

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

**О. В. Якименко**

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ПІД ЧАС ЗВЕДЕННЯ**  
**БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво»)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2023**

**Якименко О. В.** Технологічні процеси під час зведення будівель і споруд : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво») / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва. ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 130 с.

Автор

канд. екон. наук, доц. О. В. Якименко

Рецензент

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

*Рекомендовано кафедрою технології та організації будівельного виробництва, протокол № 14 від 9 серпня 2023 р.*

© О. В. Якименко, 2023

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023

## ЗМІСТ

ЛЕКЦІЯ 1 ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА .....	6
1.1 Склад та призначення робіт з інженерної підготовки майданчика для будівництва .....	6
1.2 Опорна геодезична мережа .....	8
ЛЕКЦІЯ 2 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ ЗЕМЛЯНИХ І ПІДЗЕМНИХ СПОРУД .....	10
2.1 Відкритий спосіб зведення підземних споруд .....	10
2.2 Вибір машин, обладнання та матеріалів, що використовуються під час виконання робіт .....	10
2.3 Опускний спосіб, його технологічні особливості. Галузь застосування .....	11
2.4 Зведення заглиблених ємнісних та природоохоронних споруд ....	13
ЛЕКЦІЯ 3 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ ІЗ ЗБІРНИХ КОНСТРУКЦІЙ .....	15
3.1 Загальні відомості щодо зведення будівель із збірних конструкцій .....	15
3.1.1 Будівельно-конструктивні рішення повнозбірних житлових та громадських будівель .....	15
3.1.2 Будівельно-конструктивні рішення збірних виробничих будівель .....	16
3.2 Класифікація методів зведення будівель .....	17
3.2.1 Визначення висоти підйому гака баштового крана .....	19
3.2.2 Монтажні та захватні пристрої .....	20
3.2.3 Розрахунок складу провідних машин .....	23
3.2.4 Розрахунок потреби у транспортних засобах .....	24
3.2.5 Вивіряння та тимчасове кріплення конструкцій .....	25
ЛЕКЦІЯ 4 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД .....	28
4.1 Зведення великопанельних будівель .....	28
4.2 Зведення великоблочних та панельно-блочних будівель .....	29
4.3 Зведення каркасно-панельних будівель .....	29
4.4 Зведення будівель з об'ємних елементів .....	30
4.5 Зведення будівель з покриттями у вигляді оболонок та складок ...	30
4.6 Зведення будівель з арочними та купольними перекриттями .....	31
4.7 Зведення будівель з вантовим або мембранним покриттям .....	32
4.8 Зведення будівель з каркасом рамного типу .....	34
ЛЕКЦІЯ 5 ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ...	35
5.1 Зведення одноповерхових промислових будівель .....	35
5.2 Зведення багатоповерхових промислових будівель .....	40

ЛЕКЦІЯ 6 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ З НЕСУЧИМИ І ОБГОРОДЖУВАЛЬНИМИ СТІНАМИ З ЦЕГЛИ .....	44
6.1 Класифікація будівель з цегли та будівельні процеси під час їхнього зведення .....	44
6.2 Вибір крана для суміщеного виконання кам'яних та монтажних робіт .....	44
6.3 Організація технологічного процесу зведення стін з цегли та монтаж залізобетонних елементів .....	46
ЛЕКЦІЯ 7 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МОНОЛІТНОГО ЗАЛІЗОБЕТОНУ ....	49
7.1 Загальні положення щодо будівництва будівель із застосуванням монолітного залізобетону .....	49
7.2 Технологічна оцінка будівель у монолітному виконанні .....	50
7.3 Класифікація будівель у монолітному виконанні .....	50
7.4 Будівельно-конструктивні рішення монолітних та монолітно- збірних будівель .....	51
7.5 Темпи зведення будівель та інтенсивність бетонування .....	52
7.6 Методи прискорення темпів зведення монолітних будівель .....	53
7.7 Вибір оптимальної технологічної схеми приготування, доставляння, подавання, приймання та укладання бетонних сумішей .....	55
7.8 Зведення будівель у переставних опалубках .....	57
7.9 Зведення будівель у ковзній опалубці .....	59
7.10 Зведення будівель в опалубках спеціального призначення .....	61
ЛЕКЦІЯ 8 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ СПОРУД АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ .....	63
8.1 Будівельно-конструктивні особливості будівель та споруд агропромислового комплексу .....	63
8.2 Зведення силосних башт, зернових елеваторів, комбикормових заводів .....	64
8.3 Будівництво тепличних комплексів .....	66
ЛЕКЦІЯ 9 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД В ОСОБЛИВИХ УМОВАХ .....	67
9.1 Особливості технології зведення будівель та споруд в особливих умовах .....	67
9.2 Зведення будівель та споруд у зимових умовах .....	67
9.3 Зведення будівель та споруд в умовах спекотного клімату та в регіонах сейсмічної активності .....	72
ЛЕКЦІЯ 10 ТЕХНОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ..	76
10.1 Аналіз умов та причини реконструкції об'єктів .....	76
10.2 Реконструкція житлових та громадських будівель .....	77
10.3 Реконструкція промислових об'єктів .....	78

ЛЕКЦІЯ 11 ТЕХНОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ І ПІДСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ .....	84
11.1 Можливі дефекти фундаментів і причини їхнього виникнення ..	84
11.2 Реконструкція і підсилення фундаментів .....	85
ЛЕКЦІЯ 12 ТЕХНОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ І ВІДНОВЛЕННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД .....	94
12.1 Можливі дефекти гідроізоляції будівель і споруд .....	94
12.2 Виконання робіт під час реконструкції й відновлення гідроізоляції будівель і споруд .....	95
ЛЕКЦІЯ 13 ТЕХНОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА РЕМОНТУ ПОКРІВЕЛЬНИХ ПОКРИТТІВ І ДАХІВ .....	101
13.1 Дефекти покрівельних покриттів і дахів .....	101
13.2 Ремонт та реконструкція покрівельних покриттів .....	103
13.3 Ремонт і реконструкція елементів дахів із дерев'яних конструкцій .....	105
13.4 Заміна дерев'яних конструкцій дахів на збірні залізобетонні елементи .....	107
ЛЕКЦІЯ 14 ТЕХНОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ, РЕМОНТУ І ПІДСИЛЕННЯ ПЕРЕКРИТТІВ .....	109
14.1 Можливі дефекти перекриттів .....	109
14.2 Ремонт та підсилення перекриттів по металевих балках .....	111
14.3 Улаштування перекриттів і покриттів зі збірних залізобетонних конструкцій .....	112
14.4 Ремонт і підсилення залізобетонних перекриттів .....	115
ЛЕКЦІЯ 15 ОСНОВНІ МЕТОДИ РОЗБИРАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД .....	119
15.1 Загальні положення щодо розбирання будівельних конструкцій .....	119
15.2 Розбирання дахів .....	121
15.3 Розбирання дерев'яних, цегельних, бетонних і залізобетонних перекриттів .....	122
15.4 Розбирання несучих стін (каркасних і внутрішніх) .....	124
15.5 Розбирання сходів .....	125
15.6 Розбирання балконів .....	126
15.7 Розбирання димових труб і печей .....	127
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	129

# ЛЕКЦІЯ 1 ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА

## 1.1 Склад та призначення робіт з інженерної підготовки майданчика для будівництва

До складу робіт підготовчого періоду входять: проектно-вишукувальні роботи; інженерна підготовка території до будівництва; організація будівельного майданчика.

*Проектно-вишукувальні роботи* є основою для вибору раціональних проектних рішень, забезпечення міцності та стійкості будівель та споруд, розробки проектів організації будівництва та виконання робіт.

Існують економічні та інженерно-технічні дослідження.

*Економічні дослідження* необхідні для вибору району та майданчика будівництва, забезпечення економічності проектних рішень, організації будівництва.

*Інженерно-технічні дослідження* здійснюють з метою вивчення топографічних, геологічних, гідрогеологічних та метеорологічних умов будівництва. Склад та обсяг досліджень залежать від виду будівництва. Дуже важливо знати, що від правильності геологічних даних залежить як стійкість земляних чи інших споруд, а також вибір способу ведення земляних робіт.

Інженерні дослідження загалом необхідні для вироблення оптимальних рішень з вертикального планування, розміщення та орієнтації об'єктів; розрахунку та конструювання фундаменту, систем інженерного обладнання будівель та споруд.

*Інженерна підготовка території* передбачає проведення комплексу робіт із приведення її в стан, що забезпечує виконання будівельних робіт у найбільш сприятливих умовах. До складу цих робіт входять загалом розчищення території майданчика, відведення поверхневих і зниження рівня ґрунтових вод, створення геодезичної основи розбивки.

*Розчищення будівельного майданчика* від лісу та чагарнику проводять у межах, встановлених проектом та обгороджуваних тимчасовим парканом. Цінні породи молодих дерев у певні терміни пересаджують на нові місця. Решту дерев після валки та оброблення перевозять на тимчасові склади, що знаходяться за межами будівельного майданчика.

Для зручності валки дерев і безпеки робіт ліс попередньо розчищають від чагарників і дрібнолісся, які викорчуюють і прибирають за допомогою кущорізів, бульдозерів і тракторів-корчувальників у спеціально відведені місця.

Валку дерев необхідно проводити з одночасним корчуванням і видаленням пнів. Способи валки дерев залежать від крупності лісу, породи деревини, виду ґрунту та гідрологічних умов.

У звичайних ґрунтах дерева незалежно від їхнього діаметра валять з корінням, використовуючи трактори-деревовали або бульдозери, обладнані спеціальними упорними рамами. Великі і середні дерева валять, попередньо підрубавши або підпиливши коріння з боку валки, а у дерев з потужною кореневою системою – з трьох боків.

До початку земляних робіт на будівельному майданчику необхідно зняти родючий рослинний шар у розмірах, встановлених технічним проєктом, та укласти у відвали для подальшого використання його під час відновлення (рекультивації) порушених сільськогосподарських земель, а також під час благоустрою території. Рослинний шар зазвичай знімають у талому стані бульдозерами та скреперами. У зимових умовах родючий шар допускається знімати лише за наявності техніко-економічного обґрунтування у проєкті. Контроль за зняттям та зберіганням родючого рослинного шару ґрунту здійснюють замовник та землевпорядна служба.

Під час зведення нових об'єктів, реконструкції та розширення діючих виробничих підприємств, капітального ремонту житлових і культурно-побутових будівель та в низці інших випадків виконують роботи з розбирання та зносу існуючих будівель та споруд або окремих їхніх елементів. Процес розбирання складається з двох етапів – підготовчого та основного. На підготовчому етапі проводиться обстеження будівель, що зносяться. До того ж визначають стан будівель та споруд загалом та їхніх елементів; методи виконання та обсяги робіт; вихід матеріалу та конструкцій від розбирання та їхня придатність для подальшого використання; надійність відключення інженерних мереж; заходи щодо збереження розташованих поряд будівель; терміни початку та закінчення робіт.

На підставі результатів обстежень підрядник розробляє проєкт виконання робіт із розбирання будівель, до якого входять будгеплан споруди, що зноситься, схеми та технологічні карти виконання робіт, графіки їхнього виконання, машини і механізми, що використовуються в роботі, транспортні засоби, такелажне оснащення, риштування тощо. Особливо повинні бути розроблені заходи щодо забезпечення безпеки виконання робіт.

Процес руйнування будівельних конструкцій та їхнього розбирання складається з таких технологічних операцій: підготовки конструкцій, що розбираються, до руйнування, руйнування матеріалу конструкцій та його розбирання.

Водовідведення та водозниження проводяться після закінчення очищення території будівельного майданчика. Для відведення поверхневих вод виконують постійні або тимчасові водовідвідні пристрої. Постійні водовідвідні пристрої передбачаються проектом у складі основних споруд і є необхідними під час експлуатації об'єктів, а тимчасові розробляються в проекті виконання робіт.

Поперечні перерізи та ухили всіх тимчасових водовідвідних пристроїв повинні забезпечити перехоплення нагрітих вод уздовж меж майданчика та прискорити їхнє стікання з майданчика будівництва. Для тимчасового водовідведення влаштовуються резерви, кавальєри, відвали, що розташовуються з нагрітого боку будівельного майданчика, а також спеціальні обгороджувальні обвалування. До того ж поперечні перерізи і ухили всіх тимчасових водовідвідних пристроїв мають бути розраховані на пропускання зливових вод від танення снігу протягом терміну, що перевищує плановий термін будівництва обгороджуваних споруд у три рази. Брівка тимчасових водовідвідних канал має височіти над розрахунковим рівнем води не менше ніж на 100–200 мм.

У випадках сильного обводнення майданчика ґрунтовими водами з високим рівнем горизонту майданчик осушують за допомогою відкритого або закритого дренажу. Відкритий дренаж влаштовують зазвичай у вигляді канал до 1 500 мм завглибшки, що відриваються з пологими укосами (1 : 2) і необхідними для течії води позовжніми ухилами. Закритий дренаж є траншею з ухилами в бік скидання води, що заповнюється дренаючим матеріалом (щебінь, гравій, великий пісок).

## **1.2 Опорна геодезична мережа**

Опорна геодезична мережа створюється на стадії підготовки майданчика до будівництва. Спочатку визначення меж будівельного майданчика проводять розбивку червоних ліній. Наступні елементи геодезичної розбивної основи рекомендується виконувати після розчищення території, звільнення її від будівель, що підлягають знесенню, та вертикального планування.

Створення геодезичної розбивної основи для будівництва, винесення та закріплення основних осей споруд у натуру (у плані та за висотою) та забезпечення геодезичних спостережень за деформаціями існуючих будівель та споруд здійснює замовник (із залученням у разі необхідності, на договірних засадах проектних та інших спеціалізованих організацій). У процесі будівництва геодезичні роботи та виконавчі зйомки виконує підрядник.

Геодезична розбивна основа включає розбивну мережу та розбивання червоних ліній, зовнішню та внутрішню розбивні мережі будівлі (споруди), розбивання осей лінійних споруд та нівелірні мережі.



Геодезичну розбивну основу для визначення положення об'єктів будівництва в плані створюють переважно у вигляді будівельної сітки, поздовжніх і поперечних осей, що визначають положення на місцевості основних будівель і споруд та їхні габарити, для будівництва підприємств і груп будівель і споруд; червоних ліній (чи інших ліній регулювання забудови), поздовжніх і поперечних осей і габарит будівлі, на будівництво окремих будівель у містах і селищах.

Будівельну сітку виконують у вигляді квадратних та прямокутних фігур, які поділяють на основні та додаткові. Довжину сторін фігур залежно від розмірів будівельного майданчика приймають: для основних – 100,0 м; 200,0 м; 400,0 м, для додаткових – 20,0 м; 30,0 м; 40,0 м.

Будівельну сітку наносять на будівельний генеральний план та прив'язують до державної геодезичної мережі. Для чого за координатами геодезичних пунктів і пунктів сітки визначають полярні координати  $S_1, S_2, S_3$  і кути  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ , за якими виносять на місцевість вихідні напрямки сітки (АВ і АС). Потім від вихідних напрямків по всьому майданчику розбивають будівельну сітку і закріплюють її в місцях перетинів постійними знаками з плановою точкою.

Висотне обґрунтування на будівельному майданчику забезпечується висотними опорними пунктами – будівельними реперами. Як будівельні реperi використовують опорні пункти будівельної сітки та червоної лінії. Висотна позначка кожного будівельного репера має бути отримана не менше ніж від двох реперів державного чи місцевого значення геодезичної мережі.

## ЛЕКЦІЯ 2 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ ЗЕМЛЯНИХ І ПІДЗЕМНИХ СПОРУД

### 2.1 Відкритий спосіб зведення підземних споруд

Під час будівництва різноманітних підземних споруд (гаражі, тунелі, шлюзи, насосні станції та очисні споруди) найбільш ефективно застосування способу «стіна в ґрунті». Сутність цього способу: за допомогою спеціального або грейдерного обладнання до екскаваторів з об'ємом ковша  $1\text{ м}^3$  і більше розробляють траншею  $0,2\text{--}1,0$  м завширшки і  $1,0$  м завглибшки і більше.

Для запобігання обвалу вертикальних стінок траншеї використовують глинястий розчин, що забезпечує необхідний гідростатичний тиск. Після відривання на повну глибину ділянки траншеї екскаватор пересувають на нову стоянку, а на відкритій ділянці траншеї зводять стінку з монолітного залізобетону або збірних елементів. Потім після закінчення влаштування «стіна в ґрунті» по периметру споруди або котловану проводять розроблення ґрунту і транспортування його з котловану звичайними методами, тобто з використанням екскаваторів, автомобілів-самоскидів та іншого обладнання. Стіни споруд і обгороджень котлованів, що влаштовуються способом «стіна в ґрунті», можуть мати різну форму: прямокутну, багатокутну, круглу, хрестоподібну тощо.

Для проходження траншеї з вертикальними або похилими стінками найбільш ефективними є землерийні машини, що забезпечують безперервне або циклічне розроблення траншеї на всю висоту. До таких машин належать екскаватори зі зворотною лопатою (для траншеї до  $7,4$  м завглибшки), драглайни (для траншей до  $16,3$  м завглибшки), бурофрезерні машини.

Ефективність і доцільність способу «стіна в ґрунті», вибір механізмів для робіт залежать від гідростатичних умов будівельного майданчика та характеристики споруджуваної споруди. Цей спосіб застосовується у разі заглиблення конструкції у водотривкий шар; тісної забудови території; за високого рівня ґрунтових вод у районі будівництва; влаштування приміщень, заглиблених у ґрунт більш ніж на  $5,0\text{--}7,0$  м.

### 2.2 Вибір машин, обладнання та матеріалів, що використовуються під час виконання робіт

Виймання ґрунту виконується за допомогою машин циклічної та безперервної дії. До 1 групи потрібно зарахувати звичайні екскаватори, обладнані ковшем зі зворотною лопатою. У разі глибини траншеї  $7,0\text{--}12,0$  м встановлюють подовжені держакі. Найбільшого поширення набуло обладнання

з робочим органом у вигляді двощелепних грейдерів, які підвішують на канаті стріли крана-екскаватора або закріплюють на спеціальній жорсткій штанзі.

Обладнання безперервної дії продуктивніше, але й дорожче і складніше в експлуатації. До цієї групи відноситься гідравлічний траншеєкопач. Він призначений для розроблення траншей у піщаних, глинястих та суглинкових ґрунтах до 20,0 м завглибшки та до 0,5–0,8 м завширшки.

Зведення монолітних стін з бетону і залізобетону в траншеях під захистом глинястого розчину виконують методом вертикально переміщеної труби. У комплект спеціального обладнання для укладання бетонних сумішей входять: вишка з воронкою; бетонолітна секційна труба; опорна шайба та баддя для бетонної суміші. У траншеях до 20,0 м завглибшки можна використовувати телескопічні бетоноукладачі.

### **2.3 Опускний спосіб, його технологічні особливості. Галузь застосування**

Опускні колодязі використовують під час влаштування заглиблених підземних приміщень насосних станцій, водозаборів, скіпових ям доменних печей, установок безперервного розливання сталі, підземних гаражів, як масивних та заглиблених фундаментів для опор мостів, механічних пресів та різних випробувальних стендів.

Опускні колодязі класифікуються:

- *за матеріалом* – на залізобетонні, бетонні, металеві, дерев'яні, кам'яні та цегляні;
- *за формою колодязя* (у плані) – на круглі, прямокутні, квадратні та із закругленими торцевими стінками.

За способами влаштування стін опускні колодязі поділяються на 3 групи:

- з монолітного залізобетону;
- із збірних тонкостінних залізобетонних панелей;
- із збірних залізобетонних пустотілих блоків.

Колодязі зі стінами з монолітного залізобетону рекомендується застосовувати, коли підземне приміщення за технологічними вимогами має складний обрис у плані; необхідно проходити скельні ґрунти або ґрунти з великою кількістю валунів і коли збірний опускний колодязь конструктивно складніше виконати, ніж монолітний.

Технологія влаштування опускного колодязя складається з таких процесів:

- влаштування основи під ніж; виготовлення ножа; влаштування стін колодязя;
- опускання колодязя на проєктну позначку;
- влаштування днища колодязя та гідроізоляційних робіт.

Важливим етапом процесу спорудження колодязя є влаштування основи під ніж. Правильно обрана схема спирання ножа колодязя на ґрунт гарантує збереження колодязя у разі зняття його з тимчасових опор та рівномірність занурення у ґрунт на перших метрах опускання.

Застосовують 5 типів основи під ніж опускного колодязя:

- на втопленій піщаній подушці та дерев'яних підкладках;
- на насипній піщаній подушці та дерев'яних підкладках;
- на насипній піщаній призмі;
- у спеціально підготовленій траншеї (котловані);
- на піщано-гравійній (щебеневій) призмі та дерев'яних опорах-підмостях.

Дерев'яні підкладки укладають на піщано-гравійну подушку із заглибленням їх на 0,5 діаметра підкладки. Висота подушки 500–700 мм, ширина визначається довжиною дерев'яних підкладок +1 000 мм. Звичайна довжина підкладок знаходиться в межах 2,0–3,5 м.

Стіни колодязя під час бетонування розбивають на яруси, а яруси – на блоки. Висоту ярусу призначають у проєкті виконання робіт, виходячи з умов допустимого питомого тиску на ґрунт під ножовою частиною колодязя, а також роботи кранів. Колодязі до 10,0 м заввишки бетонують в один ярус. Вищі бетонують у декілька ярусів, приймаючи висоту ярусу 6,0–8,0 м. Бетонування кожного наступного ярусу допускається тільки після набору міцності бетоном 1,2–1,5 МПа. Стіни та днища колодязів гідроізольують, чим виключається потрапляння води всередину колодязя та оберігають бетон стін та днища від агресивного впливу ґрунтових вод.

Основні типи гідроізоляції:

- фарбування бітумно-бензиновим розчином;
- обклеювальна;
- металева гідроізоляція;
- лита асфальтобітумна.

Колодязі занурюють у ґрунт під дією власної ваги. Зараз застосовують два способи опускання колодязя: насуху, з водовідливом або зі штучним водозниженням рівня ґрунтових вод; без водовідливу, з розробленням ґрунту під водою.

У разі опускання колодязів насуху використовують *три схеми* розроблення та видалення ґрунту з колодязів.

За *першою схемою* ґрунт у колодязі розробляють екскаваторами або бульдозерами і на поверхню видають кранами у баддях.

*Друга схема* передбачає розроблення ґрунту в колодязі грейдерами.

За *третьою схемою* використовують гідромеханічний спосіб, що складається з трьох підсхем:

- ґрунт розробляють гідромоніторами та транспортують на поверхню землесосними снарядами;

- розроблення ґрунту ведуть гідромоніторами, а на поверхню видають гідроелеваторами;

- ґрунт розробляють екскаваторами, а на поверхню видають засобами гідромеханізації.

Спосіб опускання колодязів визначається у проекті виконання робіт, залежно від гідрогеологічних умов будмайданчика та місцевих умов будівництва. Під час спорудження опускних колодязів можуть відбуватися перекоси та їхнє зависання, мимовільне опускання. У таких випадках перекоси виправляють такими способами:

- випереджальним та більш інтенсивним розробленням ґрунту під ножовою частиною колодязя, менш заглибленої в ґрунт;

- додатковим привантаженням тієї ділянки стіни колодязя, яка менш заглиблена в ґрунт;

- розмивання ґрунту гідроголкою.

Мимовільне опускання колодязя зупиняють шляхом встановлення під похилу грань спеціальних фігурних залізобетонних блоків або фундаментних блоків. Зависання колодязів виправляють тими самими способами, як і перекоси.

## **2.4 Зведення заглиблених ємнісних та природоохоронних споруд**

Будівництво заглиблених у ґрунт споруд здійснюється у складних геологічних, гідрогеологічних та гідрологічних умовах. До цих споруд відносяться споруди із забирання, перекачування та зберігання води, а також з очищення, знезараження та перекачування стічних вод.

Способи будівництва заглиблених споруд:

- у відкритих котлованах;

- опускні;

- «стіна в ґрунті».

Перший спосіб є традиційним та найпоширенішим. Його сутність полягає в тому, що до початку будівництва заглибленої споруди вона розробляється в плані з необхідними розмірами, вказується глибина котловану з укосами, крутість яких встановлюється залежно від властивостей ґрунту та рівня залягання ґрунтових вод такою, щоб була забезпечена стійкість укосів.

Будівництво заглиблених споруд у відкритих котлованах зазвичай здійснюється в скельних, піщано-гравелистих, галькових та валунових ґрунтах.

У піщаних та глинистих ґрунтах застосування цього способу доцільно в таких випадках:

- у піщаних водонасичених ґрунтах – 6,0–7,0 м завглибшки;
- у піщаних ґрунтах природної вологості – 10,0–11,0 м завглибшки;
- у водонасичених глинястих ґрунтах – 10,0–12,0 м завглибшки;
- у глинистих ґрунтах природної вологості – 13,0–16,0 м завглибшки.

Споруди, що будуються у відкритому котловані, уніфіковані за розмірами у плані. Їхнє будівництво здійснюється з монолітного (до 55–60 %) та збірного залізобетону. Залежно від конструктивної схеми, інженерно-геологічних умов і розмірів споруд товщина зовнішніх залізобетонних стін цих споруд у разі монолітного виконання змінюється від 0,4 м до 1,5 м, а у разі збірного – від 0,24 м до 0,8 м.

Розроблення ґрунту в котлованах залежно від обсягу ґрунту, що підлягає вийманню, та наявності вільних майданчиків проводиться за такими схемами:

- ґрунт розробляється екскаватором у відвал з подальшим переміщенням бульдозером;
- у разі глибоких котлованів розроблення ґрунту ведеться у два яруси і більше;
- у разі вологих і мокрих ґрунтів краще застосування драглайну або зворотної лопати;
- у сухих – використання всіх типів навісного обладнання екскаваторів.

Для зведення монолітних стін споруд рекомендується застосовувати армоопалубні блоки. Збірні залізобетонні конструкції монтують за допомогою баштових, козлових або мобільних кранів на гусеничному або пневмоколісному ході, залежно від розмірів споруди в плані, маси конструкцій, глибини котловану та конкретних місцевих умов будівельного майданчика.

Після зведення споруд проводять гідроізоляційні роботи та зворотне засипання пазух між зведеною спорудою та укосами котловану, а також в'їздів та виїздів. Для забезпечення механізованого засипання та ущільнення ґрунту в пазухах дозволяється збільшувати розміри котлованів у межах, що дають можливість максимальної механізації процесів земляних робіт.

## ЛЕКЦІЯ 3 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ ІЗ ЗБІРНИХ КОНСТРУКЦІЙ

### 3.1 Загальні відомості щодо зведення будівель із збірних конструкцій

#### 3.1.1 Будівельно-конструктивні рішення повнозбірних житлових та громадських будівель

Збірні будівлі за конструктивними ознаками поділяються на *великопанельні, каркасні, великоблокові та об'ємно-блокові*. За конструктивною схемою сучасні великопанельні будівлі можуть бути розбиті на *4 групи*: з малим кроком поперечних несучих стін; з великим кроком поперечних несучих стін; зі змішаним кроком поперечних несучих стін; з поздовжніми несучими стінами.

У будівлях з поперечними несучими стінами зовнішні стіни можуть бути *несучими, самонесучими та навісними*.

Каркасні будівлі за конструктивним виконанням бувають з балковими і безбалковими конструкціями перекриттів, а також з поверхом у міжферменному просторі. Дві останні схеми застосовуються у промислових будинках. Розташування ригелів у каркасах балочної конструкції може бути поздовжнім або поперечним. Панелі зовнішніх стін у цих будинках бувають самонесучими або навісними. Будівлі об'ємно-блокової конструкції розподіляються на три основні конструктивні схеми:

– *панельно-блокова* – поєднання несучих об'ємних блоків з плоскими панелями перекриттів та навісними або самонесучими панелями зовнішніх стін;

– *каркасно-блокова* – поєднання несучих блок-кімнат з несучим каркасом. У будинках такої конструкції всі навантаження сприймає залізничний каркас, блок-кімнати спираються на поперечні або поздовжні ригелі;

– *об'ємно-блокова* – суцільне розміщення об'ємних елементів без застосування плоских конструкцій. Основною конструктивною системою житлових будинків є великопанельна, а громадських та адміністративних побутових будівель – каркасна.

За поверховістю будівлі розподіляються на *малоповерхові* (1–2 поверхи); *середньоповерхові* (3–5 поверхів); *багатоповерхові* (6–12 поверхів); *підвищеної поверховості* (12 і більше поверхів); *висотні* (25 поверхів і більше).

Протяжність та конфігурація будівель у плані може бути різною залежно від кількості та типів блок-секцій.

Основні типи блок-секцій: *рядові; торцеві; рядові з торцевими закінченнями; кутові; поворотні під кутом 90° та 135°*.

### 3.1.2 Будівельно-конструктивні рішення збірних виробничих будівель

Виробничі будівлі за архітектурно-конструктивними ознаками бувають *одноповерхові, багатопверхові та змішаної поверховості.*

В *одноповерхових будівлях* зазвичай розташовуються підприємства, що характеризуються важким і громіздким обладнанням, великогабаритними виробами та значними динамічними навантаженнями.

В одноповерхових виробничих будівлях застосовується укрупнена сітка колон (12,0 м × 6,0 м; 18,0 м × 6,0 м; 12,0 м × 12,0 м; 18,0 м × 12,0 м; 24,0 м × 12,0 м; 30,0 м × 12,0 м; 36,0 м × 12,0 м), яка дозволяє більш гнучко організувати технологічний процес, вільно розміщувати обладнання і змінювати без реконструкції будівель технологічні процеси під час влаштування нової техніки та технології.

Застосування в будівництві залізобетонних та армоцементних оболонок, сталевих та алюмінієвих ферм, просторових та висячих систем та інших високоміцних полегшених конструкцій покриттів дозволяє будувати великопрогонові будівлі з прогонами 36,0 м, 42,0 м, 60,0 м завширшки.

В одноповерхових виробничих будівлях застосовують залізобетонні, сталеві та змішані каркаси, а в окремих випадках може бути застосований і неповний каркас з несучими кам'яними стінами. Типове рішення одноповерхових будівель складається з поперечних рам, в яких з'єднання ригелів та колон здійснюється шарнірно. Шарнірне з'єднання колон і ригелів конструктивно простіше жорсткого, що полегшує виготовлення та монтаж.

*Багатопверхові виробничі будівлі* за своєю конструктивною схемою в більшості випадків становлять каркасні будівлі і проєктуються зазвичай зі збірного залізобетону. Ці будівлі будують з повним (неповним) збірним залізобетонним каркасом і самонесучими (несучими) або навісними стінами.

Каркас складається з вертикальних стійок (колон), з'єднаних жорстко з балками (ригелями) міжповерхових перекриттів і покриттів. У сукупності вони утворюють поперечну багатоярусну раму, жорстко защемлену у фундаментах. У поздовжньому напрямку поперечні рами зв'язують настилом перекриттів і покриттів, що утворюють жорсткі діафрагми. Уніфікованими габаритними схемами передбачені дво-, три- і великопрогонні будівлі не більше шести поверхів, з сіткою колон 6,0 м × 6,0 м, 9,0 м × 6,0 м, 12,0 м × 6,0 м, 12,0 м × 12,0 м. Одноповерхові будівлі можуть бути зблоковані з багатопверховими.

Для верхніх поверхів з підвісним підйимально-транспортним обладнанням вантажопідйомністю до 5,0 т або мостовими кранами вантажопідйомністю до 10,0 т застосовують проліт до 24,0 м завдовжки. Висота поверхів може бути



3,6 м; 4,8 м; 6,0 м; 7,2 м; 10,8 м. Висоту 7,2 м застосовують для першого та верхнього поверхів, висоту 10,8 – тільки для верхнього поверху.

Каркас багатоповерхових будівель виконується з уніфікованих конструкцій і складається з колон прямокутного перерізу (0,4 м × 0,4 м і 0,4 м × 0,6 м), ригелів прямокутного перерізу або з опорними полицями і коробчастими настилами. Колони з консолями для опори ригелів виготовляють заввишки один, два, три поверхи. Стики колон виконують за допомогою зварювання випусків арматури з подальшим замонолічуванням, стики розташовують на 0,6 м вище рівня підлоги.

Застосовувати сталеві каркаси в багатоповерхових будинках допускається під обладнання з корисним навантаженням на перекриття, що перевищує 30 кН/м<sup>2</sup>, 15 кН/м<sup>2</sup> і 10 кН/м<sup>2</sup> у разі сітки колон відповідно 6,0 м × 6,0 м, 6,0 м × 9,0 м та 6,0 м × 12,0 м.

### 3.2 Класифікація методів зведення будівель

Методи монтажу збірних конструкцій вибираються з урахуванням обсягу монтажних робіт, об'ємно-планувальних та конструктивних рішень будівлі, термінів монтажу, наявного парку монтажних механізмів. Методи монтажу збірних конструкцій відрізняються залежно від застосовуваного підйимально-монтажного обладнання, ступеня укрупнення збірних елементів, що надійшли на будівельний майданчик; послідовності встановлення їх у проектне положення; напряму монтажу та руху крана; способів наведення та встановлення елементів на нижчерозташовані опорні конструкції.

У всіх випадках застосування тих чи інших методів повинно забезпечувати точність установаження конструкцій, стійкість будівлі та її частин у процесі монтажу та безпечні способи виконання робіт.

Класифікація методів монтажу будівельних конструкцій промислових і цивільних будівель: монтаж окремими елементами на проектній позначці; монтаж укрупненими конструктивними елементами на проектній позначці; встановлення у проектне положення попередньо укрупнених на землі блоків.

Класифікація методів монтажу за ознаками:

а) організаційні:

1) за напрямом монтажу: *поздовжній; поперечний.*

2) за послідовністю встановлення конструкцій: *комбінований; роздільний; комплексний.*

б) технологічні:

1) залежно від порядку збирання елементів: *нарощуванням; підрощуванням; насуванням.*

2) залежно від основного комплексу застосовуваних машин: *нерухомими засобами; установниками; домкратними пристроями; поворотними кранами.*

3) залежно від застосовуваних технологічних методів та засобів: *вільний; координаційний; обмежено-вільний; примусовий.*

*Вибір монтажних машин і технологічної оснастки* проводиться після визначення методів виконання монтажних робіт і способів встановлення конструкцій у проєктне положення. Для чого складають різні варіанти механізації робіт і встановлюють за мінімальними необхідними параметрами технічну можливість використання крана конкретного типорозміру.

Вихідними даними під час вибору монтажних кранів, крім методів та технології монтажу, є: габарити та конфігурація будівель та споруд; параметри та розташування в будівлі конструкцій, що монтуються (маса, габарити, оснащення); умови виробництва (ступінь зосередженості споруджуваних споруд на майданчику, ґрунтово-кліматичні фактори, конструктивні особливості підземної частини). Варто вибирати також крани, які за своїми параметрами і ступенем охоплення конструкцій, що монтуються, з вантажопідйомності і продуктивності відповідали б спорудам, що будуються.

Під час визначення схеми руху монтажних кранів та їхніх стоянок за будь-якого методу монтажу необхідно прагнути до зменшення довжини шляху пересування крана та кількості стоянок. Обов'язковою умовою є дотримання технологічної послідовності монтажу конструкцій, що забезпечує стійкість змонтованих елементів. Встановлюючи технічні параметри монтажних кранів (вантажопідйомність, висоту підйому гака, виліт стріли), якщо вони не повністю відповідають умовам монтажу, варто розглянути базові моделі та їхні модифікації з усіма типами робочого обладнання, підйомними та балочними стрілами, баштово-стріловим обладнанням.

Вантажопідйомність крана визначається за умови забезпечення монтажу найважчих елементів з урахуванням маси оснастки та стропувальних пристроїв:

$$Q_{кр} = m_e + m_o + m_c = \frac{M_{вн}}{\ell_{стр}}, \quad (3.1)$$

де  $m_e$  – маса елемента, що монтується, кг;

$m_o$  – маса оснащення, що встановлюється на конструкціях до їхнього підйому, кг;

$m_c$  – маса стропувальних пристроїв, кг;

$M_{вн}$  – вантажний момент, кг · м;

$\ell_{стр}$  – виліт стріли, необхідний для встановлення цього елемента, м.

### 3.2.1 Визначення висоти підйому гака баштового крана

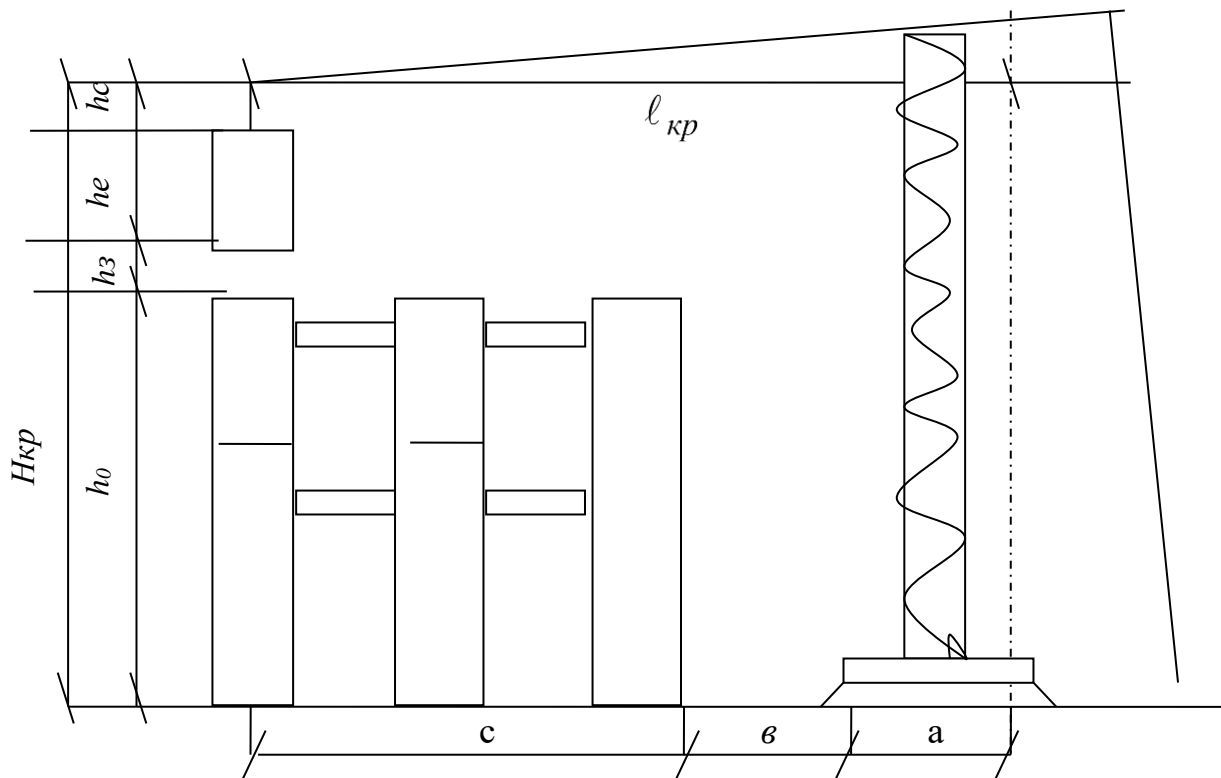


Рисунок 3.1 – Визначення висоти підйому гака баштового крана

$$H_{кр}^{кр} = h_0 + h_3 + h_e + h_c, \quad (3.2)$$

де  $h_0$  – перевищення опори елемента, що монтується, над рівнем стоянки крана, м;

$h_3$  – запас по висоті, потрібний за умов безпеки для заведення конструкцій до місця їхнього встановлення чи перенесення через раніше змонтовані конструкції (приймається щонайменше 0,5), м;

$h_e$  – висота елемента в монтажному положенні, м;

$h_c$  – висота стропування в робочому положенні від верху елемента, що монтується, до низу гака, м.

Висота вантажозахоплювальних пристроїв від 2,0 м до 4,5 м (рис. 3.1). Траверси для підймання ферм та балок та траверси для багатоярусного підвішування плит покриттів – від 6,5 м до 9,5 м.

Виліт гака баштового крана:

$$l_{кр} = \frac{a}{2} + b + c, \quad (3.3)$$

де  $a$  – ширина кранової колії, м;

$b$  – відстань від кранового шляху до проєкції частини стіни, що найбільш виступає, м;

$c$  – відстань від центру тяжкості найбільш віддаленого від крана елемента до виступної частини стіни з боку крана, м.

Відстань від осі обертання крана до найближчої виступної частини будівлі повинна бути на 0,7 м більша за радіус габариту нижньої частини крана і на 0,5 м більша за радіус габариту його верхньої частини. У разі встановлення баштового крана під час зведення підземної частини будівлі:

$$b = H_k \cdot ctg \varphi + 1, \quad (3.4)$$

де  $H_k$  – глибина котловану, м;

$\varphi$  – кут природного укосу ґрунту.

Вантажний момент крана:

$$M_{вн} = P_m \cdot \ell_{стр}; \quad P_m = m_e + m_o + m_c, \quad (3.5)$$

де  $P_m$  – монтажна маса елемента, т.

### 3.2.2 Монтажні та захватні пристрої

Їхній вибір проводиться в тісному ув'язуванні з вирішенням питань щодо способів встановлення окремих елементів конструкцій і методів виконання монтажних робіт з урахуванням всіх габаритів елементів, що монтуються, з метою максимального використання вантажопідйомності монтажних кранів. Для стропування збірних елементів промислових і цивільних будівель застосовуються універсальні та спеціальні канатні стропи з гаками, а також пальцеподібні, рамні, вилкоподібні, фрикційні захвати і петлі-підхвати.

Передбачені такі типи канатних стропів:

- одногілкові;
- двогілкові;
- тригілкові;
- чотиригілкові;
- двопетльові;
- кільцеві.

Поряд із уніфікованими стропами загального призначення застосовуються спеціальні стропи, розраховані на певну номенклатуру виробів та схеми стропування. Для підймання плит перекриттів, що мають шість точок підвісу,

застосовуються балансирні стропа з блоками, що забезпечують рівномірне натягання віток стропів (рис. 3.2).

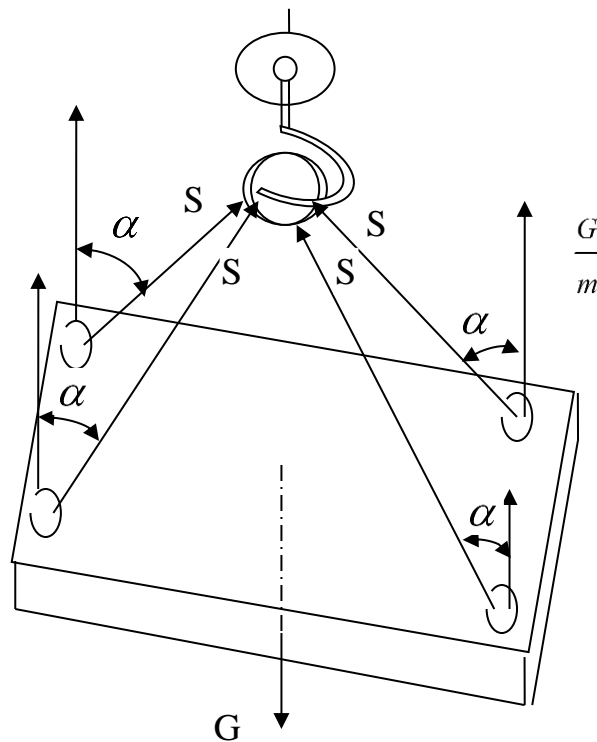


Рисунок 3.2 – Схема зусиль у вітках стропа

Зусилля у кожній вітці стропа визначається за формулою:

$$S = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{G}{m} = k \cdot \frac{G}{m} \cdot K_n, \quad (3.6)$$

де  $\alpha$  – кут нахилу стропа щодо вертикалі;

$G$  – маса підйимального елемента, т;

$m$  – кількість віток стропа;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності навантаження на вітки стропа ( $m = 1,33$ ).

$k = \frac{1}{\cos \alpha}$  – коефіцієнт, що залежить від кута нахилу стропа.

Кут нахилу  $\alpha$ , град.:    0        30        45        60

Коефіцієнт  $k$ :            1        1,5        1,82        2.

Зі збільшенням кута збільшуються зусилля в вітках стропа, що може викликати розрив або висмикування монтажних петель, а також збільшення стискних зусиль в елементі, що піднімається, тому величину кута рекомен-

дується приймати не більше ніж  $45^\circ$ . Найбільший вантаж, який може бути піднятий усім стропом, визначається за формулою:

$$G_{\max} < \frac{S_p}{K}. \quad (3.7)$$

Розрахункове зусилля  $S_p$  у кожній вітці стропа зі сталевих канатів приймається з шестиразовим запасом міцності:

$$S_p = 6S_n. \quad (3.8)$$

Для монтажних робіт найчастіше застосовують стропа зі сталевих канатів діаметром 12–30 мм. Під час виготовлення стропів більш ніж з трьома вітками варто дотримуватись їхньої рівності по довжині, інакше навантаження у вітках виявиться нерівномірним.

Стропування колон, що мають консолі, проводиться рамними захватами. Петлі-підхвати застосовуються для стропування плоских плит перекриттів великопанельних будівель, що мають отвори стропування. Вилкоподібні захвати застосовуються для підймання залізобетонних сходових маршів, зокрема об'єднаних зі сходовими майданчиками.

Для стропування підкранових балок таврового перерізу застосовують траверси із захватками лапами або полегшеними стропами. Стропування важких балок і ригелів здійснюють балансиною траверсою за допомогою двох хомутів і чотирьох віток стропа. Підймання інших видів балок виконують універсальними стропами в обхват, двовітковими стропами або траверсами за петлі або через отвори в тілі бетону конструкцій.

Стропування ферм покриттів здійснюють за допомогою ґратчастих або блокових траверс універсальними стропами, стропами з напівавтоматичними або електричними захватними пристроями.

Підймання плит перекриттів або покриттів виконують чотиривітковими стропами або траверсами за петлі. Великорозмірні плити стропують тритраверсними і триблочними захватними пристосуваннями зі збільшеною кількістю точок підвісу.

Стропування стінових залізобетонних панелей, що знаходяться у вертикальному положенні, виконують двовітковими стропами або траверсами.

### 3.2.3 Розрахунок складу провідних машин

Потребу монтажних кранів визначають залежно від обсягів робіт та їхньої експлуатаційної продуктивності. Експлуатаційна продуктивність провідної машини (монтажного) крана за зміну складає:

$$P_{e.n.} = \sum n_i g_i t K_e = \sum v_i \frac{60}{t_{ци}} \cdot t_3 K_e, \quad (3.9)$$

де  $n_i$  – кількість циклів крана в годину роботи під час встановлення конструкцій цього виду;

$v_i$  – кількість елементів, що монтуються краном за один цикл;

$K_e$  – коефіцієнт використання крана в часі протягом зміни, що враховує технологічні та організаційні перерви в роботі крана;

$t_{ци}$  – тривалість циклу крана під встановлення конструкцій, хв;

$t_3$  – тривалість зміни, год.

Коефіцієнт використання крана у часі протягом зміни можна визначити за формулою:

$$K_e = K_{e.T} \cdot K_{e.O}, \quad (3.10)$$

де  $K_{e.T}$  – коефіцієнт, що враховує технологічні перерви протягом зміни;

$K_{e.O}$  – коефіцієнт, що враховує організаційні перерви протягом зміни, що визначаються за формулами:

$$K_{e.T} = \frac{(t - t_{T.n})}{t}; \quad K_{e.O} = \frac{(t - t_{O.n})}{t}, \quad (3.11)$$

де  $t_{T.n}$  – тривалість технологічних перерв у роботі крана протягом зміни;

$t_{O.n}$  – тривалість організаційних перерв протягом зміни.

Необхідна кількість кранів за умови монтажу різних збірних елементів визначається за формулою:

$$m_k = \sum \frac{P_{ci}}{K P_{eви}}, \quad (3.12)$$

де  $P_{ci}$  – кількість збірних елементів, що підлягають монтажу в зміну;

$K$  – коефіцієнт перевиконання норм;

$P_{eви}$  – експлуатаційна продуктивність монтажного крана під час монтажу конструкцій цього виду.

### 3.2.4 Розрахунок потреби у транспортних засобах

Необхідна кількість автотранспортних засобів під час монтажу збірних конструкцій з транспортних засобів визначається за формулою:

$$m_T = \frac{\Pi_{eB}}{\Pi_{eT}}, \quad (3.13)$$

де  $m_T$  – кількість транспортних машин;

$\Pi_{eT}$  – експлуатаційна продуктивність транспортної машини за зміну.

Умови нерозривності роботи крана та транспортних машин:

$$m_T = \frac{t_T}{t_M}, \quad (3.14)$$

де  $t_T$  – тривалість транспортного циклу;

$t_M$  – тривалість монтажного циклу.

$$t_T = t_n + \frac{120\ell}{V} + t_{MO}, \quad (3.15)$$

де  $t_n$  – час навантаження всіх елементів на рухомий склад з урахуванням маневрів на місці навантаження, год;

$\ell$  – відстань перевезення, км;

$V$  – середня швидкість руху транспортних засобів, км/год;

$t_{MO}$  – час очікування та маневрів у зоні монтажного крана, год.

$$t_M = N \cdot H_q, \quad (3.16)$$

де  $N$  – кількість елементів, доставлених однією машиною;

$H_q$  – норма часу роботи крана на встановлення одного елемента.

У разі перевезення конструкцій змінними транспортними засобами (човникова схема) потрібна кількість автотягачів визначається за формулою:

$$m_K t_c K_{BK} K_{OK} = t_T \cdot n_{TM}. \quad (3.17)$$

Звідси необхідна кількість транспортних циклів автотягача:

$$n_{TM} = \frac{m_K t_c K_{BK} K_{OK}}{t_T}, \quad (3.18)$$

де  $m_K$  – кількість кранів, що обслуговуються;

$t_c$  – тривалість роботи кранів;



$K_{BK}$  – коефіцієнт використання часу роботи кранів протягом зміни;

$K_{OK}$  – коефіцієнт організаційних перерв у роботі кранів, що виникають внаслідок неможливості повного узгодження роботи машин у комплекті;

$t_T$  – тривалість транспортного циклу автотягача.

Тривалість транспортного циклу тягача:

$$t_T = t_{zn} + \frac{60 \cdot 2\ell}{V} + t_3 = t_{zn} + \frac{120\ell}{V} + t_3, \quad (3.19)$$

де  $t_{zn}$  – час зміни причепів на будівництві з урахуванням очікувань та маневрів, мін;

$t_3$  – час зміни причепів на заводі, хв.

Можлива кількість циклів автотягача за зміну:

$$n_{T.B} = t_c K_\epsilon \cdot \frac{K_{OT}}{t_T}, \quad (3.20)$$

де  $K_\epsilon$  – коефіцієнт використання часу роботи автотягача протягом зміни;

$K_{OT}$  – коефіцієнт організаційних перерв у роботі автотягачів.

Потрібна кількість автотягачів для забезпечення безперервної роботи кранів у разі човникового способу перевезення визначається за формулою:

$$m_T = \frac{n_{Tn}}{nT_B}. \quad (3.21)$$

### 3.2.5 Вивіряння та тимчасове кріплення конструкцій

Під час виконання монтажних робіт особлива увага має бути звернена на дотримання необхідної технологічної послідовності установаження конструкцій: вивіряння тимчасових та постійних зв'язків та їхнє надійне кріплення. Монтаж кожного розташованого вище ярусу конструкцій (колон, ригелів, плит перекриттів і покриттів, підкранових балок, балок покриттів, ферм) можна починати тільки після остаточного закріплення елементів нижчого ярусу і після досягнення бетоном у стиках несучих конструкцій 70 % проєктної міцності.

Встановлену в стакан фундаменту колону вивіряють і тимчасово закріплюють за допомогою клинів, розвідних клинів, клинових вкладишів, розчалок або підкосів, окремих одиночних або просторових кондукторів. Залізобетонні колони до 12,0 м заввишки тимчасово закріплюють за допомогою бетонних, залізобетонних, сталевих або дубових клинів. До того ж бетонні або залізобетонні клини доцільно залишати у фундаментах стаканів.

Важкі колони великої довжини для стійкості, крім клинів, необхідно зміцнювати розчалками або твердими підкосами. Для забезпечення стійкості складових збірних залізобетонних колон верхні елементи тимчасово кріплять до нижніх монтажним зварюванням, також зварюють арматурні випуски або накладки, розташовані по кутах колони, і після цього проводять розстропування елемента.

Тимчасове кріплення і вивіряння колон багатоповерхових будівель здійснюють за допомогою одиночних і групових кондукторів. До того ж для тимчасового кріплення і вивіряння колон, що стикуються вище перекриттів, з напівавтоматичним зварюванням арматури застосовують одиночний кондуктор, а стикування колон на рівні перекриттів здійснюють за допомогою кондукторів, що встановлюються і закріплюються на перекриттях.

Кількість одиночних кондукторів для тимчасового закріплення колон на захваті визначається за формулою:

$$n_k = N \cdot \frac{t_k}{t_3}, \quad (3.22)$$

де  $N$  – кількість конструкцій, що монтуються на захватці;

$t_k$  – тривалість циклу кондуктора, год;

$t_3$  – тривалість робіт на захваті, год.

Тривалість циклу кондуктора для тимчасового закріплення колон у стаканах фундаментів визначається за формулою:

$$t_k = t_y + t_{y.k} + t_o + t_{\bar{o}} + t_{T.\bar{o}} + t_{p.n}, \quad (3.23)$$

де  $t_y$  – тривалість установаження кондуктора;

$t_{y.k}$  – тривалість установаження конструкції в кондукторі;

$t_o$  – тривалість очікування технологічних процесів, що виконуються в наступну зміну;

$t_{\bar{o}}$  – тривалість бетонування стику;

$t_{T.\bar{o}}$  – тривалість твердіння бетону в стику;

$t_{p.n}$  – тривалість розбирання та перестановаження кондуктора.

Тривалість циклу кондуктора для тимчасового закріплення окремих колон багатоповерхових будівель, год, визначається за такою формулою:

$$t = t_y + t_{y.k} + t_o + t_3 + t_{p.n}, \quad (3.24)$$

де  $t_3$  – тривалість зварювання стикових з'єднань.

Тимчасове кріплення та вивіряння ферм та балок проводиться у такий спосіб. Під час монтажу осі залізобетонних ферм необхідно поєднати з ризками на колонах і закріпити на анкерних болтах, до того ж першу ферму кріплять розчалками, прив'язуючи суміжні з гребнем вузли верхнього пояса до нерухомих частин споруди або спеціальних якорів. Наступні ферми кріплять по гребню інвентарною гвинтовою розпіркою з раніше встановленими розпірками у вузлах примикання розкосів до верхнього пояса.

Для тимчасового кріплення та вивіряння кроквяних ферм з кроком 6,0 м або 12,0 м може бути застосований кондуктор-розпірка.

Залізобетонні балки щодо їхньої висоти до ширини 4 : 1 укладають на горизонтальні опори без тимчасового кріплення; у разі більшого відношення висоти до ширини балки, що монтуються, кріплять розпірками і стяжками з іншими міцно встановлюваними конструкціями.

Зварювання монтажних з'єднань та протикорозійний захист закладних деталей та зварних з'єднань виконують в завершальний період виконання монтажних робіт. Зварювання монтажних з'єднань проводиться або на стендах у процесі укрупнювального складання конструкцій, або в проєктному положенні. До того ж для зварювання закладних деталей залежно від просторового положення стрижнів і швів, діаметра стрижнів, що зварюються, і типу з'єднань може застосовуватися: напівавтоматичне ванне (стикові вертикальні та горизонтальні з'єднання), ручне ванне (стикові горизонтальні з'єднання), напівавтоматичне дугове і ручне дугове зварювання. Зварювання ванним способом відрізняється високою міцністю та економною витратою металу. Воно також ефективніше за витратами праці та вартістю робіт.

Збірні залізобетонні конструкції на будівельний майданчик поставляють із закладними деталями та випусками арматурних стрижнів, із захищеним протикорозійним покриттям на заводах.

В умовах будівельного майданчика захисні покриття наносять лише на зварні шви та на окремі місця покриттів закладних деталей, пошкоджені під час зварювання, а також доводять товщину захисного покриття до проєктної величини. Протикорозійний захист металевих з'єднань збірних залізобетонних конструкцій проводять нанесенням на закладні деталі, з'єднання арматури та деталі кріплення полімерних металевих або комбінованих покриттів (металево-полімерних або металево-лакофарбових).

## ЛЕКЦІЯ 4 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

### 4.1 Зведення великопанельних будівель

В основу конструкції великопанельного безкаркасного будинку покладено принципи спільної просторової роботи всіх елементів суміщення в конструкціях несучих стін і обгороджувальних функцій. Ці будівлі відрізняються невеликою кількістю типорозмірів елементів і простотою монтажу.

До початку монтажних робіт повинні бути закінчені земляні роботи в котловані та укладені підземні комунікації.

Монтаж збірних елементів великопанельних будівель ведуть по захваткам, у кожен з яких включають одну чи дві секції, що забезпечує безперервність і рівномірність процесів, тобто поточність виробництва.

Збірні елементи будівлі в монтажну зону можуть подаватися безпосередньо з транспортних засобів або з приоб'єктного складу, розташованого в зоні дії монтажного крана, проти відповідних захваток.

Збірні елементи будівлі (фундаменти, стіни підвалу) та інші частини будівлі можуть монтуватися як баштовими, так і автомобільними та самохідними стріловими кранами. Вартість монтажу підземної частини будівлі за допомогою кранів на рейковому ході зазвичай менша за вартість монтажу стріловими кранами на гусеничному або пневмоколісному ході.

Послідовність монтажу великопанельних будівель визначається залежно від конструктивних особливостей, стійкості змонтованих елементів і частин будівель, зручностей та безпеки монтажу. Під час монтажу великопанельних будівель варто дотримуватися таких принципів: збірні елементи необхідно встановлювати в проєктне положення замкнутими осередками шляхом примикання кожної наступної панелі до раніше змонтованої і з'єднанням їх електрозварюванням; монтаж потрібно починати, утворюючи маячні (базові осередки), до яких відносяться зовнішні кути та сходові клітки будівель.

Монтаж починають із зовнішніх кутів будівлі, оскільки після встановлення перших двох панелей зовнішніх стін (поперечної і поздовжньої) створюється жорсткий вузол, що забезпечує просторову незмінність конструкцій. Монтаж збірних елементів рекомендується вести «на кран», тобто починати монтаж з більш віддаленої від крана панелі, що забезпечує візуальний зв'язок кранівника з місцем установа наступних елементів. За наявності двох будівельних кранів монтаж потрібно розпочинати із зовнішніх кутів будівлі, найближчих до кожного крана.

## 4.2 Зведення великоблочних та панельно-блочних будівель

Крупноблочна схема в будівлях забезпечується ступенем їхньої заводської готовності, оскільки всі операції з виготовлення, комплектації, оснащення сантехнічним та інженерним обладнанням, зовнішнього та внутрішнього оброблення блоків здійснюється в заводських умовах. На будівельному майданчику виконується лише монтаж блоків, з'єднання трубопроводів та закладення стиків, що становить 15–20 % загальних трудовитрат на будівлю.

Панельно-блочна схема будівель передбачає поєднання несучих об'ємних блоків, що розставляються на різних відстанях один від одного, та плоских панелей перекриттів та стін, що замикають вільні простори між блоками.

Процес зведення блокових та панельно-блочних будівель суттєво відрізняється від зведення будівель традиційних конструкцій. Внаслідок стійкості блоків відсутні складові процеси тимчасового закріплення, вивіряння та доведення їх до проєктного положення після встановлення на перекриття. Будівлю у процесі монтажу розділяють на захватки. Послідовність монтажу блоків залежить від особливостей конструктивних рішень, з'єднань блоків з плоскими елементами, а також від типу використовуваного монтажного крана і його параметрів.

Стропування і підймання блоків здійснюють за допомогою просторової балансирувальної траверси, а транспортування блоків на будівельний майданчик – за допомогою трейлерів або автопричепів. Монтаж блоків ведеться з транспортних засобів.

## 4.3 Зведення каркасно-панельних будівель

Каркасно-панельні системи за способом забезпечення просторової жорсткості поділяються на *рамні, рамно-зв'язкові та зв'язкові*; за схемою розташування рам каркаса – на *системи з просторовими і плоскими (поздовжніми або поперечними) рамами*; за типом горизонтальних несучих конструкцій – на *ригельні, безригельні, з горизонтальними несучими елементами в поверх заввишки*.

Послідовність монтажу:

- колони – ригелі – діафрагми;
- жорсткості – розпірка – плити перекриття – сходові марші – зовнішні обгородження.

Залежно від маси елементів, габаритних розмірів будівлі і конкретних умов будівництва монтажні крани можуть розташовуватися з однієї або обох сторін будівлі, що монтується. Монтаж будівлі виконується за захватками поярусно. У межах кожного ярусу, що дорівнює по висоті двом поверхам каркасно-

панельного будинку, монтаж збірних елементів починають із найбільш жорсткого осередку. Здебільшого таким осередком є сходові клітки, просторова жорсткість якої забезпечує незмінність монттованих конструкцій, до того ж ця ж сходові клітка надалі слугує для переходу з поверху на поверх.

Монтаж проводиться баштовими та самохідними стріловими кранами. Схеми розміщення: крани встановлюються з двох сторін; з однієї сторони та в межах поперечного перерізу. Для монтажу каркаса багатопверхових будівель застосовують спеціальні котючі крани, а у разі висоті в 25 поверхів і більше – приставні крани, що закріплюються в декількох ярусах до несучих конструкцій будівлі.

#### **4.4 Зведення будівель з об'ємних елементів**

Сутність зведення виявляється у різкому укрупненні і забезпеченні найбільшою мірою заводської готовності монтажного елемента будівлі, що є закінченою одиницею у вигляді замкнутої просторової конструкції, яка має необхідну міцність, жорсткість, самостійкість.

Монтаж об'ємних блоків складається з процесів встановлення їх у проектне положення та влаштування між ними зв'язків. Цикл установлення блоків складається з таких операцій: подавання траверси на блок; стропування; подавання блока до місця встановлення; наведення блока над місцем встановлення; орієнтування та встановлення блока в проектне положення; перевірення положення блока та розстропування.

Будівлю у процесі монтажу розділяють на захватки. Послідовність встановлення блоків залежить від особливостей конструктивних рішень: способу розміщення комунікацій на об'ємному блоці та їхнього стикування, від типів монтажних кранів та їхніх параметрів. Паралельно з монтажем об'ємних блоків на різних захватках закладають стики з навісних риштувань, з'єднують санітарно-технічні та електротехнічні комунікації.

#### **4.5 Зведення будівель з покриттями у вигляді оболонок та складок**

Покриття у вигляді оболонок і складок зі збірних залізобетонних елементів дозволяють перекривати великі площі без проміжних опор у разі мінімальних витрат матеріальних ресурсів.

Особливе поширення мають циліндричні оболонки, які значно економічніші за плоскі плити покриття. Наразі в будівництві найчастіше використовуються такі типи оболонок: довгі циліндричні оболонки розміром 3,0 м × 12,0 м для сіток колон 24,0 м × 12,0 м; короткі циліндричні оболонки

розміром 3,0 м × 12,0 м; 3,0 м × 18,0 м та 3,0 м × 24,0 м, що перекривають проліт будівлі; оболонки подвійної позитивної кривизни.

Довгі циліндричні оболонки збирають із плит двох типів: середніх і торцевих бортових елементів. Монтаж оболонки починають з установа на колони бортових елементів, які кріплять до колон електрозварюванням. До встановлення плит на бортові елементи (у разі прольоту 24,0 м завширшки) їх у чвертях спирають на тимчасові опори з домкратами. Монтаж панелей починають з торцевої панелі, до того ж затяжка плити приварюється до оголовка колони, а сама плита – до бортового елемента. Потім встановлюють і приварюють чотири рядові плити, після – торцеву плиту із затяжкою. Потім після остаточного зварювання стиків, замонолічування всіх швів та витримки бетону бортові елементи розкручують.

Монтаж виконують гусеничним краном відповідної вантажопідйомності, стропуючи панелі траверсою за чотири петлі. Розточування оболонки виконують після досягнення бетоном у кутових зонах і швах між плитами 70 % міцності.

*Розкружалювання* – це опускання гвинтових або гідравлічних домкратів, що підкладаються під стійки риштування або опор кондуктора.

Монтаж оболонки двоякої кривизни виконують гусеничним краном, встановлюючи на колонах контурні арки. Для встановлення плит шкаралупи виставляють риштування або кондуктори. Потім баштовим або гусеничним краном з баштово-стріловим обладнанням монтує плиту покриття, кожен кут якої повинен бути опертим на риштування або кондуктор. Кут оболонки заповнюють трикутними плитами в шви, між якими закладають арматуру, яка після зварювання випусків натягується, а шви замонолічуються.

#### **4.6 Зведення будівель з арочними та купольними перекриттями**

*Двошарнірні арки.* Двошарнірні арки монтує конструктивними елементами у вигляді окремих арок з подальшим їхнім з'єднанням між собою зв'язками і прогонами; конструктивними елементами арок із застосуванням пересувних веж; укрупненими блоками арок шляхом переміщення. У разі монтажу окремих арок перші дві закріплюють у проектному положенні за допомогою розчалок, всі наступні арки з'єднують з попередніми інвентарними розпірками. Прогони в цьому випадку монтує поверху, використовуючи спеціальні підмостки. Цей метод збирання трудомісткий і значно ускладнює виконання робіт. У разі монтажу укрупненими блоками немає необхідності у влаштуванні риштування, скорочується обсяг робіт, що виконуються на висоті, зменшується кількість підйомів.

Для укрупнювального складання застосовують чотири тимчасові опори, на які укладають дві арки. Кожну арку поставляють на монтаж із чотирьох елементів, включаючи елементи стійки (арки, зв'язки, прогони та стійки).

Укрупнювальне збирання і монтаж арок здійснюють гусеничним краном. Для цих робіт під час закріплення прогонів застосовують двоє інвентарних навісних сходів.

Будівлі з купольними покриттями виконують із застосуванням тимчасової стаціонарної опори, навісним способом або в цілому вигляді. У будівництві відомі два типи куполів – ребристі та сітчасті.

Ребристі куполи завжди монтують із застосуванням тимчасової опори, якою можуть бути використані мости та башти кранів. Першим на тимчасовій опорі збирають верхнє опорне кільце, що є конструктивним елементом купола. Для забезпечення вивірення його положення по висоті, а в подальшому – розкружалювання всього зібраного купола між тимчасовою опорою і опорним кільцем встановлюють домкрати. Обслуговування домкратів, складання опорного кільця і розкружалювання виконують з робочого майданчика, що влаштовується на тимчасовій опорі. До того ж опорне кільце має бути точно вивірене не тільки за висотою, а й у плані, оскільки його положення багато в чому визначає геометрію всього купола.

Потім монтують у певній послідовності несучі елементи – ребра купола, які попередньо зміцнюють на всю довжину, що дозволяє виключити необхідність влаштування додаткових проміжних опор. Спочатку встановлюють одне ребро проти іншого, потім два інших у перпендикулярній площині. Далі в кожному з чотирьох секторів, що утворилися, послідовно монтують по одному ребру, рівномірно заповнюючи все коло куполу. Така послідовність установлення ребер виключає одностороннє навантаження на опорне кільце, що зменшує деформацію тимчасової опори (відхилення від вертикалі) і зменшує вивірення і дотримання заданої геометричної форми купола.

Залежно від розмірів купола (проліт, висота) для монтажу конструкції можуть бути застосовані гусеничні, баштові або рейкові крани, що встановлюються або зовні на двох паралельних, або на одному кільцевому шляху, або всередині купола за відсутності підземних споруд.

#### **4.7 Зведення будівель з вантовим або мембранним покриттям**

Висячі покриття застосовують під час зведення будівель і споруд, що мають значні розміри в плані (промислові будівлі, стадіони, концертні та виставкові зали, гаражі, цирки, ринки тощо), тобто коли необхідно перекрити великі площі без проміжних опор.



Несучі конструкції вантових покриттів можуть бути виконані у вигляді вантових ферм та мембран. Висячі розтягнуті елементи зазвичай закріплюють за жорсткі масивні опорні конструкції. Опорні конструкції можуть бути у вигляді замкнутого контуру (кільця, овалу, прямокутної рами), що спираються на колони або похилі рами, арки, що утримують покриття і передають навантаження на фундамент.

Складним процесом є монтаж вантової сітки. Конструкція висячого покриття з системою ортогональних вант, що становить різновид залізобетонної оболонки, складається з монолітного залізобетонного опорного контуру, закріплена на опорному контурі вантової мережі, яка попередньо напружується, і збірних залізобетонних плит, покладених на вантові сітки.

Вантова сітка складається з систем поздовжніх та поперечних рам (вант). Їх розташовують за основними напрямками поверхні оболонки під прямим кутом один до одного. Ванти в опорному контурі закріплюють за допомогою анкерів, що складаються з гільзи і клинів, у яких стискаються кінці кожного каната. Після проектного натягування вантової сітки та замонолічування швів між плитами та вантами система працює як єдина конструкція.

Для перекриття великих прольотів застосовують висячі покриття з листової сталі 6,0 мм завтовшки (мембрани). Листи мембрани під час монтажу розкочують по висячих несучих елементах постілі мембрани з товстого листа або профільного металу.

Висячі покриття монтують укрупненими блоками. Контурні опорні конструкції монтують на тимчасових опорах з подальшим розкружалюванням після збирання і замонолічування всього покриття та влаштування покрівлі.

За наявності центрального опорного кільця його монтують блоками на підтримувальній тимчасовій опорі, яка одночасно є опорою для риштування – робочим місцем для оформлення монтажних стиків, натягування вант і опорою для подальшого розкружалювання покриття.

Кран встановлюють по центру споруди, а інший з великим підстріловим простором переміщують навколо покриття, що монтується. У разі мембранного покриття після монтажу опорного контуру монтують елементи постілі мембрани, а потім мембрану, розкочуючи або натягуючи листи покриття. Кріплення листа до елементів постілі здійснюється зварюванням, болтами чи заклепками. Листи мембрани монтують у певній послідовності, що виключає нерівномірне навантаження опорних контурів.

Розкочуваний лист тимчасово закріплюють канатами до елементів постілі, вивіряють зібране покриття та здійснюють остаточне закріплення згідно з проектом. Після цього тимчасове кріплення знімають.

## 4.8 Зведення будівель з каркасом рамного типу

Покриття будівель рамного типу монтують конструктивними елементами або блоками конструкцій такими методами: складання ригелів рам в проектному положенні на тимчасових опорах; напівнавісним збиранням ригелів рам у проектному положенні; укрупнювальним збиранням ригелів рам на землі та підійманням їх у проектне положення кранами або іншими вантажопідійомними механізмами.

Ригель монтують частинами, кожен з них встановлюють на одну, дві тимчасові опори. До того ж, щоб уникнути роботи нижнього пояса на місцевий вигин, опори розташовують тільки під вузлами ригеля.

Переваги способу: крани невеликої вантажопідійомності.

Недолік: додаткова витрата сталі на тимчасові опори, значний обсяг робіт, що виконується на висоті, збільшення тривалості монтажу.

Монтаж ригелями виконують частинами від однієї постійної опори до іншої, із забезпеченням стійкості кожного елемента від перекидання. Після закінчення монтажу всіх частин ригеля, вивіряння і виконання монтажних з'єднань відповідно до проекту розпочинають розкружавлювання, тобто поступове включення в роботу змонтованих конструкцій шляхом вимкнення з роботи тимчасових опор.

Розкружавлювання проводять сходинками з перевіренням величини опущення вузла ригеля на кожній сходинці, використовуючи домкрати, встановлені на тимчасових опорах. Під час підіймання повністю зібраного ригеля одним краном відбувається змінювання розрахункової статичної схеми його: у нижньому поясі і розтягнутих розкосах виникає стиск, у верхньому поясі і стислих розкосах – розтяг, тобто змінюється знак зусилля в поясах і розкосах, що вимагає додаткового перевірення стійкості і несучої здатності елементів під час підіймання ригеля і за необхідності їхнього посилення.

Монтаж ригеля цим способом дозволяє виконання значного обсягу робіт безпосередньо на землі, забезпечуючи високий темп зведення всієї будівлі. Підіймання ригеля проводиться двома кранами або з використанням щогл. У разі підіймання ригеля двома щоглами укрупнення виконують на стаціонарних стелажах, які розташовані за торцем будівлі, з якої починають монтаж.

За відсутності кранів необхідної вантажопідійомності монтаж ригелів можна виконувати поліспастами. Колони проектується більшої висоти з консолями, до яких підвішують нерухомі блоки поліспастів. Підіймання виконують блоками, що складаються з двох ригелів, з'єднаних вертикальними та горизонтальними зв'язками.

## ЛЕКЦІЯ 5 ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

### 5.1 Зведення одноповерхових промислових будівель

Залежно від характеру розміщуваних виробництв промислові будівлі мають різноманітні об'ємно-планувальні та конструктивні рішення, що визначають обсяги монтажних робіт, методи їхнього виконання та застосовувані монтажні механізми та пристосування.

Каркаси одноповерхових промислових будівель можуть бути виконані повністю із збірного залізобетону або металевих конструкцій, або змішаними (колони та плити покриття – залізобетонні; підкранові балки, ферми та зв'язки покриття – металеві).

Залежно від наявності вантажопідйомного обладнання будівель їх розподіляють на *безкранові* та *кранові*. Одноповерхові безкаркасні будівлі характеризуються однотипними осередками і конструкціями, значною протяжністю в обох напрямках. Каркаси таких будівель виконують із збірних залізобетонних конструкцій масою до 16,0 т. У деяких випадках, особливо у разі застосування металевого профільованого настилу, покриття прольотом 24,0 м зводять з металевих конструкцій.

Уніфіковані одноповерхові промислові будівлі, обладнані мостовими кранами, також характеризуються однотипними чарунками, конструкціями та значними розмірами в плані. Маса збірних елементів таких будівель становить від 2,5 т до 32,5 т.

Методи монтажу збірних конструкцій одноповерхових промислових будівель вибираються залежно від обсягу монтажних робіт, об'ємно-планувальних та конструктивних рішень, термінів монтажу, наявного парку монтажних механізмів.

Вибору методу монтажу передуює аналіз об'ємно-планувальних рішень, з'ясування статичної роботи схеми будівлі. Для установаження збірних конструктивних елементів у проєктне положення визначають необхідні мінімальні параметри монтажних кранів.

Методи монтажу збірних конструкцій різняться залежно від підйимально-монтажного обладнання, що застосовується, ступеня укрупнення збірних елементів у блоках перед підйманням; послідовності встановлення в проєктне положення елементів чи блоків; напрями розвитку монтажного процесу, способів наведення та встановлення на нижчележачі опорні конструкції.

У всіх випадках застосування тих чи інших методів повинно забезпечувати точність установаження конструкцій та стійкість будівлі та її частин у процесі монтажу.

У практиці будівництва одноповерхових промислових будівель із збірних конструкцій застосовуються кранові методи монтажу, коли окремі збірні елементи або попередньо укрупнені з них блоки подаються кранами з транспортного засобу, з місця складування або з укрупнювального стенду безпосередньо на місце проектного положення. Найбільшого поширення для монтажу збірних конструкцій масових одноповерхових промислових будівель отримали стрілові самохідні крани, передусім на гусеничному ході, вантажопідйомністю 10,0–63,0 т. Поряд зі звичайним стріловим обладнанням крани також оснащуються баштово-стріловим обладнанням.

Монтаж збірних конструкцій каркаса залежно від ступеня попереднього укрупнення може здійснюватися такими методами:

- окремими конструктивними елементами;
- попередньо укрупненими лінійними площинними або об'ємними блоками;
- попередньо укрупненими комплексними блоками, що включають елементи інженерного та технологічного обладнання будівель.

Одноповерхові промислові будівлі зводять у певній технологічній послідовності, яку встановлюють під час проектування виконання монтажних робіт залежно від об'ємно-планувальних і конструктивних рішень зведених об'єктів і вимог до черговості введення в експлуатацію цехів, що розміщуються в них, для забезпечення початку монтажу технологічного обладнання в найбільш ранні терміни.

Монтаж технологічного обладнання залежно від цього може бути організований за двома принциповими схемами:

- до початку будівництва надземної частини будівлі або споруди;
- паралельно із виконанням будівельно-монтажних робіт.

У цьому випадку можливе максимальне використання одних і тих саме комплектів підйимально-транспортних засобів, що працюють за взаємно пов'язаною програмою, у повністю закінченому будинку або споруді за допомогою спеціальних монтажних механізмів та пристроїв.

Монтаж збірних конструкцій одноповерхових промислових будівель ведуть спеціалізованими потоками, кожному з яких надають комплект транспортних і монтажних машин і відповідне монтажне оснащення.

До того ж кожен спеціалізований потік обслуговує монтажну ділянку, межі якої відповідають прольоту будівель і секції, обмеженої температурними швами. Розміри ділянок встановлюють із таким розрахунком, щоб на кожному з них були приблизно однакові об'єми та трудомісткість робіт. Монтажною ділянкою повинна прийматися найменша частина будівлі в плані, з тим, щоб на ній забез-

печити безперервний монтаж збірних конструктивних елементів з дотриманням необхідних технологічних перерв і вимог безпечної організації праці.

Провідним процесом під час зведення надземної частини будівлі є монтаж збірних залізобетонних або сталевих конструкцій. До того ж однією з основних умов ефективності монтажних робіт є їхнє потокове здійснення у ув'язці з іншими будівельними процесами (влаштування покрівлі; виконання санітарно-технічних та електромонтажних робіт; монтаж технологічного обладнання; влаштування підлог та оздоблювальні роботи).

Монтаж збірних залізобетонних колон, балок і ферм, плит покриття та зовнішнього стінового обгородження одноповерхових промислових будівель здійснюють поверхово, тобто окремими конструктивними елементами. Монтаж ліхтарів, підкранових балок, зв'язків, віконних рам найчастіше ведуть укрупненими блоками (блоковий монтаж). Крім того, ці конструктивні елементи можуть бути зібрані в плоскі та просторові блоки, що мають надійну монтажну стійкість. Монтаж конструкцій блоками є в сучасному будівництві одним із найбільш прогресивних методів у технології монтажних робіт. Монтаж із комплексних укрупнених блоків в одноповерховому промисловому будівництві застосовується тільки для покриттів з металевими несучими конструкціями та ефективним полегшеним покриттям.

Залежно від організації подавання елементів конструкцій до місця встановлення розрізняють методи попереднього розкладання елементів біля місць монтажу (у зоні дії монтажного крана) та монтаж з транспортних засобів (з коліс). В останньому транспортні та монтажні процеси здійснюються за транспортно-монтажними графіками.

Для монтажу одноповерхових промислових будівель, залежно від послідовності установаження конструкцій, застосовують *диференційований* (роздільний), *комплексний* (суміщений) і *комбінований* (змішаний) методи монтажу.

Під час *роздільного методу* конструктивні елементи будівлі монтують самостійними потоками, переважно суміщеними в часі. Проте цей метод не застосовують під час монтажу конструкцій покриттів, що пов'язано з конструктивними особливостями типового рішення.

Під час *комплексного методу* монтаж, вивіряння та закріплення всіх конструкцій виконують в одному потоці в межах однієї або декількох суміжних чарунків будівлі, що утворюють жорстку монтажну стійкість. Однак цей метод практично не застосовується під час монтажу одноповерхових промислових будівель із залізобетонним каркасом, оскільки типове поєднання колон із фундаментами стаканного типу передбачає можливість встановлення на колони розташованих вище конструкцій тільки після досягнення бетоном у стиках певної міцності (не менше ніж 70 %), що досягається через 3–4 дні.

Крім цього, значна різниця в масі різнойменних збірних залізобетонних конструкцій робить недоцільним їхній монтаж одним краном.

Під час монтажу *комбінованим методом* поєднуються елементи перших двох. Цей метод найчастіше застосовують під час монтажу конструкцій одноповерхових промислових будівель: колони, підкранові балки і стінові огороження монтують диференційованим методом, окремими потоками, а підкроквяні і кроквяні балки і ферми, плити покриття – комплексним методом в єдиному потоці.

Залежно від напрямку розвитку монтажного процесу розрізняють *поздовжній і поперечний методи* монтажу. В одноповерхових промислових будинках застосовують поздовжній метод, коли конструкції послідовно монтують уздовж будівлі або прольоту. Виняток становлять елементи конструкцій покриття, які можуть монтувати як поздовжнім, так і поперечним методами. Під час поздовжнього напрямку монтажний кран розташовують поза межами монтувальної чарунки і плити покриття встановлюють через змонтовану кроквяну конструкцію.

Під час поперечного напрямку монтажу кран встановлює плити покриття, перебуваючи всередині монтувальної чарунки будівлі і стріла крана розташовується поперек монтувальних плит. Останній метод застосовується здебільшого для безкранових будівель і в тому випадку, коли параметри крана визначаються умовою монтажу плит покриття.

Залежно від способу наведення монтувального елемента на опори розрізняють *вільний, обмежено-вільний і примусовий монтаж*. Для збірних залізобетонних конструкцій одноповерхових промислових будівель монтаж переважно здійснюють вільним методом, під час якого конструкцію наводять на опори в процесі її вільного переміщення.

Методи монтажу є певними факторами технології виконання монтажних робіт, для здійснення якої розробляються проекти виконання робіт, технологічні карти та технологічні схеми монтажу окремих конструктивних елементів.

Колони монтують окремим потоком після підготовки дна стакана фундаментів та їхнього інструментального перевірення у плані та щодо вертикалі відповідно до вимог проєкту. Колони доставляють на будівельний майданчик автотранспортом, до того ж легкі колони (масою до 8 т) монтують з попереднім розкладанням біля місць монтажу в зоні дії монтажного крана, а важкі – доставлянням до монтажного крана за годинниковим графіком і монтують безпосередньо з транспортних засобів.

Вивіряння та тимчасове закріплення колон здійснюють інвентарними клиновими вкладишами або кондукторами. Для колон масою 8,0 т кондуктор встановлюють на фундамент і закріплюють на колоні після встановлення в

стакан фундаменту. Для більш важких колон встановлюють кондуктор, вивіряють і закріплюють на фундаменті до початку монтажу колони. Після установа ряду колон їхнє проєктне положення остаточно вивіряють і проводять замонолічування стиків колон із фундаментами. Колони під замонолічування здаються партіями.

Підкранові балки доцільно монтувати самостійним потоком безпосередньо з транспортних засобів. Установлення балок у проєктне положення проводять за осьовими рисками на балках і консолях колон. Балки тимчасово закріплюють на опорах за допомогою анкерних болтів. Остаточне вивірення підкранових балок виконують у межах монтажно́ї захватки або температурної секції за допомогою геодезичних інструментів, після чого виконують приварювання всіх кріпильних деталей балок до закладних деталей колон.

Металеві підкранові балки 12,0 м завдовжки можуть монтувати блоками, укрупненими в заводських умовах, або ж доставляти на будівельний майданчик у вигляді 2 відправних одиниць. Монтаж металевих підкранових балок може проводитися з веденням робіт двома способами: з наступним вивіренням балок і без вивірення. Безвивірний монтаж балок укрупненими блоками досягається шляхом забезпечення підвищеної точності вертикальних позначок фундаментів та опорної поверхні консолей колон.

Конструкції покриттів (підкроквяні та кроквяні ферми та балки, плити покриття) монтують комплексним методом, окремим потоком. Ферми та балки, а також плити покриття прольотом 12,0 м рекомендується монтувати з транспортних засобів. Плити покриття прольотом 6,0 м – з попереднім розкладанням у зоні дії монтажного крана. Однак допускається варіант монтажу всіх елементів конструкцій покриття з попереднім розкладанням.

Кроквяні ферми і балки встановлюють у проєктне положення з поєднанням осьових рисок на їхніх торцях із рисками на опорних поверхнях нижчих конструкцій (колон, підкроквяних ферм), після чого їх закріплюють зварюванням із закладними елементами цих конструкцій.

Стійкість перших двох кроквяних конструкцій забезпечують розчалками, закріпленими за пересувні інвентарні якорі і замонолічених у стакани фундаментів колон. Стійкість наступних ферм забезпечують у разі кроку колон 6,0 м і 12,0 м – за допомогою інвентарних розпірок, що закріплюються до раніше змонтованої ферми.

Одночасно з монтажем ферм встановлюють усі передбачені проєктом постійні зв'язки та розпірки. Тимчасові розпірки та розчалки знімають у міру монтажу та приварювання плит покриття. Конструкції ліхтарів монтують після встановлення та закріплення кроквяної ферми або балки, після чого проводять монтаж зв'язків та бортових плит ліхтарів.

Плити покриття у разі безліхтарної покрівлі монтують від одного кінця ферми до іншого, починаючи з раніше змонтованого прольоту; у разі покрівлі із ліхтарями – від кінців ферми до ліхтаря, потім монтують плити на ліхтарях.

Монтаж обгороджувальних конструкцій здійснюють окремим монтажним потоком після закінчення монтажу несучого каркаса будівлі в цілому або його частини. Стінові панелі в кожній чарунці між двома колонами монтують відразу на всю висоту будівлі або ярусами, висота яких залежить від конкретних умов виконання робіт.

Монтаж стінових обгороджень здійснюється із застосуванням монтажних кранів зі спеціалізованим баштовостріловим обладнанням. Це обладнання поєднує монтажний кран з механізованим влаштуванням робочого місця монтажників. До того ж монтажний майданчик може переміщатися по вертикалі, опускати і підніматися баштою, а також по горизонталі – від башти до стіни і назад.

Під час монтажу стінових панелей можливі три варіанти взаємного розташування монтажних кранів і касет зі стіновими панелями:

- касета розташовується між монтажним краном і стіною (у разі невеликої висоті будівлі), до того ж кількість панелей в одній з касет достатньо для влаштування стіни на всю висоту і мінімальна ширина зони вздовж фасаду будівлі повинна становити близько 8,5 м;

- монтажний кран розташовується між касетою і стіною, що монтується (інші умови ті ж, що і в першому варіанті);

- монтажний кран розташовується між двома касетами, встановленими вздовж будівлі (у разі великої висоти), до того ж кількість панелей у двох касетах повинна бути достатньою для влаштування стіни на всю висоту будівлі.

## **5.2 Зведення багатоповерхових промислових будівель**

Багатоповерхові промислові будівлі мають каркасну конструкцію із самонесучими або навісними стінами. Їхня висота коливається від 3 до 12 поверхів, від 12,0 м до 42,0 м завширшки та від 100,0 м до 300,0 м завдовжки. Проте розмір сітки колон обмежений. Розміри монтажної чарунки можуть бути 6,0 м × 6,0 м; 9,0 м × 6,0 м; 12,0 м × 6,0 м. Висота виробничого поверху знаходиться в межах від 3,6 м до 7,2 м. Верхній поверх найчастіше обладнаний мостовим краном, тому він від 8,4 м до 10,8 м заввишки.

Кількість типорозмірів збірних елементів багатоповерхових промислових будівель невелике. Основними елементами каркасу будівлі є одиноко стоячі фундаменти колон на 1–2 поверхи заввишки, фундаментні балки, ригелі і монтажні перекриття балкового і безбалкового типу. Іноді колони будівлі разом з ригелями об'єднують у рамні конструкції плоского або просторового



компонування. Технологічний процес зведення багатоповерхових промислових будівель містить такі спеціалізовані потоки:

- виконання земляних робіт та влаштування підземних конструкцій;
- зведення надземних конструкцій та влаштування покрівлі;
- виконання спеціальних та оздоблювальних робіт;
- монтаж технологічного устаткування.

Під час зведення будівель з однорідною структурою (часто повторювані комірки) за ярус, залежно від типу колон, приймається 1 або 2 поверхи. Як захватки приймають 1 секцію (температурний блок) або її половину.

Для організації потокового будівництва будівель з неоднорідною структурою (коли поверхи та секції можуть відрізнятися один від одного конструктивним компонованням, матеріалом виготовлення та розмірами) їх роздроблюють на ряд неоднакових ділянок, але однорідних за своїм конструктивним устроєм.

Залежно від пріоритету робіт, що входять у спеціалізовані потоки та конструкції будівлі, вибирається необхідна схема його зведення.

Під час монтажу збірних конструкцій їх три:

– *горизонтально-висхідна схема*. У цьому випадку всі конструкції монтують поверхово у певній послідовності: колони, ригелі та перекриття. За такої схеми ще до закінчення монтажу всієї будівлі можна розпочинати оздоблювальні роботи;

– *вертикально-висхідна схема*. Монтаж конструкцій ведуть на всю висоту будівлі в межах комірки за умови забезпечення просторової жорсткості споруди, що зводиться. Застосування такої схеми дозволяє прискорити введення об'єкта в експлуатацію, тому що в цьому випадку з'являється можливість установлення технологічного обладнання в більш ранні терміни;

– *змішана схема* застосовується під час зведення різноповерхової промислової будівлі.

У будь-якому випадку вибір схеми монтажу залежить від рівня механізації та технології виконання робіт. На вибір варіантів механізації монтажу, зокрема і провідної машини впливають, такі фактори:

- призначення будівлі;
- архітектурно-конструктивне рішення споруди;
- будівельний матеріал, що використовується для виготовлення несучих конструкцій;
- поверховість, кількість та будівельний обсяг секцій будівлі;
- конфігурація будівлі та розміри її в плані;
- рельєф будівельного майданчика;
- терміни будівництва.

Будівлю з балочними перекриттями переважно монтують баштовими кранами. За наявності індивідуального монтажного оснащення, наприклад, одиночних кондукторів, роботи раціонально виконувати роздільним методом. За наявності групових кондукторів найбільш прийнятним є комплексний метод.

Будинки з безбалковими перекриттями також монтують баштовими кранами. За наявності одного крана його встановлюють у межах будівлі. З конструктивного погляду для таких будівель характерна висока просторова жорсткість і стійкість каркаса. Це дозволяє вести монтаж будівлі по ярусах або секціях на її повну висоту за умови своєчасного закладання стиків.

Будівлі змішаної поверховості монтують за допомогою баштових кранів підвищеної вантажопідйомності разом із самохідними кранами.

Під час зведення багатоповерхових будівель доводиться узгоджувати приватні та спеціалізовані потоки з метою їхньої сумісності по трудомісткості та термінам виконання. Під час зведення багатоповерхових промислових будівель виконують такі види робіт:

- розбивання котловану та влаштування обнесення;
- розроблення котловану або траншей;
- монтаж фундаментів та коригування монтажного горизонту;
- зворотне засипання та влаштування підготовки під підлоги;
- монтаж поверхових конструкцій;
- закладення та бетонування стиків;
- монтаж сантехнічних та електротехнічних систем;
- затирання та облицювання поверхонь;
- влаштування підлог;
- забарвлення поверхонь;
- монтаж технологічного обладнання.

Серед зазначених робіт основним процесом є спеціалізований потік монтажу поверхових конструкцій, що визначає загальний темп будівництва. Він містить такі потоки:

- встановлення колон та укладання ригелів;
- монтаж елементів сходових кліток та перегородок;
- укладання плит перекриттів;
- встановлення зовнішніх стінових панелей.

Під час встановлення зовнішніх стінових панелей додатково забезпечується просторова жорсткість багатоповерхової будівлі. Проте часто виникає необхідність монтажу технологічного обладнання та подавання дрібноштучних елементів на міжповерхові перекриття. У цьому випадку навішування зовнішніх стінових панелей виконують пізніше.

Таким чином, приватні та спеціалізовані потоки можуть бути розставлені у такий спосіб:

– після монтажу фундаментів вивіряють їхній монтажний горизонт і готують фронт робіт для встановлення колон. Тривалість всього процесу не повинна бути більшою, ніж монтаж колон на другій ділянці (захваті);

– після повернення крана на першу ділянку проводять установлення колон, а після переведення його на другу ділянку починають роботи щодо закладення стиків. Тривалість робіт із замонолічування зчленування колон та фундаментів не повинна перевищувати терміну зайнятості крана на другій ділянці;

– потім у межах першої ділянки на колони встановлюють ригелі, а після переходу крана на другу ділянку, остаточно, за допомогою зварювання зміцнюють стики колон і ригелів і закладають їх бетонною сумішшю. Далі слідує монтаж панелей перекриттів. Такі приватні та спеціалізовані потоки узгоджуються за допомогою монтажного модуля циклічності.

*Монтажним модулем циклічності* (далі – ММЦ) називають тривалість монтажних робіт на монтажній ділянці будівлі, що моделює у часі всі спеціалізовані потоки, що здійснюються під час зведення будівлі.

ММЦ є загальним показником ритмічного виконання на всіх стадіях зведення об'єкта. Приклад узгодження процесів під час зведення чотириповерхового промислового будинку передбачає роботу по горизонтально-висхідній схемі. Інші роботи можуть виконуватися під прикриттям двох змонтованих поверхів незалежно від готовності міжповерхових перекриттів чи даху.

## ЛЕКЦІЯ 6 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ З НЕСУЧИМИ І ОБГОРОДЖУВАЛЬНИМИ СТІНАМИ З ЦЕГЛИ

### 6.1 Класифікація будівель з цегли та будівельні процеси під час їхнього зведення

Будівлі з несучими і обгороджувальними стінами з цегли класифікують за такими основними ознаками:

- за орієнтацією у плані несучих стін – будівлі з *поздовжніми, поперечними та поздовжньо-поперечними стінами*;
- за конструктивним оформленням міжповерхових перекриттів – перекриття можуть бути із *збірних залізобетонних плит* або в *монолітному виконанні*. Можливе також влаштування перекриттів *комбінованого типу*;
- за *об'ємно-планувальним рішенням*.

Розрізняють безкаркасні будівлі та споруди, зовнішні та внутрішні стіни яких посилені залізобетонним каркасом, що складається з колон та ригелів.

Будівлі з монолітними перекриттями та залізобетонним каркасом споруджуються в районах з підвищеною сейсмічністю. До того ж залізобетонний каркас є невід'ємною частиною несучих стін.

Будівлі з цегляними стінами споруджуються лише за горизонтально-висхідною схемою. Під час проєктування технології виконання кам'яних робіт необхідно передбачити організацію виконання суміжних робіт, до яких належать: монтаж міжповерхових перекриттів; встановлення сходових маршів; заповнення віконних та дверних отворів; установа ригелів і виконання процесу підмашування; доставляння матеріалів та виробів з приоб'єктного складу на робоче місце. Усі перелічені роботи повинні входити до одного нерозривного будівельного комплексу. Тому під час проєктування технології зведення будівлі необхідно передбачити раціональний розподіл їх у часі та місці виконання. З цією метою розробляють циклограми відповідного призначення.

### 6.2 Вибір крана для суміщеного виконання кам'яних та монтажних робіт

Під час суміщеного виконання кам'яних і монтажних робіт на конкретному об'єкті крани можуть використовуватися для виконання тільки кам'яних або тільки монтажних робіт, або для виконання і тих і інших робіт.

У першому випадку на будівельному об'єкті встановлюють не менше двох кранів, один з яких обслуговує тільки мулярів, а інший – тільки монтажників. Марка кранів вибирається окремо з урахуванням характеру виконуваних робіт.

У другому випадку один або кілька кранів поперемінно працюють і з мулярами і з монтажниками. До того ж найчастіше муляри виконують свою

роботу в першу зміну, монтажники – у другу. Вибір типу та вантажопідйомність кранів проводиться з урахуванням найбільш невігідних умов.

Вибір крана для монтажу збірних елементів проводиться з урахуванням необхідної висоти підймання елементів збірних конструкцій, маси монтажного елемента і стропувальних пристроїв, необхідного вильоту стріли монтажного крана, його технічних характеристик та техніко-економічних показників.

Необхідна висота підймання, яку повинен забезпечувати монтажний кран, вимірюється відстанню від рівня стоянки крана до горизонтальної осі його підймального гака і залежить від височини опорної поверхні елемента, що монтується, над рівнем стоянки крана  $h_0$ , висоти елемента  $h_2$ , що піднімається, або висоти стропувального пристосування  $h_1$ . Крім того, необхідно враховувати запас по висоті вантажу  $A$ , що піднімається, який знаходиться в межах 0,5–1,0 м. З урахуванням зазначених параметрів висота гака крана буде рівною:

$$H_{кр} = h_0 + h_1 + h_2 + A. \quad (6.1)$$

Застосування відповідного способу стропування може істотно вплинути на висоту підймання, тому необхідно вибрати конструкцію зачіпних пристроїв і визначити висоту стропування. Рекомендується використовувати типові конструкції захоплювальних пристосувань. Для елементів, що подаються через раніше встановлені конструкції, необхідна висота підймання може прийматися по одному з найбільш високо розташованих елементів. Для кранів, що змінюють під час роботи виліт своєї стріли, вказана висота повинна визначатися для кожного монтажного елемента окремо.

Типорозмір крана підбирається за графіком вантажопідйомності.

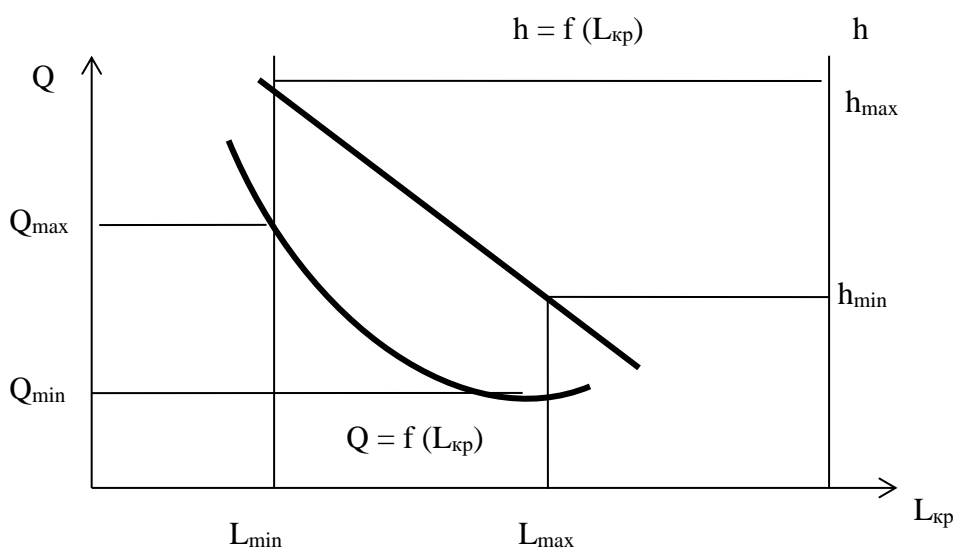


Рисунок 6.1 – Схема технологічних характеристик крана

Дані для графіка (рис. 6.1) вантажопідйомності визначаються з необхідності збереження стійкості крана. Допустимий перекидальний момент може визначатися за такою формулою:

$$M_{пер.} = (Q_{max} + \frac{q}{2} + P) \cdot (L_{min} - C) \quad (6.2)$$

де  $Q_{max}$  – максимальна вантажопідйомність крана на мінімальному вильоті гака;  
 $q$  – маса стріли крана, яка приймається залежно від вантажопідйомності крана в межах від 100 кг до 250 кг на 1 погонний метр довжини стріли;

$L_{min}$  – мінімальний виліт гака;

$C$  – відстань від осі обертання платформи крана до точки торкання колеса крана головки рейки;

$P$  – маса вантажного поліспаду.

Можлива вантажопідйомність крана  $Q_x$  на будь-якому іншому вильоті гака  $L_x$  може бути визначена як:

$$Q_x = \frac{M_{пер.}}{L_x - C} - \frac{q}{2} - P. \quad (6.3)$$

Кран для виконання кам'яних робіт вибирається за тими ж параметрами, що і для монтажних робіт.

### **6.3 Організація технологічного процесу зведення стін з цегли та монтаж залізобетонних елементів**

Технологічний процес зведення будівель із цегли реалізується шляхом організації будівельного потоку, у якому поєднуються кам'яні та монтажні роботи. З цією метою кожен поверх будівлі в плані та за висотою поділяють на захватки та яруси з достатньо умовними межами та працездатністю робіт.

Терміни робіт, кількість робочих та інші дані організації потоку визначаються шляхом підбирання.

Для організації потокового будівництва, що дозволяє раціонально використовувати необхідні ресурси, будівлі в плані та за висотою, в межах одного поверху (рис. 6.2), розбивають на захватки та яруси. У тому випадку, коли будівля в плані розділена на 2 захватки, можна поєднати в часі роботу мулярів та монтажників, які працюватимуть одночасно кожен на своїй захватці. Муляри викладають кам'яні стіни на одній захватці на всю висоту поверху і тільки після цього переходять на наступну захватку. Підготовлений у такий спосіб фронт робіт буде зайнятий монтажниками.

У разі висоти поверху житлового будинку 2,8 м величина ярусу може бути прийнята рівною 1,4 м (рис. 6.3). Зайва висота ярусу, замість рекомендованої 1,2 м, приймається за умови установлення на звичайні підмостки 20 см заввишки.

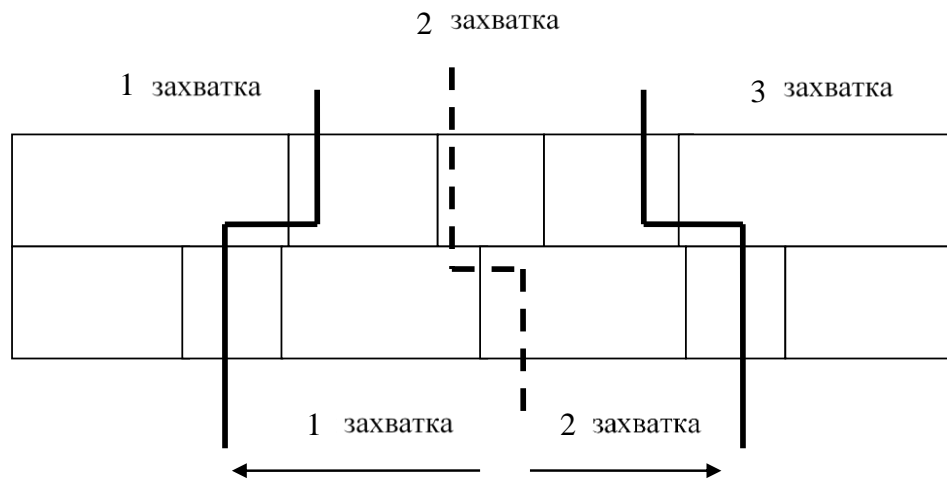


Рисунок 6.2 – Варіанти поділу будівлі на захватки

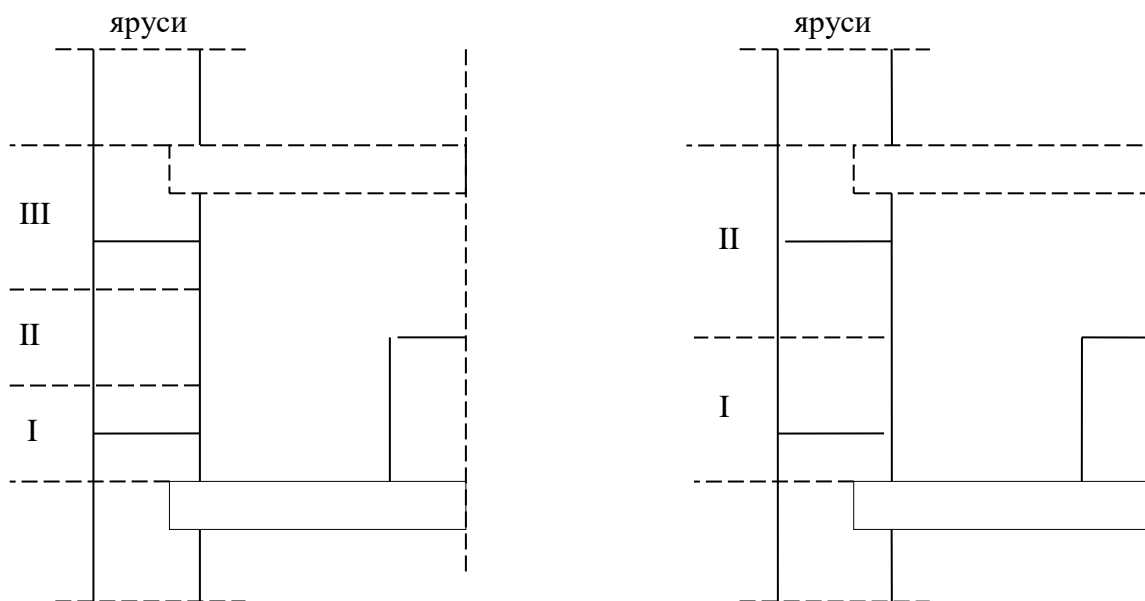


Рисунок 6.3 – Варіанти поділу поверху на яруси

Проектування будівельного потоку щодо зведення житлового будинку можна здійснити, припускаючи, що в роботі знаходиться тільки один баштовий кран. У цьому випадку муляри щодня працюватимуть тільки в першу, а монтажники – у другу зміну. Всі додаткові та допоміжні роботи виконуються в одну і три зміни. У разі розподілу будівлі на захватки працюють лише дві зміни.

Захватка ділиться на певну ділянку. Розміри ділянок повинні бути такими, щоб працюючі на них муляри не стискали один одного, щоб не виникала

необхідність переходу ланки протягом зміни на іншу ділянку, а також, щоб протягом зміни ланка виконувала мурування по всій довжині ділянки на висоту цілого ярусу (рис. 6.4).

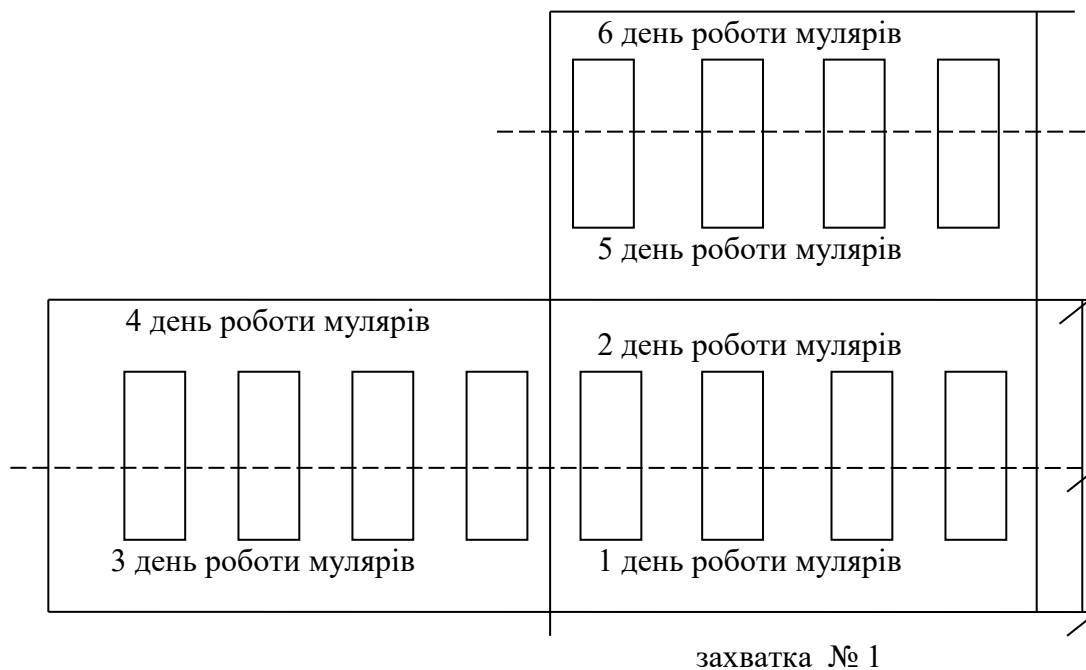


Рисунок 6.4 – Схема переходу робітників по ярусам та захваткам

Довжина ділянки розраховується за формулою:

$$L_{Д} = \frac{n \cdot t_{зм} \cdot q}{V_{нм} \cdot H_{час}}, \quad (6.4)$$

де  $L_{Д}$  – довжина ділянки, м;

$n$  – кількість мулярів у ланці залежно від товщини стіни, що викладається;

$t_{зм}$  – тривалість зміни в годинах;

$q$  – відсоток перевиконання норм;

$V_{нм}$  – обсяг мурування одного погонного метра стіни на висоту ярусу, м<sup>3</sup>;

$H_{час}$  – трудовитрати, необхідні для кладки одного кубометра стіни.



# ЛЕКЦІЯ 7 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МОНОЛІТНОГО ЗАЛІЗОБЕТОНУ

## 7.1 Загальні положення щодо будівництва будівель із застосуванням монолітного залізобетону

Будівництво з монолітного залізобетону із застосуванням індустріальних методів зведення будівель стало одним з найважливіших напрямків, що доповнює повнозбірне великопанельне домобудування.

Порівняно з панельним домобудуванням в середньому на 40 % скорочуються витрати на створення виробничої бази, на 20 % – витрата металу; на 30 % – витрата енергетичних ресурсів.

Основними принципами індустріалізації будівельних процесів у галузі монолітного домобудування є:

- повна механізація будівельних процесів та ліквідація важкої фізичної праці;
- поточний спосіб робіт із поопераційним поділом праці;
- забезпечення робітників сучасним обладнанням, оснащенням, інструментами та пристроями;
- попереднє виготовлення деталей опалубки та арматурних виробів на спеціалізованих підприємствах.

Під час зведення будівель необхідно дотримуватися таких умов:

- максимальне скорочення кінцевих витрат з метою отримання якомога більшого прибутку;
- гарантоване забезпечення строків виконання проміжних етапів та всієї будівлі загалом;
- мінімальні витрати трудових та матеріальних ресурсів;
- висока якість робіт і максимальна кількість послуг, що передбачається договором підряду.

Як показує досвід будівництва в монолітному виконанні, найуспішніше можна зводити подібні споруди у разі неодмінного дотримання таких умов:

- ретельне підготування будівництва, що містить розроблення документації за технологією будівельного виробництва з урахуванням підготування та збагачення матеріалів, необхідних для приготування бетонних сумішей та застосування опалубок у модульному виконанні;
- організація автономного бетонного вузла безпосередньо на будівельному майданчику;
- максимальна спеціалізація робітників.

## 7.2 Технологічна оцінка будівель у монолітному виконанні

За своїм конструктивним рішенням будівлі в монолітному виконанні мають значну просторову жорсткість. Тому їх найбільш ефективно зводити в районах з підвищеною сейсмічністю і на просадних ґрунтах.

Якість подібних споруд, проти звичайних будівель, трохи вище – відсутні численні стики або їхня кількість обмежена. Під час зведення монолітних будівель є велика можливість для створення вільної об'ємно-планувальної композиції, що дозволяє вносити різноманітність форм в архітектурне рішення площ, що забудовуються.

Доставляння матеріалів на будівельний майданчик не вимагає спеціального транспорту у вигляді панелевозів. Стіни будівлі можуть виконуватися у вигляді багатошарової конструкції із застосуванням газобетону або керамзитобетону. Згідно з результатами теплотехнічних розрахунків будівлі з багатошаровими стінами найбільш економічні в експлуатації. До того ж «теплий» шар найчастіше виготовляється на основі фенолформальдегідних смол або полістиролу, повинен розташовуватися із зовнішнього боку будівлі. Проте у цьому випадку він повинен бути захищений від атмосферних впливів. Мінімальний ефект може бути, якщо «теплий» шар буде покладений з внутрішнього боку, але і в цьому випадку потрібний його захист у вигляді ретельно виконаної гідроізоляції.

Найменші трудовитрати можливі в тому випадку, коли утеплювач розміщується щодо поздовжньої осі стіни. Однак у цьому випадку потрібне влаштування гідроізоляції утеплювача від контакту його з бетонною сумішшю. Це особливо важливо, коли як утеплювач застосовуються матеріали, отримані на основі фенолформальдегідних смол. Такі матеріали найбільше гігроскопічні. Тому останніми роками як утеплювач стали застосовувати матеріали, виготовлені на основі полістиролу у вигляді його спучених гранул. Такий матеріал має замкнуті пори і пористість його значно менше, ніж у фенольних матеріалів. Утеплювач виготовляється у вигляді плит 100–150 мм завтовшки.

## 7.3 Класифікація будівель у монолітному виконанні

За технологією будівельного виробництва будівлі класифікуються:

а) за видом фундаментної частини споруди:

1) «з розвиненим нулем» (склад: монолітна ростверк-плита та підвальна частина споруди з монолітними перегородками та перекриттям);

2) «безнульові» – підземна частина обмежується плитою-ростверком;

б) за видом надземної частини;

в) за розташуванням у плані несучих стін.

Розрізняють будівлі в монолітному виконанні, включаючи стіни, перекриття, перегородки та комбіновані, у яких внутрішні стіни та перегородки виготовляються з монолітного бетону та залізобетону, а зовнішні – з навісних панелей або у вигляді цегляних стін.

Розташування несучих стін будівлі визначає порядок виконання будівельних робіт та організацію будівництва в цілому, напрямок розвитку потоку. Головною відмінністю є вид застосовуваної опалубки, метод розбивки будівлі на захватки, яруси, визначення меж захваток та їхньої величини.

#### **7.4 Будівельно-конструктивні рішення монолітних та монолітно-збірних будівель**

У промисловому будівництві надземних споруд монолітний бетон застосовується під час зведення нетипових багатоповерхових будівель, багатоповерхових однопрогонових і багатопрогонових рам, ядер жорсткості, резервуарів, димових труб, водонапірних веж, силосів тощо.

У житловому та цивільному будівництві монолітний бетон широко використовують під час влаштування ядер жорсткості в панельних будинках з подальшим їхнім облаштуванням збірними конструкціями.

Проектні рішення зведення багатоповерхових будівель з монолітного бетону передбачені у збірному монолітному варіанті: з монолітними зовнішніми внутрішніми стінами та збірними перекриттями. Техніко-економічні показники будівництва з монолітного бетону значною мірою залежать від застосовуваних технологічних схем зведення будівлі.

За технологічними та конструктивними ознаками багатоповерхові житлові будівлі, що зводяться з використанням монолітного бетону, умовно можна віднести до трьох основних груп:

- монолітні – всі конструкції виконані з монолітного бетону;
- збірно-монолітні – стіни виконані з монолітного бетону, а перекриття збірні;
- монолітно-збірні каркасні будівлі – ядра жорсткості або перекриття, виконані з монолітного бетону, поєднуються зі збірним каркасом.

Монолітні будівлі та споруди з легкого бетону зводять у ковзній або переставній опалубках. Зведення монолітних будівель у ковзній опалубці вимагає безперервності бетонування і суворого дотримання ритмічності виконання бетонних робіт. Інтенсивність бетонування залежить від темпів виконання арматурних робіт, застосовуваної технології укладання бетонної суміші і тривалості витримування легкого бетону до набору їм мінімально

допустимої міцності. Влаштування монолітних перекриттів будівель і споруд, що зводяться в ковзній опалубці, можливе за такими технологічними схемами:

- у процесі зведення стін із відставанням на один поверх (суміщено-циклічний спосіб);

- у процесі зведення стін з відставанням на два-три поверхи (паралельно-послідовний) спосіб;

- після зведення стін на всю висоту за схемою знизу вгору або зверху вниз.

Під час перших двох способів використовується те ж бетоноукладальне обладнання, що і для бетонування стін. До того ж подавання бетонної суміші від бетононасосного пристрою до місця укладання і її розподіл можуть проводитися за допомогою гумових розподільних хоботів з приймальною лійкою, закріплених на робочій підлозі ковзної опалубки, а під час влаштування за схемою «знизу вгору» або «зверху вниз», до гнучких гумових рукавів.

Під час зведення монолітних будівель із легкого бетону в переставній опалубці інтенсивність набирання розпалубної міцності бетоном залежить від тривалості бетонування. Тому у разі використання цих типів опалубки ефективність зведення монолітних будівель і споруд може бути підвищена шляхом застосування різних способів прискорення набирання легким бетоном необхідної міцності. Найбільша інтенсивність бетонування досягається під час виконання робіт за схемою «кран + бетононасос», з використанням опалення, що гріє, і литої бетонної суміші на пористому заповнювачі. Під час бетонування конструкцій за цією схемою в комплекті з бетононасосами використовується механічний розподільник, який переставляється із захватки на захватку.

### **7.5 Темпи зведення будівель та інтенсивність бетонування**

Виконання монолітних бетонних і залізничних робіт здійснюється потоково-швидкісним методом із комплексною механізацією складових процесів. До того ж провідним процесом, що визначає темп бетонування та організацію робіт, що визначає темп бетонування, є подавання та розподіл бетонної суміші.

Провідна бетоноукладальна машина повинна бути пов'язана за продуктивністю з інтенсивністю бетонування конструкцій, до того ж параметри, продуктивність та кількість інших комплектувальних засобів механізації вибираються відповідно до параметрів і продуктивності провідної машини.

Для виконання робіт зі зведення бетонних і залізобетонних будівель комплексний технологічний процес розподіляють на прості потоки, які виконують спеціалізовані ланки робітників.

Основними технологічними параметрами потоку є:

- обсяг робіт  $V$  у  $m^3$ ,  $m^2$ , т;
- інтенсивність  $J$  у  $m^3$ ,  $m^2$ , т за зміну;
- тривалість  $T$  у змінах;
- трудомісткість  $Q$  у люд.-днях.

Кожному простому (приватному) потоку для механізованого виконання процесу передається комплект машин, технологічними параметрами якого є:

- продуктивність  $m^3$ ,  $m^2$ , т за зміну;
- кількість основних машин та їхні параметри вибір і розставлення.

Вибір комплекту машин проводиться, виходячи із заданої інтенсивності (темпу) бетонування конструкцій з урахуванням об'ємно-планувальних і конструктивних особливостей будівлі або споруди, що зводиться.

Інтенсивність укладання бетонної суміші визначається за формулою:

$$J = \frac{KV}{T_d}, \quad (7.1)$$

де  $V$  – потрібний обсяг бетонної суміші для об'єкта,  $m^3$ ;

$T_d$  – директивний термін зведення монолітних конструкцій у змінах;

$K$  – коефіцієнт нерівномірності укладання бетонної суміші, що приймається 1,3–1,5.

## 7.6 Методи прискорення темпів зведення монолітних будівель

Методи догляду за бетоном в зимових умовах повинні забезпечувати температуру його твердіння, достатню для набору необхідної міцності, не нижче ніж 50 %.

*Метод «термоса»* застосовують під час бетонування масивів, стрічкових фундаментів і фундаментів під колони у разі температури навколишнього повітря не нижче ніж  $-20$  °С. Під час бетонування конструкцій із застосуванням термосного витримування легкого бетону можуть додатково використовуватися приготування і укладання гарячої легкобетонної суміші, обігрівання свіжоукладеного бетону за допомогою температур.

Приготування гарячої легкобетонної суміші здійснюється у разі температури навколишнього повітря нижче ніж  $-15$  °С. До того ж з метою збереження рухливості суміші в процесі транспортування і подавання температура її не повинна перевищувати  $40$  °С. Для цього застосовують підігріті заповнювачі та гарячу воду замішування. Під час використання обігрівання легких бетонних конструкцій температура повітря під захисним кожухом повинна бути не нижче ніж  $10$  °С і підтримуватися протягом періоду, необхід-

ного для набирання легким бетоном 40–50 % міцності для несучих конструкцій в ковзній опалубці і 70 % – у переставній.

Бетони з протиморозними домішками дозволяють отримати температуру замерзання води та забезпечують його твердіння за негативних температур. Як протиморозні домішки для легкого бетону в монолітному будівництві використовують нітрит натрію.

Бетони з протиморозними домішками, як і бетони без домішок, інтенсивніше тверднуть у разі підвищення температури. Тому вибір типу протиморозної домішки та її конструкція визначаються розрахунковими температурами повітря, типом та умовами експлуатації бетонованих конструкцій.

Тривалість транспортування та укладання готових легкобетонних сумішей не повинна перевищувати 40 хвилин. У разі більшої тривалості транспортування відбувається різка втрата рухливості суміші, що ускладнює її укладання та погіршує якість бетону. У цьому випадку доцільно транспортувати сухі суміші, які готують на об'єкті шляхом введення води та протиморозної домішки, перемішуючи всі компоненти в барабані автобетонозмішувача.

Бетони з протиморозними домішками необхідно оберегати від зневоднення, для чого поверхню забетонованих конструкцій захищають від вітру. Особливу увагу варто приділяти догляду за бетонами із домішкою аміачної води. Для запобігання випаровування аміаку з поверхневих шарів бетону їх щільно ізолюють бітумізованим папером або полімерною плівкою з привантаженням ґрунтом.

Методи теплового оброблення бетону:

– конвективний прогрів забетонованих конструкцій передбачає влаштування навколо них обгородження з обігрівом утвореного простору. Такі споруди називають тепляками. Влаштування та розміри тепляків не повинні перешкоджати циркуляції всередині них теплоносія. Підвищення температури в тепляку викликає інтенсивне випаровування води з бетону. Для запобігання цьому поверхню бетону необхідно закривати пароізоляційним матеріалом;

– контактне прогрівання укладеного бетону здійснюють за допомогою опалубок, обладнаних нагрівачами різного конструктивного виконання. Застосовують термоактивні опалубки і термоактивні гнучкі покриття;

– електродне прогрівання – найпоширеніший метод обігрівання зимового бетонування. Він заснований на включенні забетонованої конструкції як опору в електричну мережу змінного струму. Електродне прогрівання економічне з витрат енергії, у зв'язку з високим ККД. Однак воно вимагає витрат металу на електроди, дроти, а також трудовитрат на монтаж системи.

Електротермооброблення легкого бетону дає можливість вести бетонування за температури  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Технологія виконання бетонних робіт під час зведення монолітних конструкцій з легкого бетону в період негативних температур вимагає здійснення спеціальних заходів, що забезпечують приготування легкобетонної суміші за позитивної температури та мінімальні втрати тепла в процесі її транспортування та укладання.

Приготування готової легкобетонної суміші здійснюється на заводах і в бетонозмішувальних установках, пристосованих до роботи в зимових умовах і оснащених пристроями для прогрівання заповнювачів, приготування та дозування протиморозних домішок.

Для транспортування легкобетонної суміші за температури  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  необхідно використовувати спеціалізоване обладнання – автобетонозмішувачі та автобетоновози в зимовому виконанні. Застосування сучасних бетононасосних установок дозволяє ізолювати бетонну суміш під час її укладання в конструкції від негативного впливу вітру та атмосферних опадів, а також покращити температурний режим приймання, подавання та розподілу суміші.

Електропрогрівання застосовують не тільки для прискорення твердіння бетону, але і для запобігання його від заморожування та створення сприятливих умов твердіння у зимову пору року. Під час електродного прогрівання бетон повинен бути пароізований для зберігання в ньому води. Регулювання температурного режиму прогрівання може проводитися зміненням напруги (у разі застосування спеціальних багатоступінчастих трансформаторів), відключенням електродів від мережі після досягнення необхідної температури бетону, зміненням тривалості пауз під час імпульсного режиму прогрівання.

Максимально допустимі температури прогрівання залежать від виду цементу, що застосовується. Для портландцементу температура  $75\text{--}85\text{ }^{\circ}\text{C}$ , цементи з підвищеним вмістом трикальцієвого алюмінію  $\text{C}_3\text{Al}$  не варто прогрівати вище ніж до  $60\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Перевищення зазначених температур тягне за собою недобір кінцевої міцності.

### **7.7 Вибір оптимальної технологічної схеми приготування, доставляння, подавання, приймання та укладання бетонних сумішей**

Однією з найважливіших властивостей бетонної суміші є її зручноукладальність – здатність заповнювати форму з найменшими витратами праці та енергії, забезпечуючи до того ж максимальну щільність, міцність і довговічність бетону. Вибір способу приготування (цемент і заповнювачі) бетонної суміші багато в чому залежить від розташування об'єктів, що будуються, і обсягів бетонних робіт, наявності дорожньої мережі та її якості, розташування кар'єрів, центральних складів цементу.

Процес приготування бетонної суміші складається з таких технологічних операцій: транспортування складових матеріалів (заповнювачів та цементу) зі складів до змішувальних установок; дозування; механічне перемішування та видавання готової бетонної суміші на транспортні засоби для подавання до місця укладання.

Для транспортування бетонної суміші на об'єкти, що будуються, застосовуються автосамоскиди, автобетонозмішувачі та автобетоновози.

Тривалість транспортування бетонної суміші впливає на її рухливість, тому час транспортування суміші має бути строго обмеженим і залежати від її температури та виду цементу. Оптимальний час транспортування: у разі 20–30 °С – 45 хв; 10–20 °С – 90 хв; 5–10 °С – 120 хв.

Укладання бетонної суміші є провідним технологічним процесом, що включає подавання бетонної суміші в бетоновану конструкцію, її розподіл та ущільнення. Подавання бетонної суміші може проводитися за допомогою бадді або ковша у поєднанні з різними кранами, стрічковими транспортерами та бетоноукладачами, бетононасосами та пневмонагнітачами, автотранспортом, віброхоботами та віброжолобами.

Вибір способу укладання бетону залежить від темпу бетонування, типу бетонованих конструкцій та їхнього взаємного розташування, геометричних розмірів та густоти (частоти) армування, висоти тощо. До того ж подавання бетонної суміші повинне забезпечуватися на будь-яку ділянку бетонованої конструкції та висота вільного скидання суміші не повинна перевищувати 2,0 м, а під час подавання на перекриття – 1,0 м.

Подавання бетонної суміші кранами в баддях доцільно застосовувати у разі середньої інтенсивності бетонних робіт – 30–35 м<sup>3</sup> за зміну.

Подавання бетонної суміші за схемою кран-баддя практично може виконуватися всіма видами кранів. Під час вибору кранового обладнання необхідно враховувати об'ємно-планувальні рішення будівлі або споруди, раціональні способи встановлення кранів і їхнє розміщення щодо бетонованих конструкцій, площа охоплення.

Подавання бетонної суміші автотранспортними засобами є найбільш доступною та ефективною. Розвантаження бетонної суміші може проводитися безпосередньо в опалубку конструкцій, а також із брівки котловану, зі спеціальних естакад і пересувних матів. Цей спосіб широко застосовується під час зведення монолітних конструкцій, що становлять суцільні бетонні поля, а також фундаменти під важке обладнання в металургійній промисловості і важкому машинобудуванні.



У разі інтенсивності бетонування не більше ніж 20 м<sup>3</sup>/год подавання бетонної суміші в бетоновані конструкції від автотранспортних засобів здійснюють за допомогою віброживильників, віброжолобів, транспортерів.

Ущільнення бетонної суміші є однією з основних операцій під час бетонування бетонних і залізобетонних конструкцій, від її якості залежить щільність і однорідність бетону, а отже, його міцність і довговічність.

Основним способом ущільнення бетонних сумішей є вібрування (віброущільнення), яке характеризується двома параметрами: частотою та амплітудою коливань.

Глибинні вібратори призначаються для ущільнення малорухливих і жорстких бетонних сумішей з осадкою конуса не менше ніж 5–10 мм. Під час вібрування необхідно вібронаконечник вводити в шар бетону на 50–150 мм, щоб забезпечити краще зчеплення між окремими шарами.

Відстань між місцями занурення вібронаконечника не повинна перевищувати 1,5 радіуса його дії. Час вібрування в одній точці залежно від параметрів вібратора, рухливості бетонної суміші, ступеня армування має бути в межах 15–30 с. Продуктивність одного вібратора становить 6,0–8,0 м<sup>3</sup>/год.

Поверхнєве вібрування рекомендується застосовувати під час ущільнення бетонної суміші, що укладається в підготовку під підлоги, плити перекриттів і покриттів, товщина яких не перевищує 250 мм для неармованих або армованих легкою сіткою конструкцій. У разі товщини більше ніж 250 мм і за наявності арматури ущільнення суміші проводиться із застосуванням глибинних і поверхневих вібраторів. Поверхнєве вібрування здійснюється віброрейками, вібробрусами і поверхневими майданчиковими вібраторами.

Швидкість переміщення майданчикового вібратора по поверхні ущільнювальної суміші становить 0,5–1,0 м/хв. У разі товщини бетонованого шару більше ніж 50 мм віброущільнення проводиться за 2–3 проходи.

Зовнішнє вібрування опалубки застосовується під час бетонування вертикальних тонкостінних монолітних балок, ригелів, стін, резервуарів, а також на додаток до глибинного вібрування у місцях, насичених арматурою, у кутових елементах опалубки та у випадках, коли виключається застосування глибинного вібратора.

## **7.8 Зведення будівель у переставних опалубках**

У монолітному будівництві найбільш економічним є метод зведення будівель у великощитовій опалубці, зокрема і в блочному виконанні.

Одним з різновидів переставної великощитової опалубки є крупноблочна система, що витягується вгору. Набув розвитку метод зведення будівель в

об'ємно-переставній (тунельній) опалубці, який виявився найбільш раціональним під час будівництва багатосекційних будівель великої довжини зі стільниковою планувальною структурою. Для будівель, що зводяться в об'ємно-переставній опалубці, характерна чітка стільникова структура, що утворюється монолітними стінами та перекриттями. Фасадні частини будівлі під час бетонування перекриттів і тимчасових стін зазвичай залишають відкритими для вилучення опалубки. Потім зовні навішують збірні панелі. Перегородки монтують із збірних панелей.

Під час бетонування поверх будівлі розбивають на захватки, величина яких залежить від необхідної швидкості бетонування, наявності опалубки, механізмів і визначається технологічним проєктом. Найбільш оптимальніша за розмірами захватка, що дорівнює площі поверху 220,0–240,0 м<sup>2</sup>.

Монтаж щитів великощитової крупноблочної опалубки ведуть краном згідно з розміткою, нанесеною на перекриття поверху. Після цього за допомогою гвинтових домкратів, встановлених на підкосах щитів, укладають щити в проєктне положення, а за необхідності додаткові підкоси, які закріплюють до перекриття, щоб запобігти перекиданню щита від випадкових ударів. Аналогічно по довжині стін встановлюють сусідні щити, які з'єднують між собою замками.

Потім встановлюють нижній ряд стяжок, на які надягають захисні трубки. У такий спосіб монтують опалубку з одного боку стіни. Для монтажу зовнішніх щитів опалубки в стіні поверху, що лежить нижче, залишають отвори, в які пропускають болти з опорною п'ятою. У нижній частині щитової опалубки зовнішніх стін встановлюють конусні уловлювачі, які під час опускання щитів краном повинні входити в болти, опорні п'яти яких виявляються із зовнішнього боку щитів. Після затягування болтів низ щитів притискається до забетонованої стіни, верх щитів закріплюють стяжками-струбцинами.

Зведення будівель в об'ємно-переставній опалубці дозволяє порівняно з панельним будівництвом на 20–25 % знизити капіталовкладення, загальну вартість і трудомісткість робіт зі збільшенням на 25–30 % трудомісткості на будівельному майданчику.

Під час використання опалубку встановлюють на рейкові колії (пересувна опалубка), шляхи жорстко фіксують до перекриття. Бетонну суміш укладають пошарово, рівномірно по довжині стіни з вібруванням кожного укладеного шару. Товщина шарів бетонної суміші, що укладається, не повинна перевищувати 1,25 довжини робочої частини глибинного вібратора, зазвичай товщина шарів становить 400–500 мм.

Для укладання стіни застосовують пластичну бетонну суміш з осадкою конуса в 60–80 мм. Для ущільнення бетонної суміші доцільно застосовувати глибинні вібратори.

Стіни бетонують на всю висоту. У разі тривалих перерв у бетонуванні стін утворюються горизонтальні уступи і погіршується якість поверхні внаслідок зміни схеми навантажень від бічного тиску суміші та нерівномірність деформацій опалубки по висоті. Знімати опалубку стін можна тільки після досягнення бетоном міцності, що забезпечує збереження поверхні і крайок кутів.

Під час демонтажу великощитової опалубки стін спочатку знімають додаткові елементи риштування і від'єднують щити опалубки по довжині стіни. Потім знімають верхній ряд стяжних болтів і потім нижній. Після від'єднують і демонтують за допомогою крана кутові щити. Під час обертання гвинтових домкратів, встановлених на підкосах, щит під власною вагою відривається від бетону і відходить від його поверхні. Потім щит стропують і краном переставляють на нову захватку.

Об'ємно-переставну опалубку починають демонтувати. Потім секції опалубки від'єднують одну від однієї, знімають стяжні болти, відривають і відводять від бетону бічні та горизонтальні щити секції. Останню вручну викочують на монтажні підмості, де секції стропують і переставляють краном на нову захватку.

### **7.9 Зведення будівель у ковзній опалубці**

Метод зведення монолітних будівель і споруд у ковзній опалубці становить високоорганізований потоково-швидкісний процес будівництва.

В опалубці бетонують елементи будівель, що мають вертикальні грані, а саме: стіни, колони, балки перекриттів. Опалубка 1,0–1,2 м заввишки і зібрана внизу будівлі, у процесі бетонування безперервно рухається вгору, у той час як між її стінками встановлюється арматура і укладається бетонна суміш. Під час руху опалубки нижче залишаються відформовані конструкції, які зберігають свою форму в результаті набуття бетоном необхідної мінімальної міцності в перші години твердіння. Безперервний рух опалубки в процесі бетонування є початком для організації цільового комплексу робіт на будмайданчику, що визначає високу продуктивність праці та швидкі темпи робіт, що дозволяє будувати високі будівлі з монолітного залізобетону у рекордно короткі терміни.

Поточний метод будівництва об'єктів у ковзній опалубці дозволяє рівномірно використовувати людей і матеріальні ресурси і до мінімуму скорочує потребу в самій опалубці та підймальних пристроях.

Роботи в ковзній опалубці розбиваються на окремі потоки: палублення, бетонування та розпалублення. У той час як на одному об'єкті йде бетонування в ковзній опалубці, на іншому опалубка повинна готуватися.

Блок, зібраний у кондукторі, складається з внутрішніх щитів, зовнішні щити збирають на місці бетонування після монтажу, вивіряння та фіксування внутрішніх щитів короба. Розставляють короби у шаховому порядку, щоб залишалися відкриті поверхні для монтажу арматури стін.

У ковзній опалубці арматура укладається в стіни одночасно з бетонуванням, тому необхідно безперервно стежити за тим, щоб не було перепусток арматури та відступів від проєкту.

Для полегшення монтажу опалубки та виключення витікання розчину на початку бетонування на фундаментній плиті попередньо бетонують маяки – нижню частину стін 100–150 мм заввишки. Відстань між змонтованими коробами повинна відповідати товщині стін, що визначається по середині висоти щитів. Для витримування проєктної товщини стін між коробами встановлюють не менше двох шаблонів на кожную сторону короба. Конусність щитів повинна повністю відповідати прийнятій у проєкті конусності опалубки і перевіряється за допомогою шаблонів зі схилом (відхилення від ваги від нульового відліку показує величину конусності).

Після монтажу та вивіряння всіх коробів встановлюють домкратні рами, робоча підлога, козирок з обгородженням та домкрати. Домкратні рами встановлюють на щити перпендикулярно до них. Стійки рам повинні бути розташовані строго вертикально, ригелі – горизонтально в одній площині. Домкратні стрижні повинні проходити осі стін. Рами встановлюють вільно, без докладання зусиль з тим, щоб не порушити проєктного положення щитів опалубки. Перед монтажем рам з її бокових стійок знімають кронштейни і раму ставлять на щити так, щоб упорні куточки лягали на верхні кружала щитів.

Після закінчення монтажу ковзної опалубки та обладнання для її підймання розпочинають встановлення арматури. Арматуру у вигляді опускних стрижнів або арматурних сіток невеликої висоти укладають у процесі бетонування за допомогою «контрольних драбинок», що визначають проєктне положення горизонтальних арматурних стрижнів. Після монтажу арматури розпочинають бетонування конструкцій.

Опалубку заповнюють спочатку на висоту 600–700 мм двома або трьома шарами протягом 3,0–3,5 год. Підняти опалубку потрібно тоді, коли укладений нижній шар набуде достатньої міцності, щоб зберегти форму для виходу з опалубки. Спочатку виконують пробне підймання, щоб переконатися, що бетон не опливає. Заповнюють опалубку до повної висоти під час її підймання; закінчити операцію потрібно у стислі терміни. Швидкість підймання опалубки встановлюють залежно від складу та характеристик бетону та умов його твердіння.

Початковий період підймання є однією з відповідальних операцій, що характеризується великими навантаженнями на опалубку як від бічного тиску бетонної суміші, так і вертикальних умов підймання.

Надалі бетонну суміш укладають рівномірно по периметру опалубки шарами не більше ніж 200–250 мм завтовшки. Кожен наступний шар укладають до початку схоплювання раніше покладеного. У жодній точці по всьому параметру опалубки наступні шари не можна укласти до закінчення укладання попереднього шару. Потрібно прагнути того, щоб бетон, що виходить з-під опалубки, мав однаковий вік по всьому периметру.

У разі товщини стінок до 200 мм бетонну суміш ущільнюють внутрішніми високочастотними вібраторами, що мають діаметр наконечника 35 мм, а у разі більшої товщини стінки – 50 мм. Під час ущільнення вручну бетонна суміш повинна мати осад конуса 100–120 мм; під час роботи вібраторами – 70–80 мм.

Горизонтальність опалубки контролюють контрольними рейками, встановленими на домкраті та рисками, нанесеними на домкратному стрижні. Правильність положення рисок на домкратних стрижнях перевіряють щодня нівеліром. У міру підймання контрольних рейок риски переносять домкратним стрижнем за допомогою рейки або спеціального шаблону. Вирівнювання горизонтальності під час підймання домкратами з напівавтоматичними регуляторами відбувається автоматично. Домкрати, що працюють із випередженням, після досягнення упорів, встановлених однією горизонті, виконують «крок на місці», тоді як інші домкрати продовжують підймання до заданого рівня.

Після набору бетоном достатньої міцності поверхню затирають розчином вручну або за допомогою машин.

Ковзну опалубку після закінчення зведення стін піднімають вище їхнього рівня і під нижні кружала щитів заводять опорні дошки або штирі. Після цього знімають домкрати, витягують домкратні стрижні, знімають ригелі домкратних рам у тих місцях, де опалубка поділена на блоки. Короби опалубки демонтують краном.

### **7.10 Зведення будівель в опалубках спеціального призначення**

Незнімна (конструктивна) опалубка застосовується для бетонування конструкцій і споруд із простою конфігурацією і великими опалубними поверхнями. Зовнішні грані опалубки встановлюють врівень з гранями конструкцій; внутрішні поверхні повинні бути шорсткими і мати анкерувальні випуски для надійного зчеплення з бетоном конструкцій.

Для забезпечення необхідної жорсткості та стійкості незнімної опалубки протилежні щити конструкції з'єднують скрутками або тяжами. У разі

застосування для опалубки тонколистового матеріалу плити кріплять за допомогою зовнішніх схваток, прогонів, стійок, з'єднаних внутрішніми тяжами. У разі застосування незнімної опалубки відпадає необхідність оброблення поверхні конструкції після бетонування.

Пневматичне формування є новим технологічним способом бетонування, що вимагає подальших експериментальних досліджень, виявлення раціональних областей застосування та виконання технологічних регламентів. Сутність способу полягає в бетонуванні в горизонтальному положенні плити на розпластаній пневматичній опалубці – оболонці з подальшим подаванням повітря в оболонку і підійманням відформованої плити в проєктне положення.

Бетонування по м'якій надутій пневматичній опалубці не відрізняється від бетонування по жорсткій опалубці традиційних конструкцій. Однак через недостатню жорсткість такої опалубки вона не може сприймати в надутому стані динамічні навантаження від повітря бетонної суміші бетононасосом. Ця обставина зумовила і особливості технології бетонування.

Бетонування по м'якій надутій опалубці виконують способом набризку бетонної суміші або нанесення склоцементу за допомогою пістолета-розпилувача. Для підвищення стійкості та виключення місцевих деформацій такої опалубки використовують систему вант, які кріплять до її внутрішньої поверхні і розташовують радіально. Розпалублення виконують після набору бетоном розрахункової міцності.

## ЛЕКЦІЯ 8 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ СПОРУД АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

### 8.1 Будівельно-конструктивні особливості будівель та споруд агропромислового комплексу

Будівлі та споруди, що зводяться у сільській місцевості, за їхнім призначенням поділяються на такі групи:

- сільськогосподарські виробничі будівлі та їхні комплекси;
- житлові будівлі та їхні комплекси;
- громадські будівлі;
- інженерні споруди та об'єкти дорожнього будівництва.

Сільськогосподарські виробничі будівлі та їхні комплекси *залежно від технології виробничих процесів* також поділяються на дві підгрупи:

– *до першої підгрупи* відносяться об'єкти з сільськогосподарською технологією виробничих комплексів: тваринницькі, птахівницькі об'єкти та комплекси, зооветеринарні об'єкти, тепличні комплекси, вегетаційні, агротехнічні тощо;

– *до другої* – об'єкти з промисловою технологією виробничих процесів: споруди для зберігання, обслуговування та ремонту сільськогосподарських машин та знарядь, транспортних засобів, підприємства з перероблення та зберігання сільськогосподарської продукції та виготовлення кормів, склади мінеральних добрив, отрутохімікатів тощо;

*За однорідністю проектних рішень* всі виробничі будівлі поділяються на дві групи:

– до першої відносяться тваринницькі та птахівницькі будівлі, кормоприготувальні цехи та кормокухні, гаражі, сараї для сільськогосподарських машин, склади мінеральних добрив, торгові бази, сховища для картоплі, овочів та фруктів. Виробничі будівлі, що входять до цієї групи зазвичай одноповерхові, багатопрогонові, від 12,0 м до 24,0 м завширшки і мають прямокутні контури;

– до другої – будівлі заводів та майстерень з ремонту сільгосптехніки, споруди для зберігання та перероблення зерна (крім елеваторів), підприємства первинного оброблення продуктів сільського господарства. Виробничі будівлі, що входять до цієї групи, також мають у плані прямокутні контури і представляють дво- або трипрогонові одноповерхові будівлі, у яких розміщуються всі виробничі цехи та побутові приміщення. У цих будівлях крайні прольоти 6,0 м завширшки і 3,5–4,0 м заввишки; середній проліт – 3,0 м завширшки, до низу кранбалки – 5,0–7,0 м заввишки.

У конструкціях сільських виробничих будівель застосовуються збірний і монолітний залізобетон, дерево, місцеві матеріали.

Основні типи житлових будівель для сільських селищ – одно- та двоповерхові блоковані будинки. Їхнє будівництво ведеться із збірного залізобетону, цегли, дрібних та великих блоків, дерева.

Аналіз найбільш поширених на селі різних конструктивних схем будівель та їхніх монтажних характеристик показує, що з погляду технології монтажу будівлі можуть бути поділені на дві групи.

До першої групи відносяться будівлі (виробничі та тваринницькі), монтаж збірних елементів яких можна здійснювати з рухом крана як усередині них, так і зовні. До другої групи належать житлові та культурно-побутові будинки, монтаж збірних конструкцій яких можна вести з пересуванням крана тільки зовні.

## **8.2 Зведення силосних башт, зернових елеваторів, комбикормових заводів**

*Силосні башти* як герметичні ємності баштового типу для зберігання силосу зводять з металу, збірного залізобетону та бетонних блоків.

Металева силосна башта становить циліндричний корпус діаметром 6,0 м і 16,0–19,0 м заввишки, що спирається на стрічковий фундамент. Башту збирають з поясів по 1,5 м заввишки. Кожен пояс складається з окремих, вигнутих по радіусу циліндра однотипних сталевих листів, що з'єднуються між собою внапусток болтами.

Башту монтують укрупненими царгами масою до 1,0 т, які збирають з окремих сталевих листів на стенді-кондукторі. Установлення укрупнених блоків у проєктне положення проводиться одночасно. Тому застосовують два крани, один з яких працює на складанні, інший – на монтажі. Стики герметизують прокладками з м'якої кислостійкої гуми. Збірні залізобетонні силосні башти діаметром 6,0 м і до 18,0 м заввишки складаються з окремих кілець, що укладаються одне на інше. Кільця збирають на стенді-кондукторі зі збірних залізобетонних сегментів, що з'єднуються за допомогою електродугового зварювання.

Висота зібраного кільця становить до 1,5 м, маса до 9,0 т. У процесі укрупнювального складання кільця піддають попередньому напруженню. Укрупнений блок краном встановлюють у проєктне положення на підготовлену постіль із цементного розчину. Укрупнювальне збирання і установлення кілець виконують за допомогою кранів відповідної вантажопідйомності.

Силосні башти з бетонних блоків зводять діаметром 7,3–9,15 м, 21,3–24,4 м заввишки. Розмір бетонного блока 762,5 мм × 254,0 мм × 92,0 мм. Процес зведення башти складається з монтажу блоків на цементному розчині та



монтажу сталевих кілець по колу башти. Монтаж блоків ведеться з риштування, що влаштовуються з внутрішнього боку башти.

*Збірні залізобетонні зернові елеватори* зводять у такій послідовності: спочатку монтують конструкції підсилосного поверху, потім – силосів, робочої башти і потім розпочинають монтаж надсилосної частини елеватора.

Підсилосний поверх складається з фундаментної плити з підколонниками, колон з капілярами, перекриття з воронками та стін. Фундаментну плиту з підколонниками виконують у монолітному залізобетоні.

Всі інші елементи поверху складаються із збірного залізобетону з максимальною масою окремих з них до 4,5 т. Їх монтують тим же баштовим краном, що і силоси, або стріловим самохідним краном відповідно до обраного методу механізації монтажних робіт. Колони встановлюють у стакани фундаментної плити і замонолічують. На них закріплюють капітелі із наскрізними отворами. Після вирівнювання та закріплення на капітелі укладають конструкції перекриття та збірні залізобетонні воронки. Силоси і робочі башти зводять по готовому перекриттю підсилосного поверху з окремих елементів у вигляді квадратних і круглих кілець, об'ємних і плоских елементів. Стіни силосів монтують по висоті окремими ярусами. Висота ярусу відповідає висоті елемента.

У кожному ярусі елементи встановлюють у такій послідовності: спочатку монтують об'ємні, потім між ними встановлюють плоскі. Об'ємні елементи мають достатню стійкість, тому їхній монтаж проводиться без додаткових тимчасових кріплень. Плоскі плити утримують в пазах, які є в кутах об'ємних елементів, і з'єднують з останніми за допомогою болтів.

Після закінчення зведення силосів виконують монтаж надсилосної галереї з технологічним обладнанням.

*Комбікормові заводи* продуктивністю 50,0 т/добу включають склади тарних вантажів, цехи з виробництва комбікормів, склади сировини і готової продукції, приймальний пристрій, адміністративно-побутове приміщення. Склади сировини та готової продукції монтують із збірних залізобетонних елементів розміром у плані 3,0 м × 3,0 м за допомогою баштових кранів. Для монтажу інших будівель, що входять до складу комплексу заводу, застосовують стрілові самохідні крани на гусеничному та пневмоколісному ході, а також автомобільні крани з баштово-стріловим обладнанням.

Збірні конструкції комбікормового заводу продуктивністю 130,0 т/добу, розміром 30,0 м × 18,0 м та 34,8 м заввишки монтують потужнішими баштовими кранами, що здійснюють зведення всього комплексу.

### 8.3 Будівництво тепличних комплексів

Тепличні комбінати та на їхній основі великі агропромислові комплекси з несучим каркасом з металу та збірного залізобетону можуть бути за конструктивним рішенням багатопрогонові рами, абочні ферми тощо. Основним конструктивним елементом тепличної споруди є скляна покрівля. Під час будівництва тепличних комбінатів з металевих тришарнірних рам конструкцію намету монтують у два етапи.

Спочатку встановлюють рами, прогони та зв'язки послідовно у всіх захватках. Потім монтують елементи верхнього та бокового скління. Монтаж каркаса ведуть автокраном зі стрілою 12,0 м завдовжки. Для забезпечення стійкості в процесі монтажу кожен раму тимчасово спирають на монтажну вишку. Після встановлення другої напіврама їх закріплюють у шарнірі за допомогою болтів. Перші встановлені напіврама кріплять до якорів, що забиваються в ґрунт, а наступні – шаблоном до раніше встановлених. Після монтажу напіврам і тимчасового їхнього кріплення автокраном, що проходить зовні по периметру будівлі, укладають цокольні плити, прогони з труб і зв'язки.

Після закінчення монтажу рам, прогонів і зв'язків розпочинають монтаж елементів верхнього і бічного освітлення. Монтаж елементів освітлення проводиться вручну з драбини. Перший елемент верхнього освітлення ретельно вивіряють і приварюють, інші закріплюють і вивіряють за допомогою шаблонів.

Під час зведення теплиць із металевих трубчастих арок автокран знаходиться у центрі споруди та встановлює їх на фундамент, закріплюючи анкерними болтами. Першу арку в проєктному положенні додатково розкріплюють тимчасовими зв'язками. Після встановлення у проєктне положення другої арки кран продовжує її підтримувати, у цей час другим краном монтують поздовжні прогони між двома встановленими арками. Таким чином створюється жорстка стійка конструкція, елементи якої прихоплюють зварюванням. Потім автокран переходить до монтажу наступних арок.

## ЛЕКЦІЯ 9 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД В ОСОБЛИВИХ УМОВАХ

### 9.1 Особливості технології зведення будівель та споруд в особливих умовах

Зведення будівель та споруд залежно від району будівництва та його метеорологічних та природно-кліматичних умов має свої особливості. Тому підвищення ефективності будівництва в екстремальних природно-кліматичних умовах є комплексним багатоплановим завданням організації та технології будівельного виробництва, спрямованої на підвищення якості будівництва, скорочення термінів його виконання, працевитрат та вартості робіт.

У зимовий період – негативна температура повітря; тривалість зимового періоду; різкі перепади температур, навіть у межах доби; опади та інтенсивність їхнього випадання; зимові вітри, їхня інтенсивність та тривалість; скорочення тривалості світлового дня; значна величина та тривалість стійкого снігового покриву; зміна фізико-механічних властивостей ґрунтів, ряду будівельних матеріалів тощо.

У літній період – велика сонячна радіація та інсоляція; висока температура повітря та її перепади протягом доби; сильні вітри-суховії і запиленість повітря. До цих природно-кліматичних факторів року варто віднести і складні інженерно-геологічні умови, сейсмічну активність південного і східного регіонів і засоленість ґрунтів значної частини території.

### 9.2 Зведення будівель та споруд у зимових умовах

*Особливості експлуатації машин та обладнання.* Експлуатація будівельних машин та обладнання пов'язана з впливом низьких температур, сильних вітрів, снігових заметів. Зазвичай з настанням стійких негативних температур від  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  і нижче різко знижуються експлуатаційні якості майже всієї будівельної техніки, виникає велика кількість відмов найбільш навантажених деталей та вузлів. У зв'язку з цим для успішної роботи в екстремальних умовах всі машини й обладнання мають бути ретельно підготовлені відповідно до рекомендаційних інструкцій.

*Особливості виконання земляних робіт.* Мерзлий ґрунт є складною структурою, що складається з мінеральних частинок, льоду, води і повітря. Замерзання ґрунту відбувається внаслідок втрати тепла і переходу води, що міститься в його порах, у лід, унаслідок чого замерзлий ґрунт змінює свої фізико-механічні властивості.

Промерзання ґрунту в глибину залежить від його теплофізичних властивостей, інтенсивності та тривалості впливу негативних температур. Механічна міцність ґрунтів під час замерзання значно зростає. Опір мерзлого ґрунту на стиск у 3–4 рази більше, ніж на розтяг, тому доцільно його розробляти не шляхом роздавлювання, а способом сколювання.

У цьому особливу складність у зимових умовах становлять роботи нульового циклу. Тому під час розроблення мерзлих ґрунтів особлива увага звертається на обсяги робіт, механічні та фізико-механічні властивості мерзлого ґрунту, характер споруджуваного об'єкта, конкретні умови будівництва, можливість застосування землерийної техніки.

Мерзлий ґрунт можна розробляти такими способами: підготовленням мерзлих ґрунтів до екскавації шляхом їхнього розпушування вибухом, ударом, різанням, вібрацією, сколюванням та іншими способами. Вибір методу та відповідних способів виконання робіт визначається інженерно-геологічними умовами конкретного будівельного майданчика, проектним рішенням щодо влаштування фундаментів, обсягом земляних робіт.

Розрахунок комплекту машин у кожному конкретному випадку виконують на основі порівняння різних варіантів виконання робіт за техніко-економічними показниками: вартості, трудовитрат і тривалості робіт.

*Особливості виробництва кам'яного мурування.* У зимових умовах в результаті дії негативної температури гідратація цементу в розчині припиняється і розчин перетворюється на міцну механічну суміш льоду, цементу і піску (або вапна і піску). Вода, перетворюючись на лід, збільшується в обсязі, внаслідок чого розчин розпушується і його міцність знижується. Тому для компенсації втрати міцності зимового мурування марку розчину підвищують на одну ступінь порівняно з літнім муруванням, якщо вона виконується за середньодобової температури зовнішнього повітря до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , і на два ступеня – за температури нижче ніж  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Вибір способу мурування проводиться залежно від термінів зведення будівлі, очікуваних метеорологічних умов на період робіт, виду споруди, її висоти. Існують такі способи мурування у зимових умовах:

- мурування способом заморожування розчину;
- мурування на розчинах з протиморозними хімічними домішками;
- зведення конструкцій шляхом прогрівання мурування.

Мурування способом заморожування проводиться на підігрітому розчині. Попередньо підігрітий розчин сприяє кращому розстиланню і обтисненню масою вищележачого мурування. Після укладання розчин відразу ж замерзає і в такому стані знаходиться до відтавання мурування навесні або у разі штучного обігрівання. У міру відтавання розчину відбувається гідратація цементу та набір

міцності. Розчини для мурування способом заморожування повинні готуватися в утеплених бетонно-розчинних вузлах із підігрітими складовими та мати до моменту укладання мінімальну температуру.

Для збільшення несучої здатності та забезпечення стійкості стовпів і простінків встановлюють інвентарні хомути з металевих куточків, стягнутих болтами. У промислових одноповерхових будинках зі стінами 6,0–8,0 м заввишки застосовуються кріплення з вертикальних двосторонніх брусів-стиків, стягнутих болтами та посилених відтяжками та підкосами.

Для сприйняття деформацій, пов'язаних із нерівномірними осіданнями основи у примиканнях, перетинах, кутах стін, у стовпах та простінках укладають арматурні зв'язки згідно з проектом.

Зведення мурування в зимових умовах можливе також на розчинах із протиморозними домішками. Хімічні домішки дозволяють знизити температуру замерзання води в розчині і прискорити процес твердіння розчину. Як хімічні протиморозні домішки використовують нітрит натрію, нітрит кальцію з сечовиною, поташ, хлористий кальцій і хлористий натрій. Кількість протиморозної домішки, що вводиться в розчин мурування, нормується в залежності від її виду і середньодобової температури повітря.

*Особливості зведення монолітних бетонних та залізобетонних конструкцій.* За температури нижче ніж 0 °С у бетоні припиняються процеси гідратації і твердіння бетону припиняється, бетон замерзає, перетворюючись на моноліт, міцність якого обумовлюється силами змерзання. До того ж в бетоні з'являються внутрішні напруги, що викликаються збільшенням обсягу вільної води (приблизно на 9 %), що призводить до порушення кристалічних новоутворень, які в подальшому не відновлюються. Властивості бетону погіршуються значніше, чим раніше після укладання відбулося його замерзання.

Якщо бетон до моменту замерзання набере певну міцність, то негативний вплив заморожування на його властивості невеликий, оскільки він вже не вносить незворотних порушень у структуру цементного каменю, і ця міцність називається критичною.

Передбачена критична міцність бетону монолітних конструкцій і монолітних частин збірно-монолітних конструкцій не менше ніж 50 % проектною або не нижче ніж 5 МПа, а в попередньо-напружених конструкціях – не нижче ніж 70 %. У разі навантаження конструкцій у зимовий період, до моменту заморожування міцність бетону в них має досягати 100 % від проектною.

Існуючі методи зимового бетонування поділяються на дві основні групи: з *безобігрівним витримуванням бетону і зі штучним обігрівом бетону монолітних конструкцій.*

До методів зимового бетонування з безобігрівним витримуванням бетону відносять метод «термоса» та його різновиди із застосуванням протиморозних домішок і з попереднім розігрівом бетонної суміші. До методів бетонування зі штучним прогріванням бетону відносять: електротермічне оброблення (електропрогрівання наскрізне, периферійне, індукційне, зігрівальна опалубка), прогрівання бетону парою, гарячим повітрям в тепляках, інфрачервоними променями.

Вибір методу зимового бетонування виконують до настання зими з урахуванням реальних місцевих умов та очікуваних температур зовнішнього повітря, виду застосовуваних цементів, наявності джерел тепла, хімічних домішок, розмірів та призначення конструкцій.

Критерієм оцінки ефективності методу зимового бетонування є витрати за всіма показниками та економічний ефект від скорочення тривалості будівництва об'єкта, наведені до 1 м<sup>3</sup> покладеного бетону.

У зимових умовах температура бетонної суміші в момент укладання в опалубку має бути не нижче розрахункової, необхідної для прийнятого режиму витримування бетону. Мінімально необхідна температура у разі застосування способу «термос» має бути не менше ніж 25 °С, а для бетонів із протиморозними домішками та у разі використання електропрогрівання – не менше ніж 5 °С.

Для отримання необхідної температури суміші воду підігрівують до 40–90 °С, а іноді також підігрівують і заповнювачі. До того ж пісок, гравій і щебінь підігрівують до температури 20–60 °С у спеціальних бункерах із паровими реєстрами або в сушильних обертальних барабанах. Цемент та тонкомолоті домішки вводять без підігрівання.

*Особливості монтажу будівельних конструкцій.* Порівнянно з іншими видами будівельних процесів монтаж будівельних конструкцій не зазнає будь-яких значних змін. Негативний вплив передусім викликає зниження продуктивності монтажників та додаткові витрати праці на допоміжних операціях.

У зимових умовах одночасно з негативною температурою зовнішнього повітря значні незручності в роботі викликають сила і тривалість вітру, які змушують припиняти монтажні роботи та робити перерви для обігріву робітників. Монтажні роботи припиняються: у разі вітру силою 6,0 і більше балів (швидкість вітру 9,9–12,4 м/с); під час сильного снігопаду та ожеледиці; на монтажі вертикальних глухих панелей у разі вітру силою 5,0 балів (швидкість вітру 7,5–9,8 м/с) і за певних поєднаннях температури зовнішнього повітря і швидкості вітру). У зимових умовах доцільніше укрупнення конструкцій, застосування безвивірною і обмежено вільного методу монтажу, підвищення технологічності конструктивних рішень стиків, відмова від мокрих процесів,

конструктивне забезпечення зручних умов для виконання зварювальних та антикорозійних робіт.

*Під час виконання робіт нульового циклу* монтаж залізобетонних конструкцій підземної частини будівлі потрібно вести потоковим комплексним методом, суміщаючи з виконанням земляних робіт. До того ж провідним процесом має бути прийнятий монтажний, а темпи ведення земляних робіт виключають проморожування основи. У разі сильних морозів і необхідності влаштування перерв між відриванням котловану та влаштуванням фундаменту основу необхідно тимчасово утеплювати або прогрівати переставними тепляками з підігрівом.

*Зведення одноповерхових промислових будівель із збірних залізобетонних конструкцій* необхідно вести окремими монтажними ділянками. Доцільно також здійснювати паралельний монтаж двох рядів колон, що сприяє значному прискоренню монтажу вищележачих конструкцій. У всіх випадках вплив на вибір розміру захватки (або кількості монттованих колон) надає основну технологічну умову – конструкції наступного ярусу можна монтувати тільки після досягнення бетоном у стиках колон із фундаментом 70 % проєктної міцності. Закладення стиків у плитах покриття, пов'язане з великим обсягом робіт з очищення поверхонь, що стикаються, може повністю не виконуватися в зимовий період часу, якщо це не надає істотного впливу на стійкість змонтованої частини будівлі і на подовження терміну зведення всієї будівлі. Монтаж збірних конструкцій багатопверхових і особливо житлових та громадських будівель у зимовий період рекомендується вести з транспортних засобів, що значно скорочує трудомісткість монтажних робіт та покращує якість споруджуваних будівель.

Для закладення стиків і швів збірних залізобетонних конструкцій необхідно знати, чи сприймають вони розрахункові зусилля, чи є в них відкриті сталеві елементи, на підставі цих конструктивних особливостей застосовують такі способи закладення стиків:

- безобігрівний із застосуванням протиморозних домішок;
- обігрівний із застосуванням різних способів внесення в бетон або розчин теплової енергії;
- комбінований, під час якого застосовуються протиморозні домішки з подальшим тепловим обробленням стиків.

Вибір способу закладання стиків та розроблення конкретної технології виконання робіт повинні враховувати зростання напруги в бетоні стику, проєктоване зростання його міцності та відображати темп зведення збірних конструкцій будівлі.

### **9.3 Зведення будівель та споруд в умовах спекотного клімату та в регіонах сейсмічної активності**

*Особливості виконання земляних робіт.* Земляні роботи в жарких кліматичних умовах мають свої особливості, які мають бути враховані під час проектування робіт.

Висока температура, низька вологість і сильні вітри (суховії) призводять до пересихання і затвердіння ґрунту, під час розроблення якого збільшується запиленість повітря, що знижує продуктивність і погіршує експлуатаційні якості землерийно-транспортних машин. Тому під час складання схем руху землерийно-транспортних машин і автотранспортних засобів необхідно враховувати панівний напрямок вітру, організуючи їхній робочий рух проти напрямку вітру або під кутом до нього.

Найраціональнішим способом розроблення ґрунтів у цих умовах є попереднє їхнє зволоження до оптимальних значень, що знижує запиленість повітря та полегшує розроблення ґрунту. Зволоження ґрунту до оптимальної вологості дає високий ефект і за його ущільнення. Під час розроблення ґрунту бульдозерами рекомендується застосовувати поздовжньо-поперечну та поперечно-човникову схеми руху.

За першою схемою розроблення ґрунту виконують два бульдозери: один у поздовжньому напрямку розробляє ґрунт, а другий поперечними ходами переміщає його у відвал. Ґрунт до того ж рівномірно укладається по всій брівці, що полегшує зворотне засипання. За поперечно-човниковою схемою ґрунт розробляється двома бульдозерами, що рухаються назустріч один одному від кінців захватки до середини, а третій бульдозер переміщає його у відвал. Довжина захватки приймається в межах 50,0 м. Недоліком цієї схеми є зосередження відвалу на середині, що ускладнює зворотне засипання.

Сипучий пісок рекомендується розробляти і переміщати у разі спареної роботи декількох бульдозерів, які рухаються паралельно з однаковою швидкістю на відстані 0,3–0,5 м один від одного, зменшуючи бічні втрати ґрунту. Значний ефект досягається під час розроблення супісків та суглинків самохідними скреперами із застосуванням трактора-штовхача, який підвищує наповнення ковша вдвічі та настільки ж зменшує шлях його завантаження.

Розроблення ґрунту у барханних пісках рекомендується проводити одноковшовими екскаваторами. До того ж найраціональніші відкоси 1 : 1,5, а на обводнених ділянках – 1 : 3; 1 : 4.

*Особливості виконання кам'яних робіт.* Відмінною особливістю виконання кам'яних робіт у регіонах з жарким і сухим кліматом є додаткові заходи щодо запобігання зневоднення розчинів, для чого цеглу перед



укладанням в конструкцію необхідно занурювати у воду до оптимального зволоження або рясно змочувати водою. Під час перерв у роботі верхній ряд мурування рекомендується залишати не прикритим розчином, а продовження мурування необхідно починати з поливання водою. Для запобігання випаровуванню води у зведених частинах конструкцій їх потрібно закривати вологоємними матеріалами, періодично зволожуючи водою, або влаштовуючи переносні сонцезахисні покриття. У процесі виконання мурування повинна перевірятися водоутримувальна здатність розчину, яка повинна становити не менше ніж 75 % від розрахункової величини.

*Особливості виконання бетонних робіт.* В умовах сухого жаркого клімату, коли температура зовнішнього повітря досягає 35–42 °С, за відносної вологості 10–25 % і інтенсивної сонячної радіації технологія бетонних робіт має свої особливості, оскільки швидке зневоднення бетону в такому середовищі уповільнює і навіть припиняє процеси гідратації цементу.

Інтенсивне випаровування вільної води з бетону збільшує його пористість, знижує морозостійкість, водонепроникність. Для приготування бетонів, що укладаються в умовах сухого жаркого клімату, необхідно застосовувати швидкотвердіючі, але малоусадкові портландцементи, які погано віддають воду і знижують усадку. Заповнювачі перед приготуванням суміші потрібно захищати від сонячної радіації та зволожувати.

Бетонну суміш до місця укладання необхідно транспортувати в закритій тарі, використовуючи автобетоновози і автобетонозмішувачі. Найбільш ефективним є транспортування сухої суміші.

Укладання бетонної суміші бажано проводити в найбільш сприятливі години доби (увечері, вранці та вночі). Умови для нормального твердіння свіжоукладеного бетону потрібно створювати штучно. Для цього відкриті поверхні бетону необхідно покривати мішковиною, рогожами, брезентом і систематично зволожувати бетон через 3–4 години після укладання. Загальна тривалість догляду за бетоном визначається з розрахунку отримання 70 % його проектної міцності.

*Особливості монтажу будівельних конструкцій.* Значні добові та сезонні перепади температур і наявність пилових бур у регіонах з жарким кліматом висувають особливі вимоги до влаштування та герметизації температурно-усадкових швів у будівлях та спорудах із збірного залізобетону. Через значні лінійні розширення у результаті температурних перепадів стики стінових панелей у великопанельних будинках приймають відкритими і дренованими, що передбачають водо- і повітрязахист за допомогою конструктивних заходів і ущільнювальними прокладками. Для герметизації, теплоізоляції та

замонолічування стиків використовують різні матеріали, що мають високу еластичність, волого- та теплостійкість.

Металеві конструкції в регіонах зі спекотним кліматом нагріваються до високих температур і зазнають значних температурних деформацій. Найбільшу складність та трудомісткість має складання листових конструкцій. Зазвичай складання в цих умовах здійснюють у два прийоми: спочатку окремі листи або відправні одиниці збирають на спеціальних стендах і зварюють у монтажні блоки, потім здійснюють наступне складання.

Для зниження деформацій і зварювальних напруг зварювання виконують у певному порядку, залежно від довжини шва і товщини зварюваних конструкцій.

В умовах жаркого клімату найбільш ефективні як обгороджувальні елементи тришарові алюмінієві панелі, які успішно застосовуються під час будівництва виробничих і сільськогосподарських будівель, складів тощо.

*Особливості будівництва у регіонах сейсмічної активності.* У районах із сейсмічною активністю під час проектування та зведення будівель та споруд приймаються спеціальні антисейсмічні заходи. Такі заходи з урахуванням ґрунтових особливостей основ та конструктивних рішень будівель розробляються як для підземної, так і надземної частин споруджуваних об'єктів.

У цих районах найбільш характерними є просадні ґрунти. Для використання їх як основи для влаштування фундаментів застосовують методи повного або частково усунення просадних властивостей ґрунтів, повного або часткового прорізання ґрунтів.

Для усунення просадних властивостей ґрунтів широко використовуються методи ущільнення важким трамбуванням; ущільнення попереднім замочуванням і ґрунтовими палями. Прорізування ґрунтів зазвичай виконують забивними призматичними та пірамідальними палями.

У районах з сейсмічною активністю поряд з монолітними стрічковими або стовпчастими фундаментами все ширше застосовують пальові фундаменти, особливо ефективні палі-стійки.

Кам'яне мурування необхідно виконувати тільки з цілої цегли та каменів у кожному ряду на всю товщину конструкції, всі шви мурування мають бути заповнені розчином повністю, взаємно примикаючі стіни варто зводити одночасно. Антисейсмічні пояси повинні влаштовуватися в рівні перекриттів по всіх поздовжніх і поперечних сітках на всю ширину стін; у зовнішніх стінах понад 500 мм завтовшки ширина поясу може бути меншою на 100–150 мм.

Залежно від поверховості, сейсмічності району будівництва та інших факторів у типових проєктах відповідних серій приймаються різні конструктивні рішення зв'язків, засновані на загальному принципі – арматурні випуски або

закладні деталі торців об'єднаних елементів під час монтажу зварюються, в результаті чого забезпечується з'єднання та їхня спільна робота під час експлуатаційних навантажень.

Функціональне призначення стиків внутрішніх стінових панелей і плит перекриттів – об'єднання збірних елементів великопанельного будинку в єдину систему, що наближається за своїми показниками до монолітної.

Тому основним призначенням стикового з'єднання елементів є забезпечення надійного з'єднання конструктивних елементів з погляду міцності та тріщиностійкості. Саме тому стики є найбільш відповідальними частинами по всій системі великопанельного будинку в сейсмічних районах.

Найбільш доцільним рішенням в цих умовах є сполучення елементів шляхом з'єднання арматурних випусків безпосередньо між собою з метою співвісного передавання зусиль без додаткових згинальних моментів, що виникають у разі напусткових з'єднань. Сейсмостійкість сполучення стінових панелей забезпечується застосуванням зварних з'єднань арматурних випусків і накладок.

# ЛЕКЦІЯ 10 ТЕХНОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

## 10.1 Аналіз умов та причини реконструкції об'єктів

Під час реконструкції промислових об'єктів впроваджуються більш продуктивні та висококомеханізовані та автоматизовані технологічні процеси, досягається більш раціональне використання виробничих площ, підвищується ефективність використання капітальних вкладень.

На сьогодні реконструюються переважно промислові підприємства, побудовані за індивідуальними проектами, будівлі та споруди яких за конструктивними та об'ємно-конструктивними рішеннями різні.

До реконструкції діючих підприємств належить перебудова існуючих цехів та об'єктів основного, підсобного та обслуговуючого призначення без розширення наявних будівель та споруд основного призначення.

Під час реконструкції діючих підприємств можливе розширення окремих будівель і споруд у тих випадках, коли нове високопродуктивне і досконаліше за технічними показниками обладнання не може бути розміщене в існуючих будівлях; будують нові та розширюють існуючі цехи та інші об'єкти комплексу з метою ліквідації диспропорції; будують нові будівлі та споруди того ж призначення замість ліквідованих на території діючого підприємства, подальша експлуатація яких за технічними та економічними умовами визнана недоцільною.

Реконструкція суттєво відрізняється від нового будівництва та має свої особливості у проектуванні, розробленні технологічного процесу будівництва, специфіці виконання будівельно-монтажних робіт, що пов'язано з різнотипністю конструктивних та об'ємно-планувальних рішень, стисненістю будівельного майданчика, необхідністю поетапного виконання робіт на різних ділянках, поєднанням виробничої діяльності підприємства з виконанням будівельно-монтажних робіт, розбиранням в окремих випадках старих споруд або їхніх частин.

Ступінь оновлення основних фондів характеризується масштабом проведення реконструктивних робіт. За цією ознакою реконструкція поділяється на *корінну* та *малу*.

*Корінна реконструкція* є повним переобладнанням і перебудовою всіх виробництв підприємства з демонтажем, монтажем і заміненням технологічного обладнання, перебудовою або розширенням існуючих і будівництвом нових виробничих і підсобно-допоміжних цехів. Корінна реконструкція здійснюється за єдиним проектом та кошторисом.

*Мала реконструкція* відрізняється від корінної обсягом робіт та пов'язана з переобладнанням і перебудовою окремих виробництв підприємства.

Реконструкція цього виду здійснюється за окремими технічними (техноробочими) проектами та кошторисами до них.

Під час реконструкції виробничих будівель об'єктом типізації є окремі технологічні процеси, на які розробляються типові технологічні карти.

Типові рішення розробляються у три етапи:

– на першому – проводиться техніко-економічний аналіз реконструкції об'єктів певної галузі промисловості;

– на другому – здійснюється розроблення технології реконструкції на основі найбільш ефективного варіанта;

– на третьому – розробляються типові рішення за технологією виконання найбільш характерних видів робіт для об'єктів галузі, що розглядається, в умовах діючих виробництв, готуються дані, необхідні для складання проектів виконання робіт, планування капітальних вкладень, виявлення потреби в будівельних машинах і механізмах тощо.

## **10.2 Реконструкція житлових та громадських будівель**

На сьогодні складовою технічної політики міського господарства є своєчасний поточний і капітальний ремонт, модернізація та перебудова окремих житлових і цивільних будівель, знесення старих будівель, збереження і реставрація історично цінних будівель старої будівлі.

До того ж на характер реконструкції, модернізації, перебудови житлової та суспільної забудови, що склалася, впливають такі основні фактори:

– характеристика самого міста;

– місце реконструйованої забудови у планувальній структурі міста;

– якість реконструйованих мікрорайону, кварталу, будівель.

Крім того, зараз починає виникати потреба в реконструкції будинків і нової споруди, зокрема повнозбірних, зведених кілька десятиліть тому, хоча термін їхньої експлуатації за довговічністю розрахований на 100–125 років. Справа в тому, що основною причиною реконструкції таких будівель є їхнє моральне старіння, оскільки вони були побудовані за першими типовими проектами (із зменшеними розмірами кухонь, ванн, передніх, зі входом до кухні з житлової кімнати, з поєднаними ванною та санвузлом).

Внутрішнє перепланування буває двох видів: *часткове* та *повне*.

*Часткове перепланування* здійснюється шляхом упорядкування існуючого планування з влаштуванням знову санвузлів, ванних, кухонь посімейного користування. У деяких випадках часткове перепланування супроводжується заміненням пічного опалення на центральне водяне.

*Повне перепланування* передбачає отримання квартир посімейного заселення з нормативним розміром житлової площі та високим ступенем благоустрою. Повне перепланування влаштовують у будівлях з гарним станом мурування стін, а старі перекриття зазвичай замінюють новими. Крім того, організація нового планування в окремих випадках супроводжується зміненням положення сходових клітин, перерозподілом структурних елементів плану поверху, а іноді і введенням у конструктивну схему будівлі нових стін, стовпів та інших елементів.

Основними конструктивними елементами житлової капітальної будівлі є фундаменти та стіни, а також перекриття. До того ж фундаменти і стіни становлять незамінні частини будівлі, оскільки повне їхнє замінення було б пов'язане з повним розбиранням старого і зведенням нового будинку, тому термін експлуатації фундаментів і стін визначає переважно термін експлуатації будівлі загалом.

*Посилення ґрунтів основи.* Основними причинами, що викликають необхідність посилення основ, є збільшення навантаження на ґрунти основи та зменшення несучої здатності.

Для посилення основ існуючих будівель застосовують цементацію, силікатизацію, термічне оброблення та глинізацію лесу, електросилікатизацію та закріплення ґрунтів синтетичними смолами. Найбільш вивченими і надійними способами, що підвищують несучу здатність ґрунтів основ, є цементація крупнозернистих пісків, дворозчинна силікатизація середньо-і дрібнозернистих пісків і однорозчинна силікатизація лесів.

Для вибору способу зміцнення ґрунтів основи велике значення мають вологість ґрунту, швидкість та агресивність ґрунтових вод, а також засміченість ґрунту нафтовими продуктами, смолами, оліями та іншими хімічними продуктами.

### **10.3 Реконструкція промислових об'єктів**

Технологія реконструкції промислових підприємств має такі особливості:

- стислість умов і обмеженість фронту робіт;
- складність транспортних схем подавання матеріалів, конструкцій та обладнання;
- різнотипність конструктивних та об'ємно-планувальних рішень;
- недостатній рівень збірності та пристосованість будівель, споруд та комунікацій діючих підприємств для реконструкцій;
- специфіка будівельних робіт, що виражається у значній трудомісткості та складності механізації (демонтаж будівельних конструкцій та обладнання,

розбирання будівлі або її окремих частин, руйнування окремих конструктивів, пересування та насування конструкцій, посилення конструкцій);

– необхідність додаткових заходів щодо охорони праці під час виконання будівельно-монтажних робіт у діючих цехах.

На основі технологічної структури робіт та об'ємно-планувальної характеристики з реконструкції об'єкта проводиться розбивання загального фронту робіт на технологічні та будівельні вузли та підвузли з метою максимального поєднання процесів у часі та просторі, а також скорочення зупинного періоду у разі необхідності проведення реконструкції з частковою або повною зупинкою виробництва.

*Технологічний вузол* – це конструктивно-відокремлена частина технологічної лінії, у межах якої виконуються будівельно-монтажні роботи, пов'язані з демонтажем та монтажем технологічного обладнання, підготовленням до пусконаладжувальних робіт та випробування агрегатів, механізмів та пристроїв.

*Будівельний вузол* – це промислова будівля або її конструктивно відокремлена частина, в межах якої виконуються будівельно-монтажні роботи, пов'язані з реконструкцією будівлі або споруди та підготовленням до механо-монтажних робіт.

Під час формування та взаємопов'язанні технологічних та будівельних вузлів необхідно враховувати: ступінь, вид та спосіб реконструкції, умови та особливості технології промислового виробництва.

*Земляні роботи.* Під час вибору технології, організації та механізації виконання земляних робіт в умовах реконструкції необхідно враховувати:

– режим діючого виробництва у разі змінної роботи, завантаження транспортних та вантажопідйомних засобів та можливість їхнього використання для потреб будівельників, наявність зупинного періоду;

– стан виробничого середовища (загазованість, запиленість, допустимі межі шуму та вібрації);

– насиченість підприємства підземними інженерними комунікаціями;

– забезпечення цілісності конструкцій існуючих будівель під час забивання шпунту та ущільненні ґрунту важкими трамбуваннями, влаштування котлованів і траншей поблизу несучих фундаментів навантаження;

– заходи щодо зниження рівня ґрунтових вод, прокладання в реконструйованих цехах тимчасових трубопроводів або лотків для подавання води, що відкачується, до відстійників перед скиданням її в загальносплавнену або злизову заводську систему водовідведення;

– додаткові вимоги щодо організації та технології виконання земляних робіт, зумовлені забезпеченням охорони праці.

*Влаштування котлованів та траншей.* Під час зведення підземних конструкцій і споруд у діючих цехах особливу увагу варто приділяти стійкості і способам кріплення стінок котлованів і траншей, тому що від цього залежить цілісність близько розташованих ділянок підлоги та фундаментів, що знаходяться під навантаженням.

Вид екскаваційного обладнання вибирають залежно від глибини котлованів і траншей, об'єму і групи ґрунту, що розробляється, наявності кріплень стінок котлованів і траншей і об'ємно-планувальних рішень будівель і споруд, що реконструюються.

До початку виконання земляних робіт на ділянці реконструкції необхідно розібрати всі існуючі рейкові шляхи, демонтувати технологічне обладнання, цегляні стіни та перекриття приміщень.

*Руйнування фундаментів під технологічне обладнання.* Будівельні конструкції, що підлягають розбиранню в процесі реконструкції діючих підприємств, за умовами і специфікою виконання робіт поділяються на конструкції, що розбираються повним або частковим руйнуванням для використання за призначенням їхніх окремих конструктивних елементів.

До конструкцій, що розбираються повним руйнуванням, відносяться бетонні фундаменти. До того ж розбирання і руйнування фундаментів можуть проводитися як у стиснених умовах, так і на вільному майданчику.

Для руйнування монолітних бетонних фундаментів застосовують засоби руйнівної дії, що дроблять бетон на шматки, брили та уламки.

Процес руйнування та розбирання будівельних конструкцій складається з таких технологічних операцій:

- підготування до руйнування – очищення від землі та сміття, звільнення від прилеглих конструктивів, розмічення меж захваток та ділянок руйнування, буріння шпурів;

- руйнування матеріалу – установа робочого органу в шпур, впливу на матеріал;

- розбирання матеріалу – розколювання матеріалу, оголення та подальше різання арматури, прибирання бетону із зони руйнування.

*Влаштування тунелів і фундаментів під технологічне обладнання.* До складу робіт входять: палублення; встановлення арматури; укладання бетонної суміші; монтаж збірних залізобетонних блоків стін підвалу; монтаж залізобетонних плит перекриття тунелю.

До початку виконання робіт із влаштування тунелю та фундаментів під формувальні машини мають бути виконані підготовчі роботи:

- демонтаж технологічного обладнання;



- розбирання (руйнування) існуючих цегляних стін, перегородок, фундаментів, стін тунелю, рейкових колій, а потім прибирання їх із території;
- влаштування отвору для заїзду будівельних машин і механізмів;
- влаштування під'їзних доріг;
- забезпечення енерго- та водопостачання будівельного майданчика;
- відривання котловану для влаштування тунелю та фундаментів;
- розчищення та планування майданчика для складування будівельних матеріалів та конструкцій;
- влаштування тимчасового електроосвітлення майданчика, проїздів тощо;
- влаштування обгородження монтажної зони з установленням відповідних знаків та сигналів;
- доставляння та складування збірних елементів;
- заготівля в потрібній кількості монтажних і такелажних пристроїв, обладнання та інвентарю.

Роботи з влаштування тунелю і фундаментів під обладнання рекомендується виконувати комплексною бригадою, що складається зі спеціалізованих ланок. Для влаштування тунелю та фундаментів під технологічне обладнання доцільно застосовувати уніфіковану інвентарну розбірно-переставну дерево-металеву опалубку.

*Посилення будівельних конструкцій.* Найбільш поширеними методами посилення залізобетонних конструкцій є:

- бетонування, у разі якого збірні та монолітні залізобетонні конструкції посилюють залізобетонними обоймами, тристоронніми оболонками та односторонніми набетонками з установленням додаткової арматури;
- посилення сталевими елементами: попередньо-напружені двосторонні та односторонні металеві розпірки для підвищення несучої здатності залізобетонних колон; попередньо-напружені обойми для відновлення несучої здатності колон; металеві портали для збільшення несучої здатності балок, особливо у разі дії динамічного та вібраційного навантажень; металеві шпренгелі з жорсткими розпірками для посилення згинальних конструкцій.

У багатоповерхових будинках посилення колон необхідно починати з нижчих поверхів, тобто виконання робіт вести знизу вгору. На поверх матеріал подають тельфером через відкритий монтажний отвір. Роботи з посилення колон виконують із інвентарного металевих трубчастого риштування.

Під час монтажу в особливо обмежених умовах допускається вести поелементний монтаж металевих розпірок, під час якого необхідно проводити укрупнювальне складання розпірок із приварюванням планок до створення попередньої напруги.

*Посилення залізобетонної підкранової балки.* Технологія призначена для виконання робіт із посилення нижнього поясу залізобетонної підкранової балки відкритої кранової естакади.

Посилення залізобетонної підкранової балки полягає у влаштуванні набетонки нижнього поясу. Під час влаштування набетонки по нижньому поясу підкранової балки як опалубки застосовують нероз'ємну блок-ферму з навісними вібраторами. Укладати бетонну суміш у конструкцію необхідно через зазори, утворені бічними бортами форми та вертикальними гранями підкранової балки.

Якість арматурних робіт, а також підготування бетонної поверхні та очищення існуючої арматури має бути зафіксовано актом на приховані роботи.

*Посилення монолітного залізобетонного перекриття.* Технологія передбачає посилення монолітного залізобетонного ребристого перекриття 120 мм завтовшки торкретуванням по металевій сітці, закріпленої по низу перекриття.

До початку виконання робіт необхідно:

- надійно захистити металевими кожухами інженерно-технологічні комунікації, що проходять у безпосередній близькості (0,7–1,0 м) від посилюваної конструкції, технологічне обладнання – дерев'яними щитами;

- у місцях проходження технологічних трубопроводів через перекриття вставити металеві обойми – гільзи з листової сталі 3 мм завтовшки та закріпити хомутами до перекриття;

- ізолювати робоче місце інвентарним обгородженням і перекрити за необхідності технологічні отвори;

- робочу зону забезпечити тимчасовим освітленням.

Під час посилення монолітних залізобетонних конструкцій перекриття за умов діючого підприємства необхідно отримати наряд-допуск виконання робіт.

Посилення в умовах діючого виробництва в робочій зоні виконують у такій технологічній послідовності:

- встановлюють інвентарне риштування;

- готують поверхню залізобетонного перекриття (очищають від зруйнованого корозією захисного шару бетону до міцного, очищають і вирівнюють за необхідності існуючу арматуру);

- у місцях приварювання додаткової арматури розкривають на  $\frac{1}{2}$  діаметра існуючу арматуру нижніх ребер балок; у разі недостатньої шорсткості поверхні виконують насікання;

- встановлюють та закріплюють до хомутів існуючої арматури балок куточки фіксаторів по кутах примикання плити до балок-ребер;

- приварюють відповідно до проєкту додаткову арматуру у нижніх кутах балок-ребер;

- розтягують раніше заготовлені сітки між опорними куточками-фіксаторами та закріплюють на гаках;
- щоб уникнути провисання більш ніж на 10 мм, у прольотах між балками-ребрами, сітки пристрілюють до залізобетонної плити перекриття дюбелями монтажним пістолетом за допомогою смуг-накладок;
- смуги встановлюють через 500 мм, крок устанавлення дюбелів – не більше ніж 250 мм;
- на куточки-фіксатори та арматуру посилення балок-ребер натягують арматурну сітку.

Торкретування поверхонь конструкцій, що підсилюються, проводять у такій послідовності: плита перекриття – бічні грані балок. Перед бетонуванням нижніх граней балок по бокових гранях, після схоплювання торкрет-розчину, виставляють на струбцинах щити опалубки (екрани) із плоских азбоцементних листів. Торкретбетон наносять у два шари 15 мм завтовшки кожен. Наступний шар укладають до закінчення схоплювання попереднього шару. Поверхня наступного шару потрібно затирати та вирівнювати по маяках.

# ЛЕКЦІЯ 11 ТЕХНОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ І ПІДСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ

## 11.1 Можливі дефекти фундаментів і причини їхнього виникнення

Характерними дефектами фундаментів можна вважати такі:

– місцеве просідання підвалин, унаслідок чого в стінах цегляних будинків з'являються тріщини; у великопанельних і великоблокових будівлях розходяться шви, спричиняючи появу протікань і протягів; у виробничих будівлях виникає небезпека падіння мостових кранів унаслідок перекосу колон;

– поява вертикальних і косих тріщин у тілі самих фундаментів;

– вилуговування солей з цементно-піщаного розчину й бетону;

– розшарування мурування й випадання окремих каменів у бутових фундаментах;

– відшаровування або руйнування захисного шару бетону в залізобетонних панелях стін підвалу;

– поява вогкості;

– вимивання основи;

– здимання ґрунтів;

– загнивання й просідання опор в дерев'яних фундаментах.

Головні причини, що спричиняють утворення дефектів у фундаментах:

– помилки під час проведення інженерних пошуків і проектування;

– порушення технології робіт під час підготування підвалин: неякісне ущільнення, промерзання й замочування ґрунту;

– порушення технології робіт під час зведення фундаментів: невідповідність марок розчину і класу бетону проектним; порушення правил армування; невідповідність проектним марок цегли й бутового каменю; відсутність перев'язування фундаментних блоків; виконання зворотного засипання пазух схильних до здимання ґрунтів;

– порушення правил технічної експлуатації фундаментів: підтоплення підвалів, підвищення агресивності ґрунтових вод, промерзання підвалин, перевантаження фундаментів, влаштування підземних технологічних приміщень, різке коливання температури в підвальних приміщеннях, проведення будівництва поряд із наявними будівлями без прийняття відповідних заходів щодо їхнього захисту.

Перебудова полягає в будь-якому змінюванні конструкції або розмірів наявних фундаментів з метою їхнього використання в змінених умовах експлуатації.

Перебудова фундаментів як більш загальне поняття розподіляється на підсилення та реконструкцію.

*Підсилення фундаментів* – це комплекс робіт, що передбачає відновлення або заміну їхніх морально чи фізично зношених конструктивних елементів, проводиться також у разі збільшення навантаження на фундамент.

*Реконструкція фундаментів* – це змінювання їхніх конструкції у зв'язку зі змінюванням функційного призначення, із змінюванням типу або виду встановленого обладнання. Реконструкція фундаментів зазвичай не пов'язана з їхнім фізичним зношуванням (руйнуванням).

Причини перебудови фундаментів класифікують так:

а) посилення пошкоджених фундаментів і їхніх підвалин:

1) руйнування фундаментів: корозія, порушення режиму експлуатації, перевантаження, динамічний вплив;

2) деформування підвалин: змінювання властивостей, недостатність несучої здатності, порушення стійкості на схилах, порушення режиму технічної експлуатації, несправність дренажу, руйнування відмосток, динамічні навантаження;

3) комплекс причин;

б) реконструкція будівель і модернізація обладнання:

1) збільшення навантаження: надбудова будівлі, збільшення кроку колон і прогону, установлення додаткового та модернізація обладнання;

2) змінювання конструкцій: прибудова й перепланування, поглиблення підвальних приміщень, прокладення інженерних комунікацій, тунелів тощо.

Фундаменти перебудовують різними способами, які обирають відповідно до певних умов, стану підвалин, особливостей пошкоджень фундаменту та їхніх елементів, мети перебудови, наявності матеріально-технічних ресурсів.

## **11.2 Реконструкція і підсилення фундаментів**

Перш ніж розпочати реконструкцію й підсилення фундаментів, необхідно встановити причину пошкодження фундаментів і усунути її. Для визначення причин пошкодження фундаментів, а також під час їхньої реконструкції проводять збирання відомостей стосовно історії будівлі або споруди, а також обстежують надземну й підземну частини будинку й прилеглої території. Це особливо актуально для старих будинків.

Збирання відомостей з історії будівлі дає змогу встановити дату спорудження; первинний вигляд; зміни, які відбувалися в процесі експлуатації (надбудови, прибудови, перепланування); аварійні стани. Наявність технічної документації значно скорочує обсяг подальших обстежень.

Обстеження надземної частини будівлі дає змогу встановити її фактичні розміри, оцінити стан несучих і обгороджувальних конструкцій, визначити

фактично діючі навантаження, виявити зовнішні пошкодження, встановити, по змозі, причини їхнього виникнення.

Підземну частину будівлі обстежують з метою визначення конструкції, розмірів і матеріалу фундаменту, його міцності, глибини залягання, наявності та стану гідроізоляції, а також типу ґрунтів у підвалинах. Для цього влаштовують контрольні шурфи, кількість яких залежить від фізичного стану будівлі загалом і її конструкцій.

Якщо під час реконструкції або капітального ремонту будівлі навантаження на фундамент не зростає, то достатньо відрити два-три шурфи. За наявності деформацій і тріщин у стінах шурфи обов'язково виконують у місцях передбачуваного пошкодження фундаменту. Їх відривають на 500 мм нижче рівня підшови фундаменту. Міцність фундаментів і стін підвалу визначають за допомогою поширених неруйнівних методів, наприклад акустичного, радіометричного, механічного тощо.

Просідання будівлі контролюють інструментально, а розкриття тріщин – за допомогою маяків, що встановлюються поперек тріщин на стіні будівлі. Маяки влаштовують у вигляді містка 250–300 мм завдовжки, 50–70 мм завширшки і 15–20 мм завтовшки. Місце, де влаштовують маяк, очищують від штукатурки, фарби, облицювання. На кожній тріщині встановлюють два маяка: один – в місці найбільшого розкриття, другий – на її початку. Якщо протягом 15–20 днів на маяках не з'явилися тріщини, то деформування будівлі стабілізувалося. Маяки виготовляють з гіпсу, можна з металу або скла.

Роботи щодо перебудови фундаментів можуть виконуватися за двома напрямками:

- відновлення несучої здатності підвалин і її збільшення;
- ремонт і посилення фундаментів.

В окремих випадках ці роботи можуть виконуватися одночасно.

Відновлення несучої здатності підвалин, її збільшення є складним і дорогим процесом, сутність якого полягає в збільшенні щільності та несучої здатності ґрунту підвалин. Застосовують різні шляхи вирішення поставленого завдання, такі як цементизація, бітумізація, силікатизація тощо.

До початку ремонтних робіт і підсилення фундаментів необхідно виключити причини, що призводять до їхнього нерівномірного просідання або руйнування. Якщо деформування фундаменту спричинило відповідне деформування стін і перекриттів, то роботи виконують у такій послідовності: зміцнення (вивішування) перекриттів, зміцнення стін у місцях деформування, ремонт і підсилення фундаментів, ремонт стін й перекриттів.

До базових робіт щодо ремонту й підсилення фундаментів належать: підсилення підвалин і фундаментів, розширення підшви фундаментів, збільшення глибини закладення, їхнє повне або часткове замінування.

До початку робіт необхідно вжити заходів щодо забезпечення стійкості будівлі й убезпечення конструкцій від можливого деформування, тобто частково або повністю розвантажити фундаменти.

Часткове розвантаження виконують шляхом устанавлення тимчасових дерев'яних опор, а також дерев'яних і металевих підкосів.

Повне розвантаження фундаментів здійснюють за допомогою металевих балок (рандбалок), що закладаються в мурування стіни, а також поперечних металевих або залізобетонних балок. Рандбалки встановлюють вище обрізу фундаменту в задалегідь пробиті по обидва боки стіни штраби на ліжку з цементно-піщаного розчину. Штраби необхідно пробивати під поперечником цегляного мурування. Тимчасове закріплення рандбалки в штрабі виконують клинами. У поперечному напрямі через 1 500...2 000 мм балки стягують болтами діаметром 20...25 мм. Простір між тимчасово закріпленою балкою і стіною заповнюють цементно-піщаним розчином. Стики рандбалок по фронту з'єднують накладками на електрозварювання. У такому разі навантаження передається на сусідні ділянки фундаменту.

Ремонт цегляних і бутових фундаментів передбачає виконання таких робіт: розшивання тріщин, перекладання окремих ділянок, цементація, влаштування обойми зі сталевого профілю з подальшим тинькуванням по сітці, влаштування затискачів із набетонуванням, заміна бутового фундаменту на бутобетонний, відновлення вимощення, ремонт або влаштування гідроізоляції.

Ремонт бетонних і залізобетонних фундаментів полягає в усуненні волосяних тріщин, ремонті або відновленні вимощення й гідроізоляції.

Під час розшивання тріщин у муруванні спочатку з обох боків оголюють фундамент до його підшви. Із мурування видаляють роздроблені й відшаровані камені, а тріщини розчищають і промивають. Камені замінують на нові, які підбирають за розміром і встановлюють на ліжку з цементно-піщаного розчину. Тріщини заповнюють пластичним цементно-піщаним розчином. Після цього відновлюють гідроізоляцію і виконують зворотне засипання з пошаровим трамбуванням.

Під час перекладання окремих ділянок фундаменту роботи виконують у такій послідовності.

Проводять повне розвантаження ділянки фундаменту, яку перекладають; відривають з обох його боків котловани (шурфи); розбирають старе мурування й виконують нове, дотримуючись перев'язування швів і залишаючи штраби для зв'язування з муруванням на суміжних ділянках.

Під час підвищення міцності фундаменту методом цементації з обох його боків у шаховому порядку відривають шурфи розміром для мурування з валунів. Для бутових фундаментів відривають траншеї 1 000 мм завширшки. У тілі фундаменту просвердлюють отвори (зазвичай у швах мурування), у них встановлюють ін'єктори з таким кроком: 1 000 – 2 000 мм – для мурування з валунів; 200–250 мм – для мурування з бутового каменю. Потім нагнітають пластичний цементний розчин під тиском.

Цементний розчин нагнітають до повного насичення мурування, що супроводжується підвищенням тиску на 15–25 %. За наявності підвалу ін'єктори встановлюють із підвальних приміщень. Крок ін'єкторів, склад розчину, його витрата й величина тиску нагнітання приймаються згідно з проектом і уточнюються за допомогою пробного нагнітання.

Під час влаштування обійми зі сталевого профілю з подальшим тинькуванням по сітці виконують такі види робіт. На захватці по обидва боки фундаменту відривають траншеї; фундамент очищають від бруду і промивають водою; виконують розмітку й улаштування наскрізних отворів під стягнуті болти. На вирівняну цементно-піщаним розчином поверхню фундаменту встановлюють сталевий профіль і стяжні болти. Потім в шаховому порядку на відстані 500–1 000 мм один від одного просвердлюють отвори діаметром 37 мм на глибину до середини фундаменту, у них встановлюють ін'єктори й нагнітають цементний розчин до повного насичення мурування. Витрата розчину попередньо призначається в кількості 20–30 % від обсягу ремонтваної ділянки мурування фундаменту.

Влаштування затискачів із набетонуванням виконують у такій послідовності: оголюють, очищують від бруду й промивають водою верхній обріз фундаменту; просвердлюють наскрізні отвори діаметром 22 мм; по обидва боки встановлюють сталеві куточки, які з'єднують стискними болтами діаметром 20 мм; мурування фундаменту цементують (як у попередньо описаних способах) і з двох боків обетонують по всій довжині ремонтваної ділянки бетоном для захисту сталевих деталей від корозії.

Під час реконструкції фундаментів із метою підвищення їхньої несучої здатності виконують такі види робіт: посилення фундаментів, розширення підоснови, збільшення глибини закладення, повну або часткову заміну.

Посилення виконується здебільшого для фундаментів, викладених із бутового каменю, бутобетонного мурування й цегли. До того ж потрібно зауважити, що базовий матеріал (бутовий камінь, цегла) достатньо міцний, але сам фундамент ослаблений унаслідок руйнування розчину, появи тріщин і пустот.

Під час підготування фундаменту до ін'єктування його розкривають (за необхідності), бурять шпури, встановлюють ін'єктори, з'єднують їх із ін'єкцій-



ною установкою і перевіряють роботу змонтованої системи. Шпури для ін'єкторів бурять або пробивають перфораторами в шаховому порядку. Потім встановлюють ін'єкційні трубки (сталеві перфоровані труби діаметром 50 мм), закріплюючи їх у тілі шпурів за допомогою цементно-піщаного розчину. Радіус дії ін'єкторів становить 600–1 200 мм. Витрати цементно-піщаного розчину для ін'єкування обумовлюється ступенем фізичного зношування фундаментів і щільності матеріалу мурування.

Під час силікатизації робочий розчин по одних і тих самих ін'єкторах нагнітають у два етапи: спочатку рідке скло, а потім хлористий кальцій. Технологічна перерва під час нагнітання не повинна перевищувати шести годин. Рідке скло нагнітають до повного насичення тіла фундаментів шляхом ступеневого підвищення тиску.

Окремі камені мурування зміцнюють у разі незначного фізичного зношування фундаментів. Камені, які слабо утримуються в муруванні фундаменту, виймають; гніздо очищують сталеві щіткою від бруду й старого розчину, змочують водою і заповнюють цементно-піщаним розчином. Камені знову встановлюють у гнізда, втоплюючи їх у розчин за допомогою послідовних ударів молотком.

Збільшити несучу здатність фундаменту й підвалини одночасно можна шляхом влаштування паль. Їхнє застосування дає змогу проводити роботи щодо посилення без розроблення траншей і порушення структури ґрунту в основі.

Сутність методу полягає в улаштуванні під будівлею бурін'єкційних (коренеподібних) паль, які передають значну частину навантаження на щільніші шари ґрунту. Палі виконують вертикальними або похилими, використовуючи установки обертального буріння, які уможливають буріння свердловин діаметром 80–250 мм не тільки в ґрунтах підвалини, але й у тілі фундаменту. Палі влаштовують у такій послідовності: буріння «лідерної» свердловини; заповнення її пластичним цементно-піщаним розчином; установлення труби-кондуктора до початку зчеплення розчину; технологічна перерва для набору розчином необхідної міцності; буріння робочої свердловини до проєктної позначки під захистом глинястого розчину або обсадної труби; заповнення свердловини цементно-піщаним розчином через буровий кістяк або трубу-ін'єктор від низу до верху до повного витіснення глинястого розчину; посекційне установлення арматурних каркасів; опресовування паль.

Під час влаштування паль застосовують таке обладнання: бурові верстати колонкового типу, ручні перфоратори й гідропневматичні бурові верстати, розчинозмішувачі турбінного типу, шлакові насоси, розчинонасоси, шлаковідділювач.

Підосхву фундаменту розширюють банкетами з бутового мурування або з монолітного бетону та залізобетону, банкетами балкового типу, а також за допомогою монолітних і збірних залізобетонних подушок.

Банкети з бутового мурування влаштовують у край рідко внаслідок значної трудомісткості робіт. Здебільшого застосовують одно- й двобічні банкети з монолітного бетону та залізобетону. Конструкція банкет обумовлюється способом їхнього з'єднання з наявним фундаментом і схемами передавання навантаження від споруди на посилювальний фундамент.

Найпоширеніші банкети, у яких навантаження від споруди передається за допомогою опорних балок. Для цього в стіні пробивають наскрізні отвори, у які перпендикулярно до стіни встановлюють опорні балки зі сталевго швелера (двотавра) або залізобетону. Навантаження на банкети передається через розподільні балки з швелера або двотавра, які розташовують уздовж стіни.

Роботи виконують у такій послідовності: розбирають вимощення (за необхідності) й підлогу першого поверху; влаштовують водозбірні колодязі, огорожі; у межах захватки відривають траншею з одного або обох боків фундаменту; очищують бічні поверхні фундаменту; влаштовують основу під банкет зі щебеню, утрамбовуючи його в ґрунт; у тілі фундаменту просвердлюють отвори і забивають у них анкерні стрижні діаметром 16 мм; установлюють опалубку й бетонують банкет до нижньої позначки розподільних балок; після набуття бетоном необхідної міцності (не менше 70 % від проектної) влаштовують у стіні «вікна» й установлюють у них опорні балки; монтують розподільні балки й зварюють їх із опорними; добетонують банкету на висоту розподільних балок і закладають проміжки у «вікнах» для опорних балок. Можна також оббетонувати опорні балки.

Збільшити площу опираання фундаментів можна за допомогою збірних залізобетонних відливів і сталевих тяжів.

Роботи виконують у такій послідовності: відривають з обох боків фундаменту траншею по захваткам; у тілі фундаменту свердлять наскрізні отвори; монтують залізобетонні відливи; встановлюють сталеві тяжі; за допомогою домкратів або клинів розтискають відливи у верхній частині; укладають бетонну суміш у проміжок між наявним фундаментом і залізобетонними відливами. Унаслідок розтискання відливів вони повертаються внизу навколо своєї нижньої осі й додатково обтискають ґрунт підвалини.

Недоліками цього способу є значний обсяг земляних робіт і значні витрати ручної праці.

Під час розширення підосхви фундаменту шляхом підведення монолітних або збірних залізобетонних плит з-під нього в межах захватки видаляють ґрунт.

Залізобетонні плити монтують на підготовлену вирівняну підвалину. Проміжок між поверхнею плит і подошвою фундаменту карбують жорстким цементно-піщаним розчином.

Процес влаштування монолітної залізобетонної подушки менш трудомісткий. Для цього на підготовлену основу укладають арматурні сітки, встановлюють опалубку й укладають бетонну суміш. Ущільнюють бетонну суміш, застосовуючи вібрацію. Для забезпечення надійного контакту бетонної суміші, яка укладається, з фундаментом бетонування виконують на 100–150 мм вище за позначення його подошви.

Спосіб поглиблення фундаментів із використанням бутового мурування різниться значною трудомісткістю й застосовується в разі незначних навантажень. Спочатку розвантажують фундаменти, а за наявності ослаблених ділянок стін встановлюють рандбалки. Потім на окремих захватках у заздалегідь визначеній почерговості відривають колодязі на проєктну глибину, тимчасово укріплюючи стінки, розбирають нижню ослаблену частину фундаменту (за необхідності) й видаляють ґрунт, підбиваючи під фундамент тимчасові кріплення. Мурування нового фундаменту виконують із перев'язуванням швів, видаляючи прикріплення низу до верху. Проміжок між верхнім зрізом нового мурування і нижнім зрізом старого фундаменту закарбовують напівсухим цементно-піщаним розчином.

Більш ефективний спосіб поглиблення фундаментів із застосуванням монолітного бетону. Як і в попередньому випадку, спочатку розвантажують фундамент, а потім відривають шурфи нижче за подошву фундаменту, стінки шурфів укріплюють щитами. Біля передньої стінки встановлюють міцну раму з бруса або круглого лісу. Верхня перекладина рами має розміщуватися на 30–50 мм нижче за подошву фундаменту. Між подошвою і верхньою перекладиною рами в ґрунт забивають дошки, тобто влаштовують закидку, під захистом якої на проєктну глибину відривають колодязь. Потім у колодязь укладають і ущільнюють бетонну суміш, залишаючи між подошвою фундаменту й поверхнею бетону проміжок 300–400 мм. Після набуття бетоном необхідної міцності за допомогою домкратів обтискають підвалини нової частини фундаменту, використовуючи до того ж масу наявної будівлі. Після цього бетонують проміжок, укладаючи бетонну суміш на 100 мм вище за подошву старого фундаменту, щоб забезпечити щільний контакт.

Виключення трудомістких робіт щодо розвантаження фундаменту сприяє технологія виконання робіт із його поглиблення й одночасного розширення. На захватці відривають траншею на глибину закладення фундаменту. Потім улаштовують підкоп під подошву наявного фундаменту по всій довжині захватки на половину його ширини. У бічну стінку підкопу забивають горизонтальні

поперечні арматурні стрижні діаметром 14–18 мм. Нижній ряд стрижнів встановлюють із кроком 200 мм на 100 мм вище за дно траншеї, а верхній ряд – із таким самим кроком на 50–70 мм нижче підшови наявного фундаменту.

До поперечних стрижнів приварюють профільні стрижні такого самого діаметра з кроком 200 мм. У траншеї встановлюють щит опалубки на рівні підшови фундаменту й на відстані 200 мм від його бічної поверхні. Потім укладають і ущільнюють бетонну суміш, монтують вертикальну арматурну сітку. Арматурну сітку занурюють на 200–250 мм у свіжоукладений шар бетонної суміші, встановлюють опалубку другого ярусу, укладають і ущільнюють бетонну суміш. Після набуття бетоном необхідної міцності опалубку розбирають, виконують гідроізоляцію і зворотне засипання траншеї. Аналогічно проводять роботи з протилежного боку (окрім установалення горизонтальних поперечних стрижнів).

У разі повного або часткового замінювання фундаментів зміцнюють перегородки над отворами, а за необхідності – і стіни. Потім відривають траншеї і розбирають ослаблені ділянки фундаменту. Розбирають спочатку верхні ряди, одночасно розкріплюючи верхні ділянки стіни. До того ж залишають штраби й виступи для подальшого перев'язування нового мурування зі старим.

Підвалину під нову ділянку фундаменту ущільнюють, утрамбовуючи в ґрунт шар щебеню на глибину 50–100 мм. Нове мурування виконують із перев'язуванням швів, одночасно перев'язуючи його із сусідніми ділянками наявного (нерозібраного) фундаменту й нового мурування.

Горизонтальну гідроізоляцію між фундаментом і стіною виконують по вирівняній цементно-піщаним розчином поверхні. Проміжок між верхнім зрізом нового фундаменту й нижньою поверхнею стіни ретельно закарбовують напівсухим цементно-піщаним розчином.

Фундаменти починають заміняти з найслабших ділянок і по змозі під тими ділянками стін, де відсутні отвори. Фундамент розбивають на захватки з таким розрахунком, щоб між захватками, де одночасно виконуються роботи, розміщувалося не менше двох захваток, на яких роботи ще не починалися або вже виконані й мурування (або бетон) набули необхідної проектної міцності.

Зазвичай для підсилення підвалин наявних фундаментів використовують залізобетонні опускні колодязі. Фундамент у цьому разі може мати в плані будь-які габарити й конфігурацію. Крім того, не потрібно його розвантажувати під час проведення робіт. Внутрішні розміри опускного колодязя мають перевищувати габарити підшови фундаменту на 150–200 мм. У плані колодязь може мати форму кола або прямокутника з закругленими кутами.

У дуже складних випадках посилення фундаментів, коли навантаження необхідно передати на глибоко залеглі міцні ґрунти, особливо за наявності

високого рівня ґрунтових вод, застосовують вдавлювані палі. Розрізняють два способи посилення фундаментів: передавання навантаження від фундаменту на виносні палі або підбиття паль під подошву фундаменту. Виносні палі застосовують у разі наявності високого рівня ґрунтових вод, а палі, що підводяться під подошву фундаменту, – у разі низького. Відстань між палями повинна становити не менше трьох діаметрів.

Голови паль із наявним фундаментом з'єднують за допомогою ростверків, які виконують у вигляді залізобетонних поясів (для стрічкових фундаментів) або залізобетонних обойм (для стовпчастих фундаментів). Для кращого передавання навантаження від фундаменту, що підсилюється, на палі застосовують металеві або залізобетонні балки, які пропускають через тіло фундаменту. Довжина паль устанавлюється залежно від характеристики ґрунтів, розмірів поперечного перерізу паль і навантажень на фундамент.

Виносні палі виконують у вигляді набивних паль або способом вдавлювання. У разі використання цього способу підсилення необхідно забезпечити надійне сполучення наявного фундаменту з палями. З цією метою у фундаменті або в стіні у повздовжніх штрабах встановлюють рандбалки. Крім того, можуть застосовуватися поперечні балки, які заводять у попередньо пробиті наскрізні отвори. Балки з'єднують одна з одною і з виносними палями за допомогою монолітного залізобетонного ростверка.

Палі, які підводяться під подошву фундаменту, зазвичай виконують складовими й занурюють способом вдавлювання. Палі з металевих труб розташовують попарно – з обох боків фундаменту. Для занурення паль застосовують домкрати, які обпираються на залізобетонні балки, виготовлені одночасно із суцільним залізобетонним поясом і конструктивно зв'язані з палями.

Залізобетонний пояс влаштовують на рівні підлоги першого поверху до початку робіт щодо задавлювання паль. Задавлюють палі одночасно з двох боків фундаменту по всьому периметру будівлі за допомогою зварювання секцій. Для підвішування домкрата й рівномірного розподілу зусиль застосовують інвентарну металеву опорну балку, яку кріплять паралельно до стіни будівлі (з кожного її боку) до трьох сусідніх залізобетонних балок. Після встановлення останньої секції домкрат і інвентарну балку демонтують, устанавлюють армокаркаси й опалубку оголовка паль. Порожнину трубчастої палі заповнюють литою бетонною сумішшю і бетонують оголовок палі. Бетонну суміш подають через отвори в залізобетонних балках.

Під час вибору того чи іншого способу підсилення фундаментів необхідно розглянути декілька варіантів. Завершальним етапом є порівняння техніко-економічних показників.

## ЛЕКЦІЯ 12 ТЕХНОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ І ВІДНОВЛЕННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

### 12.1 Можливі дефекти гідроізоляції будівель і споруд

Гідроізоляція є найважливішим конструктивним елементом будь-якої будівлі чи споруди. Вона значною мірою визначає довговічність як окремих конструктивних елементів, так і будівлі або споруди загалом.

Відповідно до призначення гідроізоляція виконує функції антифільтраційного й антикорозійного захисту.

Функції антифільтраційного захисту:

– захист від потрапляння ґрунтових вод у підвальні приміщення надземних споруд, а також у заглиблені споруди;

– запобігання витоку води, мазуту та інших паливно-мастильних матеріалів з басейнів, резервуарів та інших споруд.

Призначення антикорозійного захисту:

– захист будівель і споруд, їхніх конструктивних елементів від агресивних вод (мінералізованих ґрунтових і поверхневих вод, морських вод, промислових стоків);

– захист конструктивних елементів будівель і споруд від агресивного одночасного впливу води та атмосферного повітря (наземні споруди, гідроспоруди в зоні змінного рівня тощо);

– захист від електрохімічної корозії блукаючих струмів (опор ліній електропередачі, надземних трубопроводів тощо).

Основними причинами їхнього виникнення є:

– пошкодження гідроізоляції під час деформації фундаментів і стін, застарівання гідроізоляційних матеріалів;

– відсутність гідроізоляції або недоліки під час її влаштування;

– пошкодження облицювання цоколя або застосування неморозостійких матеріалів;

– підняття рівня ґрунтових вод під час обводнення ділянки забудови;

– відсипання ґрунту навколо будинку вище рівня розташування горизонтальної гідроізоляції або її низьке розташування щодо верхнього рівня вимощення (нижче 100–150 мм);

– механічне пошкодження гідроізоляції в процесі експлуатації.

Для арочних і каркасно-панельних, а також котлованих споруд найуразливішими є місця пошкодження гідроізоляції.

Головними причинами пошкодження гідроізоляції в цих спорудах є такі:

- зворотне засипання пазух і обвалювання споруд із незахищеним гідроізоляційним покриттям ґрунтом, що містить будівельне сміття, каміння, включення тощо;
- відсутність дренажного шару ґрунту в обсіпанні споруд;
- брак під час влаштування гідроізоляції (неякісне підготування підвалини, порушення технології виконання робіт, застосування неякісних або нетривких матеріалів);
- механічне пошкодження покриття під час будівництва та експлуатації споруди;
- застарівання гідроізоляційних матеріалів;
- недоліки проєктних рішень (наприклад, під час вибору матеріалів для гідроізоляції тощо);
- нерівномірне осідання підвалин окремих конструктивних елементів споруди;
- пошкодження дренажної системи;
- пошкодження в місцях уведення інженерних комунікацій.

Знати вразливі місця й причини, що призводять до пошкодження гідроізоляції, дуже важливо для інженерів-експлуатаційників. Це дозволяє більш уважно ставитися до них під час проведення планових та позачергових оглядів, а також під час планування й виконання ремонтних робіт.

## **12.2 Виконання робіт під час реконструкції й відновлення гідроізоляції будівель і споруд**

Ремонт і відновлення гідроізоляційних покриттів будівель і споруд – трудомісткий і дорогий процес. До того ж необхідно брати до уваги розташування рівня ґрунтових вод стосовно ушкоджених ділянок гідроізоляції. Течі можуть бути постійними (тобто під напором ґрунтових вод) і сезонними (під час весняного паводку, після зливових дощів). Це також необхідно знати під час вибору способів і часу проведення ремонтних робіт.

Роботи щодо ремонту й відновлення гідроізоляційних покриттів необхідно проводити, беручи до уваги такі вимоги:

- технологічна послідовність робіт і застосовувані матеріали мають бути вказані в ПВР;
- ПВР на виконання цих робіт має розроблятися тільки на підставі результатів обстеження конструктивних елементів будівель і споруд, з обов'язковим виявленням причин пошкодження гідроізоляції та з урахуванням рівня ґрунтових вод;

- до початку ремонтно-відновлювальних робіт необхідно закінчити роботи щодо усунення причин порушення гідроізоляційних покриттів;
- матеріали, які застосовуються під час ремонтно-відновлювальних робіт, мають відповідати вимогам ДБН;
- поверхні, які ремонтуються, мають бути ретельно підготовлені відповідно до вимог ТУ щодо поверхонь для відповідного типу гідроізоляції;
- ізольовані поверхні мають бути захищені від зволоження на весь період виконання робіт;
- за наявності ґрунтових вод їхній рівень необхідно знизити на весь період виконання робіт;
- відремонтоване гідроізоляційне покриття потрібно охороняти від пошкоджень як в процесі виконання робіт, так і після їхнього закінчення;
- на ділянках, де виконуються ремонтно-відновлювальні роботи, проведення інших робіт не допускається.

Ремонтно-відновлювальні роботи щодо гідроізоляційних покриттів є складним технологічним процесом, який складається з підготовчих і транспортних робіт, базового процесу щодо ремонту або відновлення гідроізоляції і робіт із влаштування захисного покриття.

Підготовчі роботи більш трудомісткі й триваліші порівняно з влаштуванням нової гідроізоляції. Обсяг робіт залежить від виду й місця розташування гідроізоляції, а також від типу споруди. Наприклад, під час ремонту гідроізоляції стін підвалів у підготовчий період додатково виконують такі технологічні операції:

- знижують рівень ґрунтових вод на 0,4 м нижче пошкодженої ділянки;
- відривають траншеї біля фундаменту, щоб розкрити гідроізоляцію;
- розбирають захисну стінку;
- уточнюють місця пошкодження гідроізоляції;
- видаляють пошкоджену гідроізоляцію, розширюючи межі ремонту на один метр у кожен бік.

Роботи щодо ремонту або відновлення більшої частини видів гідроізоляції практично нічим не відрізняються від робіт щодо їхнього повторного влаштування. До того ж особливу увагу варто приділити виконанню таких технологічних процесів, як підготовка ремонтваних поверхонь, оброблення місць прилягання наявної й повторно влаштованої гідроізоляції.

Найбільшу складність під час проведення капітального ремонту будівель і споруд становить ремонт і відновлення горизонтальної гідроізоляції стін. Ці роботи проводять шляхом відновлення цілісності й безперервності гідроізоляції. Особливістю виконання ремонтно-відновлювальних робіт є те, що дістатися до місць ремонту або відновлення горизонтальної гідроізоляції важко, оскільки



зовнішні та внутрішні стіни під час проведення капітального ремонту будівель і споруд зазвичай зберігаються.

Застосовують такі способи ремонту й відновлення горизонтальної гідроізоляції:

- метод «підсікання» з улаштуванням гідроізоляції з рулонних матеріалів;
- метод «підсікання» з улаштуванням гідроізоляційного покриття з холодних асфальтових мастик;
- улаштування металоізоляції з нержавіючої сталі;
- метод зарядної компенсації;
- метод гідрофобізації;
- електротермічний спосіб.

Улаштування рулонної гідроізоляції методом «підсікання» виконують ділянками 1,0–1,5 м завдовжки. Для цього фундамент по периметру розбивають з таким розрахунком, щоб ділянки, де одночасно можуть проводитися роботи, були віддалені один від одної на 3,0–4,5 м, а технологічні перерви між виконанням робіт на суміжних ділянках становили не менше семи діб.

Перед початком робіт проводять заходи щодо запобігання можливого просідання конструкцій будівлі. Потім з одного або обох боків фундаменту (залежно від розмірів фундаменту, цоколя й стіни) влаштовують шурфи 600–800 мм завширшки і на 500 мм завглибше за горизонтальну гідроізоляцію стін. На черговій відремонтованій ділянці в місці проходження гідроізоляції під поперечним рядом розбирають 3–4 ряди цегельного мурування на всю товщину стіни. У процесі розбирання видаляють пошкоджений гідроізоляційний шар. Нижню поверхню розібраного мурування прочищають, промивають, вирівнюють стяжкою з цементно-піщаного розчину й просушують. На підготовлену й погрунтовану поверхню наклеюють 2–3 шари рулонного гідроізоляційного матеріалу. Наклеювання проводять так, щоб рулонний гідроізоляційний килим виходив за межі стіни на 30–50 мм з кожного боку, а по довжині залишають запас для напуску з гідроізоляцією сусідньої ділянки не менше ніж на 200 мм. Потім відновлюють цегляне мурування на цементно-піщаному розчині в складі 1 : 2 або 1 : 3, перев'язуючи шви мурування на суміжних ділянках. Верхній проміжок між попереднім і новим муруванням ретельно закарбовують цементним розчином на цементі.

Під час відновлення горизонтальної гідроізоляції за допомогою холодної швидковисихаючої незамерзаючої асфальтової мастики підготовчі роботи виконують аналогічно до першого способу. Підготовлену нижню поверхню розібраного мурування ґрунтують робочим складом мастики у співвідношенні з водою 1 : 1 з наступним просушуванням протягом 5–10 годин. Потім наносять три шари мастики з технологічними перервами перед нанесенням кожного

наступного шару дві-три доби. У разі від'ємної температури зовнішнього повітря технологічна перерва може сягати 10 діб. Мастику наносять вручну (просідання конусу – 80 мм) або механізованим способом (просідання конусу – 150 мм). Загальна товщина гідроізоляційного покриття становить 10–15 мм.

Відновлення горизонтальної гідроізоляції стін із використанням хвилястих листів із нержавіючої сталі (довжина – 800–1 000 м, висота хвилі – 40–60 мм, товщина – 2–4 мм) уможлиблює значне збільшення її надійності й довговічності. Для цього в стіні за допомогою спеціального обладнання виконують наскрізний пропили, у який послідовно заводять сталеві листи, створюючи безперервний водонепроникний екран.

Проміжок між листами й поверхнею цегляного мурування закарбовують розчином на саморозширювальному цементі. Роботи виконують на ділянках завдовжки 1 000–1 500 м, дотримуючись технологічної перерви, необхідної для набуття розчином необхідної міцності. Сучасне вітчизняне й зарубіжне обладнання дає змогу виконати в захисних конструкціях стін суцільні пропили до 600 мм і 1 000 мм заввишки відповідно.

Метод зарядної компенсації базується на створенні в обгороджувальних конструкціях стін протинапірного заряду, що відповідає наявному в будь-якій будівлі електромагнітному полю, й забезпечує видалення капілярної вологи. Цей заряд створюється шляхом установлення в стіну сталевих диполів, які виконуються зі спеціальної наелектризованої сталі діаметром 10–12 мм. Довжина диполів визначається шляхом розрахунку й залежить від товщини стін.

Роботи проводять так. По фасаду будівлі вище межі вогкості на висоту не менше 50 см зрубують штукатурку. У стіні на рівні 400–500 мм від вимощення під кутом 30° свердлять зверху вниз похилі отвори з кроком 600 мм. Устя отворів не повинні доходити до внутрішньої поверхні стіни на 50 мм. У просвердлені отвори встановлюють диполі, довжина яких на 40–50 мм менша за довжину отворів. Потім отвори карбують цементно-піщаним розчином.

Ефективним способом відновлення горизонтальної гідроізоляції цегляних стін є ін'єктування мурування гідрофобізувальними складами. Під час ін'єктування гідрофобізувальної робочої суміші в товщі стіни відбуваються складні фізико-хімічні процеси, унаслідок яких утворюється суцільний гідроізоляційний шар.

Ін'єктування гідрофобізувальних речовин в цегляне мурування стіни виконується в такій послідовності: у стіні розмічаються місця для влаштування шпурів; просвердлюються шпури; перше просушування стіни; ін'єктування робочого розчину; друге просушування; закладення гирла шпурів цементно-піщаним розчином. Роботи проводить ланка з трьох осіб: бурильник, електрик і ізолювальник.

Перед відновленням гідроізоляції стіни очищують від забруднення, фронт робіт розбивають на захватки 5 000–6 000 мм завдовжки. Шпури просвердлюють у рівні закладення ізоляції з кроком 400–600 мм; діаметр шпурів – 25–40 мм, глибина – 0,7–0,9 товщини стіни. Свердління здійснюють за допомогою спеціального обладнання, що складається з робочого інструмента й ходового візка. Як робочий інструмент використовують бурильний бензомолоток або електричний перфоратор. Ходовий візок забезпечує зручність пересування робочого інструмента по фронту робіт, горизонтальність і необхідну глибину свердління. В умовах обмеженого простору шпури свердлять без візка. У разі наявності перешкод шпури свердлять вище або нижче від них, зберігаючи крок.

Одночасно монтують сушильну установку. Стіни сушать трубчастими електричними нагрівачами (ТЕН), які підмикають до мережі за допомогою зварювального перетворювача, безперервно по всій довжині до досягнення вологості не більше ніж 8 %.

До моменту завершення сушіння ізолювальник готує до роботи ін'єкційну установку, тобто робочий розчин, і заливає його в дозувальні бачки. Для робочих розчинів використовують гідрофобізувальні кремнійорганічні рідини, які добре розчиняються у воді. Робочий розчин готують у чистій тарі за температури води не нижче ніж 10 °С. Концентрація робочого розчину обумовлюється початковою вологістю цегляного мурування й визначається робочим проектом. Її контролюють ареометром, заносючи результати контролю в журнал виконання робіт.

Ін'єкційна установка складається з двох штативів з рухомими штангами, 10–12 дозувальних бачків і ін'єкторів. Бачки обладнуються запірними вентилями, водомірним склом для контролю за витратою розчину й гумовими шлангами для підімкнення до ін'єкторів. Розчин подають у цегляне мурування циклічно (0,5 год – подавання розчину, 2 год – перерва) під гідростатичним тиском 700–1 000 мм: 8 циклів – для щільного мурування; 5 циклів – для тріщинуватого. Отвори під час ін'єктування герметизують за допомогою шпатель і гумових втулок, наявних на наконечниках.

Після завершення ін'єктування в шпури встановлюють ТЕН і здійснюють остаточне просушування цегляного мурування до вологості 5 %. Після завершення сушіння й вилучення ТЕНу гирла шпурів закладають цементно-піщаним розчином на глибину 100–150 мм. Розчин готують на цементі з домішкою у кількості 1,5–2 % від маси цементу.

Контроль вологості цегляного мурування стін проводять до й після просушування, а також до й після ін'єктування гідрофобізувальних речовин.

Вологість матеріалу стіни вимірюють безпосередньо біля отворів і між ними за допомогою нейтронного вологоміра або ваговим методом.

Під час вагового методу беруть проби матеріалу стіни на глибині не менше ніж 50 мм від її поверхні, а потім у будівельній лабораторії встановлюють вологість матеріалу за стандартними методиками.

Нейтронний вологомір складається з плутонієво-берилієвого джерела випромінювання, укладеного в дві півсфери захисного корпусу, перетворювача й реєструвального приладу.

У зимовий період усі види робіт виконують у підвальних приміщеннях. Ін'єктований пояс стіни утеплюють зовні на висоту не менше одного метра на весь період виконання робіт, включаючи просушування стіни. Гідрофобізувальні склади зовнішніх стін потрібно попередньо підігріти до температури 60–80 °С. Підігрівання робочих складів для внутрішніх стін необхідно тоді, коли температура в підвальних приміщеннях нижче +5 °С.

Горизонтальну гідроізоляцію стін у наявних цегляних будинках можна створити за допомогою електротермічного способу. Гідроізоляційний шар утворюється внаслідок розплавлення цегляного мурування за температури 1 400–1 600 °С за допомогою карборундового стрижня, що вставляється в заздалегідь просвердлений в стіні наскрізний отвір діаметром 30 мм на рівні горизонтальної гідроізоляції. До карборундового стрижня через автотрансформатор підводять електричний струм і нагрівають його до необхідної температури. Цегляне мурування навколо стрижня, переміщуваного лебідкою зі швидкістю 0,4–0,6 м/год, оплаплюється на товщину 10–15 мм.

Зусилля від лебідки передається на стержень через трос і тарувальну пружину, яка регулює тиск на стрижні до 3 Па. Під час руху стрижня розплавлена маса, витіканню якої перешкоджають бічні графітові плашки, поступово охолоджується, твердне й утворює кристалічний шар, що має високі гідроізоляційні властивості.

## ЛЕКЦІЯ 13 ТЕХНОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА РЕМОНТУ ПОКРІВЕЛЬНИХ ПОКРИТТІВ І ДАХІВ

### 13.1 Дефекти покрівельних покриттів і дахів

Збереження й довговічність будівель і споруд забезпечується, насамперед, справним станом покрівельного покриття й несучих конструкцій даху, а також шляхом створення сталого температурно-вологісного режиму в горищних приміщеннях і своєчасного виконання поточного ремонту.

Покрівельні покриття з рулонних гідроізоляційних матеріалів, крім періодичних оглядів два рази на рік і позачергових оглядів після стихійних лих, необхідно оглядати в літній період не рідше одного разу на два місяці.

Перед оглядом покриття очищають від сміття, листя й пилу. Під час огляду, очищення й ремонту покрівель, як і під час виконання інших робіт, необхідно користуватися тільки м'яким взуттям та дотримуватися вимог безпеки. Під час проведення огляду стану покрівель необхідно звертати особливу увагу на справність покриття, а також розжолобків, звисів, настінних жолобів, лотків і водостічних труб, прилягань покрівлі до брандмауерів, парапетів, димових і вентиляційних труб.

Крім того, покрівельні покриття, виконані з різних матеріалів, мають відповідати таким вимогам: металеві покрівлі з чорної листової сталі мають бути пофарбовані й не мати пошкоджень, пробоїн, розхитаних фальців і гребнів; черепичні покрівлі та покрівлі з азбестоцементних листів (плиток) повинні мати щільно укріплені шаблони гребнів і ребер; плитки (листи) повинні бути без пошкоджень, щільно укріплені й мати необхідний напуск; рулонні покрівлі повинні бути пофарбовані мастикою і мати проектну величину напуску полотнищ у стиках, без здуття й відставання рулонних матеріалів.

Технічний стан покрівель із листових матеріалів (покрівельна сталь, азбестоцементні листи, черепиця) необхідно перевіряти як зовні, так і з боку горища на світло, під час цього звертаючи увагу на можливе зволоження утеплювача на горищному перекритті.

Технічний стан рулонних покрівель встановлюється за станом захисного шару, збереженістю гідроізоляційного килима, щільністю прилягань килима до різних виступних конструктивних елементів, справністю водовідвідних пристроїв, а також за наявністю підтікання на стелях верхнього поверху для суміщених дахів.

У процесі експлуатації несучих конструкцій дахів необхідно забезпечити: відсутність провисання й випинання з площини ферми окремих елементів; щільність прилягання опорних поверхонь елементів, наявність і надійність

їхнього кріплення, необхідне натягнення болтів, відсутність пошкоджень опорних вузлів і зминання опорних площин; справний стан стояків, прогонів, крокв, підкосів і затягувань висних крокв; справний стан латів й мауерлата, надійне прикріплення мауерлата до стінок; наявність і справний стан гідроізоляції між дерев'яними та кам'яними (бетонними) конструкціями; відсутність цвілі, гнилі й різних уражень деревини несучих конструкцій даху.

Найскладнішими й найзначущішими конструкціями в будівлях є кроквяні ферми і балки. За їхнім станом необхідно постійно спостерігати, зазначаючи результати огляду в спеціальному журналі. Особливу увагу потрібно звертати на утримання дерев'яних конструкцій дахів у нових будівлях.

Ці конструкції протягом перших двох років експлуатації внаслідок зсихання й просідання деревини можуть значно деформуватися. Для попередження деформування необхідно своєчасно підтягувати болти, хомути та інші металеві кріплення у вузлах дерев'яних конструкцій.

Під час експлуатації даху з покрівельним покриттям з листової сталі на горищі необхідно забезпечити відповідний температурний режим, щоб у осінньо-зимовий період уникнути танення снігу й утворення бурульок. Підтавання на покрівельному покритті не відбувається, якщо різниця між температурами зовнішнього повітря і на горищі не перевищує 2–4 °С. Цього досягають двома способами: шляхом забезпечення надійної вентиляції горища через слухові вікна, карнизні й гребеневі продухи; достатньої теплоізоляції горищного перекриття.

Надійної вентиляції горища досягають шляхом влаштування слухових вікон і продуховин, сумарна площа яких щодо площі горищного перекриття повинна становити не менше 1/300–1/500, а також шляхом забезпечення наскрізного провітрювання для уникнення застоювання повітря.

Достатність товщини утеплювача горищного перекриття визначається шляхом вимірювання термометром його температури на глибині 20 мм.

Якщо температура утеплювача буде нижчою за наведені значення, то виходячи з певних умов, необхідно зробити таке: збільшити його товщину; розпушити злежаний утеплювач; вологий утеплювач просушити або замінити.

Щоб запобігти пошкодження утеплювача від механічних впливів, необхідно передбачити на горищі ходові трапи, а вхід на горище має бути постійно закритим.

У разі виявлення в залізобетонних покрівельних настилах і панелях тріщин і вибоїн із частковим оголенням арматури, необхідно встановити причини їхньої появи і визначити подальшу безпечність використання.

## 13.2 Ремонт та реконструкція покрівельних покриттів

У процесі експлуатації будівель і споруд першочергову увагу необхідно приділяти покрівельним покриттям.

Поточний ремонт покрівельних покриттів може бути: плановим (технічне обслуговування, проведене за сезонами з урахуванням нормативних термінів використання); непередбаченим (полягає у своєчасній ліквідації пошкоджень).

Довговічність сталевих покрівельних покриттів залежить від міцності й жорсткості латів, стану захисного забарвлення, й стану фальців і гребенів.

Під час капітального ремонту сталевих покрівельних покриттів проводять повну або часткову заміну покрівельного покриття й водостічних труб.

Роботи щодо заготівлі або укладання покрівельних покриттів виконуються такими ж способами і прийомами, що й під час влаштування нових покриттів.

Розбирання покрівельного покриття виконують у такій послідовності: розбирають або зрізають стоячі фальци, роз'єднують лежачі фальци, від'єднують клямери й знімають пошкоджені сталеві картини.

Знімати картини покрівельного покриття необхідно по латах, щоб стики картин розташовувалися на картині. Ремонтують окремі пошкодження покрівель шляхом укладання латок зі склотканини, покрівельної сталі.

Під час ремонту покрівельних сталевих покриттів необхідно використовувати однорідні матеріали. У разі застосування різнорідних матеріалів у фальцах необхідно укладати ізоляційні прокладки з метою ліквідації виникнення термопари й розвитку інтенсивної корозії.

На поверхні покрівельного покриття з оцинкованої сталі у разі окислення утворюється захисна плівка з окису цинку, яка протягом 8–10 років охороняє метал від руйнування. Захисна плівка після закінчення встановленого терміну використання зазвичай руйнується у фальцах і жолобах, тому ці місця необхідно своєчасно очищати від бруду й іржі, протравлювати розчином цинкового купоросу, погрунтувати цинковими білилами і пофарбувати олійною фарбою.

Ремонт покрівель із рулонних матеріалів. На сьогодні 90 % виробничих і 60 % житлових і громадських будівель мають покрівельні покриття з рулонних матеріалів.

Під час поточного ремонту покрівель із рулонних матеріалів виконують такі роботи: латочний ремонт, укладання додаткового шару, ремонт прилягання покрівельного покриття до труб, парпетів, ремонт покрівель у місцях установлення водозбірних воронки, ремонт захисного шару, влаштування захисного покриття з алюмінієвої пудри й бітумного лаку.

Латочний ремонт виконується в разі відшаровування рулонного килима, утворення повітряних і водяних бульбашок.

Послідовність виконання робочих операцій така: очищення покрівельного покриття від бруду й пилу; хрестоподібний розріз здуття із зачочуванням розрізаних ділянок на чотири боки; очищення та просушування основи; приклеювання розрізаних ділянок на бітумній мастиці; наклеювання двох латок і промазування поверхні верхньої латки бітумною мастикою з посипанням піском або дрібним гравієм.

Додатковий шар рулонного матеріалу наклеюється в разі утворення великої кількості дрібних бульбашок і пошкоджень, тобто коли проведення латочного ремонту недоцільне. Перелік виконуваних робіт такий: очищення поверхні покрівельного покриття; заготівля й розчочування полотниць рулонного матеріалу; приготування склеювальної мастики; наклеювання полотниць; покриття полотниць додатковим шаром бітумної мастики з улаштуванням захисного шару з великозернистого піску або гравію.

Ремонт прилягань покрівель до парапетів, димових каналів виконують у такій послідовності: відвертають старі шари рулонного покриття; ремонтують або виконують заново викружки з цементно-піщаного розчину; встановлюють в штрабу дерев'яний антисептований брусок; наклеюють на викружки 2–3 додаткові шари рулонного матеріалу, заводячи кінці в штрабу; кінці додаткових шарів рулонного матеріалу закріплюють покрівельними цвяхами до антисептованого бруска; установлюють фартух з оцинкованої сталі; закладають штрабу цементно-піщаним розчином.

Ремонт покрівельного покриття в місцях установлення водозбірних воронкок виконують так: знімають ґрати водозбірної воронки; наклеюють 2–3 додаткові шари склотканини на гарячій бітумній мастиці і встановлюють ґрати в початкове положення.

Сонячна радіація та інші шкідливі фактори руйнують захисний шар рулонного покрівельного покриття, скорочуючи його нормативний термін використання, тому необхідно регулярно (через 3–5 років) відновлювати захисний шар. Для цього застосовують мастики з тугоплавких сортів бітуму. Роботу з відновлення захисного шару виконує ланка, що складається з двох покрівельників. Один робітник подає на покриття гарячу бітумну мастику, а другий поверх неї рівномірно розсипає великозернистий пісок або дрібний гравій.

Мастику наносять вручну щітками або механізованим способом за допомогою вудки-розпилювача.

Аналогічно проводять заміну гребневих елементів. Проміжки між листами покрівельного покриття, а також у місцях їхніх прилягань до них конструкцій на покрівлі зашпаровують цементно-вапняним розчином із додаванням волокнистого азбесту.



### 13.3 Ремонт і реконструкція елементів дахів із дерев'яних конструкцій

Обстеження дахів існуючих будівель, побудованих до 1960-х років свідчить про те, що всі їхні несучі конструкції виконані здебільшого з деревини. Кроквяні ноги, прогони й стояки зазвичай виготовлені з колод діаметром 160–200 мм у разі кроку крокв 1,2–2,1 м.

Нормативний термін використання дерев'яних крокв становить 50 років. Однак згідно з даними обстежень дерев'яні елементи дахів після 50–60 років експлуатації перебувають у задовільному стані. Виняток становлять дахи зі складною конфігурацією в плані (наявність розжолобоків, парапетів).

Роботи щодо ремонту і реконструкції конструкцій дахів виконують після виселення мешканців або обслуговуючого персоналу. В окремих випадках ремонт може проводитися в заселеному будинку. У цьому разі роботи необхідно виконувати окремими захватками в стислі терміни, із використанням попередньо заготовлених елементів. Крім того, необхідно вжити заходів для забезпечення від можливого обвалювання елементів даху, падіння матеріалів, інструменту та людей, а також для захисту будівель від атмосферних опадів.

Розрізняють такі види ремонтних робіт: заміна покрівельного покриття, лат й окремих елементів кроквяної системи; посилення пошкоджених кінців крокв; посилення кроквяних ніг у прогоні; посилення лат; посилення вузлів сполучення кроквяної системи; змінювання нахилу скатів даху в разі зміни матеріалу покрівельного покриття; створення ефективної вентиляції.

Під час замінювання покрівельного покриття, лат й окремих елементів кроквяної системи роботи виконують у такій послідовності: демонтаж парапетних ґрат, радіо- й телеантен; ремонт та тинькування оголовків димових труб із замінюванням пошкоджених димових каналів; демонтаж старого покрівельного покриття; ремонт або замінювання (повне або часткове) елементів кроквяної системи; влаштування нового покрівельного покриття; установлення парапетних ґрат; навішування водостічних труб.

Характерними дефектами кінців крокв є руйнування або ослаблення врубування в місцях обпирання кроквяних ніг на мауерлат. Головні причини виникнення дефектів – використання вологої деревини, гниття деревини внаслідок протікання в покрівельному покритті.

Застосовують три варіанти усунення цих дефектів: установлення дерев'яних накладок і хомутів; установлення металевих протезів; установлення накладок із підбалкою.

За першого варіанта роботи виконують у такій послідовності: посилення пошкодженої кроквяної ноги шляхом установлення тимчасових опор; розбирання покрівельного покриття по обидва боки від пошкодженої кроквяної

ноги; випилювання лат і дощатого настилу; видалення скручування або хомути, за допомогою яких кроквяна нога прикріплюється до стіни; випилювання пошкодженої ділянки кроквяної ноги; розмічування й улаштування пропилів у мауерлат для пропускання накладок; установлення бічних накладок; установлення скручування або хомути; відновлення покрівельного покриття з латами й дощатим настилем; видалення тимчасових опор.

Бічні накладки виконують з дощок 50–60 мм завтовшки. У разі пошкодження мауерлата його видаляють, а бічні накладки обпирають безпосередньо на зовнішню стінку з прокладуванням гідроізоляційного матеріалу.

Пруткові металеві протези застосовують у разі масового пошкодження кроквяних ніг. Вони централізовано виготовляються в заводських умовах або в майстернях. Послідовність виконання робіт така: розвантаження пошкодженої кроквяної ноги шляхом установлення тимчасових опор; розбирання покрівельного покриття, випилювання лат й дощатого настилу в зоні пошкодження кроквяної ноги; відпилювання пошкодженої ділянки кроквяної ноги; установлення пруткового протеза; відновлення лат, дощатого настилу й покрівельного покриття; видалення тимчасових опор.

Прутковий протез у нижній частині має опорний майданчик, у який обпирають спиляний торець кроквяної ноги, що унеможливує їй від подальшого сповзання. Бічні накладки, що встановлюються на підбалки, застосовують в разі одночасного пошкодження кроквяної ноги й мауерлата під час великих експлуатаційних навантажень.

Роботи виконують у такій технологічній послідовності: розвантаження пошкодженої кроквяної ноги; розбирання покрівельного покриття, лат й дощатого настилу; видалення пошкоджених ділянок кроквяної ноги й мауерлата; забивання в цегляне мурування стіни сталевих милиць; укладання на милиці дерев'яної балки завдовжки 1 м; установлення двох бічних накладок і опертя їх на підбалки; установлення нової подовженою кобилки для обпирання лат; відновлення лат, дощатого настилу й покрівельного покриття; видалення тимчасової опори.

Посилення кроквяних ніг у прогоні виконується шляхом установлення двох накладок із дощок 40–50 мм завтовшки. Накладки прикріплюються до «здорової» частини крокв за допомогою цвяхів, кількість і розташування яких визначається шляхом розрахунку.

Недостатня жорсткість лат, їх хиткість можуть спричинити пошкодження покрівельного покриття. У цьому разі лати не обов'язково змінювати – достатньо забезпечити їхню додаткову жорсткість шляхом установлення додаткових кроквяних ніг під лати.

Спосіб виконання й склад робіт під час збільшення кута нахилу скатів покрівлі залежить від прогону між капітальними стінами. Наприклад, під час збільшення кута нахилу скатів покрівлі від  $18^\circ$  до  $27^\circ$  і прогонах до 5,0 м роботи виконують у такій послідовності: розбирання покрівельного покриття й лат; розбирання кроквяних ніг і мауерлатів; нарощування цегляного мурування однієї стіни; підготовлення місця, укладання гідроізоляції та мауерлата; подовження наявних крокв, заготівля підкосів і влаштування врубань; установлення крокв і підкосів; влаштування лат й покрівельного покриття.

Під час проведення капітального ремонту будівель і споруд в окремих випадках може виникати необхідність замінити матеріал покрівельного покриття. У цьому разі потрібно змінити нахил схилу покрівлі.

Якщо довжина прогонів більше 5 м, нахили змінюють шляхом установлення нових кроквяних ніг зі збереженням наявних. Для двосхилого даху нахил від  $18^\circ$  до  $27^\circ$  змінюють шляхом установлення нових кроквяних ніг, які обпираються на наявні за допомогою подвійних накладок завтовшки 50–60 мм.

Посилення кроквяних ніг можна виконувати шляхом зменшення їхнього вільного прогону за допомогою установлення дерев'яних або металевих шпренгельних ферм з кроком 3,5–4,0 м. В окремих випадках кроквяні ноги, які просіли, укріплюють шляхом установлення додаткових стояків, які обпираються на балки горищного перекриття за умови забезпечення їхньої міцності.

Підсилення вузлів сполучення кроквяної системи виконується шляхом підтягування наявних кріплень (болтів, накладок) і установлення нових. Підсилення висних крокв зазвичай здійснюють шляхом установлення нового або додаткового затягування з натяжною муфтою всередині прогону.

### **13.4 Заміна дерев'яних конструкцій дахів на збірні залізобетонні елементи**

Під час проведення комплексного капітального ремонту будівель і споруд з метою підвищення нормативного терміну використання даху її дерев'яні конструкції доцільно замінювати на збірні залізобетонні як найдовговічніші.

До того ж необхідно брати до уваги таке: частини старих будівель мають у плані різні прогони, що ускладнює широке застосування типових залізобетонних конструкцій; багато ремонтованих будівель становлять історичну цінність, що передбачає збереження попереднього архітектурного вигляду під час проведення капітального ремонту.

Конструкція даху в будівлях з однієї і двома внутрішніми повздовжніми стінами складається з таких збірних залізобетонних елементів: трикутних ферм, що з'єднуються в гребені; висувних кроквяних ніг і опорних подушок.

Трикутні ферми в гребені укріплюються за допомогою накладок і болтів. Нижні кінці ферм встановлюють у гніздо опорних подушок і замоноличують цементно-піщаним розчином. Кроквяні ноги мають тавровий перетин і кріпляться до верхнього поясу ферм за допомогою рознімних заставних деталей. Це дає змогу змінювати їхній виліт залежно від прогону.

У нижньому перетині кроквяні ноги безпосередньо спираються на зовнішню стіну, опорна поверхня якої вирівнюється цементно-піщаним розчином, або на збірний залізобетонний мауерлат.

Жорсткість кроквяної системи забезпечується: установленням по верхньому поясу металевих діагональних зв'язків зі стяжними муфтами (дві пари) і залізобетонних розпірок; між опорними подушками встановлюють розпірну цегляну стіну (не менше двох рядів).

Лати під дахове покриття можуть бути дерев'яними або зі збірних залізобетонних елементів. Послідовність виконання робіт така: підготовка основи під опорні подушки ферм і кроквяних ніг; установлення опорних подушок; цегляне мурування розпірної стінки між опорними подушками; монтаж ферм з установленням діагональних зв'язків і розпірок; монтаж кроквяних ніг; влаштування лат.

Використовують конструкції дахів із ребристих залізобетонних панелей, кроквяних ферм і висувних кроквяних ніг із кроком 3,0–4,0 м.

Перевагою цього типу даху є те, що можна перекривати різні нестандартні прогони між повздовжніми несучими стінами, змінюючи виліт крокв. Кроквяні ноги мають тавровий перетин і прикріплюються до верхнього поясу ферми за допомогою рознімних заставних деталей, що мають крок 200 мм.

Збірний залізобетонний дах може виготовлятися з кроквяних ніг із тавровим перетином (крок укладання 2 м) і гребеневого прогону (у разі використання двосхилої покрівлі). Гребневий прогін укладають на цегляні стовпи із перетином 520 мм × 520 мм або залізобетонні подушки з кроком 4,0 м.

У разі використання попередніх напружених кроквяних ніг знижуються витрати сталі на 20 % і бетону – на 15 %.

## ЛЕКЦІЯ 14 ТЕХНОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ, РЕМОНТУ І ПІДСИЛЕННЯ ПЕРЕКРИТТІВ

### 14.1 Можливі дефекти перекриттів

Горищні та міжповерхові перекриття є важливим і значущим конструктивним елементом будівель і споруд. Роботи щодо їхнього утримання й ремонту потребують значних витрат. Питома вага ремонтних робіт становить 14–33 %. Перекриття в будівлях різних років відрізняються великою різноманітністю конструктивних рішень. Вони мають різні прогони між капітальними стінами і зазвичай виконуються з матеріалів, неоднакових за довговічністю. Найчастіше застосовують несучі конструкції перекриттів по дерев'яних і металевих балках із дерев'яним або залізобетонним заповненням, а також збірні й монолітні залізобетонні перекриття.

До перекриттів висувають такі експлуатаційні вимоги:

- мають бути міцними, тобто витримувати, не руйнуючись, проєктне розрахункове навантаження й не утворювати наднормативних прогинів;
- вирізнятися необхідним термічним опором, якщо розподілені ними приміщення мають різну температуру;
- забезпечувати необхідну звукоізоляцію приміщень;
- вирізнятися необхідними волого- й газонепроникністю для сирих і технічних приміщень відповідно.

Досвід експлуатації будівель і споруд уможливив виявлення найхарактерніших дефектів і пошкоджень у конструкціях перекриттів. До них належать: загнивання кінців дерев'яних балок зазвичай у місцях їхнього закладання в гнізда несучих цегляних стін на ділянках 300–900 мм завдовжки; наднормативні прогини дерев'яних і металевих балок і, як наслідок, «хиткість» конструкцій, а також сітки тріщин на поверхні стелі; пошкодження цегляних і бетонних склепінь; поява вогкості на стелях у зоні прилягання металевих балок до зовнішніх стін; погіршення звуко- й теплоізоляційних характеристик для міжповерхових і горищних (підвальних) перекриттів відповідно; збільшення волого- й газопроникності в сирих і технологічних приміщеннях.

Головними причинами появи зазначених вище дефектів є такі: вплив зовнішніх факторів (промерзання, збільшення навантажень, протікання внаслідок аварій у санітарно-технічних системах тощо); вплив технологічних процесів; помилки під час проєктування та порушення процесу виконання робіт, застосування неякісних матеріалів, недотримання правил експлуатації.

Надійність і довговічність перекриттів значною мірою залежить від їхньої правильної технічної експлуатації.

Ремонт збірних залізобетонних перекриттів. У разі появи тріщин уздовж швів між плитами перекриттів і в місцях їхнього прилягання до стін і перегоронок тріщини потрібно ретельно розшити й зашпаклювати, а після цього побілити стелю. Під час намокання горищних перекриттів унаслідок протікання покрівельного покриття необхідно усунути дефекти покрівлі, видалити утеплювач, просушити перекриття й знову засипати просушений або інший, ефективніший утеплювач.

У разі появи на стелі темних смуг або утворення в зимовий період інею уздовж зовнішніх стін у міжповерхових і горищних перекриттях унаслідок промерзання стін у місцях обпирання плит перекриттів необхідно додатково утеплити на 30–40 % горищне перекриття уздовж зовнішніх стін і кути прилягання плит перекриття до стін шляхом улаштування викружки з штукатурного розчину або утеплення кінців плит після розкриття конструкції підлог.

Ремонт перекриттів по дерев'яних і металевих балках. Під час виявлення дефектів необхідно розкрити підлоги й оглянути стан конструкції перекриттів, звертаючи при цьому увагу на таке: стан деревини балок у місцях закладення їх у зовнішні і внутрішні стіни або стовпи; стан накочування й змазування; стан і достатність засипки, особливо в горищних перекриттях; стан підшивки й надійність її кріплення до балок; утеплення металевих балок горищних перекриттів, а також у місцях їхнього закладання в міжповерхових перекриттях.

Дерев'яні балки обстежують шляхом візуального огляду із зовнішнього боку, а також простукуванням молотком або обухом сокири.

У разі наявності грибкових утворень, літальних отворів жуків-точильників або глухого звуку, видаваного балкою під час простукування, необхідно в балці біля опори просвердлити вертикальний отвір і з'ясувати стан деревини. У разі необхідності варто взяти зразок із зовнішнього боку балки з грибковим утворенням і надіслати в лабораторію для дослідження. Якщо лабораторія встановить наявність будинкових шкідників деревини, то необхідно негайно детально обстежити перекриття за участю фахівця, встановити межі уражених ділянок і виконати роботи із ліквідації осередків ураження.

Металеві балки обстежують аналогічно до дерев'яних. Шари металу балки, уражені корозією, зачищають металевою щіткою або зубилом, визначають фактичні розміри робочого перетину й виконують перевірочний розрахунок.

У разі незначних пошкоджень метал балки захищають від корозії шляхом тинькування або забарвлення антикорозійними складами.

Горищні перекриття необхідно обстежувати не рідше одного разу на п'ять років. Для цього видаляють засипний утеплювач і змазування з найближчих до зовнішніх стін ділянок 1,0 м завширшки й оглядають дерев'яні частини перекриття. У разі виявлення уражених гниллю ділянок ці конструктивні

елементи необхідно замінити, провести додаткове антисептування прилеглих дерев'яних конструкцій і укласти на місце утеплювач та засипку.

У разі наявності значної «хиткості» перекриттів необхідно їх розвантажити, видаливши зайве навантаження (сейфи, книжкові шафи, обладнання) і зробити перевірочний розрахунок на міцність та жорсткість. У разі необхідності ремонтують і підсилюють перекриття шляхом заміни пошкоджених балок, установлення додаткових балок і заміни засипки надлегких матеріалів.

У разі появи темних смуг на стелі верхнього поверху, що свідчить про промерзання металевих балок перекриття, необхідно їх утеплити, влаштувавши вздовж балок дерев'яні коробки і засипавши їх ефективним утеплювачем, попередньо вкривши балки гідроізоляційним матеріалом.

## **14.2 Ремонт та посилення перекриттів по металевих балках**

Перекриття по металевих балках досить часто застосовують у кам'яних будинках старих будівель. У підвальних перекриттях заповнення між металевими балками виконується у вигляді цегляних або бетонних склепінь і плоских залізобетонних плит.

Під час ремонту перекриттів по металевих балках виконуються такі види робіт: повна заміна перекриттів, заміна дерев'яного заповнення на залізобетонне з одночасним посиленням несучих металевих балок, ремонт або посилення бетонних (цегляних) склепінь.

Під час заміни перекриттів по металевих балках технологічний процес містить такі операції: установлення й закріплення риштування; додаткове посилення несучих елементів; транспортування деталей конструкцій і матеріалів; посилення й перекладання наявних ділянок стін; посилення нерозбірних конструкцій перекриття; влаштування гнізд у стінах під металеві балки; монтаж балок із установленням розпірок із дерев'яних брусків для забезпечення жорсткості в горизонтальній площині; замонолічування кінців металевих балок у гніздах і влаштування заповнення з плоских залізобетонних плит.

Під час змінювання функційного призначення будівель і споруд зазвичай збільшується навантаження на перекриття. У цьому разі виникає необхідність посилення металевих балок перекриттів.

Найпростішим способом збільшення несучої здатності металевих балок є збільшення їхнього перетину. Для цього на ділянці найбільших напруг до нижньої або обох полиць балки приварюють металеві пластини або встановлюють і прикріплюють до верхнього поясу додаткові балки.

Ефективніший метод змінювання статичних схем роботи елементів перекриття – перетворення розрізних металевих балок на нерозрізні. Розрізні

балки зварюють, посилюючи місця стику металевою накладкою по всій ширині елемента. Накладка повинна заходити на кожну балку не менше ніж на 100 мм.

Нерозрізні системи можна створити шляхом влаштування додаткових опор, до того ж вільні прогони зменшуються, а несуча здатність балок значно збільшується. Додаткові опори виконують у вигляді окремих колон, колон із прогонами, підвісок із прогонами, підкосів із прогонами. Несучу здатність металевих балок збільшують також шляхом перетворення їх на шпренгельну ферму. Балка використовується як верхній пояс. Додаткові конструкції шпренгельної форми виготовляють централізовано, у виробничих майстернях або на заводах. Елементи шпренгельної ферми прикріплюють до посилюваної балки за допомогою болтів або зварюванням.

Збільшити несучу здатність металевих балок можна шляхом створення попереднього напруження в їхніх нижніх і верхніх поясах за допомогою установаження металевих затяжок.

У цьому разі змінюється статична схема роботи балки. Унаслідок цього, а також унаслідок спільної роботи балки й затяжки, збільшується несуча здатність системи загалом. Напругу в затяжках створюють за допомогою натяжних болтів. Затяжки зазвичай установажують попарно, на 50–100 мм нижче від низу або вище від верху балки. Проміжок між посилюваною балкою і затяжкою створюють за допомогою металевих упорів, що приварюються до нижньої полиці балки на відстані 1,0 м від опори.

У цегляних будинках несучу здатність металевих балок можна збільшити в 1,5 рази, замінюючи їхнє шарнірне обпирання на жорстке. Для цього в стінах додатково встановлюють анкерні болти або влаштовують металеві пояси жорсткості по периметру зовнішніх і внутрішніх стін.

### **14.3 Улаштування перекриттів і покриттів зі збірних залізобетонних конструкцій**

У процесі проведення реконструкції або капітального ремонту будівель і споруд під час влаштування перекриттів застосовують різні збірні залізобетонні конструкції і елементи: балки, колони, ригелі, плити перекриттів, дрібнорозмірні елементи.

Збірні залізобетонні перекриття розподіляються на такі групи:

- перекриття у вигляді настилів, що спираються на стіни будівель і повністю перекривають вільний прогін між ними;
- перекриття, що складаються із залізобетонних балок різного профілю й заповнення між ними у вигляді малорозмірних залізобетонних плит або пустотілих легкобетонних вкладень;



– збірно-монолітні перекриття, що складаються із залізобетонних балок неповного перетину з оголеною у верхній частині арматурою, за якими укладають ребруваті або склепінчасті залізобетонні плити, арматуру й бетонну суміш;

– перекриття, що складаються з окремих малорозмірних пустотілих блоків (бетонних, керамічних, гіпсових тощо), розкладуваних на опалубці, із подальшим укладанням арматури й бетонної суміші.

Більшість конструкцій монтують такими ж самими методами, як і під час зведення будинків і споруд, однак особливості виконання робіт під час проведення капітального ремонту й реконструкції будівель і споруд потребують розроблення нових специфічних залізобетонних конструкцій і спеціальних методів їхнього монтажу.

Залежно від маси елементів, які монтуються, і вантажопідйомності підйимально-транспортних засобів конструкції перекриттів поділяються на велико-, середньо- й дрібнорозмірні, маса яких становить 500–2 000 кг, 200–500 кг і менше 200 кг.

Як великорозмірні збірні залізобетонні елементи перекриттів застосовують конструкції, які використовують у капітальному будівництві, а також спеціально розроблені для капітального ремонту й реконструкції будівель і споруд. Це багатопустотні панелі перекриттів зі звичайною й попередньо напруженою арматурою. Для будівель і споруд з ослабленими стінами розроблено багатопустотні панелі перекриттів із випускними ребрами й спеціальними вкладишами.

Монтаж перекриттів з великорозмірних елементів обумовлюється конструктивними особливостями ремонтваної будівлі або споруди, технічного стану її несучих конструкцій. Він включає підготовчі та монтажні роботи.

Підготовчі роботи: розбирання конструкцій дахів, перекриттів (горищного, міжповерхового), перегородок, віконних і дверних блоків; заміна або посилення фундаментів, пробивання й закладення прорізів; ремонт або перекладення окремих ділянок цегляних стін у межах перекиданого поверху; влаштування гнізд і борозен у стінах; монтаж вентблоків і сантехкабін; подавання матеріалів на поверхи, розташовані нижче.

Монтаж перекриттів включає такі операції: стропування, подавання і приймання панелей (плит) перекриттів; укладання панелей у проєктне положення та закладення гнізд і борозен; анкерування панелей і встановлення вкладишів; замонолічування швів між панелями; бетонування монолітних ділянок.

Панелі перекриттів подають поверх наявних стін, які зберігаються під час проведення капітального ремонту й реконструкції будівель і споруд.

Для обпирання панелей із випускними ребрами в несучих стінах влаштовують гнізда й борозни. Останні пробивають у зовнішніх стінах на

ділянці не більше ніж на 3–4 панелі, а гнізда – у протилежних стінах. У двопрогінних будівлях гнізда пробивають у внутрішній стіні. Під час пробивання борозен і гнізд потрібно спостерігати за станом цегляних стін. У разі появи деформацій роботи необхідно негайно припинити й ужити заходів щодо посилення стін. Геометричні розміри борозен і гнізд залежать від обраного способу монтажу панелей перекриттів.

Використовують два способи встановлення панелей із випускними ребрами в проєктне положення: монтаж панелей із подаванням у похилому положенні під кутом  $20^\circ$  до горизонту; монтаж панелей із подаванням у горизонтальному положенні. Під час похилого подавання панелей глибину гнізд приймають 450 мм, висоту – 500 мм.

Під час монтажу перекриттів зі збірних залізобетонних пустотних панелей у зовнішніх і внутрішніх стінах пробивають борозни 200 мм завглибшки і 400 мм заввишки. Панель, розгорнута під кутом  $20\text{--}25^\circ$  щодо повздовжніх стін, плавно опускають у горизонтальному положенні, розгортають і одним торцем заводять у дверний отвір внутрішньої стіни з подальшим подаванням іншого торця панелі в борозну зовнішньої стіни. Після цього панель повільно переміщують паралельно до повздовжніх стін до місця встановлення й плавно опускають на постіль із цементно-піщаного розчину.

При дуже ослаблених несучих стінах використовують несучі залізобетонні перегородки, що сприймають навантаження від перекриттів. Вони становлять панель у поверх заввишки, що має зверху двобічні виступи для обпирання плит перекриттів.

Для перекриття прогонів понад 7,0 м розроблено конструкцію з неповним внутрішнім каркасом, що складається з колон, прогонів і настилів. Такі перекриття влаштовують за відомою технологією монтажу каркасних будинків.

Збірно-монолітну конструкцію перекриття виконують зі збірних залізобетонних балок неповного перетину з випусками арматури в стиснутій зоні. Балки з прогоном до 5,0 м монтують цільними по довжині, а в разі великих прольотів передбачається стикування двох елементів в прольоті. Міжблоковий простір заповнюють склепінчастими вкладишами або порожнистими блоками з легкого бетону. Шви між вкладишами (блоками) та міжблоковий простір замонолічують бетоном.

Під час влаштування збірно-монолітних перекриттів необхідно вживати заходів щодо забезпечення стійкості й жорсткості змонтованої частини перекриття до набуття монолітним бетоном необхідної міцності, а також контролювати якість підготовки поверхні, контакти між бетоном збірних конструкцій і монолітним бетоном, стежити за процесом укладання й ущільнення бетонної суміші, проводити заходи із догляду за тверднучим бетоном.

## 14.4 Ремонт і підсилення залізобетонних перекриттів

Під час ремонту залізобетонних перекриттів необхідно встановити причини руйнування або пошкодження їхніх елементів (перенапруження, вплив агресивних середовищ, зволоження з наступним заморожуванням і розморожуванням).

Ремонт монолітних перекриттів включає роботи щодо замінювання окремих ділянок або посилення плит перекриттів.

Пошкоджені ділянки плити перекриття обережно розбирають, зберігаючи арматуру за допомогою відбійних молотків. Потім по низу ремонтованої ділянки перекриття встановлюють опалубку, попередню арматуру очищують від бруду, виправляють, за необхідності встановлюють додаткові арматурні стрижні. Поверхню «старого» бетону в місцях прилягання до «нового» ретельно очищують, роблять насічку, а перед укладанням бетонної суміші промивають водою й укривають тонким шаром цементно-піщаного розчину в складі 1 : 2.

Монолітні перекриття посилюють знизу або зверху. Посилення плити перекриття знизу виконують за допомогою торкретування. Процес посилення включає такі операції: видалення захисного шару арматури; установлення додаткової арматурної сітки або стрижневої арматури й зварювання її з наявною арматурою; піскоструминне очищення поверхні бетону й арматури; пошарове нанесення торкретбетону; догляд за тверднучим бетоном. Торкретбетон наноситься шарами 10–15 мм завтовшки. Кожен наступний шар наноситься після зчеплення попереднього. Кількість шарів зазначають у проєкті, до того ж торкретбетон повинен забезпечувати товщину захисного шару арматури не менше ніж 15 мм. Поверхню останнього шару торкретбетону розрівнюють і ретельно затирають.

Посилювати монолітні перекриття знизу можна шляхом улаштування додаткових залізобетонних балок. З цією метою в несучих стінах улаштовують гнізда, у які заводитимуть несучі армокаркаси балок; у плиті перекриття по осі майбутніх балок пробивають наскрізні отвори діаметром 100–120 мм із кроком 1,5–2,0 м; монтують армокаркаси, підвішуючи їх до плити на дротяних скручуваннях; виконують палублення; укладають і ущільнюють бетонну суміш; витримують бетон до набуття ним необхідної міцності.

Перед початком робіт необхідно розвантажити посилюване перекриття шляхом установлення тимчасових опор з передаванням навантаження на перекриття, які розташовуються нижче.

Посилення монолітних перекриттів зверху виконують послідовно ділянками не більше ніж 3,0 м завширшки з кроком такого самого розміру. Попередньо в несучих стінах пробивають штраби, у які заводять арматуру

опорної частини плити. Арматуру перекриття, що підсилюється, розкривають у місцях з'єднання з арматурою підсилення. Поверхню «старого» бетону обробляють піскоструминним апаратом із метою створення шорсткої поверхні, ретельно очищують від сміття й бруду і змочують водою. Потім на металеві підкладки укладають нову арматурну сітку й зварюють її з наявною відповідно до проєкту. Бетонну суміш укладають смугами до 3,0 м завширшки і ущільнюють поверхневим вібратором. Товщина шару має бути 30–50 мм. Штраби ретельно закладають бетоном на всю висоту. У разі обмеження товщини плити посилення застосовують спосіб торкретування армованої поверхні шаром 25–30 мм. У цьому разі усувається головний недолік торкретування – втрати бетонної суміші, забезпечується надійне зчеплення «старого» бетону з «новим» і висока міцність нанесеного шару бетону.

У процесі експлуатації багатопверхових промислових будівель під впливом агресивного середовища збірні залізобетонні покриття на окремих ділянках руйнуються і набувають незадовільного стану. Характерні дефекти, що з'являються (повздовжні тріщини в бетоні захисного шару, корозія арматури, відколи тощо), істотно знижують несучу здатність плит перекриттів. Технічний стан ригелів, поверхня сполучення яких із агресивним середовищем значно менша, залишається задовільним і, зазвичай не потрібно їх підсилювати.

Застосування збірних залізобетонних плит для ремонту пошкоджених ділянок ускладнюється внаслідок обмеженості умов монтажу та неможливості використовувати високопродуктивне монтажне обладнання. Отже, ефективним способом реконструкції збірного залізобетонного перекриття з ригелями таврового перетину є зведення нового монолітного перекриття з наступним розбиранням наявного на пошкоджених ділянках. До того ж замініні залізобетонні плити використовуються як опалубку.

Збірні залізобетонні плити на реконструйованій ділянці перекриття замінюють у певній послідовності. На верхній грані ригелів за допомогою перфораторів відрізають поперечні пази з розкриттям робочої арматури. Замінні плити перекриттів по черзі звільняють від прикріплення в місцях їхнього обпирання на ригелі, попередньо підвівши під них стояки телескопічного підйомника, який розміщується на розташованому нижче перекритті. Плити, що демонтують, за допомогою підйомника піднімають на величину будівельного проміжку, достатнього для їхнього подальшого розбирання, і фіксують їх у цьому положенні металевими клинами.

На поверхню плит, що видаляються, наносять ізолювальний шар, який у подальшому запобігає адгезії «старого» й «нового» бетонів; укладають арматурну сітку, забезпечуючи за допомогою фіксаторів необхідну величину захисного шару бетону. Арматуру, розташовану в зоні розташування ригелів,

з'єднують відомими способами з їхньою робочою арматурою. Потім на поверхню реконструйованої ділянки перекриття укладають і ущільнюють бетонну суміш, яка заповнює поперечні пази в ригелях, утворюючи бетонні шпонки. Товщина й армування монолітної плити визначаються шляхом розрахунку, до того ж ураховується робота посиленних ригелів.

Після набуття бетоном необхідної міцності під кожен збірну залізобетонну плиту по черзі підводять стояки підйомника, піднімають плиту, витягають клини й опускають на полиці ригелів. Потім усередині прогону знизу пробивають борозну, розкривають і перерізають нижню робочу арматуру плити. Плита під власною вагою складається, і її за допомогою технічного підйомника опускають вниз – на перекриття нижнього поверху. Після цього її видаляють за межі будівлі, що реконструюється, повністю або частинами. Для цього застосовують малогабаритний навантажувач або консольний кран «у вікно».

Для зменшення товщини й власної ваги нового монолітного перекриття шляхом бетонуванням на верхню поверхню заміських плит встановлюють закладні деталі уздовж їхнього прогону. Після бетонування пошкоджені плити демонтують у повному обсязі й одночасно по ділянках, що дорівнюють ширині 2–3 плитам. Потім на нижні смужки ригелів під забетоновану ділянку плити перекриття підводять сталеві або залізобетонні прогони, підклинюють їх на опорах і з'єднують електродуговим зварюванням із заставними деталями плити нового перекриття.

Під час експлуатації залізобетонних перекриттів повнозбірних будівель (великопанельних, великоблокових) можуть з'являтися наднормативні прогинання й тріщини. Щоб ліквідувати ці дефекти, виконують роботи щодо усунення прогинань і посилення панелей перекриттів.

Щоб не допустити прогинання панелей горіщного перекриття, зверху на них укладають сталеві балки, кінці яких закладають в несучі стіни або спирають на бетонні підкладки біля них. Провислу панель підвішують до балок на сталевих хомутах, що пропускають через просвердлені в ній отвори. Для збільшення жорсткості сталеві балки заливають довкола бетоном.

Прогинання панелей міжповерхових перекриттів на невеликій відстані від несучих стін усувають шляхом підведення під них сталевих балок із наступним тинькуванням по металевій сітці. У будівлях із поперечними несучими стінами прогинання усувають за допомогою коротких двоконсольних балок, на кінцях яких встановлюють стягувальні болти, що пропускаються в спеціальні отвори, просвердлені в плиті перекриття.

Установлювати балки в середній частині приміщень не рекомендується внаслідок відсутності можливості зменшувати їхню висоту. У цьому разі наднормативне прогинання панелей перекриттів можна усунути шляхом

натягування металевих стрижнів, що встановлюються під стелею. Для цього в несучих стінах на нижньому рівні стелі просвердлюють наскрізні отвори, через які пропускають арматурні стрижні із різьбою на обох кінцях. На кінці стрижнів надягають металеві шайби й, нагвинчуючи гайки, ліквідують прогинання панелей. Після цього стелю тинькують по металевій сітці або облицьовують листами сухої штукатурки по дерев'яних брусках.

Руйнування несучих стін у місцях обпирання на них панелей перекриттів свідчить про недостатню площину опори. Дефект усувається шляхом влаштування додаткової опори з куточка, що встановлюється на болтах, пропущених крізь стіну.

Тріщини в залізобетонних конструкціях перекриттів зазвичай виникають перпендикулярно до робочої арматури внаслідок фізико-хімічних процесів, що відбуваються в матеріалі, температурних коливань, перевантажень і нерівномірного просідання будівель, повзучості бетону тощо. У перехресно армованих плитах із опорами по контуру тріщини зазвичай виникають у кутах плит у напрямі, перпендикулярному до діагоналей плит. Похилі тріщини з'являються в місцях опор конструкцій та інших ділянках під впливом сколювальних напружень.

Залізобетонні балки під час появи наднормативних тріщин ремонтують шляхом устанавлення металевих накладок із куткової сталі на пошкоджену ділянку балки або прогону із закладенням тріщин епоксидною або поліефірною смолами. Балки й прогони можуть підсилюватися за допомогою устанавлення додаткових сталевих затяжок, що закріплюються анкерами на опорах; підведення ґратчастих сталевих балок або влаштування металевих ґратчастих обойм на залізобетонних балках перекриттів. Пошкоджений нижній пояс балки або прогону можна підсилити за допомогою влаштування обойми з металевого листа 1–2 мм завтовшки.

В окремих випадках балки підсилюють шляхом устанавлення додаткової арматури, що забезпечує одночасну роботу ребер плит і підсилюваної балки. Арматурні стрижні приклеюють до зовнішніх поверхонь верхнього або нижнього поясу балок (прогонів) за допомогою поліефірних розчинів, які швидко зчіплюються і характеризуються міцністю на розтяг 20 Па.

## **ЛЕКЦІЯ 15 ОСНОВНІ МЕТОДИ РОЗБИРАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

### **15.1 Загальні положення щодо розбирання будівельних конструкцій**

Розбирання будівельних конструкцій вирізняється порівняно великою кошторисною вартістю і високою трудомісткістю. Аналіз кошторисів об'єктів, на яких проводився капітальний ремонт, свідчить про те, що вартість розбирання будівельних конструкцій становить 3,1–10 % від загальної вартості, трудомісткість – 13–36 %. Найбільш трудомісткими роботами, які потребують значних затрат ручної праці, є прибирання й транспортування матеріалів розбирання й будівельного сміття.

Розбирання будівельних конструкцій та інженерного обладнання становить складний технологічний процес, що складається з двох періодів – підготовчого й основного.

До початку підготовчого періоду виконавець робіт повинен отримати всю проєктно-кошторисну документацію: робочі креслення, кошторис, ПВР, ситуаційний план підземних комунікацій і наряд-замовлення на проведення робіт. Весь інженерно-технічний персонал, бригадири та робітники мають бути ознайомлені з документацією і безпечними методами ведення робіт. На цей період усіх мешканців та обслуговуючий персонал необхідно виселити.

У підготовчий період виконуються такі роботи: обстеження будівель і споруд, що розбиратимуться; вивчення й погодження умов виконання робіт; розроблення технології демонтажних робіт; перевірка відімкнення інженерних мереж, розташованих у будівлях і спорудах; підготовка під'їзних шляхів; доставляння й установлення риштування, сміттєпроводів, бункерів та іншого обладнання для демонтажу конструкцій і інженерного обладнання й вивезення матеріалів; доставляння та монтаж вантажопідйомного обладнання; підготування обладнання для тимчасового закріплення конструкцій у процесі демонтажних робіт; прокладання й підімкнення тимчасових інженерних мереж.

Базовий період, або власне демонтажні роботи, включає три етапи.

На першому етапі виконується демонтаж конструкцій шляхом відділення їхніх окремих елементів один від одного, зняття розділених елементів і їхній огляд, сортування й укладання в штабелі, руйнування монолітних бетонних, залізобетонних і кам'яних конструкцій.

На другому етапі проводиться сортування матеріалів після демонтажу конструкцій і інженерного обладнання, навантаження й транспортування їх до відповідних місць для повторного використання або на звалище.

На третьому етапі здійснюється підготовка фронту для виконання наступних будівельно-монтажних робіт.

Головне завдання демонтажних робіт полягає у видаленні будівельних конструкцій, які стали непридатними для використання, та їхніх елементів, вузлів інженерного обладнання, а також у створенні необхідного фронту робіт для монтажу нових конструкцій і устаткування.

Демонтажні роботи необхідно виконувати в межах однієї захватки (між сходовими клітками). До того ж необхідно чітко дотримуватися технологічної послідовності демонтажу конструкцій і обладнання, створюючи безпечні умови виконання робіт і максимально оберігаючи матеріали від розбирання, а також конструкцій, суміжних з тими, що будуть розбиратися.

Монтаж нових конструкцій можна розпочинати тільки після закінчення всього комплексу демонтажних робіт на захватці.

Технологія демонтажних робіт для кам'яних будівель і споруд різняться певними особливостями залежно від обраної схеми виконання робіт і типу застосовуваних машин і механізмів. Роботи в цьому разі можна виконувати за двома схемами.

Перша схема передбачає демонтаж конструкцій згори донизу – дахове покриття, дах, перекриття тощо. Подавання й видалення матеріалів здійснюється зверху в колодязь, зазвичай за допомогою підйимально-транспортних механізмів (баштових, переставних кранів тощо).

За другою схемою дах зберігається, проводиться його вибірковий ремонт. Подавання й видалення матеріалів здійснюється через віконні прорізи. У цьому разі підйимальні механізми (підйомники тощо) використовуються як транспортні засоби, а всі будівельно-монтажні роботи виконуються вручну.

Розбирання будівельних конструкцій під час капітального ремонту будівель і споруд розпочинаються з демонтажу інженерного обладнання. До початку робіт із демонтажу інженерного обладнання санітарно-технічні пристрої і електромережі вимикають від наявних зовнішніх комунікацій; випускають воду з систем опалення; водоміри, газові та електричні лічильники демонтують.

Розбирання санітарно-технічних систем починають зі зняття змивних бачків, раковин, умивальників, унітазів і ванн. Придатні до подальшого використання фаянсові вироби знімають акуратно, відгвинчуючи шурупи. Одночасно демонтують водорозбірні й запірні крани.

Радіатори опалення перед зняттям від'єднують від трубопроводів, а після демонтажу розбирають на секції, що не перевищують за масою 80 кг.

Під час розбирання трубопроводів із сталевих труб кріплення знімаються, а труби роз'єднуються в місцях різьбових з'єднань. Для полегшення розгвинчування муфт, гайок і стояків трубопровід у місцях з'єднань простукується;



ущільнювальний матеріал випалюється за допомогою паяльної лампи. Трубопроводи з чавунних труб розбирають після розкарбовування розтрубів і зняття фасонних частин або шляхом їхнього розбивання.

Демонтаж електромережі розпочинають зі зняття плафонів, патронів, вимикачів, штепсельних розеток, електричних щитків, рубильників тощо. Після зняття арматури приступають до демонтажу проводки. Електропроводи кожного приміщення відрізають від усієї системи й знімають окремо. Слабострумові кабелі знімають, не розрізаючи і протягуючи їх через отвори в стінах. Зняті електропроводи й кабелі розпрямляють і змотують у бухти.

Комплексний процес демонтажу будівельних конструкцій будівель і споруд здійснюють у такій технологічній послідовності: розбирають дах, не несучі конструкції (вікна, двері, перегородки, димові труби й печі), перекриття, сходи, стіни й фундаменти (за необхідності).

## **15.2 Розбирання дахів**

До розбирання дахів виконують демонтаж радіо- й телевізійних антен, стояків радіомовлення та пристроїв ліній зв'язку, рекламних щитів і інших установок. На горищі знімають електропроводку й демонтують санітарно-технічні пристрої. За наявності димових труб їх також розбирають перед демонтажем даху.

Розбирання сталеві покрівлі розпочинають із зняття покриттів поблизу димових труб, брандмауерних стін і інших виступних частин. Під час розбирання рядового покриття розкривають один зі стоячих фальців на всьому схилі за допомогою молотка-відвертальника або ломика.

Потім від'єднують лежачий фальц, який скріплює картину рядового покриття з листами настінного жолоба, піднімають її ломиком і перевертають на сусідній ряд. Далі роз'єднують картини на окремі листи й опускають їх на горищене перекриття. У такій самій послідовності знімають картини наступного ряду. Перед зняттям картин клямери відокремлюють від латів. Демонтаж парапетної решітки, зняття картин настінного жолоба й карнизного звису виконують після розбирання латів.

Під час зняття рулонного покриття його розрізають на смуги: спочатку ручним ножем, а потім спеціальними електроножицями. Смуги рулонного покриття відокремлюють від основи за допомогою лопати або легкого ломика й згортають у рулони.

Розбирання покриттів із хвилястих азбестоцементних листів розпочинають зі зняття гребневих деталей. Кріпильні деталі висмикують за допомогою лапи або відвертають викруткою. Потім розбирають сталеві коміри навколо димових

труб та слухових вікон. Листи рядового покриття знімають горизонтальними рядами починаючи з гребня. В останню чергу знімають покриття карнизних звисів і розжолобків із покрівельної сталі.

Розбирання покрівельного покриття з черепиці розпочинається зі зняття гребневих елементів. Далі горизонтальними рядами знімають черепицю – від гребеня до звису. До зняття черепиці необхідно зняти кріпильні деталі. Розбирання покриття розпочинають зі ходових дощок, а потім продовжують із горищного перекриття, використовуючи інвентарне риштування.

Після зняття покрівельного покриття розбирають лати й кроквяну систему. Для цього використовують ланцюгові електро- (бензо-) пилки, ломики, сокири. Роботи проводять з інвентарного риштування. Похилі крокви розбирають шляхом видалення вільно розміщених елементів, попередньо знявши металеві елементи кріплення: скоби, нагелі, скручування тощо. Під час розбирання висних крокв необхідно унеможливити обвалення кроквяних ферм.

### **15.3 Розбирання дерев'яних, цегельних, бетонних і залізобетонних перекриттів**

До початку робіт із демонтажу перекриттів необхідно розібрати сантехнічне обладнання, електричні мережі, печі та підлоги, відремонтувати стіни й перемички, невикористовувані отвори. Окрім того, обстежують технічний стан перекриттів: установлюють різновид конструкції перекриття (щоб визначити послідовність і методи виконання робіт), ступінь їхнього фізичного зношування (щоб визначити ослаблені місця й прийняти рішення щодо їхнього тимчасового обгородження та підсилення), надійність перекриттів, розташованих нижче (щодо можливості обвалення на них верхніх перекриттів або установа розвантажувальних опор), місця укладання тимчасових настилів і складування матеріалів розбирання.

Забороняється проводити роботи з демонтажу перекриттів на кількох ярусах одночасно.

Під час демонтажу перекриття по дерев'яних балках видаляють засипку, розбирають накат, підшивку стелі й балки. Засипку, а на горищних перекриттях попередньо розпушену обмазку, збирають у контейнери й опускають баштовим краном униз. Якщо немає баштового крана, то матеріали від розбирання видаляють по похилих лотках, попередньо змочуючи їх водою.

Щити накату розбирають за допомогою ломика, відриваючи їхні дошки від балок. Підшивку стелі відривають ломиком від балок і скидають на перекриття, розташоване нижче, або обпирають на перегородки. Балки перекриття, придатні для подальшого використання, розбирають у такій послідовності: підводять під

балки тимчасові опори, звільняють кінці балок, розширюючи гнізда й відгинають металеві анкери, вивішують балку на інвентарне риштування й відпилюють один з її кінців, уручну опускають обидві частини балки, перекриття, розташоване нижче, й видаляють їх через віконні прорізи.

На будівельних майданчиках, оснащених баштовими кранами, допускається проводити демонтаж балок перекриттів блоками, що складаються з 2–4 балок, накату або підшивки. Блок утворюють шляхом звільнення його елементів від укріплювальних деталей і суміжних частин будівлі. Стропують блок за допомогою чотиривіткового стропу або спеціальною траверсою.

Дерев'яні перекриття по металевих балках демонтують аналогічно до дерев'яних балок. Демонтаж таких перекриттів відрізняється тільки видаленням металевих балок. Уздовж несучих стін встановлюють риштування й звільняють кінці балок, пробиваючи горизонтальні борозни в стінах. Потім виводять балки з гнізд, повертаючи їх у горизонтальній площині. Балки видаляють баштовим краном або вручну через віконний отвір. Забороняється розбирати перекриття по металевих балках укрупнювальними блоками.

Демонтаж перекриттів з цегляних або бетонних склепінь по металевих балках. Спочатку видаляють засипку, розбирають склепіння й видаляють балки. Відповідно до місцевих умов склепіння розбирають по повздовжній або поперечній схемі.

За поперечною схемою склепіння розбирають ділянками 1,5–2,0 м завдовжки. Тимчасове укріплення не влаштовують. Робочі розміщуються на ходових містках, які укладаються по балках перекриття.

Бетонні склепіння завалюють на перекриття, розташоване нижче, вживаючи заходів щодо забезпечення їхньої стійкості шляхом установа т тимчасових опор. Для цього від склепіння відсікають ділянку до 1,0 м завдовжки, а потім підсікають п'яти з обох його боків. Для цього використовують відбійні молотки, ломики, сталеві клини й кувалди.

Цегляні склепіння розбирають у напрямі від замка до п'яти. Для цього в замку пробивають борозну 1,5–2,0 м завдовжки, після чого вибивають окремі цеглини в площині шва від замка до п'яти. Під час розбирання перекриттів із цегляних циліндричних склепінь видаляють засипку й розбирають або завалюють конструкцію склепіння. До початку робіт визначають конструкцію склепіння, місця її обпирання, конструкції, що сприймають вертикальні й горизонтальні навантаження від склепіння, конструкції і місця розташування ходових містків, способи їхнього установа т та кріплення.

Циліндричні склепіння розбирають ділянками 0,5 м завширшки, розпочинаючи роботу від торцевих стін, у напрямі від замка до п'ят. Допускається

проводити роботи одночасно з двох боків від торцевих стін, але в цьому разі останню, центральну ділянку склепіння завалюють.

До початку виконання робіт з розбирання залізобетонних перекриттів необхідно визначити конструкцію перекриття, яке розбирається, напрям робочого прогону плит, головних і другорядних балок. Порядок розбирання перекриттів такий: спочатку розбирають плити, а потім другорядні й головні балки відповідно. Порушувати цю послідовність забороняється, оскільки це може спричинити обвалення перекриття.

До початку робіт необхідно обрати схему армування, визначивши розташування робочої арматури. Якщо зробити це за зовнішніми ознаками неможливо, пробивають контрольні отвори.

Плиту розбирають смугами 300–400 мм завширшки в напрямі робочого прогону. Спочатку руйнують бетон, а потім обрізають стрижні робочої і конструктивної арматури. Зруйнований бетон і обрізану арматуру скидають на перекриття, розташоване нижче.

Другорядні балки руйнують у такій послідовності: під них підводять тимчасові опори, розпірки й фіксатори, в опорах оголюють арматуру (застосовують відбійні молотки, перфоратори) й перерізають її (застосовують газові або бензинові різачки), а потім видаляють баштовим краном за допомогою двовіткових стропів.

#### **15.4 Розбирання несучих стін (каркасних і внутрішніх)**

Послідовність розбирання несучих стін (каркасних і внутрішніх), а також заходи щодо забезпечення міцності й стійкості конструкцій, які розбираються і залишаються, визначається проектом.

Просторову жорсткість і стійкість стін багатопверхових будівель під час розбирання перекриттів забезпечують шляхом збереження частини демонтованих балок, які розташовуються на одній вертикалі по всіх поверхах. Вони зв'язують протилежні стіни. Крок між ними в межах поверху – 5,0–6,0 м, що забезпечує сталу роботу баштового крана. Зайві балки розбирають і видаляють у процесі монтажу нових перекриттів.

Якщо під час розбирання внутрішніх несучих стін зберегти балки неможливо, то міцність і стійкість зовнішніх стін забезпечується наявністю поперечних капітальних стін або збереженням ділянок внутрішніх стін із перекриттями, які на них спираються. Протяжність таких ділянок залежить від наявності поперечних капітальних стін, ступеня фізичного зношування зовнішніх стін, розмірів будівлі в плані і по висоті. Розбирання чергової ділянки

розпочинають після завершення цегляного мурування внутрішньої стіни і влаштування перекриттів на попередній ділянці.

Цегляні кам'яні стіни розбирають рядами по всьому периметру захватки з риштування, яке встановлюється на перекритті, розташованому нижче. Розбирання стіни розпочинають із внутрішнього боку мурування. Відбійним інструментом (перфоратором, відбійним молотком) спочатку руйнують горизонтальний шов, знімають цілі камені або цеглу й опускають їх по лотку до місця складування. Лоток установлюють під кутом, що забезпечує спускання матеріалів від розбирання під власною вагою.

### **15.5 Розбирання сходів**

Перед початком робіт із розбирання сходів їх обстежують, установлюють конструкцію сходів (для визначення послідовності розбирання й методів виконання робіт), ступінь збереженості елементів (для запобігання можливному обваленню), місця складування матеріалів розбирання та сміття.

Сходи розбирають зверху вниз, поярусно, одночасно з розбиранням конструкцій відповідного поверху.

Забороняється проводити роботи в декількох ярусах по висоті будівлі одночасно. Входи на сходову клітку з внутрішніх приміщень і отвори з боку вулиці захищають. Роботи виконують з тимчасових настилів, які спираються на сходові площадки або стіни сходової клітки.

Розбирання залізобетонних сходових майданчиків залежно від їхньої конструкції здійснюється аналогічно до розбирання залізобетонних перекриттів.

Під час розбирання дерев'яних сходів знімають перила, розбираючи їх на елементи. Спочатку відокремлюють поручні, а потім видаляють стояки. Проступи й присідці розбирають починаючи з верхнього фризного східця.

Розбирання сходів з окремих кам'яних або бетонних східців, укладених по сталевих косоурах, розпочинають зі зняття перил, які зазвичай демонтують цілими ланками. Обгородження сходів розрізають газовими різакми або електричними відрізними машинками на ланки, попередньо звільнивши стояки від закладення, і видаляють до місця складування.

Сталеві косоури демонтують після зняття всіх сходинок цього маршу. Косоури фіксують у робочому положенні на тимчасових опорах, після чого їхні кінці звільняють у закладенні: розгвинчують болти, знімають з'єднувальні косинці (якщо косоури зі швелера) або дротові скрутки й металеві хомутики. Допускається обрізання косоурів біля опор, якщо процес розбирання вузлів ускладнений.

Розбирання сходів із окремих сходинок, забитих консольно в стіну, теж розпочинають зі зняття перил, після чого під протилежні від стіни кінці сходинок підводять тимчасові опори. Потім зверху вниз, по черзі за допомогою перфоратора або відбійного молотка кожний щабель звільняють у закладенні, розширюючи при цьому під ним гніздо. Забороняється звільняти у закладенні більше двох сходинок. Звільнений щабель відокремлюють ломиком від нижніх щаблів, виводять із гнізда й по напрямних спускають на майданчик, розташований нижче. Складування елементів сходів виконують аналогічно.

Перед розбиранням суцільних монолітних залізобетонних маршів визначають їхню конструкцію і схему армування. До того ж необхідно виокремити робочу арматуру, яка забезпечує міцність і стійкість усієї конструкції.

Розрізняють дві схеми влаштування монолітних залізобетонних маршів: балкову, коли сходинки спираються на два косоури, і у вигляді плити зі сходами та сходовими майданчиками, які спираються на лобові балки.

Сходові марші, що виконуються за балковою схемою, розбирають у такій послідовності: під косоури підводять тимчасові опори, між косоурами відбійними молотками або перфораторами руйнують бетон сходинок у напрямі згори донизу, обрізають арматуру газовими різачками: спочатку монтажну, а потім робочу, біля опор косоурів раніше зазначеними способами оголюють і перерізають арматуру, звільнені косоури транспортують до місця складування. Під час розбирання косоурів забороняється утримувати їх баштовим краном.

У сходових маршах, виконаних у вигляді плити зі сходами, перфораторами або відбійними молотками зверху вниз пробивають смуги 250–300 мм завширшки. Арматуру, що оголилася, перерізають газовими різачками або електричними відрізними машинами. Дві останні смуги руйнують із тимчасового риштування, місця обпирання і вузли кріплення яких визначають заздалегідь.

## **15.6 Розбирання балконів**

Перед початком робіт обстежують балкони, встановлюють їхню конструктивну схему (для визначення послідовності й методів виконання робіт), напрям робочого прогону залізобетонної плити, ступінь фізичного зношування з метою попередження раптового обвалення, місця укріплення страхувальних пристроїв, місця складування й способи видалення матеріалів розбирання й сміття.

Найпоширеніші такі конструктивні схеми залізобетонних балконів:

- одно- або багатопрогонна плита, яка спирається на консольні балки;
- консольна плита, затиснена в стіні;

– плита, вільно оперта трьома сторонами на сталеві балки, а четвертою стороною затиснена в стіні будівлі;

– ребрувата плита, яка спирається на стіну будівлі й балку, розташовану паралельно до стіни будівлі, яка спирається на консольні балки або на вертикальні стояки.

Незалежно від конструктивної схеми балкон розбирають у такій послідовності: розбирають огороження, розбирають і видаляють підлоги й залізобетонні плити, звільняють у закладенні й видаляють консольні й обв'язувальні балки, за необхідності ремонтують стіни будівлі. Металеві огороження звільняють від квіткових ящиків, екранів та іншого навісного обладнання, розрізають на ланки, пакують і транспортують до місця складування. Підлогу й бетон балкових і консольних залізобетонних плит руйнують відомими способами – смугами 200–300 мм завширшки уздовж робочого прогону.

Плити, оперті по контуру, руйнують аналогічно, але смуги необхідно спрямувати перпендикулярно до стіни будівлі. Звільнену арматуру обрізають і видаляють відомими способами. Під обв'язувальні балки підводять тимчасові опори, кінці балок звільняють від укріплень (якщо це складно зробити, то обрізають відомими способами) і видаляють до місця складування.

Консольні балки розбирають аналогічно.

Балкони розбирають одночасно з монтажем інвентарних риштувань. Довжина стояків риштувань повинна бути такою, щоб у зоні виконання розбирання не перетиналися вертикальні й горизонтальні елементи риштувань. Риштування слугує також для установаження тимчасових опор для розібраних балок і складування матеріалів від розбирання.

Під час виконання робіт забороняється використовувати люльки, приставні сходи й драбини. Матеріали розбирання видаляють із риштувань краном або лебідкою.

### **15.7 Розбирання димових труб і печей**

Перш ніж розпочати роботи, обстежують труби й конструкції даху з метою встановлення такого: конструкції труби (для визначення послідовності й методів виконання робіт), ступеня фізичного зношування труби (для запобігання можливого обвалення), місць установаження засобів підмоцнення, місць складування матеріалів розбирання, ступеня фізичного зношування несучих елементів даху (у разі обвалення на них труби), місць прикріплення страхувальних пристроїв.

Димарі, розміщені над дахом, розбирають до початку розбирання даху. Труби, які підносяться над дахом більше ніж на 1,5 м, розбирають зі спеціального риштування, встановлених навколо цих труб і обладнаних відповідними трапами і обгородженням. Робота з приставних драбин заборонена.

Димарі, що виступають над дахом менше ніж на 1,5 м, розбирають із горизонтального риштування, навантаження від якого (разом із робітниками й матеріалами) не повинно передаватися на кроквяні ноги. Кроквяні ноги можна укріпити шляхом установа додаткових підкосів і стояків.

Ділянки димових труб у межах горищного простору, а також перекидні лежаки розбирають після розбирання покрівельного покриття й латів. Якщо висота решти ділянок димових труб більше ніж 1,5 м, роботи виконують із риштування, стояки яких встановлюються на балки горищних перекриттів.

Цегляне мурування розбирають рядами за допомогою монтажного ломика. Забороняється надрубувати труби й звалювати їх окремими ділянками на дах або горищні перекриття. Матеріали від розбирання завантажують у контейнери, які встановлюють на риштування, і опускають униз за допомогою крана або лебідки. У разі відсутності крана або лебідки матеріали розбирання та будівельне сміття можна спускати вниз по лотках.

Послідовність і способи розбирання печей визначають під час обстеження, встановлюючи призначення печі (кухонне вогнище або опалювальна піч), її конструкцію (насадна, що стоїть окремо) і різновид виконуваних робіт (викладена в жерстяних футлярах або металевих каркасах, обтинькована).

Насадні печі багатопверхових будівель демонтують зверху вниз. До того ж забороняється розпочинати розбирання нижньої ділянки печі допоки повністю не розібрана верхня ділянка. Забороняється також окремо знімати прилади, оскільки це може призвести до зменшення її несучої здатності й спричинити обвалення. Розбирати насадні печі на проміжних поверхах допускається, якщо можна передати навантаження від верхніх ділянок на несучі конструкції будівлі.

Печі понад 1,5 м заввишки розбирають з риштування згори донизу по рядах. Розбирання розпочинають зі зняття приладів. Перед зняттям пічних дверцят необхідно перевірити, чи не спирається на них унаслідок опадіння склепіння або зовнішньої сорочки печі. За їхньої наявності дверцята розбирають одночасно з муруванням. Кахлі (облицювання печей) знімають одночасно з цегляним муруванням. Їх видаляють, звільняючи клямери шляхом розрізання дроту. Печі, викладені в металевих (голландські) і у жерстяних футлярах, опускають униз краном, попередньо від'єднавши їх від димових каналів.

Матеріали розбирання сортують із метою можливого подальшого їхнього використання і разом зі сміттям в окремих контейнерах опускають униз.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гуденко В. М. Технологія будівельного виробництва: навч. посіб. / В. М. Гуденко. – Київ : Аграрна освіта, 2010. – 481 с.
2. Інкін О. В. Інженерні споруди : навч. посіб. / О. В. Інкін ; МОН України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2021. – 219 с.
3. Линник І. Е. Конспект лекцій з дисципліни «Інженерна підготовка в складних містобудівних умовах» для студентів магістерської програми денної, заочної форм навчання та слухачів другої вищої освіти спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / І. Е. Линник, Ю. І. Гайко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 39 с.
4. Пащенко Л. Н. Будівельні конструкції: навч. посіб. / Т. М. Пащенко, О. О. Сліпич, І. Б. Дремова. – Київ : ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2015. – 310 с.
5. Парфентьева І. О. Основи та фундаменти: навч. посіб. / І. О. Парфентьева, О. В. Верешко, Д. А. Гусачук. – Луцьк : ЛНТУ, 2017. – 296 с.
6. Ратушняк Г. С. Геодезичне забезпечення будівництва. Частина 1. : навч. посіб. / Г. С. Ратушняк, О. Д. Панкевич, Ю. С. Бікс, Т. Ю. Вовк. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 98 с.
7. Якименко О. В. Технологія будівельного виробництва : навч. посіб. / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 411 с.
8. Якименко О. В. Земляні роботи : навч. посіб. / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 158 с.
9. Якименко О. В. Бетонні роботи : монографія / О. В. Якименко, О. В. Кондращенко, А. О. Атинян ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 275 с.
10. Якименко О. В. Сучасні методи влаштування паль та шпунтових обгороджень : навч. посіб. / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 119 с.
11. Якименко О. В. Технічна експлуатація будівель та споруд : навч. посіб. / О. В. Якименко, К. О. Кіктьова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 247 с.
12. Якименко О. В. Технічна експлуатація інженерних мереж : навч. посіб. / О. В. Якименко, Н. Г. Морковська ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 289 с.

*Електронне навчальне видання*

**ЯКИМЕНКО** Олег Вікторович

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ПІД ЧАС ЗВЕДЕННЯ  
БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво»)*

Відповідальний за випуск *І. В. Говоруха*

*Редактор О. В. Михаленко*

Комп'ютерне верстання *О. В. Якименко*

План 2023, поз. 189 Л

---

Підп. до друку 04.08.2023. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 7,6

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.