижує температуру замерзання води. На момент доставки бетонної суміші на об'єкт вода в ній не повинна замерзнути, для чого противоморозні добавки розраховують на 5 °С нижче ймовірної температури повітря.

Для підігрівання свіжовкладений бетон накривають шатром або чохлом, в який нагнітають тепле повітря спеціальним джерелом тепла – феном; калорифером; інфрачервоним нагрівачем та ін. Такий спосіб називають улаштуванням тепляка. У тепляку забезпечують безперервне підігрівання повітря до плюсової температури, а укладання бетонної суміші виконують у комфортних умовах (не нижче від + 15 °С). Крім того, в тепляках встановлюють зволожувачі повітря й доводять вологість до 60%.

Третій спосіб називають методом термоса. У процесі хімічної взаємодії води і цементу виділяється велика кількість енергії у вигляді тепла. Процес виділення тепла називається ізотермією. Для втримання тепла утеплюють опалубку і вкривають бетон теплоізоляційним покриттям.

Для догляду за бетоном у зимовий період застосовують різноманітні комбінації згаданих методів, що дає можливість більш ефективно досягати проектних показників міцності бетону в умовах морозу.

Наприклад, застосування методу термоса є більш ефективним, якщо попередньо перед укладанням бетонну суміш підігріти до + 15 ... 20 °С. Такий спосіб називається методом термоса з попереднім підігріванням.

Найбільш дорогими вважають способи електропрогрівання бетону за допомогою спеціальних електродів або нагрівних проводів.

Спосіб витримування свіжовкладеної бетонної суміші в зимових умовах обирають залежно від так званого модуля поверхні конструкції, який характеризує її масивність, за формулою:

$$M_{\Pi} = F_{\text{ох}}/V_b, \text{ м}^{-1}, \quad (11.4)$$

де $F_{\text{ох}}$ – площа охолоджуваних поверхонь монолітної конструкції;

V_b – об'єм бетону в конструкції.

Рекомендовані способи витримування свіжовкладеної бетонної суміші в зимових умовах (табл. 11.2): спосіб термоса, термос з попереднім підігріванням, введення хімічних добавок, витримування в тепляках та різного роду прогрівання або обігрівання. Введення в бетонну суміш протиморозних хімічних добавок може збільшити термін набрання бетоном міцності.

Найпростіший і найдешевший спосіб витримування свіжовкладеної бетонної суміші в зимових умовах – спосіб термоса.

Прогрівання бетону електродами – найпоширеніший метод прогрівання в зимовий час. Електропрогрівання ґрунтується на фізичних властивостях електричного струму, який, проходячи крізь воду бетонної суміші, виділяє певну кількість теплоти. Для прогрівання бетону електродами застосовують тільки змінний струм, оскільки постійний струм сприяє електролізу – вода буде хімічно розкладатися, не виконавши своєї основної функції в процесі тужавлення.

Таблиця 11.2

Способи витримування бетону залежно від масивності конструкцій

Вид конструкції за ознакою її масивності	Температура повітря, °С	Спосіб оброблення бетону
Надмасивні конструкції, Мп ≤ 3 м ⁻¹	-1 ... 15	Термос
	-15 ... 25	Термос з добавками
Масивні конструкції, Мп = 3 ... 6 м ⁻¹	-1 ... 15	Термос з добавками
	-15 ... 25	Термос з добавками і попереднім підігріванням
Конструкції середньої масивності, Мп = 6 ... 10 м ⁻¹	-1 ... 15	Тепляк або електропрогрів
	-15 ... 25	Тепляк або електропрогрів
Тонкостінні конструкції, Мп = 10...20 м ⁻¹	-1 ... 25	Тепляк або електропрогрів

Прогрівання бетону нагрівними проводами більш надійний спосіб, оскільки не пов'язаний з провідністю води і стабільно підтримує потрібну температуру в бетоні. Так, цей спосіб дорогий, але якість несучих конструкцій є важливішою.

Застосування кожного способу догляду за бетоном взимку регламентується численними правилами, які в посібнику не розглядаються. Їх вивчають за спеціальними методичними посібниками на практичних заняттях і під час виконання курсових проектів і робіт.

Запитання для самопідготовки та контролю знань

1. З якою метою визначають модуль поверхні монолітної конструкції?
2. Які умови середовища для твердіння бетону вважають нормальними?
3. Охарактеризуйте безперервну і перервну технологію укладання бетонної суміші в конструкцію.
4. Які процеси під час укладання бетонної суміші вважають підготовчими?
5. Охарактеризуйте основні вимоги до опалубних систем.
6. Розкрийте зміст основних, допоміжних і підготовчих процесів під час бетонування будівельних конструкцій.
7. Які властивості бетонних сумішей належать до технологічних?
8. Чому не можна скидати бетонну суміш з великої висоти?
9. Визначте модуль поверхні для монолітної горизонтальної плити завтовшки 0,3 метра.
10. Які властивості бетону змінює його вакуумування?

12. УЛАШТУАННЯ ПОКРИТТІВ НА ПОВЕРХНЯХ КОНСТРУКЦІЙ

Використання покриттів змінює фізико-хімічні властивості вихідних поверхонь конструкцій будівель, захищає їх від зовнішніх впливів середовища, а також надає гарного вигляду й архітектурної виразності.

У процесі експлуатації будівлі зазнають впливу навколишнього середовища, тому конструктивні елементи будівель і споруд захищають спеціальними покриттями. Покриття на поверхнях конструкцій підвищують експлуатаційні характеристики: вогнестійкість, водонепроникність, стійкість до корозії, зносостійкість, теплоізоляцію та ін.

12.1. Класифікація і властивості покриттів

Покриття класифікують за рядом ознак – за матеріалами, формою, положенням у просторі відповідно до способів улаштування, за функціональними властивостями тощо.

Структура технологічних процесів влаштування покриттів істотно залежить від вихідного агрегатного стану матеріалу покриття. З усіх агрегатних станів виділяються рідкі та тверді матеріали.

Тверді матеріали покриттів зберігають як форму, так й об'єм. На зміст і структуру процесів влаштування покриттів твердими матеріалами впливає їх форма, геометричні розміри і деякі фізико-хімічні властивості. Ці матеріали належать до штучних виробів, класифікують їх за геометричними розмірами на дрібно- і середньорозмірні, середньо- і великорозмірні. За ступенем жорсткості штучні матеріали поділяються на жорсткі і гнучкі. Гнучкі штучні матеріали поділяють на такі, що можуть згорнутися в рулони (рулонні), і листові.

У рідкому стані матеріал покриттів не втрачає об'єму, але змінює форму. Рідкі матеріали покриттів – це різноманітні розчини і рідкі суміші, які характеризуються насамперед в'язкістю і плинністю.

В'язкість (внутрішнє тертя) – опір переміщенню частинок рідини під впливом прикладеної сили. Плинність – явище, зворотне в'язкості. Плинність рідини зумовлена ступенем рухливості її частинок (молекул, атомів, іонів) відносно одна одної. Зміна плинності однієї і тієї самої рідини внаслідок змін температури пояснюється зміною розмірів проміжків між її частками. У міру підвищення температури відстань між частинками рідини збільшується, що полегшує їх взаємне переміщення, тому більшості рідких матеріалів покриття властивий певний температурний режим застосування.

Залежно від величини в'язкості і плинності рідкі матеріали поділяють на суміші пастоподібні (слабкотекучі) і легкотекучі.

Однією з важливих властивостей рідких сумішей є міцність зчеплення нанесеного покриття з поверхнею конструкції. Зчеплення характеризує силу зв'язку між основою і покриттям відносно одиниці площі контакту.

Іноді властивість рідин зчіплюватися з поверхнею характеризують як здатність клеїти матеріал.

За функціональним призначенням покриття поділяють на групи:

- гідроізоляційні – покриття конструкцій від проникнення всередину вологи;
- пароізоляційні – покриття конструкцій від проникнення всередину пари;
- теплоізоляційні – для дотримання певного теплового режиму конструкції;
- акустичні, які використовують звукоізоляції приміщень та конструкцій будівлі;
- конструкційні, що сприймають і передають навантаження. До них належать різноманітні каркасні та інші проміжні вироби для закріплення покриттів;
- оздоблювальні – для поліпшення декоративних властивостей конструкцій будівлі, а також для її захисту від зовнішніх впливів;
- спеціального призначення, які застосовують в особливих специфічних умовах (вогнетривкі, кислототривкі, морозостійкі, прозорі та ін.).

Відповідно до функціонального призначення добирають матеріали і покриття з різними властивостями. Наприклад, для гідроізоляційних покриттів основною характеристикою є здатність не пропускати воду або інші рідини, для теплоізоляційних – мати необхідний розрахунковий опір теплопровідності тощо.

12.2. Структура будівельного процесу

Процеси влаштування покриттів на поверхнях будівельних конструкцій належать до процесів другого рівня (TP_g).

Процеси, які виконують для влаштування покриттів на поверхнях конструкцій, поділяють на основні, допоміжні і підготовчі. Основні процеси принципово розрізняють за видами покриттів. Їх структуру доцільніше розглядати окремо як технології улаштування кожного виду покриття.

Якщо технологічну структуру розглядати в загальному вигляді, то слід виділити кілька *основних процесів*:

- нанесення на поверхні конструкцій рідких матеріалів;
- наклеювання на поверхню штучних виробів;
- механічне закріплення штучних покриттів і виробів на конструкціях;
- інші.

Серед підготовчих процесів виокремлюють:

- підготовку поверхонь до їх покриття матеріалами;
- приготування сумішей;
- нарізання штучних матеріалів за розмірами;

- заготовку і розміщення матеріалів по фронту робіт;
- підготовку засобів механізації до роботи;
- інші.

До допоміжних процесів належать:

- улаштування риштування й огорож;
- прибирання приміщень і робочих місць;
- контроль-но-вимір-ювальні процеси;
- інші.

Ефективність процесів влаштування покриттів пов'язана з кількістю і складністю виконуваних операцій, тому вдосконалюють технології шляхом спрощення операцій і створення багатофункціональних покриттів. Для цього розробляють матеріали, які не потребують тривалого витримування (набрання міцності, твердіння, висихання тощо), значно скорочуючи й усуваючи технологічні перерви. Застосовують такі матеріали, максимально уникаючи мокрих процесів, технології з їх використанням дістали назву сухих технологій.

Інтенсивно розвиваються технології влаштування покриттів поверхонь збірних конструкцій з перенесенням процесів в заводські умови, в яких ці процеси оснащують роботизованими лініями. Така продукція має назву конструкцій підвищеної заводської готовності. Наприклад, у процесі виготовлення сталевих конструкцій надходить в цех, де робот виконує нанесення ґрунтовки лакофарбового шару, який позбавляє необхідності ґрунтувати конструкції на висоті в небезпечних для працівника умовах будівельного майданчика. Крім того, у заводських умовах нанесення покриттів є якіснішим.

12.3. Підготовка поверхонь до опорядження

Вибір процесів підготовки поверхні під покриття залежить від виду матеріалу покриття, його фізико-хімічних властивостей, вимог до якості підготовлюваної поверхні, від виду і властивостей матеріалу конструкції і від можливих забруднень поверхні.

Розглядати структуру процесу підготовки поверхонь конструкцій пропонують за видами основних процесів. Розподіл процесу влаштування покриттів на основні та підготовчі підпроцеси має умовний характер. Кожен попередній шар покриття відносно подальшого є підготовчим. Тому в будівництві часто розрізняють матеріали одного і того самого складу на так звані стартові і фінішні.

Підготовка поверхонь конструкцій до нанесення рідких матеріалів. До легкоплинних матеріалів покриттів належать лакофарбові матеріали, побілки, клеї, мастики, ґрунтовки та ін. Такі покриття мають малу товщину – від мікронів до міліметрів. Якість такого покриття значною мірою залежить від якості підготовки поверхні основи.

До пастоподібних матеріалів належать різноманітні штукатурки, шпаклівки, клеї, стяжки та ін. Такі покриття мають товщину від 2 мм до 5 см, їх якість порівняно з легкоплинними матеріалами меншою мірою залежить від якості підготовки поверхні основи.

Поверхня основи повинна мати ряд властивостей.

Найбільш важлива властивість поверхні – це точність форми поверхонь (прямолінійність і площинність), яка для таких покриттів характеризується дуже малими граничними відхиленнями. Міліметрові покриття не можуть усунути сантиметрові неточності форм поверхонь.

Першою операцією процесу підготовки поверхні є так зване провішування поверхні. Цей процес охоплює визначення і тимчасове закріплення точок лицьової площини майбутнього покриття.

Точність форми поверхні площин зазвичай перевіряють за допомогою вимірювальних рейок (геодезичних рівнів), а вигнутих поверхонь – за допомогою лекал.

Для деяких видів лакофарбових покриттів (фарбування металевих, іноді бетонних поверхонь) поверхні конструкцій повинні мати певний допуск шорсткості. Вимоги шорсткості беруть до уваги в разі нанесення високоякісних покриттів. Для підготовки поверхні виконують процеси шпаклювання, шліфування, затирання, загладжування та ін.

Важливими властивостями поверхні під покриття рідкими матеріалами є щільність і поверхнева відкрита пористість (здатність поверхневими шарами матеріалу конструкції поглинати вологу). Що більша пористість матеріалу, то більша гігроскопічність і водопоглинення.

Здатність матеріалу поверхні (основи) поглинати рідкі матеріали може сприяти збільшенню сил зчеплення покриття з основою, що дуже важливо з погляду надійності покриття і його довговічності. Наприклад, клей, нанесений на щільну малопроникну бетонну поверхню, згодом може відвалитися від поверхні як «коржик».

З другого боку, внаслідок проникнення рідких матеріалів або їх компонентів в пори збільшуються витрати матеріалу, а в деяких випадках з хімічної реакції гідратації в'язучих речовин можуть зникнути в порах корисні компоненти (вода та ін.).

Процеси, пов'язані з усуненням впливу поверхневої пористості основи, охоплюють дії із зволоження або нанесення проникних ґрунтовок. Наприклад, гідроізоляція поверхні може бути виконана шляхом нанесення проникних ґрунтувальних рідин (гідроізоляція «пенетрон»), спеціально створених для пористих поверхонь.

Вологість основи може мати негативний вплив на матеріал покриття – заважати нормальному перебігу процесів твердіння, полімеризації, кристалізації тощо. Наприклад, бетонні поверхні під лакофарбові покриття повинні мати

вологість не більш як 8%, а дерев'яні поверхні – не більш ніж 12%. Для досягнення необхідної вологості виконують операцію сушіння поверхні.

Сила зчеплення покриття залежить від фізико-хімічних властивостей поверхні конструкцій, тому до підготовки поверхонь під різні види покриттів ставлять особливі вимоги.

Процес підвищення адгезії поверхні полягає в нанесенні спеціальних ґрунтувальних рідин (ґрунтовок), закріпленні на поверхні сітчастих матеріалів, улаштуванні насічок (для підвищення шорсткості) на поверхні.

Насічки зазвичай наносять для поліпшення зчеплення пастоподібних матеріалів з щільними поверхнями (бетонна поверхня), що мають погану адгезію. Насічки на глибину 2 – 3 мм виконують в шаховому порядку зубилом вручну або перфоратором.

Щодо лакофарбових покриттів, які наносять на поверхні металевих сталевих конструкцій, то найбільш трудомісткою операцією є видалення іржі, тому металеві конструкції на будівельний об'єкт повинні надходити із заздалегідь підготовленими поверхнями (заґрунтованими) під фарбування.

Якщо ґрунтування поверхонь металевих конструкцій виконують на об'єкті, то матеріал наносять негайно після очищення, ретельно покриваючи поверхню ґрунтовкою, щоб запобігти корозії металу.

Іноді поверхні конструкцій мають дефекти у вигляді тріщин, раковин, відколів тощо. У таких випадках виконують процеси розшивання і закладення тріщин, закладення раковин спеціальними розчинами, захищення ребер, виступів, місць прилягання до поверхонь малярних тканин і сіток.

У випадках, коли до покриття ставлять високі вимоги щодо кольору і шорсткості, матеріал ґрунтовок добирають за структурою і кольором, близьким до структури і кольору матеріалу покриття. Кількість шарів ґрунтовок залежить від якості покриття. Для досягнення високої якості виконують два і більше шарів.

Замаслені ділянки, масні плями, висоли знежирюють і видаляють спеціальними розчинниками.

Найбільш поширеним підготовчим покриттям поверхонь є покриття у вигляді штукатурки. Штукатурні покриття часто використовують для вирівнювання поверхонь конструкцій будівлі і надання їм певних фізико-хімічних властивостей. Далі для улаштування інших покриттів готують тільки поверхню штукатурної основи.

Процес підготовки поверхні під штукатурку простіший, ніж під фарбування, він полягає в очищенні поверхні від пилу і бруду і надання їй шорсткості для надійного зчеплення штукатурного розчину з основою.

Додатково поверхню конструкції покривають ґрунтувальними матеріалами для збільшення сил зчеплення. Підготовку поверхонь глибоко проникними ґрунтовками застосовують перед оштукатурюванням, фарбуванням, нанесенням клею, шпаклюванням поверхні. Вони глибоко проникають в

поверхню, основа стає однорідною, що запобігає нерівномірному висиханню оздоблювального шару.

Найбільш відповідальним процесом підготовки поверхні є провішування поверхні й установлення маяків. Для цього використовують лазерні геодезичні прилади типу створювачів осей і площин.

Спочатку на поверхні стін виконують розмічування вертикальних ліній, за якими будуть закріплені маякові рейки (рис. 12.1). Відстань між лініями визначають за розміром правила. Правило – це будівельний інструмент, призначений переважно для вирівнювання нанесених рідких покриттів.

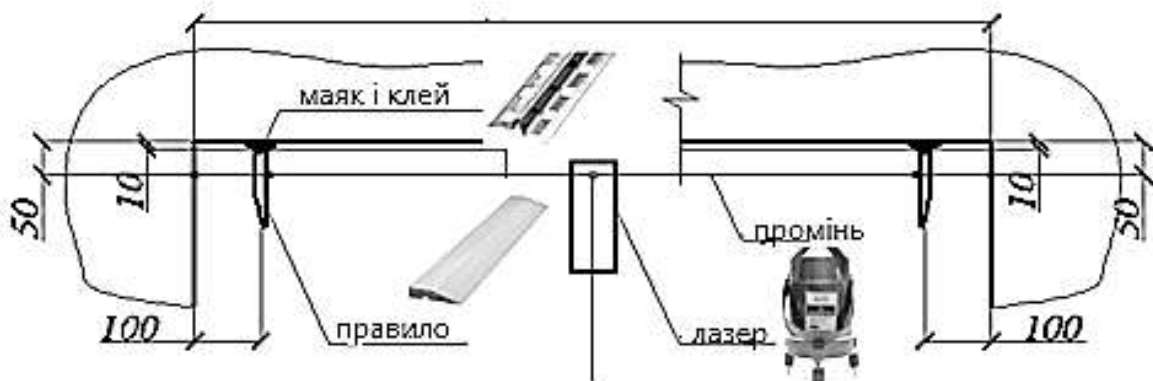


Рис. 12.1. Схема встановлення маякових рейок на стіні за допомогою лазерного приладу

Відстань між маяками має бути на 20 ... 30 см меншою за довжину правила. Зазвичай правила випускають завдовжки 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 м. Обирають правила відповідно довжині поверхні стіни.

Для прикладу: на прилеглих стінах на відстані 5 см від кутів олівцем креслять риски. На площині правила вгорі і внизу для товщини клею не менш як $\delta = 0,5$ см креслять риски $(5 - \delta)$ см під клей і ще $+0,6$ см під висоту маяка. На підлозі посередині довжини стіни встановлюють лазерний прилад і орієнтують промінь за рисками прилеглих стін (див. рис. 12.1).

Потім по вертикальних лініях точково з відстанню між точками 20 ... 30 см наносять коржі клею. На коржі встановлюють маякові рейки, правило ребром прикладають до рейки й орієнтують його разом з рейкою по променю відповідно до виконаних раніше відміток. Після цього надлишки клею з лицьової поверхні маяків видаляють. Так само встановлюють решту маякових рейок, і поверхня під нанесення рідкої штукатурки готова. Після нанесення штукатурки маякові рейки витягають, а борозни від них закладають цим самим штукатурних матеріалом.

Підготовка поверхонь конструкцій до наклеювання штучних виробів.

До штучних матеріалів покриттів належать листові і плитні вироби. Тонкі і більш м'які листові матеріали можуть бути згорнуті в рулони (руберойду, шпалер, лінолеуму та ін.).

Основна операція процесу влаштування таких покриттів – наклеювання. Вона пов'язана з нанесенням клейових матеріалів. Клеї наносять на поверхню основи або на матеріали покриття, у деяких випадках і на поверхню конструкції, і на матеріал покриття одночасно.

Структура процесу підготовки поверхні залежить від жорсткості матеріалу покриття і товщини шару використовуваного клею. Наприклад, для наклеювання шпалер використовують рідкий клей, який накладають суцільним шаром завтовшки близько міліметра. Всі нерівності поверхні передадуться на покриття, тому до якості підготовки поверхні під шпалери ставлять високі вимоги. Структура процесу підготовки поверхні в такому разі є аналогічною процесу підготовки під фарбування рідкими матеріалами.

Погано підготовлену поверхню можна легко закрити більш жорсткими листовими і плитними матеріалами. При цьому істотно зменшують кількість операцій у процесі підготовки поверхонь, як наслідок, скорочують затрати праці і прискорюють процес влаштування покриттів. Для прискорення оздоблювальних робіт з процесу насамперед вилучають мокрі покриття.

Найбільш поширеними серед листових матеріалів є гіпсокартонні листи. Наклеюють листи на поверхню, наносячи на поверхні клейові пасти точково або смугами завтовшки декількох сантиметрів. За такої товщини клею знижуються вимоги до прямолінійності і площинності поверхонь конструкцій, завдяки цьому скорочуються затрати праці і прискорюються процеси підготовки поверхні.

Плитні матеріали залежно від розмірів поділяють на дрібнорозмірні (плитки), середньорозмірні (плити) і великорозмірні (панелі).

Плитки (умовно до 50 см) закріплюють на поверхнях клейовими пастами шаром завтовшки 0,5...1 см, що дає можливість вирівнювати плитку в площині покриття.

Середньорозмірні плити (умовно – 50...120 см) і великорозмірні панелі (розміром понад 120 см і на висоту приміщення) наклеюють на шар завтовшки до 5 см, що дає можливість їх вирівнювати під час установа.

Головним завданням підготовки поверхні під облицювання є її очищення від пилу і бруду, ґрунтування чи надання їй шорсткості для надійного зчеплення клею з основою. Шорсткість поверхні збільшують з метою збільшення площі зчеплення і створення дрібних опорних поверхонь, що запобігають сповзанню рідкого клею з вертикальних поверхонь.

Приклад складу процесу підготовки бетонних поверхонь під шар ґрунту:

- очищення поверхні від пилу, бруду і патьоків розчину;
- перевірка прямолінійності і площинності поверхні;
- рубання опуклостей перфоратором або вручну;
- закріплення армувальних сіток на проблемних місцях (увігнутих з відхиленням від вертикалі);
- улаштування вирівнювальних шарів штукатурки;

- за потреби – улаштування шорсткості на поверхні ґрунту.

Підготовка дерев'яних поверхонь. Дерев'яну поверхню під облицювання підготувати значно складніше, оскільки деревина під впливом вологи розбухає, а після висихання жолобиться і розтріскується. Особливість дерев'яних поверхонь полягає в обов'язковому захисті від бактерій й усихання. Поверхні також слід покривати вогнезахисними матеріалами.

Рекомендують в облицюванні дерев'яних поверхонь переходити до процесів механічного закріплення штучних покриттів. Наприклад, застосовувати метод облицювання стін гіпсокартонними листами на дерев'яних брусках або металевих профілях. Цей метод не потребує технологічного зволоження будівельних конструкцій та їх обов'язкового подальшого просушування, знижує трудомісткість підготовки дерев'яних поверхонь, сприяє високій якості подальшої обробки.

Під час підготовки дерев'яних поверхонь під облицювання між деревом і облицюванням створюють повітряний прошарок, який захищає облицювання від впливу об'ємних змін дерева.

Наприклад, у підготовці дерев'яної поверхні в санвузлах слід брати до уваги вертикальні деформації дерев'яних стін внаслідок усушки деревини. У цих випадках до дерев'яної поверхні на рухомих анкерах закріплюють металевий каркас, на каркасі жорстко закріплюють листи гідроізоляції (аквапанель), на які приклеюють плити облицювання.

12.4. Нанесення на поверхні рідких покриттів

Процеси улаштування на поверхнях будівельних конструкцій покриттів з рідких матеріалів належать до процесів третього рівня (TP_p), які поділяються на підпроцеси четвертого рівня (TP_o).

Основною операцією процесу є нанесення рідких матеріалів на поверхню. Способи нанесення рідин на поверхні пов'язані з в'язкістю і плинністю рідин, а також із засобами механізації для їх нанесення.

Розрізняють способи нанесення вручну (щітками, валиками, шпателями, ковшами тощо) і механізовані (забризування, заливання, розпилення).

Вручну наносять густіші суміші (пастоподібні), а механізовано – більш текучі. Наприклад, консистенція шпаклівок (визначають зануренням стандартного конуса) повинна становити для нанесення вручну 6–8 см, для механізованого нанесення – 12 см. Легкотекучі фарби і лаки наносять розпилювачем (рис. 12.2, а). Одним з прикладів нанесення текучих пастоподібних матеріалів механізованим способом є використання штукатурних станцій для нанесення гіпсової та вапняної суміші (рис. 12.2, б).

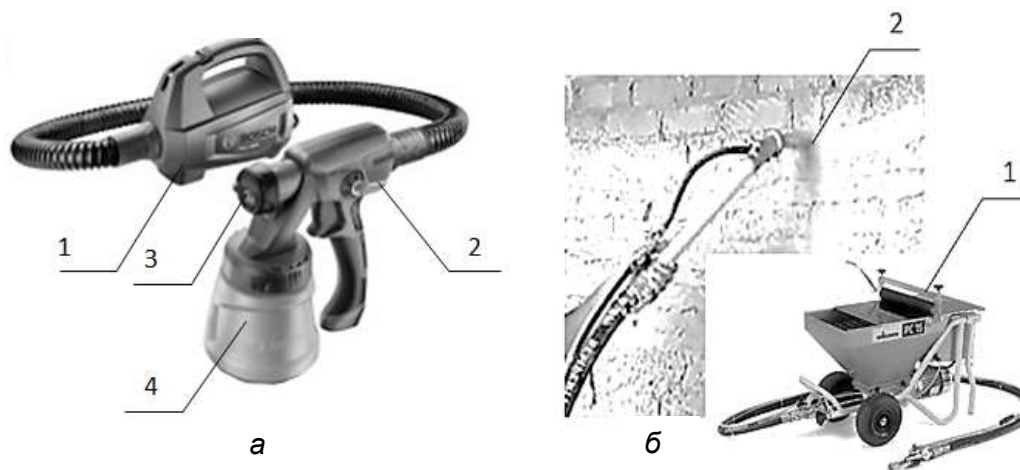


Рис. 12.2. Засоби механізації для нанесення фарб, лаків та ін. рідин:
 а – малогабаритний розпилювач; б – штукатурна станція;
 1 – компресор або станція; 2 – пістолет або вудка; 3 - сопло;
 4 – бачок для рідини

Структура процесу влаштування покриттів з рідких матеріалів може охоплювати операції з оброблення нанесених покриттів за допомогою вирівнювання, загладжування, затирання, шліфування і т.п.

Для отримання більш якісних покриттів з нанесенням декількох шарів в структурі процесу можуть кілька разів повторювати однойменні операції. Багат шарові фарбувальні покриття підкреслюють глибину і насиченість кольору, глянець та інші властивості.

Фірми-виробники фарб пропонують велику кількість різновидів матеріалів, що характеризуються специфікою нанесення й оброблення з широким діапазоном фізико-хімічних властивостей.

Підприємства випускають чимало різноманітних водоемульсійних фарб, зокрема акрилових, що містять спеціальні акрилові смоли. Емульсії цього типу є придатними для фарбування більшості видів поверхонь. Особливості акрилових фарб: водостійкість, міцність і стійкість до механічних впливів, висока еластичність, простота догляду за покриттям.

Латексні фарби – різновид акрилових емульсій з додаванням латексу. Ці фарби дорожчі за інші, проте мають деякі переваги. Таким покриттям властиві водостійкість, універсальність застосування, висока стійкість до механічних пошкоджень, висока опірність.

Силіконові фарби містять силіконові смоли. Таке покриття є водовідштовхувальним, але паропроникним, тому їх широко застосовують для оброблення поверхонь в приміщеннях з підвищеною вологістю повітря. Покриття має антибактеріальні властивості.

Застосування водно–дисперсійних фарб ускладнюється рекомендованим зниження температури в приміщенні, підвищенням вологості повітря, уникненням протягів.

Найпоширенішим способом нанесення фарб вручну є нанесення з використанням валиків. У разі нанесення фарб валиком (рис. 12.3) важкодоступні місця (низ стіни, кути стін і стель) фарбують пензлем (щіткою).



Рис. 12.3. Нанесення фарби валиком

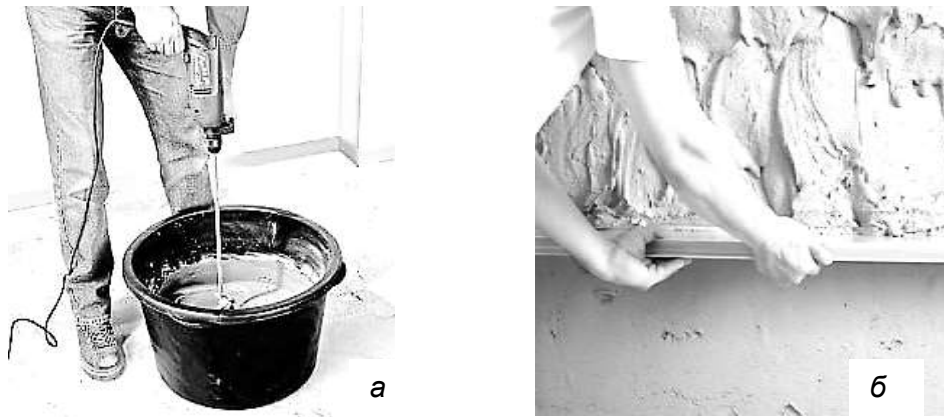
Стіну під стелею можна попередньо пофарбувати валиком горизонтальною смугою. Фарбування всієї поверхні стіни валиком виконують зверху вниз ділянками по 1,0 (h) x 0,5 (b) м. Фарбу наносять перехресними рухами, а вирівнюють зверху вниз, безперервно від кута до кута, уникаючи видимих «швів».

Зазвичай фарбу наносять двома шарами. Першому шару потрібно для повного висихання час, який для конкретної фарби зазначено в інструкції з її застосування. Накладати валиком другий шар покриття потрібно паралельно світлу, що падає від вікна.

Процес накладання штукатурного розчину на поверхню стін і стель починають після встановлення маякових рейок і ґрунтування поверхні (див. рис. 12.1). Структура процесу залежить від застосовуваного матеріалу. Нанесення гіпсових розчинів дещо відрізняється від нанесення цементних або вапняних розчинів. Гіпсова штукатурка легша і наноситься швидше. Особливістю процесу влаштування гіпсової штукатурки є більш стислий у часі режими на приготування, нанесення та розрівнювання суміші, а також на процеси змочування, загладжування і шліфування лицьового покриття.

На об'єкт суміш надходить у сухому вигляді в спеціальних мішках по 15, 20, 25 і 30 кг. Суха суміш складається з порошку гіпсу і полімерних добавок.

Процес приготування рідкого розчину з сухих сумішей складається з кількох операцій: в ємність заливають мірну частину чистої холодної води, у воду засипають потрібну кількість сухої суміші, перемішують за допомогою дреля зі спеціальною спіральною насадкою (рис. 12.4, а).



*Рис. 12.4. Приготування і нанесення гіпсової суміші:
а – замішування суміші дрилем з насадкою;
б – нанесення і стягування розчину правилом*

Об'єм замісу розраховують за часом вироблення (в середньому 20...30 хв). Час придатності розчину залежить від виду гіпсу і полімерних добавок, а також від водогіпсового співвідношення. Для нанесення розчину вручну зазвичай замішують порцію об'ємом один-два мішки.

Перемішування виконують за два цикли. Перше і друге перемішування виконують приблизно протягом 3 ... 4 хв. Між ними роблять перерви тривалістю 3 ... 5 хв, потрібну для більш повного зволоження і набухання частинок сухої суміші, що сприяє більш якійсній консистенції розчину.

Після приготування розчину розпочинають його нанесення на поверхню стіни або стелі. Для нанесення вручну використовують кельму. Спосіб нанесення – накидання розчину. На стіні накидування розчину виконують між маяковими рейками від низу до верху і по всій ширині.

Після накидування розчин стягують рівномірно по поверхні між маяковими рейками. Потім поверхню вирівнюють спеціальним Н-подібним правилом, притискаючи його до маяків (рис. 12.4, б). Таке правило дає змогу надлишки розчину повертати в ємність з основним замісом розчину для повторного використання.

Далі роблять перерву протягом 30 ... 40 хв для тужавлення розчину, після чого повторно вирівнюють поверхню трапецієподібним гострішим правилом (процес підрізування).

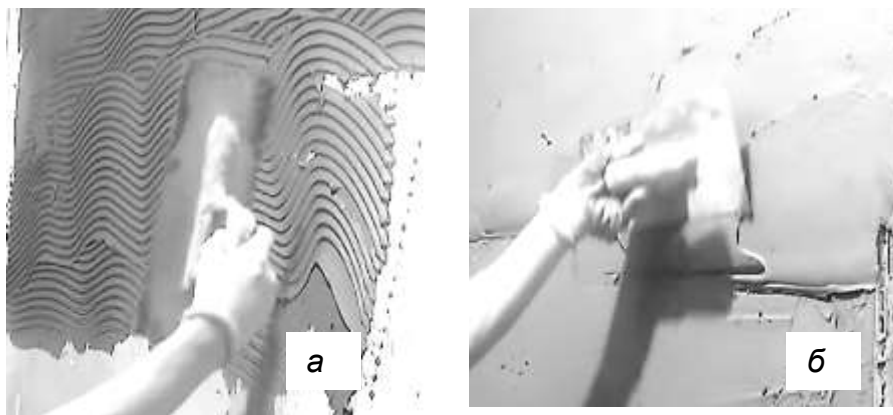
Після підрізування витягають маяки, а борозни, що утворилися, закладають більш густим розчином і знову підрізають.

Поверхню покриття змочують і затирають круговими рухами спеціальною пористою терткою, після цього згладжують поверхню сталевим шпателем. Якщо потрібна глянцева поверхня під фарбування, то через 8...12 год поверхню знову змочують і шліфують шпателем.

За механізованого способу улаштування покриття нанесення розчину виконують за допомогою штукатурної станції через сопло під тиском (див. рис. 12.2, б), що прискорює операцію нанесення розчину, а решту операції виконують вручну за раніше описаною технологією. Механізований спосіб нанесення розчинів на поверхні стін рекомендовано за великих площ покриттів (понад 60 м²).

Штукатурні покриття з цементно-піщаного розчину зазвичай застосовують на бетонних і цегляних поверхнях стін і колон. Процес підготовки поверхні складається з кількох операцій: очищення поверхні кутовою шліфувальною машинкою, видалення пилу і нанесення ґрунтовки проникного покриття. Для подальшої підготовки бетонних поверхонь, а іноді і цегляних, краще скористатися клеєм для плитки.

Спеціальним шпателем наносять клейове покриття завтовшки 3 ... 5 мм у вигляді гребінки (рис. 12.5, а). Таке покриття надійно приклеюють до бетонної поверхні, оскільки збільшується площа зчеплення штукатурки з основою підготовки. На це покриття за раніше описаною технологією закріплюють маякові рейки (див. рис. 12.1).



*Рис. 12.5. Нанесення покриття з цементно-піщаного розчину:
а – клейового шару у вигляді гребінки спеціальним шпателем;
б – розчину на гребінку широким шпателем*

Клейове покриття має затвердіти, для цього потрібна технологічна перерва тривалістю 2 ... 3 год. Після цього розпочинають нанесення розчину між маяками за методом нанесення широким шпателем (рис. 12.5, б).

Далі правилом виконують підрізання розчину і вирівнювання покриття. Через 8 ... 12 год тим самим правилом ще раз виконують підрізання.

Процес приготування цементно-піщаного розчину і механізованого нанесення є аналогічним процесам влаштування покриття з гіпсового розчину.

Вапняне штукатурне покриття виконують аналогічно гіпсовому покриттю. Відмінність лише в тому, що розчином поверхню покривають зазвичай двома

шарами з перервою між нанесенням першого і другого шару тривалістю 2...3 год. При цьому перший шар не має висохнути, але повинен мати міцність достатню для утримання другого шару. Затирання поверхні слід виконувати через 3...4 год.

До покриттів з рідких матеріалів належить гідроізоляція у вигляді цементно-полімерних розчинів, бітумних мастик та ін. Процес нанесення таких матеріалів мало чим відрізняється від процесів, розглянутих раніше. Варто зазначити деякі особливості, наприклад, гідроізоляцію у вигляді рідкої гуми товщиною 2...4 мм наносять на поверхню вудкою з двома форсунками, з'єднаною шлангами зі спеціальним обладнанням за принципом безповітряного розпилення.

Рідка гума – це сучасний гідроізоляційний матеріал нового покоління модифікованих бітумно-латексних або бітумно-полімерних водних емульсій (бітумна емульсія зі спеціальними хімічними добавками).

За робочу зміну ланка робітників з трьох чоловік може виконати 1000...1500 м² покриття. Нанесення триває близько 5 год, а 3 год потрібні для підготовки поверхні – очищення, знепилювання і ґрунтування (праймерування). Процес виконують тільки за плюсової температури. Готовність покриття до експлуатації настає через 24...48 год. Покриттю властива висока адгезія.

Нанесення покриттів на горизонтальні поверхні (стягування підлоги приміщення) можна виконувати способом заливання. Такі технології ґрунтовані на властивостях відкритої поверхні рідини, яка в стані спокою набуває горизонтального положення. В практиці будівельних технологій цей процес дістав назву улаштування самовирівнювальної стяжки.

Процес полягає в приготуванні легкотекучого розчину суміші і його подальшому заливанню на підлогу приміщення. Після додаткового розрівнювання і видалення з рідкого шару бульбашок повітря спеціальним валиком стяжку залишають у спокої до затвердіння.

Процес підготовки поверхні до улаштування стяжки доповнюють операцією геодезичного розмічування лицьової поверхні. За допомогою лазерного нівеліру і рейки перевіряють наявність вертикальних перепадів основи. Матеріал сухої суміші самовирівнювальної стяжки є досить дорогим, тому перепади не повинні перевищувати 1/3 товщини покриття.

Величина перепадів дає уявлення про потрібний об'єм розчину і про те, який вид стяжки слід застосувати. Заповнювачем сухої суміші є пісок, від розміру зерен якого залежить мінімальна товщина стяжки. Рекомендоване співвідношення розміру зерен піску і мінімальної товщини стяжки – 1/3.

Якщо виявляють перепади поверхні понад 1/3 товщини стяжки, виконують вирівнювання поверхні сумішами більш щільного складу, наприклад, цементним розчином.

Чисту і суху поверхню підлоги для підсилення зчеплення покривають спеціальним розчином ґрунтовки. Для того щоб уникнути зчеплення стяжки зі стіною по всьому периметру стін приклеюють спеціальну стрічку (самоклейку). Зчеплення стяжки зі стіною призводить до появи на затверділій стяжці тріщин.

Після приготування розчину суміші (технологію описано раніше) отриманий розчин рівномірно заливають на поверхню підлоги. Обов'язково слід звернути увагу, на яку площу розраховано упаковку сухої суміші. Зручніше заливати ділянки між маяковими рейками (рис. 12.6). Установлюють маякові рейки так само, як і маяки на стінах.



Рис. 12.6. Заливка самовирівнювального розчину

Заливання виконують ділянками, зручними для розрівнювання розчину, у напрямку від дальнього кута приміщення до виходу.

Після цього шар залитої стяжки ретельно прокочують спеціальним валиком голчастої фактури для усунення пухирців повітря.

Заливання стяжки в приміщенні виконують як один неперервний процес, тому слід точно розрахувати обсяг і час для заливання.

Завершують процес перервою до цілковитого висихання і набрання проектної міцності матеріалом стяжки. Після перерви виконують лицьове покриття (улаштування паркету, наклеювання лінолеуму і т.п.).

Особливу цікавість становлять покриття поверхонь стін рідкими шпалерами з натуральних бавовняних або целюлозних волокон, барвників високої якості і клейового складу.

12.5. Наклеювання на поверхні штучних виробів

Скоротити кількість операцій в структурі процесу влаштування покриттів дає змогу використовувати штучні елементи покриттів з готовим (заводським) лицьовим покриттям. Процес влаштування покриттів із штучних матеріалів дістав назву «облицювання поверхні». В цьому розділі розглянуто процес облицювання способом наклеювання матеріалів на поверхню.

Улаштування на поверхнях конструкцій покриттів зі штучних матеріалів способом наклеювання належить до процесів третього рівня (TP_p).

За традиційною технологією передбачено процес нанесення клею на поверхню конструкції або на внутрішню поверхню штучного покриття. Іноді клей наносять на обидві поверхні – все залежить від фізико-хімічних властивостей клею, матеріалу покриття і поверхні. Способи нанесення клею розглянуто в попередньому розділі, основні з них – напилення, набризкування, намазування шпателем, пензлем або валиком.

У влаштуванні гідроізоляційного покриття горизонтальної і похилої поверхні процес підготовки рулонних матеріалів складається з розкочування рулонів на підготовлену суху поверхню і вирівнювання смуги по намічених лініях. Залишають полотно в розгорнутому вигляді на час, достатній для зняття в матеріалі напружень і деформацій (близько години). Після цього смугу акуратно згортають, не змінюючи, як правило, положення смуги.

Зміст процесу наклеювання смуг залежить від виду матеріалу. Наклеювання рулонної гідроізоляції на основу полягає в нанесенні клею на поверхню способом заливання або обмазування з розрівнюванням на ділянці, рівній площі, на якій клей не повинен втрачати своєї життєздатності до моменту закінчення наклеювання (рис. 12.7, а).



Рис. 12.7. Наклеювання рулонного матеріалу на поверхню:

а – нанесення мастики способом заливання і розрівнювання;

б – наклеювання полотен

Полотна розгортають по нанесеному клею і розгладжують, видаляючи повітряні бульбашки. Для більш надійного приклеювання можна використовувати ручні котки. Усі наступні полотна наклеюють з напуском на попередні. У зоні напуску наносять смужку клею (рис. 12.7, б).

Шар клею може бути нанесений на полотно в процесі виготовлення на заводі. Наклеювання таких рулонних матеріалів на підготовлену поверхню виконують, розм'якшуючи наплавлений шар за допомогою розчинника, полум'ям газового пальника або інфрачервоним нагрівачем (рис. 12.8, а).

Перед наклеюванням руберойд слід перемотати в зворотній бік для усунення залишкових деформацій й очистити від мінеральної посипки, нанесеної для

уникнення злипання полотна. Операція розм'якшення клею виконується одночасно з розкочуванням рулону.



а



б

Рис. 12.8. Наклеювання полотен:

а – з розм'якшенням шару мастики полум'ям газового пальника;
б – самоклеючим шаром

Багато сучасних видів рулонної плівки гідроізоляції випускають з клейким шаром, покритим захисною плівкою. Наклеювання виконують розкочуючи полотно й одночасно відриваючи захисну плівку від клею. Така технологія дозволяє спростити і прискорити процес наклейки (рис.12.8, б).

Рулонний матеріал покриття можна укласти на горизонтальні поверхні насухо без приклеювання. Такі покриття зазвичай навантажують баластними шарами (засипками, плитами). Мембранне покриття укладають на поверхню великими полотнищами, які між собою зварюють спеціальними паяльниками. Струменем повітря, розігрітого до 400–600 °С виконують герметичні шви, міцні на розрив. Ширина зварної смуги повинна становити не менш як 20 мм.

Мембрани можна кріпити клейовими розчинами. Умовно мембранами можна вважати покриття з лінолеуму ПВХ. Наклеювання лінолеуму потребує ідеально рівної, твердої, сухої основи без горбків, ямок, каверн, тріщин та інших дефектів. Таке покриття поверхонь утворюють за допомогою самовирівнювальної стяжки.

Рулонний матеріал лінолеуму нарізають за розмірами приміщення, розстилають малюнком вгору і залишають на деякий час для вирівнювання. Полотно акуратно згортають в рулон. Клей шпателем наносять і рівномірно розподіляють по основі. Потім, розгортаючи рулон, полотно надійно притискають до клею і заглажують для видалення бульбашок повітря і рівномірного приклеювання до підлоги (рис. 12.9).

Лінолеум на підлогу можна укласти насухо, як мембрану. У такому разі мембрану кріплять до підлоги по периметру рейками-плінтусами. Полотнища для утворення мембрани зварюють між собою.



а

б

*Рис. 12.9. Наклеювання лінолеуму на основу підлоги:
а – у вигляді рулону; б – у вигляді гнучкої
плитки з самоклеїним шаром*

Облицювання поверхонь шпалерами. Характерним і широко використовуваним рулонним матеріалом для покриття стін будівель є шпалери. Виготовляють паперові, вінілові, флізелінові і текстильні шпалери.

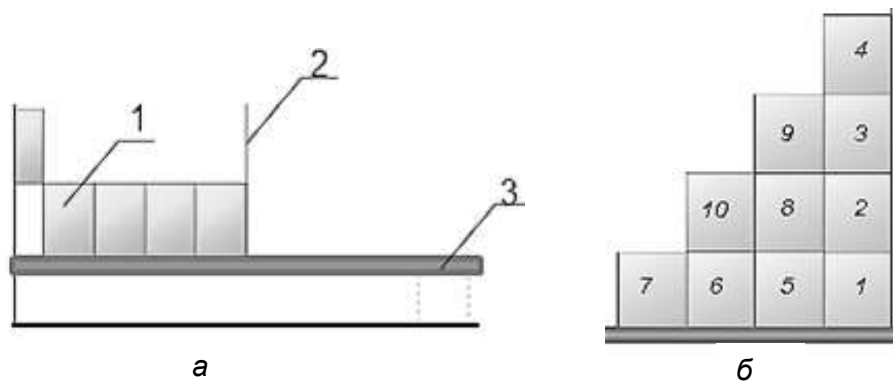
Процес наклеювання починають після підготовки поверхні, розмічування шпалер під розмір стін, заготовлення полотнищ. Наносять клей на зворотний бік шпалер або на стіну за допомогою валика або щітки.

Шпалери клеють, як правило, стик в стик, при цьому стик між полотнами шпалер має бути непомітним. Після наклеювання полотно розрівнюють зверху вниз і від середини до країв для видалення бульбашок повітря і зайвого клею.

Облицювання поверхонь тонкими плитками на клеї. До підготовчих процесів додають процеси підготовки плитки і розмічування поверхонь під плитку. Обираючи плитку, крім забарвлення, потрібно звертати увагу на геометрію плиток. Відповідно до відхилень від заданих розмірів плитку сортують за рядами облицювання з метою досягнення ідеального збігу рядів плитки як по вертикалі, так і по горизонталі. Розмічують розміщення плиток на стіні або на підлозі з урахуванням ширини швів.

Зазвичай укладати плитку на стіни починають з другого горизонтального ряду від центру до кутів. Перший, так званий цокольний, ряд приклеюють останнім. Визначаючи висоту розташування другого ряду, слід враховувати висоту цокольної плитки і величину двох швів (рис. 12.10, а). На рівні другого ряду на стіні креслять горизонтальну лінію і в цьому місці на дюбелях закріплюють профільну оцинковану або дерев'яну рейку. Далі вертикальними лініями за допомогою рулетки розмічають кількість плиток по довжині і по висоті стіни.

Для покриття підлоги плиткою розмічування звичайно починають від центра приміщення, рухаючись у двох перпендикулярних напрямках.



*Рис. 12.10. Схеми послідовності дій під час облицювання поверхонь плиткою:
а – розмітка другого ряду; б – порядок наклеювання плиток;
1 – плитка; 2 – середина стіни; 3 – рейка*

Клей наносять на підготовлену поверхню стіни і рівномірно розподіляють за допомогою зубчастого шпателя (див. рис. 12.5, а). Товщина шару клею залежить від розміру плитки і різновиду клею. Величину зубця шпателя слід добирати залежно від величини і глибини профілю тильного боку плитки, а також від розмірів плитки, дотримуючись принципу: що більша плитка, то більші розміри зубців шпателя.

Для обрізування плиток використовують спеціальні різачки для керамічних плиток.

Сучасні клеї для плитки дають можливість наклеювати їх на стіни в будь-якій послідовності, але найбільш зручним є наклеювання плитки горизонтальними рядами знизу вгору від середини до кутів (так менше накопичується похибок) (рис. 12.10, б).

Укладання плиток, як правило, починають з другого ряду, спочатку укладають вертикальний ряд на висоту 3–5 плиток, потім горизонтальний (у будь-який бік від початку облицювання) на ширину 4–6 плиток.

Для того щоби шви були однакові, застосовують дистанційні хрестики, дібрані за шириною шва (рис. 12.11). Тонкі шви 1 ... 1,5 мм призначають у разі високої точності геометрії плиток. За низької точності розмірів, щоби приховати швами нерівності плитки, товщину швів збільшують.



Рис. 12.11. Наклеювання плиток і встановлення хрестиків між плитками

Після завершення вкладання керамічної плитки через певний час (визначений за інструкцією до клею) можна розпочинати заповнення швів, використовуючи мастику потрібного кольору. Шви заповнюють за допомогою гумового шпателя. Лицьову поверхню облицювання очищають, миють і за потреби шви для підвищення водостійкості покривають ґрунтовкою.

Облицювання поверхонь грубими плитами на клеї. Грубими плитами облицюють поверхні конструкцій, закриваючи їх від впливу температури або для захисту від шуму.

Перед наклеюванням плит виконують ґрунтування поверхні стіни ґрунтом глибокого проникнення. Залежно від матеріалу плит (пінополістирольні, базальтові тощо) застосовують спеціальний клей. Наприклад, для кріплення плит теплоізоляції до вертикальних поверхонь на плити по всій поверхні шпателем наносять фасадний клей.

Плити приклеюють до поверхні зі зміщенням вертикальних швів в рядах (з перев'язуванням плит в рядах), притискаючи по всій поверхні до стіни. Якщо між плитами утворюються зазори, їх потрібно задути монтажною піною або заповнити мастикою. Додатково для міцнішого з'єднання з поверхнею конструкції плити можна кріпити дюбелями («парасольками») (рис. 12.12).

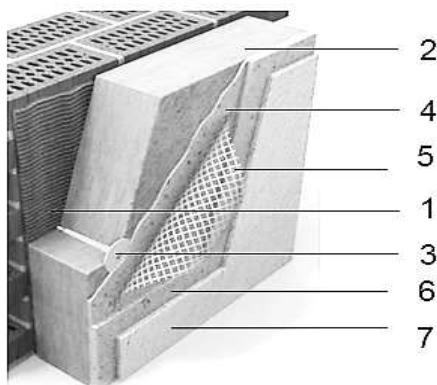


Рис. 12.12. Конструкція покриття поверхні плитами:

1 – шар клею; 2 – плита; 3 – дюбель; 4 – шар клею; 5 – армована сітка; 6 – шар клею, 7 – фінішне покриття

Після монтажу кріплень на плити шпателем наносять тонкий шар клею, на який приклеюють армувальну сітку. Сітку наклеюють з напуском. На завершення процесу по сітці наносять вирівнювальний шар клею під декоративну штукатурку або під шпаклівку.

Облицювання поверхонь жорсткими листами на клеї.

У зведенні житлових й офісних будівель широкого застосування набули покриття поверхонь гіпсокартонними листами (ГКЛ) на клеї. Облицювання стін гіпсокартонними листами застосовують для підготовки поверхні стін, колон і перегородок усередині будівель під фарбування, наклеювання шпалер, облицювання плиткою тощо.

Облицювання поверхонь конструкцій листами з гіпсокартону виконують за однією з двох технологій. Перша технологія полягає в наклеюванні за гіпсокартонних листів безпосередньо на поверхню конструкцій, друга – в механічному закріпленні гіпсокартонних листів на металевому або дерев'яному каркасі (про цю технологію див. далі).

Технологічний процес облицювання поверхонь жорсткими листами на клеї належить до процесів третього рівня (TP_p), він має певну структуру.

Підготовчі операції – це доставка листів до місця наклеювання, нарізування листів за розмірами поверхні, приготування клею з сухих сумішей, ґрунтування поверхні (за потреби).

Основні операції – нанесення клею на поверхню ГКЛ, приклеювання ГКЛ до поверхні й оброблення швів між листами.

Перед тим як клеїти листи, на вертикальних поверхнях конструкцій виконують розмічування у вигляді набору вертикальних ліній з кроком 60 см (1/2 ширини листа). Якщо перепади поверхні стіни менші за 3 см, клей шпателем наносять смугами або шарами. Шари клею наносять рівномірно з кроком 15...20 см по периметру листа, кутах і посередині листа (рис. 12.13). Товщину шарів визначають відповідно до нерівностей поверхні стіни.



Рис. 12.13. Підготовка листа ГКЛ до наклеювання на стіну

Після цього лист гіпсокартону притуляють до стіни на відведене для нього місце і за допомогою геодезичного рівня виставляють точно, притискаючи його в місцях що виступають, і стежачи за тим, щоби лист був встановлений вертикально відповідно до загального напрямку стіни.

Якщо перепад поверхні стіни є більшим ніж 3 см, з метою заощадження клею спочатку на стіні встановлюють маяки. Маяки виконують зі смужок гіпсокартону довжиною 10 ... 16 см, які розміщують з кроком 60 см. Смужки встановлюють по периметру і посередині кожного листа так, щоби лист по краях заходив тільки до половини смужки, а друга половина смужки залишалася вільною для наступного листа.

Після того як смужки маяків надійно приклеєні до стіни, починають наклеювати листи. Спочатку на смужки рівномірним шаром під гребінку наносять клей, потім встановлюють лист, притискаючи його до смужок.

Спосіб оброблення швів залежить від форми кромки. Шви шпаклюють із застосуванням гіпсової шпаклівки за допомогою стрічок для поверхневого ущільнення.

12.6. Механічне закріплення штучних виробів

Технологічний процес закріплення штучних покриттів і виробів на поверхнях конструкцій є процесом третього рівня (TP_p), він має певну структуру.

Підготовчі процеси охоплюють:

- розмічування положення покриттів або виробів в плані поверхні;
- установлення маяків (за потреби);
- заготовку матеріалів і їх підготовку до встановлення;
- розмічування і нарізування матеріалів.

До основних процесів належать:

- влаштування отворів під кріплення;
- установлення штучних покриттів або виробів;
- кріплення штучних покриттів або виробів до конструкцій.

Допоміжні процеси:

- перевірка правильності закріплення;
- інші процеси.

Процес закріплення штучних покриттів і виробів на поверхнях конструкцій зумовлений особливостями (властивостями) основи, на якій виконуватимуть кріплення, і властивостями матеріалу покриттів.

Основним елементом з'єднання є кріплення. Елементи кріплення обирають залежно від матеріалу основи, на яку встановлюватимуть штучне покриття або вироби.

Звичайно як матеріал, для якого обирають тип кріплення, розглядають щільний бетон; щільний бетон з тріщинами; пінобетон (газобетон); твердий природний матеріал (камінь); м'який камінь; щільну цеглу; саман; гіпсокартон; дерево та ін.

Вибір типу конструкції кріпильних виробів залежить також від зусиль, на які розраховано кріплення, з огляду на міжосьову відстань між кріпленнями (рис. 12.14). Крім того беруть до уваги товщину виробу, який кріпитимуть до поверхні, і глибину закладення кріплення.

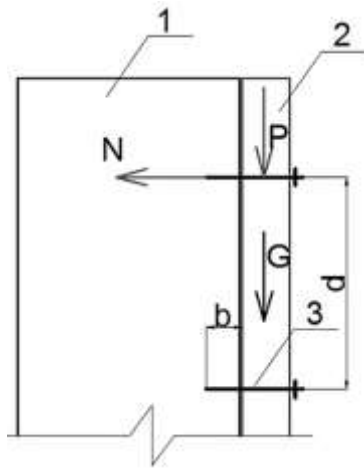


Рис. 12.14. Схема кріплення виробів на поверхні конструкції:

1 – конструкція, 2 – виріб, 3 – кріплення, b – глибина кріплення, d – відстань між кріпленнями, N – зусилля на висмикування, P – зусилля на зрізання, G – вага виробу

Пластикові кріплення (дюбелі) використовують для закріплення легких штучних покриттів і виробів з невеликою товщиною кріпильних елементів. Для кріплення важчих і глибших виробів застосовують металеві анкери. Для кріплення дуже важких покриттів і виробів рекомендовано хімічні анкери.

Анкери встановлюють після їх попереднього закріплення на конструкції або безпосередньо крізь виріб, який підлягає кріпленню. Все залежить від конструкції анкера (рис. 12.15).

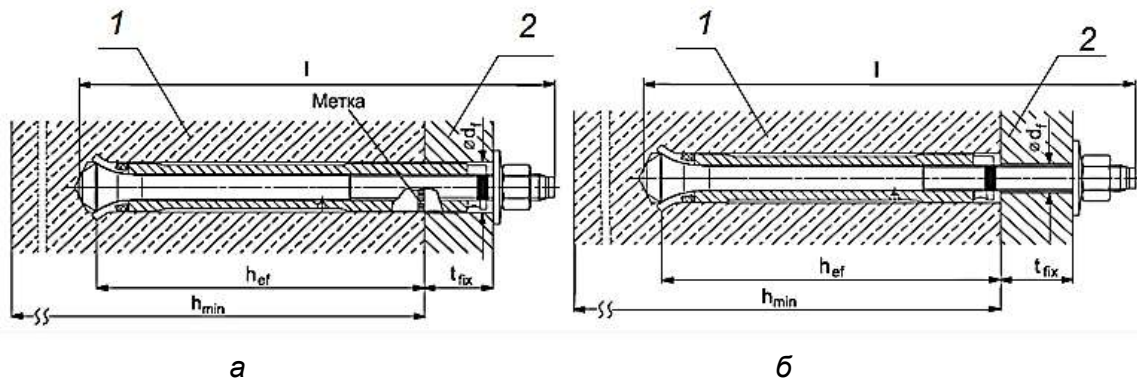


Рис. 12.15. Схема кріплення виробів на поверхні конструкції:

а – наскрізне через виріб; б – з попередніми закріпленням анкера;
1 – конструкція, 2 – виріб

Технологічна послідовність операцій в разі кріплення крізь виріб є такою (рис. 12.15, а). Спочатку після розмічування місць установлення кріплень за допомогою перфоратора і спеціального бура на поверхні конструкції свердлять отвори рекомендованого діаметра на потрібну глибину. Потім свердлять отвори у виробі такого самого діаметра. Після цього виріб встановлюють на поверхню і притискають втулками анкерів, вставляючи їх крізь отвори у виробі в отвори

конструкції. Відтак у втулки вставляють болти. Завершується процес закручуванням болтів доти, доки не буде забезпечене жорстке кріплення.

У другому випадку (див. рис. 12.15, б) після свердління отворів по поверхні конструкції відразу вставляють втулки анкерів з невеликим заглибленням їх головок в поверхню конструкції. У виробі свердлять отвори меншого діаметра під шпильки. У втулках закріплюють шпильки, а після цього на них надягають виріб і притискають гайками до поверхні.

Останнім часом часто використовують кріплення типу дюбель-цвях (ударний дюбель), який дає можливість швидко виконувати кріплення ударом молотка без загвинчування (рис. 12.16). Бурять отвір в основі крізь покриття, вставляють анкер, який головкою фіксують на поверхні покриття, вставляють спеціальний цвях й ударом молотка забивають до упору в головку.



Рис. 12.16. Схема кріплення виробів за допомогою дюбеля-цвяха:
1 – конструкція, 2 – виріб

Для кріплення м'яких виробів використовують дюбель-парасольку, а для кріплень в тонких листах типу гіпсокартонного листа використовують дюбель-затискач (рис. 12.17).

Найбільш масовими виробами, які закріплюють механічним способом, є вікна і двері. Конструктивно вікна складаються з рами і склопакета. Рами виготовляють з деревини, пластику, алюмінію, сталі і в комбінованому варіанті. Склопакети складаються з листового скла (мінімум з двох шарів), герметично скріплених між собою металевою або пластиковою дистанційною рамкою з утворенням порожнини, заповненої повітрям або інертним газом.

Поверхні конструкцій, на які встановлюють вікна та двері, обрамляють отвори в стінах, перегородках, дахах. Для жорсткої фіксації віконних і дверних блоків у стінових прорізах і передачі вітрових навантажень на стінові конструкції, а також для компенсації навантажень, що виникають в площині блоків (температурних й усадкових) як кріпильні елементи застосовують дюбелі-втулки, монтажні шурупи і гнучкі металеві анкери.

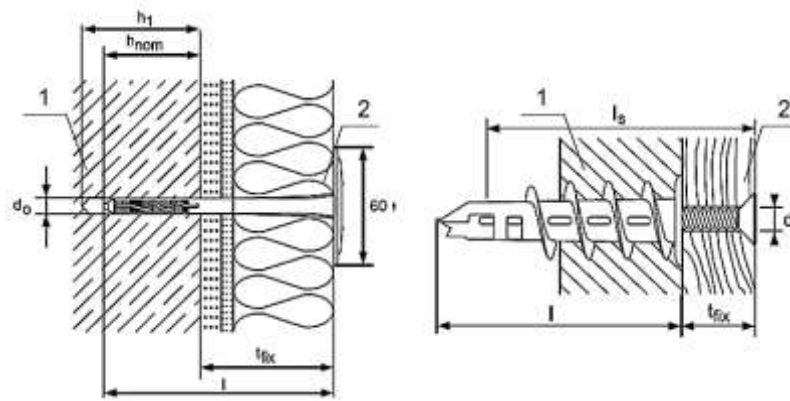


Рис. 12.17. Схема кріплення м'яких виробів за допомогою дюбеля-парасольки і влаштування кріплень в тонких м'яких конструкціях:
1 – конструкція; 2 – виріб

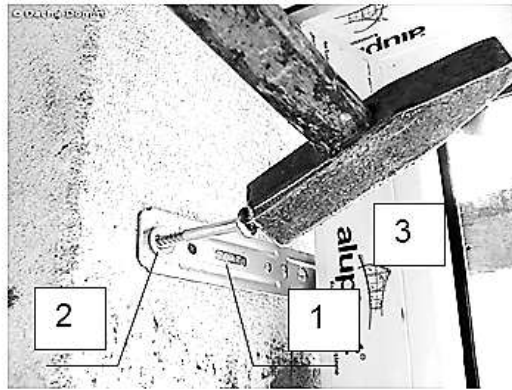
Дюбелі-втулки застосовують у випадках, коли стіни виконані з цегли, газобетону чи інших подібних матеріалів. Довжину дюбеля обирають залежно від конструкції блока і величини зазору між блоком і стіною. Глибина закладання в стіну повинна бути не меншою за 40 мм для цегляних стін і 50 мм – для стін з пористих бетонів. Діаметр втулки дюбеля розраховують на дію від вітрового навантаження, а в загальному випадку рекомендовано використовувати дюбелі діаметром не менше ніж 10 мм. Діаметр отвору під дюбель повинен бути на 0,5 мм більшим діаметра втулки.

Монтажні шурупи використовують у випадках, коли основи виконано з дерева або тоді, коли в цегляних і бетонних конструкціях змонтовано дерев'яні закладні елементи для кріплення. Діаметр шурупів повинен бути не меншим за 8 мм. Глибина закладення шурупів в дерев'яні елементи кріплення – не меншою, ніж 40 мм. Отвори в коробці блока свердлять діаметром, рівним діаметру шурупа, а в дерев'яних закладних деталях – на 3 мм менші за діаметр шурупа.

Кріплення віконних рам і дверних коробок (обрамлень) зручніше виконувати крізь виносні сталеві планки. Планки виготовляють з оцинкованого сталевого листа завтовшки не менш ніж 1,5 мм. Кут згину анкера залежить від величини зазору між блоком і стіною. Планки попередньо кріплять до віконних рам за допомогою шурупів-саморізів діаметром не менш як 5 мм і завдовжки не менш ніж 40 мм. До стіни планки кріплять на дюбелі-цвяхи (рис. 12.18).

Підготовка до встановлення і кріплення вікон і дверей

Спочатку виконують простукування наявної штукатурки на укосах і ближніх ділянках стін з метою виявлення можливих пустот. Оцінюють міцність тримання шару штукатурки. Дефектні місця в разі потреби ремонтують.



*Рис. 12.18. Схема кріплення віконної рами з виносної планкою:
1 – планка; 2 – дюбель-цвях; 3 – віконна рама*

За потреби виконують роботи з доведення розмірів прорізів до проектних з дотриманням прямолінійності поверхонь і перпендикулярності кутів. При цьому застосовують матеріали, сумісні з матеріалами конструкції стіни і віконного або дверного блоку.

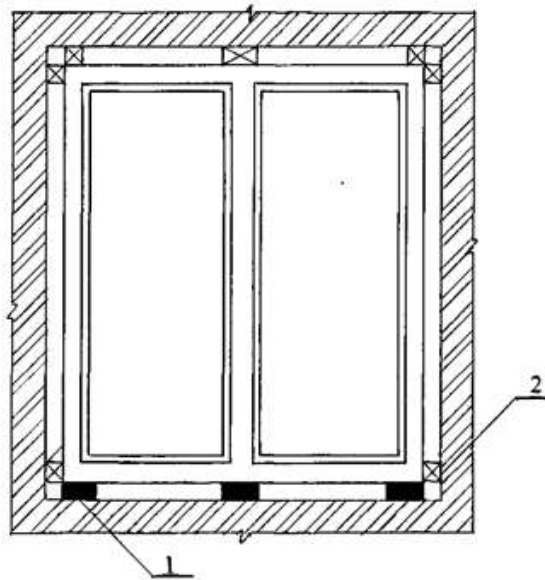
Перед виконанням робіт кромки поверхонь зовнішніх і внутрішніх укосів повинні бути зачищені від налиплого розчину, бруду і пилу, а в зимовий період - від снігу і льоду. Краї і поверхні прорізів не повинні мати відколів, раковин, напливів розчину та інших пошкоджень. Дефектні місця слід зашпаклювати вологостійкими сумішами. Масні поверхні треба знежирити.

Крихкі і такі, що обсипаються, ділянки, повинні бути укріплені (проклеєні зв'язувальними сумішами або спеціальними плівковими матеріалами, оброблені ґрунтовкою глибоко проникнення).

Під час встановлення віконних і дверних блоків потрібно залишати зазори між блоками і стіновими конструкціями розміром 15–30 мм для влаштування з'єднувальних швів.

Перед кріпленням віконного або дверного блока до стінового прорізу для передачі навантаження від ваги блока на будівельну конструкцію за допомогою кріпильних елементів встановлюють жорсткі несучі колодки з полімерних матеріалів або з деревини твердих порід (дуб, ясен).

Для фіксації блока в прорізі стіни застосовують розпирні клини. Приклад розміщення несучих колодок і розпирних клинів наведено на рис. 12.19. Блоки встановлюють за допомогою рівня. Після встановлення і тимчасової фіксації в потрібному положенні блок кріплять до прорізу в стіні за допомогою кріпильних елементів.



*Рис. 12.19. Приклад розміщення несучих колодок і розпірних клинів під час монтажу блоків:
1 – колодки; 2 – клини*

Відповідно до обраного засобу кріплення виконують або свердління отворів в коробці під дюбелі, або монтаж анкерних пластин до коробки. Зазвичай планки та дюбелі встановлюють в місцях кріплення навісів і відповідних запірних вузлів.

Монтажною піною заповнюють шви по всьому периметру прорізу рівномірним шаром, пам'ятаючи про її здатність до вторинного розширення. За значної глибини і ширини монтажних зазорів теплоізоляційні матеріали треба наносити пошарово, до повного заповнення ущільнюваного простору. Зрізати зайву монтажну піну дозволяється тільки після завершення процесу її твердіння (від 24 до 48 год).

Із зовнішнього боку сполучні шви ущільнюють полімерними герметиками або ущільнювальними стрічками. Для надання архітектурної виразності зовнішній зазор може бути закритий лиштвом.

Зазори з боку приміщення ущільнюють пароізоляційними стрічками (прокладками). Пароізоляційна стрічка повинна бути надійно приклеєна до поверхні коробки блока й прорізу по всьому периметру прилягання. Як внутрішній пароізоляційний шар допускається використовувати силіконові та інші герметики, сумісні з матеріалами з'єднувального шва і блоків.

Запитання для самопідготовки та контролю знань

1. Охарактеризуйте особливості механічного закріплення штучних покриттів і виробів на поверхнях конструкцій.
2. Розкрийте структуру технологічного процесу облицювання поверхонь конструкцій листами з гіпсокартону.

3. У якій послідовності рекомендується виконувати вкладання облицювальних плиток на стіни?
4. Охарактеризуйте способи й особливості наклеювання рулонних матеріалів на поверхні конструкцій.
5. Охарактеризуйте способи нанесення рідких покриттів на поверхні конструкцій.
6. Наведіть послідовність операцій провішування поверхні стіни і закріплення маякових рейок.
7. Які процеси виконують для підготовки поверхонь конструкцій під час влаштування покриттів?
8. З якою метою на поверхні наносять ґрунтовку?
9. За якими правилами добирають зубчасті шпателі і як призначають розмір хрестиків для фіксації зазорів між плитками?
10. З якою метою рулонні матеріали перед наклеюванням розгортають і витримують в розгорнутому вигляді протягом деякого часу?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Хубка В. Теория технических систем / В. Хубка: пер. с нем. В.В. Ачкасова, Н.И. Зук, Е.Б. Матвеевой; под ред. К.А. Люшинского. – М. : Мир, 1987. – 208 с.
2. Шерешевский И. А. Жилые здания. Конструктивные системы и элементы для индустриального строительства: [пособие для учебного проектирования] / И. А. Шерешевский. – Стер. изд. – М. : Архитектура-С, 2007. – 124 с.
3. Матчинский Ф. Организация труда на рабочих местах / Ф. Матчинский / пер. со 2-го пол. изд. Н.Н. Малютиной; под ред. И.И. Шапиро. – М. : Машиностроение, 1984. – 192 с.
4. Бейтуганов М.Г. Безопасность строительно-монтажных работ на высоте / М.Г. Бейтуганов, Р.А. Заборонок – М. : Стройиздат, 1991. – 256 с.
5. Тонкачев Г.Н. Функционально-модульная система формирования комплектов строительной оснастки [монография] / под. ред. Г.Н. Тонкачевеа. – Киев : ЧП «Блудчий М.І.», 2012. – 158 с.
6. Тонкачев Г.Н. Технологичность конструкций монолитных плит перекрытий гражданских зданий / Г.Н. Тонкачев, В.В. Таран // Містобудування та територіальне планування: зб. наук. пр. – К. : КНУБА, 2008. – Вип 29. – С. 381-394.
7. Технологія монтажу будівельних конструкцій: навч. посіб. / В.К. Черненко, О.Ф. Осипов, Г.М. Тонкачев та ін.; за ред. В.К. Черненка. – К. : Горобець Г.С., 2011. – 372 с.
8. Тонкачев Г. Н. Исследование параметров модулей ограничителей для монтажа строительных конструкций [Текст] / Г. Н. Тонкачев, Л.А. Лепская // MOTROL. - 2014. - Vol 16, №5,03-14 – I.179-185
9. Технологія будівельного виробництва: підручник / В.К. Черненко, М. Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін. / за ред. В. К. Черненка, М. Г. Ярмоленка. – К.: Вища шк., 2002. – 430 с.
10. Савйовський В.В. Зведення спеціальних будівель і споруд: навч. посіб. / В.В. Савйовський, О.С. Молодід. – Київ : Ліра-К, 2018. – 248 с.
11. Савйовський В.В. Реконструкція будівель і споруд: навч. посіб. / В.В. Савйовський. – Київ : Ліра-К, 2018. – 320 с.

Навчальне видання

Тонкачєв Геннадій Миколайович
Лєпська Любов Анатоліївна
Шарапа Сергій Павлович

МЕТОДОЛОГІЯ ВИВЧЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчальний посібник

Редагування та коректура *Г.В. Кобриної*

Комп'ютерне верстання *Р.В. Шушпанової*

Підписано до друку 22.11. 2019. Формат 60 × 84_{1/16}
Ум. друк. арк. 12,55. Обл. вид. арк. 13,5.
Тираж 60 прим. Вид № 19/І-19. Зам. № 38/1-19

Видавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.