

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

М. Н. Джалалов
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
2025

Джалалов М. Н. 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») / М. Н. Джалалов, О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 129 с.

Автори:

канд. техн. наук, доц. М. Н. Джалалов,
канд. техн. наук, доц. О. В. Якименко

Рецензент

І. В. Шумаков, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології та організації будівельного виробництва (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

Рекомендовано кафедрою технології та організації будівельного виробництва, протокол № 8 від 8 травня 2025 р.

© М. Н. Джалалов, О. В. Якименко, 2025
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	6
ЛЕКЦІЯ 1 ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА.....	7
1.1 Склад та призначення робіт з інженерної підготовки майданчика для будівництва	7
1.2 Опорна геодезична мережа	9
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	11
2.3 Опускний спосіб, його технологічні особливості. Галузь застосування	12
2.4 Зведення заглиблених ємнісних та природоохоронних споруд	14
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	18
3.2.1 Визначення висоти підйому гака баштового крана	19
3.2.2 Монтажні та захватні пристрої	21
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	26
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	30
4.4 Зведення будівель з об'ємних елементів	30
4.5 Зведення будівель з покриттями у вигляді оболонок та складок	31
4.6 Зведення будівель з арочними та купольними перекриттями	32
4.7 Зведення будівель з вантовим або мембранним покриттям	33
4.8 Зведення будівель із 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 ІЗ ТРИМАЛЬНИМИ І ОБГОРОДЖУВАЛЬНИМИ СТІНАМИ З ЦЕГЛИ	43
6.1 Класифікація будівель із цегли та будівельні процеси під час їхнього зведення	43
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	62
8.1 Будівельно-конструктивні особливості будівель та споруд агропромислового комплексу	62
8.2 Зведення силосних башт, зернових елеваторів, комбикормових заводів	64
8.3 Будівництво тепличних комплексів	65
ЛЕКЦІЯ 9 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД В ОСОБЛИВИХ УМОВАХ	66
9.1 Особливості технології зведення будівель та споруд в особливих умовах	66
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	71
ЛЕКЦІЯ 10 ТЕХНОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД	75
10.1 Аналіз умов та причини реконструкції об'єктів	75
10.2 Реконструкція житлових та громадських будівель	76
10.3 Реконструкція промислових об'єктів	77

ЛЕКЦІЯ 11 ТЕХНОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ І ПІДСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ	82
11.1 Можливі дефекти фундаментів і причини їхнього виникнення	82
11.2 Реконструкція і підсилення фундаментів	84
ЛЕКЦІЯ 12 ТЕХНОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ І ВІДНОВЛЕННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД	93
12.1 Можливі дефекти гідроізоляції будівель і споруд	93
12.2 Виконання робіт під час реконструкції й відновлення гідроізоляції будівель і споруд	94
ЛЕКЦІЯ 13 ТЕХНОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА РЕМОНТУ ПОКРІВЕЛЬНИХ ПОКРИТТІВ І ДАХІВ	100
13.1 Дефекти покрівельних покриттів і дахів	100
13.2 Ремонт та реконструкція покрівельних покриттів	102
13.3 Ремонт і реконструкція елементів дахів із дерев'яних конструкцій	104
13.4 Заміна дерев'яних конструкцій дахів на збірні залізобетонні елементи	106
ЛЕКЦІЯ 14 ТЕХНОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ, РЕМОНТУ І ПІДСИЛЕННЯ ПЕРЕКРИТТІВ	107
14.1 Можливі дефекти перекриттів	107
14.2 Ремонт та підсилення перекриттів по металевих балках	109
14.3 Улаштування перекриттів і покриттів зі збірних залізобетонних конструкцій	111
14.4 Ремонт і підсилення залізобетонних перекриттів.....	113
ЛЕКЦІЯ 15 ОСНОВНІ МЕТОДИ РОЗБИРАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД	117
15.1 Загальні положення щодо розбирання будівельних конструкцій	117
15.2 Розбирання дахів	120
15.3 Розбирання дерев'яних, цегельних, бетонних і залізобетонних перекриттів	121
15.4 Розбирання тримальних стін (каркасних і внутрішніх)	123
15.5 Розбирання сходів	123
15.6 Розбирання балконів	125
15.7 Розбирання димових труб і печей	126
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	128

ВСТУП

На сьогодні у сучасному будівництві спостерігаються значні структурні зміни. Помітно зросла частка зведення об'єктів неvirобничої сфери, суттєво збільшились обсяги реконструкції будівель та споруд. Вимоги до якості виконання робіт, збереження довкілля та терміну інвестиційного циклу значно підвищилися.

Під час будівництва об'єктів формуються нові відносини між учасниками. В умовах ринкової економіки стають більш відчутними наслідки прийнятих будівельниками організаційно-технологічних та управлінських рішень. Ці перетворення мають супроводжуватися реформуванням систем організаційно-технологічної підготовки з урахуванням технологічних процесів на будівельному майданчику.

Перелік технологій будівельного виробництва доволі широкий, вони постійно оновлюються, розвиваються та вдосконалюються. Ключові напрями подальшого вдосконалення будівельних технологій пов'язані з вирішенням питань ресурсозбереження, підвищенням гнучкості будівельних технологій, їхньої безпеки, якості, а також зменшенням негативного впливу на природне та соціальне середовище.

ЛЕКЦІЯ 1 ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА

1.1 Склад та призначення робіт з інженерної підготовки майданчика для будівництва

До робіт підготовчого періоду включають: проєктно-вишукувальні роботи, інженерну підготовку території під будівництво та організацію будівельного майданчика.

Проєктно-вишукувальні роботи є фундаментом для визначення раціональних проєктних рішень, гарантування міцності та стабільності будівель і споруд, розробки проєктів організації будівництва та здійснення робіт.

Існують економічні та інженерно-технічні дослідження.

Економічні дослідження необхідні для вибору місця та майданчика будівництва, забезпечення економічності проєктних рішень, організації будівництва.

Інженерно-технічні дослідження проводяться з метою вивчення топографічних, геологічних, гідрогеологічних та метеорологічних умов будівництва. Склад та обсяг досліджень залежать від виду будівництва. Критично важливо знати, що від точності геологічних даних залежить стабільність як земляних, так і інших споруд, а також вибір способу ведення земляних робіт.

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

Інженерна підготовка території передбачає виконання комплексу робіт із надання їй стану, який забезпечує проведення будівельних робіт у найбільш сприятливих умовах. До складу цих робіт входять загалом розчищення території майданчика, відведення поверхневих та зниження рівня ґрунтових вод, створення геодезичної основи розбивки.

Розчищення будівельного майданчика від лісу та чагарнику здійснюється в межах, визначених проєктом та обгороджених тимчасовим парканом. Цінні породи молодих дерев у певні терміни пересаджують на нові місця. Решту дерев після валки та оброблення транспортують на тимчасові склади, розташовані за межами будівельного майданчика.

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

Валку дерев варто проводити з одночасним корчуванням та видаленням пнів. Методи валки дерев визначаються величиною лісу, породою деревини, видом ґрунту та гідрологічними умовами.

У звичайних ґрунтах дерева незалежно від їхнього діаметра валять з коренем, використовуючи трактори-деревовали або бульдозери, оснащені спеціальними упорними рамами. Великі та середні дерева валять, попередньо підрубавши або підпилявши 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 його використання під час відновлення (рекультивації) порушених сільськогосподарських земель, а також під час благоустрою території. Рослинний шар зазвичай знімають у талому стані бульдозерами та скреперами. Взимку родючий шар допускається знімати лише за наявності техніко-економічного обґрунтування в 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 знесення існуючих будівель та споруд або окремих їхніх елементів. Процес розбирання включає два етапи – підготовчий та основний. На підготовчому етапі проводиться обстеження будівель, що зносяться. Крім того, 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 сусідніх будівель; терміни початку та завершення робіт.

На основі результатів обстежень підрядник розробляє проєкт виконання робіт із розбирання будівель, який включає генплан споруди, що зноситься, схеми та технологічні карти виконання робіт, графіки їхнього виконання, машини та механізми, які використовуються в роботі, транспортні засоби, такелажне оснащення, риштування тощо. Особливу увагу варто приділити розробці заходів для забезпечення безпеки 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 завершення очищення території будівельного майданчика. Для відведення поверхневих вод

облаштовуюють 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 верховодки вздовж меж майданчика та прискорити її стікання з майданчика будівництва. Для тимчасового водовідведення влаштовують резерви, кавальєри, відвали, що розташовуються з нагірного боку будівельного майданчика, а також спеціальні огорожувальні обвалування. При цьому поперечні перерізи та ухили всіх тимчасових водовідвідних пристроїв мають бути розраховані на пропуск зливових вод від танення снігу протягом терміну, що перевищує плановий термін будівництва споруд, що огорожуються, втричі. Брівка тимчасових водовідвідних канал повинна 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 глибиною до 1 500 мм, що відриваються з пологими укосами (1 : 2) та необхідними для течії води поздовжніми ухилами. Закритий дренаж є траншеєю з ухилами в бік скидання води, що заповнюється дренажним матеріалом (щебінь, гравій, крупний пісок).

1.2 Опорна геодезична мережа

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

Створення геодезичної розбивочної 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 розбивочна основа включає розбивочну мережу та розбивання червоних ліній, зовнішню та внутрішню розбивочні мережі будівлі (споруди), розбивання осей лінійних споруд та нівелірні мережі.

Геодезичну розбивочну 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 цього, 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 (AB і AC). 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 зведення підземних об'єктів (гаражів, тунелів, шлюзів, насосних станцій та очисних споруд) найефективнішим є метод «стіна в ґрунті». Його суть полягає у такому: за допомогою спеціалізованої техніки або грейдерного обладнання, використовуюваного екскаваторами з ковшем об'ємом 1 м³ та більше, влаштовують траншею завширшки 0,2–1,0 м і глибиною від 1,0 м та більше.

Щоб запобігти обваленню вертикальних стінок траншеї, застосовують глинистий розчин, що забезпечує необхідний гідростатичний тиск. Після завершення розробки ділянки траншеї до потрібної глибини, екскаватор переміщують на нову робочу позицію, а на відкритому відрізку траншеї зводять

стіну з монолітного залізобетону або збірних елементів. Після завершення влаштування «стіни в ґрунті» навколо споруди або котловану здійснюють розробку ґрунту та його транспортування з котловану стандартними методами, використовуючи екскаватори, самоскиди та інше обладнання. Стіни споруд та огорожі котлованів, зведені за методом «стіна в ґрунті», можуть мати різноманітні форми: прямокутну, багатокутну, круглу, хрестоподібну тощо.

Для розробки траншей з вертикальними або похилими стінками найефективнішими є землерийні машини, що забезпечують безперервну або циклічну розробку траншеї на всю її висоту. До таких машин відносять екскаватори з зворотною лопатою (для траншей до 7,4 м завглибшки), драглайни (для траншей до 16,3 м завглибшки), буро-фрезерні машини.

Ефективність і доцільність методу «стіна в ґрунті», а також вибір механізмів для роботи залежать від гідростатичних умов будівельного майданчика та характеристик споруджуваного об'єкта. Цей метод застосовується у випадках заглиблення конструкції у водотривкий шар; щільної забудови території; високого рівня ґрунтових вод у районі будівництва; влаштування приміщень, заглиблених у ґрунт більш ніж на 5,0–7,0 м.

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

Виймання ґрунту здійснюється за допомогою машин циклічної та безперервної дії. До першої групи потрібно віднести звичайні екскаватори, оснащені ковшем з зворотною лопатою. За глибині траншеї 7,0–12,0 м використовують подовжені держачи. Найпоширеніше обладнання з робочим органом у вигляді дволопатевого грейдера, які підвішують на канаті стріли крана-екскаватора або закріплюють на спеціальній жорсткій штанзі.

Обладнання безперервної дії є продуктивнішим, але й дорожчим та складнішим в експлуатації. До цієї групи відноситься гідравлічний траншеєкопач. Він призначений для розробки траншей у піщаних, глинистих та суглинистих ґрунтах глибиною до 20,0 м та завширшки до 0,5–0,8 м.

Зведення монолітних стін з бетону та залізобетону в траншеях під захистом глинистого розчину виконують методом вертикально переміщеної труби.

У комплект спеціального обладнання для укладання бетонних сумішей входять: вишка з лійкою; бетонолітна секційна труба; опорна шайба та баддя для бетонної суміші. У траншеях до 20,0 м глибиною можна використовувати телескопічні бетоноукладачі.

2.3 Опускний спосіб, його технологічні особливості. Галузь застосування

Опускні колодязі використовують при влаштуванні підземних приміщень, таких як насосні станції, водозабори, скіпові ями доменних печей, установки безперервного розливання сталі, підземні гаражі, а також для масивних та заглиблених фундаментів 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 з заокругленими 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 рекомендовано використовувати, якщо підземне приміщення за технологічними вимогами має складний контур у плані; потрібно проходити крізь скельні ґрунти або ґрунти з великою кількістю валунів, а також коли збірний опускний колодязь конструктивно складніше виготовити, ніж монолітний.

Технологія влаштування опускного колодязя складається з таких етапів:

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

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

Існує 5 типів основ під ніж опускного колодязя:

- на заглибленій 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, заглиблюючи їх на 0,5 діаметра підкладки. Висота подушки 500–700 мм, ширина визначається довжиною дерев'яних підкладок +1 000 мм. Звичайна

довжина підкладок становить 2,0–3,5 м.

Стіни колодязя під час бетонування розбивають на яруси, а яруси – на блоки. Висоту ярусу визначають у проєкті виконання робіт, враховуючи умови допустимого питомого тиску на ґрунт під ножовою частиною колодязя, а також умови 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 дозволяється лише після набору міцності бетоном 1,2–1,5 МПа. Стіни та днища колодязів гідроізолюють, чим запобігають потраплянню води всередину колодязя та захищають бетон стін і 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. На сьогоднішній день застосовують два способи опускання колодязя: насуху, з водовідливом або зі штучним зниженням рівня ґрунтових вод; без водовідливу, з розробкою ґрунту під водою.

У разі опускання колодязів насуху використовуються три схеми розробки та видалення ґрунту з колодязів.

За першою схемою ґрунт у колодязі розробляють екскаваторами або бульдозерами, а на поверхню видаляють кранами у баддях.

Друга схема передбачає розробку ґрунту в колодязі грейдерами.

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

- ґрунт розробляють гідромоніторами та транспортують на поверхню землесосними снарядами;
- розробку ґрунту ведуть гідромоніторами, а на поверхню видаляють гідроелеваторами;
- ґрунт розробляють екскаваторами, а на поверхню видаляють засобами гідромеханізації.

Спосіб опускання колодязів визначається у проєкті виконання робіт, враховуючи гідрогеологічні умови будмайданчика та місцеві умови будівництва. Під час спорудження опускних колодязів можливі перекоси та їхнє зависання, самовільне опускання. У таких випадках перекоси виправляють такими способами:

- випереджальною та більш інтенсивною розробкою ґрунту під ножовою частиною колодязя, яка менш заглиблена в ґрунт;

- додатковим навантаженням тієї ділянки стіни колодязя, яка менш заглиблена в ґрунт;
- розмиванням ґрунту гідрооголкою.

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

2.4 Зведення заглиблених ємнісних та природоохоронних споруд

Будівництво споруд, заглиблених у ґрунт, здійснюється у складних геологічних, гідрогеологічних та гідрологічних умовах. До цих споруд належать об'єкти для забору, перекачування та зберігання води, а також для очищення, знезараження та перекачування стічних вод.

Способи будівництва заглиблених споруд:

- у відкритих котлованах;
- опускні;
- «стіна в ґрунті».

Перший спосіб є традиційним та найпоширенішим. Його суть полягає в тому, що до початку будівництва заглибленої споруди її розробляють у плані з необхідними розмірами, вказують глибину котловану з укосами, крутість яких визначається залежно від властивостей ґрунту та рівня залягання ґрунтових вод, щоб забезпечити стійкість укосів.

Будівництво заглиблених споруд у відкритих котлованах зазвичай реалізується у скельних, піщано-гравелистих, галькових та валунних ґрунтах.

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

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

Споруди, які зводяться 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 та розмірів споруд товщина зовнішніх залізобетонних стін цих споруд у разі монолітного виконання варіюється від 0,4 м до 1,5 м, а у разі збірного – від 0,24 м до 0,8 м.

Розробка ґрунту в котлованах, залежно від обсягу ґрунту, що виймається, та наявності вільних майданчиків, здійснюється за такими схемами:

- ґрунт розробляється екскаватором у відвал з подальшим

переміщенням бульдозером;

- у випадку глибоких котлованів розробка ґрунту проводиться у два яруси і більше;

- за наявності вологих і мокрих ґрунтів краще застосовувати драглайн або зворотню лопату;

- у сухих ґрунтах – використання всіх типів навісного обладнання екскаваторів.

Для зведення монолітних стін споруд рекомендується застосовувати армаопалубні 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 пауз 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

Будівлі, що збираються, з огляду на конструктивні особливості поділяються на великопанельні, каркасні, великоблокові та об'ємно-блокові. Сучасні великопанельні будинки можливо розділити на 4 види, опираючись на їхню конструктивну схему: з незначним кроком поперечних тримальних стін; з великим кроком поперечних тримальних стін; із змішаним кроком поперечних тримальних стін; з поздовжніми тримальними стінами.

У будівлях, де є поперечні тримальні стіни, зовнішні стіни можуть бути: тримальними, самотримальними та навісними.

Каркасні будівлі в конструктивному плані бувають з балковими та безбалковими перекриттями, також із поверхом у міжфермовому просторі. Дві останні схеми застосовуються в промислових будинках. Розміщення ригелів у каркасах балкової конструкції буває поздовжнім або поперечним. Панелі

зовнішніх стін у таких будинках можуть бути самотримальними або навісними. Будинки об'ємно-блочної конструкції поділяються на 3 головні конструктивні схеми:

- панельно-блокова – комбінація тримальних об'ємних блоків з плоскими панелями перекриттів та навісними або самонтримальними панелями зовнішніх стін;

- каркасно-блокова – комбінація тримальних блок-кімнат з тримальним каркасом. У будинках такої конструкції все навантаження приймає на себе залізобетонний каркас, а блок-кімнати спираються на поперечні чи поздовжні ригелі;

- об'ємно-блокова – цілісне розташування об'ємних елементів без використання плоских конструкцій. Основним типом конструкції житлових будівель є великопанельна, а громадських та адміністративних побутових будівель – каркасна.

Відповідно до поверховості будівлі поділяються на: малоповерхові (1–2 поверхи); середньоповерхові (3–5 поверхів); багатоповерхові (6–12 поверхів); підвищеної поверховості (12 і більше поверхів); висотні (25 поверхів та більше).

Довжина та конфігурація будівель у плані може бути різною, залежно від кількості та видів блок-секцій.

Основні види 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, враховуючи архітектурно-конструктивні особливості, бувають: одноповерхові, багатоповерхові та змішаної поверховості.

В одноповерхових будівлях зазвичай знаходяться підприємства з важким і громіздким устаткуванням, великогабаритними виробами та значними динамічними навантаженнями.

В одноповерхових виробничих будівлях застосовують укрупнену сітку 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), що дає змогу більш гнучко організувати технологічний процес, вільно розташовувати устаткування та вносити зміни в технологічні процеси під час впровадження нової техніки та технологій без потреби реконструкції будівель.

Застосування залізобетонних та армоцементних оболонок, сталевих та алюмінієвих ферм, просторових та висячих систем, а також інших високоміцних полегшених конструкцій покриттів дає змогу будувати

великопрогонні будівлі з прогонами 36,0 м, 42,0 м, 60,0 м в ширину.

В одноповерхових виробничих будівлях використовують залізобетонні, сталеві та комбіновані каркаси, а в окремих випадках можливе застосування неповного каркасу з тримальними кам'яними стінами. Стандартне рішення одноповерхових будівель включає поперечні рами, у яких з'єднання ригелів та колон виконується шарнірно. Шарнірне з'єднання колон і ригелів конструктивно простіше жорсткого, що спрощує виготовлення та монтаж.

Багатоповерхові виробничі будівлі з конструктивного погляду здебільшого є каркасними та зазвичай проєктуються зі збірного залізобетону. Такі будівлі зводяться з повним (неповним) збірним залізобетонним каркасом і самотримальними (тримальними) або навісними стінами.

Каркас складається з вертикальних стійок (колон), жорстко з'єднаних із балками (ригелями) міжповерхових перекриттів та покриттів. Разом вони формують поперечну багатоярусну раму, яка жорстко защемлена у фундаментах. У поздовжньому напрямі поперечні рами з'єднуються настилом перекриттів та покриттів, формуючи жорсткі діафрагми. Уніфіковані габаритні схеми передбачають дво-, три- та 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 багатоповерховими.

Для верхніх поверхів з підвісним підйимально-транспортним устаткуванням вантажопідйомністю до 5,0 т або мостовими кранами вантажопідйомністю до 10,0 т використовують проліт до 24,0 м. Висота поверхів може становити 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 м – тільки для верхнього поверху.

Каркас багатоповерхових будівель збирається з уніфікованих конструкцій та складається з колон прямокутного перетину (0,4 м × 0,4 м і 0,4 м × 0,6 м), ригелів прямокутного перетину або з опорними полицями та коробчастими настилами. Колони з консолями для опори ригелів виготовляють на один, два, три поверхи. Стики колон виконують зварюванням випусків арматури з подальшим замонолічуванням, стики розміщують на 0,6 м вище рівня підлоги.

Використовувати сталеві каркаси в багатоповерхових будівлях дозволяється під устаткування з корисним навантаженням на перекриття, що перевищує 30 кН/м², 15 кН/м² та 10 кН/м² 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 обираються з огляду на обсяг монтажних робіт, об'ємно-планувальні та конструктивні рішення будівлі, терміни монтажу, наявний парк монтажних механізмів. Методи монтажу збірних конструкцій різняться залежно від використовуваного підйимально-монтажного обладнання, міри укрупнення збірних елементів, що прибули на будівельний майданчик; черговості встановлення їх у проєктне положення; напряму монтажу та руху крана; способів наведення та встановлення елементів на розташовані нижче опорні конструкції.

У кожному разі застосування тих чи інших методів має забезпечувати точність встановлення 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 проєктній позначці; монтаж укрупненими конструктивними елементами на проєктній позначці; встановлення у проєктне положення задалегідь 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 комплекту використовуваних машин: нерухомими засобами; установниками; домкратними пристроями; поворотними кранами;

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

Вибір монтажних машин і технологічного оснащення проводиться після визначення методів виконання монтажних робіт і способів встановлення конструкцій у проєктне положення. Для цього складають різноманітні варіанти механізації робіт та визначають за мінімальними необхідними параметрами технічну можливість використання крана конкретного типорозміру.

Вихідними даними при виборі 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, ґрунтового-кліматичні фактори, конструктивні особливості підземної частини). Варто також обирати крани, які за своїми параметрами та ступенем охоплення конструкцій, що монтуються, за вантажопідйомністю і продуктивністю відповідали б спорудам, що зводяться.

Визначаючи схему руху монтажних кранів та їхніх стоянок за будь-якого методу монтажу, необхідно прагнути до зменшення протяжності 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

Під час визначення технічних параметрів монтажних кранів (висота підйому крюка, монтажна маса, виліт крюка) розглядаються базові моделі та їхні модифікації з усіма типами робочого обладнання, підйомними і балочними стрілами та баштовим обладнанням.

$$H_m = h_o + h_e + h_з + h_c, \quad (3.2)$$

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

$h_з$ – 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.

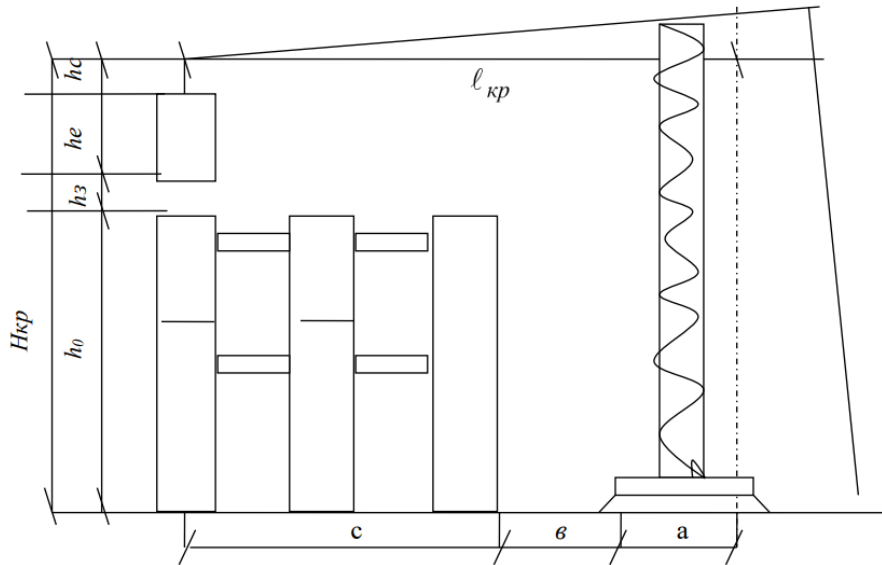


Рисунок 3.1 – Визначення висоти підйому гака баштового крана

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:

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

де a – ширина кранової колії, м;

v – відстань від кранового шляху до проекції частини стіни, що найбільше виступає, м;

c – відстань від центра тяжкості, найбільш віддаленого від крана елемента до частини стіни, що виступає, з боку крана.

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:

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

де H_k – глибина котловану, м;

φ – кут природного укосу ґрунту.

Вантажний момент крана:

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

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, вилоподібні, 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 балансірні стропи з блоками, що забезпечують рівномірне натягання віток стропів (рис. 3.2).

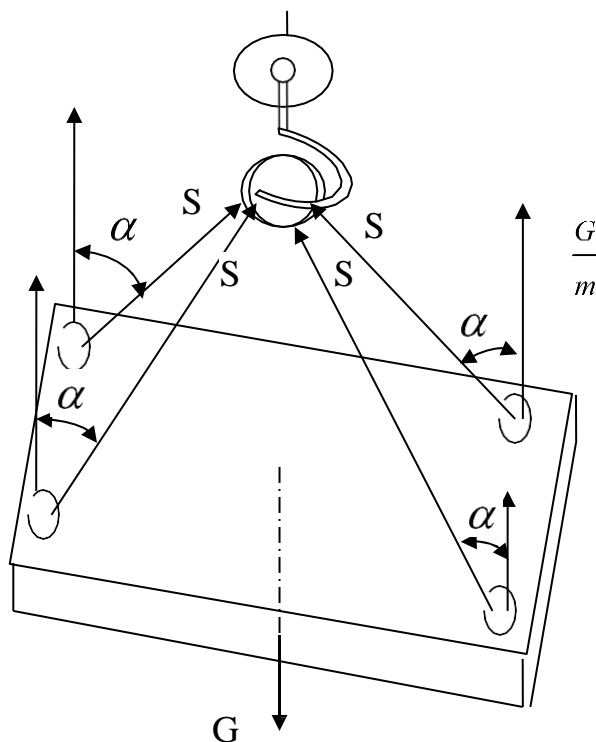


Рисунок 3.2 – Схема зусиль у вітках стропа

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 α – 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 α , 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 стисних зусиль в елементі, що піднімається, тому величину кута рекомендується приймати не більше ніж 45° . 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 із 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. Підіймання 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.

Підіймання 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:

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

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_B – 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:

$$K_B = K_{B.T} \cdot K_{B.O}, \quad (3.10)$$

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

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

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

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:

$$m_{\kappa} = \sum \frac{P_{ci}}{K\Pi_{e\kappa i}}, \quad (3.12)$$

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

K – коефіцієнт перевиконання норм;

$\Pi_{e\kappa i}$ – 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;

Π_{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;

ℓ – 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:

$$m_k t_c K_{вк} K_{ок} = t_T \cdot n_{ТМ}. \quad (3.17)$$

Звідси необхідна кількість транспортних циклів автотягача:

$$n_{ТМ} = \frac{m_k t_c K_{вк} K_{ок}}{t_T}, \quad (3.18)$$

де m_k – кількість кранів, що обслуговуються;

t_c – тривалість роботи кранів;

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

$K_{ок}$ – 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:

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

де $t_{зп}$ – 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:

$$n_{Т-В} = t_c K_B \cdot \frac{K_{от}}{t_T}, \quad (3.20)$$

де K_B – коефіцієнт використання часу роботи автотягача протягом зміни;

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

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

$$m_T = \frac{n_{ТМ}}{n_{Т-В}}. \quad (3.21)$$

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 тримальних 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 багатопверхових 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:

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

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_{δ} – тривалість бетонування стику;

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

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

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

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

де t_z – тривалість зварювання стикових з'єднань.

Тимчасове фіксування та вивірення ферм і балок здійснюється так. Під час монтажу осі залізобетонних ферм варто сумістити з розмітками на колонах та закріпити на анкерних болтах, водночас першу ферму фіксують розчалками, приєднуючи суміжні з гребенем вузли верхнього поясу до нерухомих елементів будівлі або спеціальних якорів. Наступні ферми закріплюють по гребеню інвентарною гвинтовою розпіркою з раніше встановленими розпірками у вузлах сполучення розкосів із верхнім поясом.

Для тимчасового закріплення та вивірення кроквяних ферм з кроком 6,0 м або 12,0 м може бути використаний кондуктор-розпірка.

Залізобетонні балки, що мають відношення висоти до ширини 4 : 1 і менше, встановлюють на горизонтальні опори без потреби у тимчасовому фіксуванні; у разі більшого відношення висоти до ширини балки, що монтуються, кріплять розпірками та стяжками з іншими надійно закріпленими конструкціями.

Зварювання монтажних з'єднань та протикорозійний захист закладних деталей і зварних з'єднань проводять на завершальному етапі виконання монтажних робіт. Зварювання монтажних з'єднань виконується або на стендах під час укрупнювального складання конструкцій, або в проектному положенні. Для зварювання закладних деталей, враховуючи просторове розташування стрижнів та швів, діаметр стрижнів, які зварюються, і тип з'єднань, можна

застосовувати: напівавтоматичне ванне (стикові вертикальні та горизонтальні з'єднання), ручне ванне (стикові горизонтальні з'єднання), напівавтоматичне дугове і ручне дугове зварювання. Ванне зварювання вирізняється високою міцністю та економією металу. Воно також більш ефективно з погляду витрат праці та вартості робіт.

Збірні залізобетонні конструкції постачаються на будівельний майданчик з закладними деталями та випусками арматурних стрижнів, з попередньо нанесеним антикорозійним покриттям на заводах.

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

ЛЕКЦІЯ 4 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

4.1 Зведення великопанельних будівель

Конструкція великопанельного безкаркасного будинку базується на принципах спільної просторової роботи всіх елементів, поєднуючи тримальні стіни й огорожувальні функції в єдиній системі. Головними ознаками таких будівель є обмежена кількість типорозмірів елементів та простота монтажних робіт.

Перед початком монтажу необхідно завершити земляні роботи в котловані та прокласти всі підземні комунікації. Процес збирання елементів великопанельних конструкцій відбувається по ділянках (захватках), включаючи в одну секцію одну-дві частини будівлі. Такий підхід забезпечує безперервність роботи і рівномірність виконання завдань, сприяючи потоковості виробництва.

Збірні елементи можуть доставлятися безпосередньо з транспорту або з при об'єктного складу, розташованого у межах дії монтажного крана, враховуючи розподіл за захватками. Установка частин конструкції, зокрема фундаментів і стін підвалу, можлива за допомогою баштових, автомобільних або самохідних стрілових кранів. При цьому монтаж підземних елементів за допомогою рейкових кранів зазвичай обходиться дешевше порівняно з використанням стрілових кранів на гусеничному чи пневмоколісному ході.

Послідовність монтажу великопанельних будинків залежить від характеристик конструкції, стійкості окремих елементів, а також від зручності та безпеки робіт. Доцільно дотримуватися основних принципів: елементи встановлюють у проєктне положення закритими осередками, приєднуючи кожен панель до попередньої і закріплюючи їх електрозварюванням. Монтаж рекомендується починати з утворення маячних (базових) осередків, таких як зовнішні кути будівлі чи сходові клітки.

Роботу починають із зовнішніх кутів. Установлення першої пари панелей зовнішніх стін (поздовжньої та поперечної) формує жорсткий вузол, що забезпечує просторову стабільність конструкції. Для оптимізації процесу рекомендується монтаж «на кран», який передбачає встановлення панелі, найбільш віддаленої від місця розташування крана, що полегшує візуальний контроль для кранівника під час роботи. Якщо використовуються два крани, монтаж потрібно починати з кутів будівлі, розташованих ближче до кожного крана відповідно.

4.2 Зведення великоблочних та панельно-блочних будівель

Великоблокова схема в спорудах забезпечується рівнем їхньої фабричної готовності, адже всі процеси виготовлення, компонування, оснащення сантехнічним та інженерним устаткуванням, оздоблення блоків зовні та всередині здійснюється в умовах заводу. На будмайданчику проводиться винятково монтаж блоків, з'єднання труб та герметизація стиків, що становить 15–20 % від загальної трудомісткості будівлі.

Панельно-блокова схема будівель передбачає комбінування тримальних об'ємних блоків, які розташовуються на різних відстанях один від одного, і плоских панелей перекриттів та стін, що заповнюють вільні простори між блоками.

Процес зведення блокових та панельно-блокових споруд суттєво відрізняється від зведення будівель традиційних конструкцій. Завдяки стійкості блоків відсутні етапи тимчасового закріплення, вивіряння та доведення їх до проєктного положення після встановлення на перекриття. Будівлю в процесі монтажу поділяють на захватки. Послідовність монтажу блоків залежить від особливостей конструктивних рішень, сполучень блоків із площинними елементами, а також від типу використовуваного монтажного крана та його характеристик.

Стропування та підйом блоків здійснюються за допомогою просторової балансірної траверси, а транспортування блоків на будмайданчик – за допомогою трейлерів або автопричепів. Монтаж блоків ведеться з транспортних засобів.

4.3 Зведення каркасно-панельних будівель

Каркасно-панельні системи, з огляду на спосіб забезпечення просторової жорсткості, поділяються на рамні, рамно-зв'язкові та зв'язкові; щодо схеми розміщення рам каркасу – на системи з просторовими і плоскими (поздовжніми або поперечними) рамами; згідно з типом горизонтальних тримальних конструкцій – на ригельні, безригельні, з горизонтальними тримальними елементами в повну висоту поверху.

Послідовність монтажу:

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

Залежно від ваги елементів, габаритів споруди та конкретних умов будівництва, монтажні крани можуть бути розташовані з одного або обох боків будинку, що зводиться. Монтаж будови здійснюється за захватками, що розташовуються по ярусах. У межах кожного ярусу, висота якого дорівнює двом поверхам каркасно-панельного будинку, монтаж збірних елементів розпочинають з найбільш жорсткого осередку. Найчастіше таким осередком є сходові клітка, просторова жорсткість якої забезпечує незмінність монтованих конструкцій, до того ж ця ж сходові клітка надалі слугує для переходу з поверху на поверх.

Монтаж здійснюється баштовими та самохідними стріловими кранами. Схеми розміщення: крани розташовуються з двох боків; з одного боку та в межах поперечного перерізу. Для монтажу каркасу багатоповерхових будівель застосовують спеціальні крани, що котяться, а за умови висоти в 25 поверхів та більше – приставні крани, що закріплюються в кількох ярусах до тримальних конструкцій будівлі.

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 багатоповерхових будівель застосовують спеціальні крани, що котяться, а у разі висоти в 25 поверхів і більше – приставні крани, що закріплюються в декількох ярусах до тримальних конструкцій будівлі.

4.4 Зведення будівель з об'ємних елементів

Сутність зведення криється у кардинальному збільшенні та забезпеченні максимального ступеня заводської готовності монтажного елемента споруди. Цей елемент постає завершеною одиницею у формі замкненої просторової

конструкції, яка наділена необхідною міцністю, жорсткістю та самостійністю.

Монтаж об'ємних блоків містить процеси встановлення їх у відповідне проектне положення та створення між ними зв'язків. Цикл встановлення блоків складається з таких операцій: подача траверси на блок; стропування; транспортування блока до місця монтажу; наведення блока над місцем встановлення; орієнтування та фіксація блока у проектній позиції; контроль положення блока та розстропування.

Будівлю під час монтажу розділяють на захватки. Порядок встановлення блоків залежить від особливостей конструктивних рішень, таких як спосіб прокладання комунікацій на об'ємному блоці та їхнє з'єднання, а також від типів монтажних кранів та їхніх характеристик. Одночасно з монтажем об'ємних блоків на різних захватках виконують закладення стиків із навісних риштувань та з'єднання санітарно-технічних та електротехнічних комунікацій.

4.5 Зведення будівель із покриттями у вигляді оболонок та складок

Покрівлі у формі оболонок та складок із готових залізобетонних компонентів дають можливість перекривати великі площі без потреби проміжних опор, мінімізуючи витрати матеріалів.

Особливу популярність здобули циліндричні оболонки, що значно вигідніші за плоскі плиткові покриття. На сьогодні в будівництві найчастіше застосовуються такі види оболонок: довгі циліндричні оболонки розміром 3,0 м × 12,0 м для колонних сіток 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 покривають прольоти будівель; оболонки подвійної позитивної кривизни.

Довгі циліндричні оболонки збирають з плит двох видів: середніх та торцевих бортових елементів. Установка оболонки стартує з кріплення до колон бортових елементів, що здійснюється електрозваренням. До моменту монтажу плит на бортові елементи (за умови прольоту шириною 24,0 м) їх у чвертях спирають на тимчасові опори з домкратами. Монтаж панелей починають із торцевої панелі, при цьому затяжка плити приварюється до оголовка колони, а сама плита фіксується до бортового елемента. Потім монтують та приварюють чотири рядові плити, слідом – торцеву плиту із затяжкою. Після повного зварювання стиків, бетонування всіх швів та витримки бетону бортові елементи звільняють.

Монтаж здійснюється гусеничним краном відповідної вантажопідйомності, використовуючи траверсу з чотирма петлями для стропування панелей. Розкружалювання оболонки проводиться після набору бетоном у кутових зонах та швах між плитами 70 % міцності.

Розкружалювання передбачає опускання гвинтових або гідравлічних домкратів, що розміщені під стійками риштування або опор кондуктора.

Монтаж оболонки подвійної кривизни виконується гусеничним краном шляхом установки на колони контурних арок. Для фіксації плит шкаралупи використовують риштування або кондуктори. Потім баштовим або гусеничним краном із баштово-стріловим обладнанням встановлюють плиту покриття, кожен кут якої має бути опертим на риштування або кондуктор. Кутову зону оболонки заповнюють трикутними плитами у шви, між якими розміщують арматуру, котра після зварювання випусків натягується, а шви бетонуються.

4.6 Зведення будівель з арочними та купольними перекриттями

Двошарнірні арки. *Двошарнірні арки* монтуються конструктивними елементами, використовуючи окремі арки з їхнім подальшим з'єднанням між собою зв'язками та прогонами; з конструктивних елементів арок, за допомогою пересувних веж; укрупненими блоками арок, методом переміщення. Під час монтажу окремих арок, перші дві фіксують у проєктному положенні за допомогою розчалок, усі наступні арки з'єднують із попередніми інвентарними розпірками. Прогони в цьому випадку монтуються зверху, використовуючи спеціальні підмостки. Цей метод збирання трудомісткий і відчутно ускладнює виконання робіт. Під час монтажу укрупненими блоками відсутня необхідність 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 постачають на монтаж з чотирьох елементів, включаючи елементи стійки (арки, зв'язки, прогони та стійки).

Укрупнювальне збирання та монтаж арок здійснюють гусеничним краном. Для цих робіт, при закріпленні прогонів, використовують двоє інвентарних навісних сходів.

Будівлі з купольними покриттями будують, застосовуючи тимчасову стаціонарну опору, навісним способом або в цілому вигляді. У будівництві відомі два типи куполів – ребристі та сітчасті.

Ребристі куполи завжди монтують із використанням тимчасової опори, якою можуть бути мости та башти кранів. Першим на тимчасовій опорі збирають верхнє опорне кільце, яке є конструктивним елементом купола. Для забезпечення вивіряння його положення по висоті, а в подальшому – розкружалювання всього зібраного купола, між тимчасовою опорою та опорним кільцем встановлюють домкрати. Обслуговування домкратів, складання опорного кільця та розкружалювання виконують з робочого

майданчика, що влаштовується на тимчасовій опорі. Крім того, опорне кільце повинно бути точно вивірене не лише за висотою, а й у плані, оскільки його положення значною мірою визначає геометрію всього купола.

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

Залежно від розмірів купола (проліт, висота), для монтажу конструкції можуть бути використані 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 із вантовим або мембранним покриттям

Висячі покриття використовуються під час будівництва споруд та будівель значних габаритів (промислові споруди, стадіони, зали для концертів та виставок, гаражі, цирки, ринки тощо), тобто, коли потрібно перекрити велику площу без використання проміжних опор.

Тримальні конструкції вантових покриттів можуть мати вигляд вантових ферм чи мембран. Висячі розтягнуті елементи зазвичай кріпляться до міцних масивних опорних конструкцій. Опорні конструкції можуть бути виконані у вигляді замкнутого контуру (кільця, овалу, прямокутної рами), що спираються на колони або похилі рами, арок, що утримують покриття та передають навантаження на фундамент.

Монтаж вантової сітки є складним процесом. Конструкція висячого покриття із системою ортогональних вантів, що є різновидом залізобетонної оболонки, складається з монолітного залізобетонного опорного контуру, до якого кріпиться вантова мережа, що попередньо напружується, та збірних залізобетонних плит, покладених на вантову сітку.

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

між плитами та вантами, система функціонує як єдине ціле.

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

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

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

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

Розкочуваний лист тимчасово закріплюють канатами до елементів постілі, перевіряють зібране покриття та виконують остаточне кріплення відповідно до проекту. Після цього тимчасове кріплення знімають.

4.8 Зведення будівель із каркасом рамного типу

Покрівлі споруд рамного типу споруджують конструктивними деталями чи блоками конструкцій такими способами: складання ригелів рам у проектному положенні на тимчасових опорах; напівнавісним складанням ригелів рам у проектному положенні; укрупнювальним складанням ригелів рам на землі та підйманням їх у проектне положення кранами чи іншими вантажопідймальними механізмами.

Ригель монтують частинами, кожен з них встановлюють на одну чи дві тимчасові опори. При цьому, щоб уникнути роботи нижнього поясу на місцевий вигин, опори розташовують тільки під вузлами ригеля.

Перевага способу: крани невеликої вантажності.

Недолік: додаткові витрати сталі на тимчасові опори, великий обсяг робіт на висоті, збільшення часу монтажу.

Монтаж ригелями виконують частинами від однієї постійної опори до

іншої, із забезпеченням стійкості кожного елемента від перекидання. Після завершення монтажу всіх частин ригеля, вивіряння та виконання монтажних з'єднань відповідно до проєкту починають розкружувлювання, тобто поступове включення у роботу змонтованих конструкцій шляхом вимкнення з роботи тимчасових опор.

Розкружувлювання проводять сходами з перевіркою величини опускання вузла ригеля на кожній сходинці, застосовуючи домкрати, розміщені на тимчасових опорах. Під час підйому повністю зібраного ригеля одним краном відбувається зміна розрахункової статичної схеми: 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 додаткової перевірки стійкості та тримальної здатності елементів під час підйому ригеля та, за необхідності, їхнього підсилення.

Монтаж ригеля цим методом дозволяє виконання значного обсягу робіт безпосередньо на землі, забезпечуючи високу швидкість зведення всієї споруди. Підйом ригеля здійснюється двома кранами або з використанням щогл. У разі підйому ригеля двома щоглами укрупнення виконують на стаціонарних стелажах, які розташовані з торця будівлі, з якого починають монтаж.

За відсутності кранів потрібної вантажності монтаж ригелів можна виконувати поліспастами. Колони проєктуються більшої висоти з консолями, до яких підвішують нерухомі блоки поліспастів. Підйом виконують блоками, що складаються з двох ригелів, з'єднаних вертикальними і горизонтальними зв'язками.

ЛЕКЦІЯ 5 ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

5.1 Зведення одноповерхових промислових будівель

У будівельній практиці одноповерхових промислових споруд зі збірних елементів застосовуються кранові методи монтажу, коли окремі готові елементи або попередньо зібрані з них блоки подаються кранами з транспортного засобу, місця зберігання чи зі стенда укрупнення безпосередньо на проєктне місце. Найбільше застосування для монтажу збірних конструкцій масових одноповерхових промислових будівель здобули стрілові самохідні крани, насамперед на гусеничному ході, з вантажопідйомністю від 10,0 до 63,0 тон. Окрім традиційного стрілового обладнання, крани можуть бути оснащені баштово-стріловим обладнанням.

Монтаж каркасних конструкцій, з огляду на ступінь попереднього укрупнення, може відбуватися:

- окремими конструктивними елементами;
- попередньо укрупненими лінійними, площинними або об'ємними блоками;
- попередньо укрупненими комплексними блоками, до яких входять елементи інженерного та технологічного устаткування будівель.

Одноповерхові промислові будівлі зводять з дотриманням певної технологічної послідовності, яка визначається під час проєктування виконання монтажних робіт, з огляду на об'ємно-планувальні та конструктивні особливості об'єктів, що зводяться, та вимоги до черговості введення в експлуатацію розміщених у них цехів, що забезпечує можливість початку монтажу технологічного устаткування в найкоротші терміни.

Монтаж технологічного обладнання, враховуючи зазначене вище, може організовуватись за двома базовими схемами:

- до початку будівництва надземної частини споруди;
- паралельно з виконанням будівельно-монтажних робіт.

У цьому випадку передбачається максимальне використання одних і тих же підйомно-транспортних засобів, що працюють за взаємопов'язаною програмою, у вже завершеній будівлі або споруді за допомогою спеціального монтажного устаткування та пристроїв.

Монтаж збірних конструкцій одноповерхових промислових споруд здійснюється спеціалізованими потоками, кожному з яких виділяється комплекс транспортних і монтажних машин та відповідне монтажне оснащення.

При цьому кожен спеціалізований потік обслуговує монтажну ділянку, межі якої відповідають прольоту будівлі та секції, обмеженої температурними швами. Розміри ділянок визначаються так, щоб на кожній з них були приблизно однакові обсяги та трудомісткість робіт. Монтажною ділянкою має вважатися найменша частина будівлі в плані, на якій необхідно забезпечити безперервний монтаж збірних конструктивних елементів із дотриманням технологічних перерв та вимог безпеки праці.

Провідним процесом під час зведення надземної частини будівлі є монтаж збірних залізобетонних або металевих конструкцій. Крім того, важливою умовою ефективності монтажних робіт є їх потокове здійснення у взаємозв'язку з іншими будівельними процесами (улаштування 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 зовнішніх стінових огорожень одноповерхових промислових будівель виконується поелементно, тобто окремими конструктивними елементами. Монтаж ліхтарів, підкранових балок, зв'язків, віконних рам найчастіше проводиться укрупненими блоками (блоковий монтаж). Ці елементи можуть бути зібрані в плоскі та просторові блоки, що мають надійну монтажну стійкість. Монтаж конструкцій блоками є одним з найпрогресивніших методів у сучасній технології монтажу. Монтаж із комплексних укрупнених блоків в одноповерховому промисловому будівництві практикується тільки для покриттів із металевими тримальними конструкціями та ефективним полегшеним покриттям.

Залежно від організації доставки 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 випадку транспортні та монтажні процеси здійснюються відповідно до транспортно-монтажних графіків.

Для монтажу одноповерхових промислових будівель, з огляду на послідовність установки конструкцій, використовують диференційований (роздільний), комплексний (суміщений) та комбінований (змішаний) методи монтажу.

Під час роздільного методу конструктивні елементи будівлі монтуються самостійними потоками, переважно поєднаними за часом. Проте цей метод не застосовується під час монтажу конструкцій покриттів, що пов'язано з конструктивними особливостями типового рішення.

За комплексного методу монтаж, вивіряння та закріплення всіх конструкцій проводяться в одному потоці, у межах однієї або декількох суміжних ділянок будівлі, що забезпечує жорстку монтажну стійкість. Однак цей метод практично не застосовується під час монтажу одноповерхових промислових будівель із залізобетонним каркасом, оскільки типове сполучення колон із фундаментами стаканного типу передбачає встановлення розташованих вище конструкцій тільки після набору бетоном у стиках певної міцності (не менше 70 %), що настає через 3–4 дні.

До того ж значна різниця в масі різнотипних збірних залізобетонних конструкцій робить недоцільним їхній монтаж одним краном.

Під час монтажу комбінованим методом поєднуються елементи перших двох. Цей метод найчастіше застосовується під час монтажу конструкцій одноповерхових промислових будівель: колони, підкранові балки та стінові огороження монтуються диференційованим методом, окремими потоками, а підкроквяні, кроквяні балки та ферми, плити покриття – комплексним методом

в єдиному потоці.

Залежно від напрямку розвитку монтажного процесу, виділяють поздовжній та поперечний методи монтажу. В одноповерхових промислових будинках застосовують поздовжній метод, коли конструкції послідовно монтують вздовж будівлі або прольоту. Винятком є елементи конструкцій покриття, які можуть монтуватись як поздовжнім, так і поперечним методами. За поздовжнього напрямку монтажний кран розміщується поза межами монтованої ділянки, а плити покриття встановлюють через змонтовану кроквяну конструкцію.

За поперечного напрямку кран встановлює плити покриття, перебуваючи всередині монтованої ділянки будівлі, і стріла крана розташовується поперек монтованих плит. Останній метод застосовується переважно для безкранових будівель та у випадку, коли параметри крана визначаються умовою монтажу плит покриття.

Залежно від способу наведення монтувального елемента на опори, розрізняють вільний, обмежено-вільний та примусовий монтаж. Для збірних залізобетонних конструкцій одноповерхових промислових будівель монтаж переважно здійснюють вільним методом, за якого конструкція наводиться на опори в процесі її вільного переміщення.

Методи монтажу є визначальними факторами технології виконання монтажних робіт, для реалізації якої розробляються проєкти виконання робіт, технологічні карти та технологічні схеми монтажу окремих конструктивних елементів.

Колони монтують окремим потоком після підготовки дна стакану фундаментів та їхньої інструментальної перевірки в плані та по вертикалі згідно з вимогами проєкту. Колони доставляються на будівельний майданчик автотранспортом, при цьому легкі колони (масою до 8 тонн) монтуються з попереднім розкладанням біля місць монтажу в зоні дії монтажного крана, а важкі – з доставкою до монтажного крана згідно з графіком та монтуються безпосередньо з транспортних засобів.

Вивіряння та тимчасове закріплення колон здійснюють інвентарними клиновими вкладками або кондукторами. Для колон масою 8,0 т, кондуктор встановлюють на фундамент та закріплюють на колоні після установки в стакан фундаменту. Для важчих колон кондуктор встановлюють, вивіряють та закріплюють на фундаменті до початку монтажу колони. Після встановлення ряду колон, їхнє проєктне положення остаточно вивіряють та виконують замонолічування стиків колон із фундаментами. Колони під замонолічування здаються партіями.

Підкранові балки доцільно монтувати самостійним потоком безпосередньо з транспортних засобів. Установка балок у проектне положення проводиться за осьовими рисками на балках та консолях колон. Балки тимчасово закріплюються на опорах за допомогою анкерних болтів. Остаточне вивіряння підкранових балок виконують у межах монтажної захватки або температурної секції за допомогою геодезичних інструментів, після чого виконують приварювання всіх кріпильних деталей балок до закладних деталей колон.

Металеві підкранові балки довжиною 12,0 м можуть монтуватися блоками, укрупненими в заводських умовах, або ж доставлятися на будівельний майданчик у вигляді двох відправних одиниць. Монтаж металевих підкранових балок може проводитися двома способами: з подальшим вивірянням балок або без нього. Безвивірний монтаж балок укрупненими блоками досягається шляхом забезпечення підвищеної точності вертикальних позначок фундаментів та опорної поверхні консолей колон.

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

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

Стійкість перших двох кроквяних конструкцій забезпечується розчалками, закріпленими до пересувних інвентарних якорів та замоноличених у стакани фундаментів колон. Стійкість наступних ферм забезпечується при кроці колон 6,0 м і 12,0 м – за допомогою інвентарних розпірок, що закріплюються до раніше змонтованої ферми.

Водночас із встановленням ферм монтують всі постійні зв'язки та розпірки, передбачені проектом. Тимчасові розпірки та розчалки демонтують після монтажу та приварювання плит покриття. Конструкції ліхтарів збирають після встановлення та фіксації кроквяної ферми чи балки, після чого переходять до монтажу зв'язків та бортових плит ліхтарів.

Плити покриття, у разі безліхтарної покрівлі, монтують від одного краю ферми до іншого, починаючи з попередньо змонтованого прольоту. Якщо покрівля з ліхтарями – від кінців ферми до ліхтаря, далі встановлюють плити на ліхтарях.

Монтаж огорожувальних конструкцій здійснюють окремим потоком після завершення збирання тримального каркасу споруди загалом або окремої його частини. Стінові панелі в кожній комірці між двома колонами монтують одразу на всю висоту будинку або ярусами, висота яких залежить від конкретних умов робіт.

Монтаж стінових огорож виконується з використанням монтажних кранів зі спеціалізованим баштово-стріловим обладнанням. Це обладнання поєднує монтажний кран із механізованим оснащенням робочого місця монтажників. Окрім цього, монтажний майданчик має можливість переміщуватися по вертикалі, опускаючись і піднімаючись баштою, а також по горизонталі – від башти до стіни та назад.

Під час монтажу стінових панелей можуть бути реалізовані три варіанти розташування монтажних кранів і касет зі стіновими панелями:

- касета знаходиться між монтажним краном і стіною (якщо висота будівлі невелика). Кількість панелей в одній касеті повинна бути достатньою для монтажу стіни на всю висоту. Мінімальна ширина зони вздовж фасаду будівлі має бути близько 8,5 м;

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

- монтажний кран розташовується між двома касетами, встановленими вздовж будівлі (якщо висота будівлі велика). Кількість панелей у двох касетах повинна забезпечувати монтаж стіни на всю висоту споруди.

5.2 Зведення багатоповерхових промислових будівель

Багатоповерхові промислові будівлі спираються на каркас, виконаний з самотримальних чи навісних стін. Висота варіюється в діапазоні від 3 до 12 поверхів, з розмахом від 12,0 м до 42,0 м і довжиною від 100,0 м до 300,0 м. Важливо відмітити обмеження в розмірах колонадного січення, де осередки можуть мати габарити 6,0 м × 6,0 м; 9,0 м × 6,0 м; 12,0 м × 6,0 м. Висота виробничого поверху знаходиться у межах від 3,6 м до 7,2 м. Верхній поверх часто обладнаний мостовим краном, тому його висота коливається від 8,4 м до 10,8 м.

Типорозміри збірних елементів для таких будівель обмежені. Ключовими елементами каркасу виступають окремі фундаменти для колон, заввишки 1–2 поверхи, фундаментні балки, ригелі та монтажні перекриття балочного або безбалочного типу. Колони з ригелями іноді об'єднуються у рамні конструкції, плоского або просторового розташування.

Технологічний процес будівництва багатопверхових промислових об'єктів передбачає такі спеціалізовані потоки:

- підготовчі земельні роботи та облаштування підземних конструкцій;
- монтаж надземних конструкцій з облаштуванням покрівлі;
- виконання спеціальних та оздоблювальних робіт;
- встановлення технологічного обладнання.

Під час зведення однорідних будівель (з повторюваними комірками) під час вибору способу роботи по ярусах враховується кількість поверхів – один або два, залежно від типу колон. Захваткою слугує одна секція (температурний блок) або її половина.

Для споруд з неоднорідною структурою (поверхи та секції можуть відрізнятися за конструкцією, матеріалом та розмірами) передбачається розподіл на ряд неідентичних ділянок, але однорідних за конструктивним рішенням.

Вибір оптимальної схеми зведення обумовлений пріоритетністю спеціалізованих потоків та особливостями конструкції будівлі.

Виділяють три основні схеми монтажу збірних конструкцій:

- горизонтально-висхідна схема. Тут монтаж здійснюється поетапно: колони, ригелі, перекриття. Цей підхід дозволяє розпочати оздоблювальні роботи до завершення монтажу всього об'єкта;
- вертикально-висхідна схема. Монтаж конструкцій виконується на всю висоту комірки, забезпечуючи просторову жорсткість. Ця схема сприяє прискоренню введення будівлі в експлуатацію, дозволяючи раннє встановлення технологічного обладнання;
- змішана схема, що застосовується у будівлях зі змінною поверховістю.

У будь-якому випадку, вибір схеми залежить від рівня механізації та технології виконання. На вибір варіантів механізації монтажу, зокрема й основної техніки, впливають такі фактори:

- призначення об'єкта;
- архітектурно-конструктивні рішення;
- матеріали, з яких виготовлені тримальні конструкції;
- поверховість, кількість та загальний обсяг секцій;
- планування та розміри будівлі;
- особливості рельєфу будівельного майданчика;
- терміни будівництва.

Будівлі з балочними перекриттями найчастіше зводять за допомогою баштових кранів. За умови наявності індивідуальних пристроїв, таких як кондуктори, оптимальний роздільний метод. Групові кондуктори передбачають

комплексний підхід.

Споруди з безбалковими перекриттями також монтуються баштовими кранами. Один кран розташовується в межах будівлі. Такі споруди характеризуються високою просторовою жорсткістю та стійкістю каркасу. Це дає змогу монтувати по ярусах або секціях на всю висоту за умови своєчасного закладення стиків.

Будівлі зі змішаною поверховістю вимагають застосування баштових кранів підвищеної вантажопідйомності спільно з самохідними кранами.

Під час зведення багатоповерхових будівель необхідно узгоджувати приватні та спеціалізовані потоки для досягнення відповідності по трудомісткості та термінах. Основні види робіт:

- розбивка котловану та встановлення огорожі;
- розробка котловану або траншей;
- монтаж фундаментів та коригування монтажного горизонту;
- зворотне засипання з облаштуванням підготовки під підлоги;
- монтаж поверхових конструкцій;
- закладення та бетонування стиків;
- монтаж санітарних та електротехнічних систем;
- штукатурні роботи та облицювання поверхонь;
- влаштування підлог;
- фарбування;
- монтаж технологічного обладнання.

Ключовим процесом є монтаж поверхових конструкцій, що визначає загальну швидкість будівництва. Він включає такі потоки:

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

Монтаж зовнішніх панелей додає просторової жорсткості будівлі. У деяких випадках, з урахуванням необхідності встановлення технологічного обладнання та подачі дрібних елементів, монтаж панелей відкладається.

Таким чином, приватні та спеціалізовані потоки можуть бути організовані так:

- після монтажу фундаментів виконується вивірка монтажного горизонту та підготовка для встановлення колон. Тривалість не повинна перевищувати час, необхідний для монтажу колон на другій ділянці (захватці);

- після повернення крана на першу ділянку монтуються колони, а на другій ділянці розпочинається закладення стиків. Час на ці роботи має відповідати часу зайнятості крана на другій ділянці;

– далі на першій ділянці монтуються ригелі, а після переміщення крана на другу, остаточно закріплюються стики колон та ригелів шляхом зварювання та заповнення бетонною сумішшю. Далі монтуються панелі перекриттів. Ці потоки узгоджуються за допомогою монтажного модуля циклічності.

Монтажний модуль циклічності (далі – ММЦ) – це час, відведений на монтажні роботи на окремій ділянці будівлі, який відображає тривалість всіх спеціалізованих потоків під час будівництва.

ММЦ є ключовим показником ритмічності всіх етапів зведення об'єкта. Наприклад, під час зведення чотириповерхової промислової будівлі, за горизонтально-висхідною схемою, інші роботи можуть здійснюватися незалежно від готовності перекриттів чи даху.

ЛЕКЦІЯ 6 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ ІЗ ТРИМАЛЬНИМИ І ОБГОРОДЖУВАЛЬНИМИ СТІНАМИ З ЦЕГЛИ

6.1 Класифікація будівель із цегли та будівельні процеси під час їхнього зведення

Будівлі з тримальними та огорожувальними стінами з цегли класифікуються за основними ознаками:

- за напрямком у плані тримальних стін – будівлі з поздовжніми, поперечними та поздовжньо-поперечними стінами;
- за конструктивним вирішенням міжповерхових перекриттів – перекриття можуть бути зі збірних залізобетонних плит або в монолітному вигляді. Також можливе влаштування перекриттів комбінованого типу;
- за об'ємно-планувальним рішенням.

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

Будинки з монолітними перекриттями та залізобетонним каркасом зводяться в регіонах з підвищеною сейсмічністю. При цьому залізобетонний каркас є невіддільною частиною тримальних стін.

Будівлі з цегляними стінами зводяться тільки за горизонтально-висхідною схемою. Під час проєктування технології виконання кам'яних робіт необхідно передбачити організацію суміжних робіт, зокрема: монтаж міжповерхових перекриттів; встановлення сходових маршів; заповнення віконних та дверних прорізів; установлення риштувань і виконання процесу підмашування; доставляння матеріалів та виробів з приоб'єктного складу на робоче місце. Усі вказані роботи мають бути складовою єдиного будівельного комплексу. Тому під час проєктування технології зведення будівлі необхідно

передбачити раціональний розподіл робіт у часі та місці їхнього виконання. Для цього розробляють циклограми відповідного призначення.

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

За сумісного виконання кам'яних та монтажних операцій на конкретному будівельному майданчику крани можуть бути задіяні лише для кам'яних робіт, винятково для монтажу або для обох видів робіт одночасно.

У першому варіанті на будмайданчику розміщують як мінімум два крани: один обслуговує лише мулярів, інший – монтажників. Тип кранів обирається індивідуально, враховуючи специфіку виконуваних операцій.

У другому варіанті один або кілька кранів використовуються по чергово як для мулярів, так і для монтажників. Зазвичай муляри працюють у першу зміну, а монтажники – у другу. Вибір типу та вантажопідйомності кранів здійснюється з урахуванням найнесприятливіших умов експлуатації.

Вибір крана для монтажу збірних конструкцій проводиться з урахуванням необхідної висоти підйому збірних елементів, ваги монтажного елемента та стропувальних пристроїв, потрібного вильоту стріли монтажного крана, його технічних параметрів та техніко-економічних показників.

Необхідна висота підйому, яку має забезпечити монтажний кран, визначається як відстань від рівня стоянки крана до горизонтальної осі його підйомального гака і залежить від висоти опорної поверхні елемента, що монтується, над рівнем стоянки крана h_0 , висоти самого елемента h_2 , що піднімається, або висоти стропувального пристосування h_1 . Додатково необхідно враховувати запас по висоті вантажу A , що піднімається, який зазвичай становить 0,5–1,0 м. Враховуючи ці параметри, висота гака крана буде дорівнювати:

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

Застосування правильно підібраного способу стропування здатне суттєво впливати на висоту підйому, тому вкрай важливо вибрати потрібну конструкцію захватних пристроїв та визначити висоту стропування. Бажано використовувати типові конструкції захоплювальних пристосувань. Якщо елементи подаються через вже змонтовані конструкції, то необхідну висоту підйому можна визначати за одним з найвище розташованих елементів. У випадку кранів, які змінюють виліт стріли під час роботи, зазначена висота має визначатися для кожного монтажного елемента окремо.

Типорозмір крана підбирається за графіком вантажопідйомності.

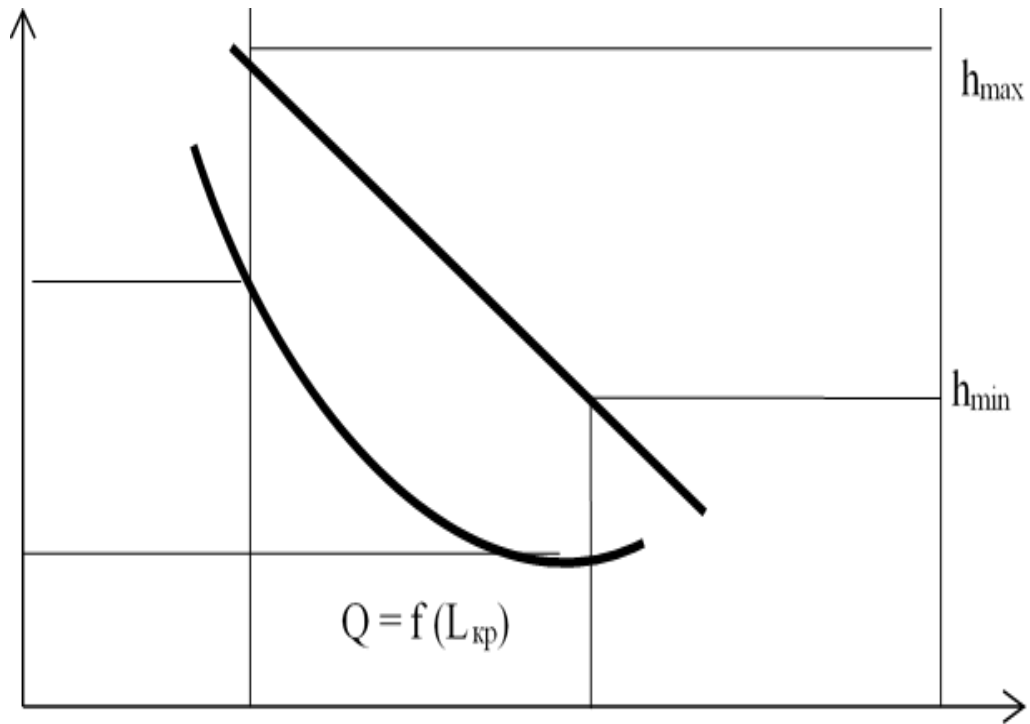


Рисунок 6.1 – Схема технологічних характеристик крана

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

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

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:

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

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

6.3 Організація технологічного процесу зведення стін із цегли та монтаж залізобетонних елементів

Технологія будівництва цегляних споруд втілюється через організацію будівельного потоку, який об'єднує мурувальні та монтажні операції. Для цього кожен поверх споруди, як у плані, так і по висоті, розділяється на ділянки та яруси, що мають доволі умовні межі, але визначають продуктивність праці.

Тривалість робіт, кількість працівників та інші параметри організації потоку визначаються методом підбору.

З метою організації потокового будівництва, що забезпечує ефективне використання ресурсів, будівлі в плані та висоту, в межах одного поверху (рис. 6.2), розділяють на захватки та яруси. Якщо будівля поділена на дві захватки, є можливість об'єднати в часі роботу мулярів і монтажників, які працюватимуть одночасно, кожен на своїй ділянці. Муляри зводять цегляні стіни на одній захватці на всю висоту поверху і тільки після завершення переносять роботи на наступну. Таким чином підготовлений фронт робіт надається монтажникам.

За умови висоти поверху житлового будинку 2,8 м, величина ярусу може становити 1,4 м (рис. 6.3). Додаткова висота ярусу, замість рекомендованих 1,2 м, враховується для встановлення на звичайні підмостки висотою 20 см.

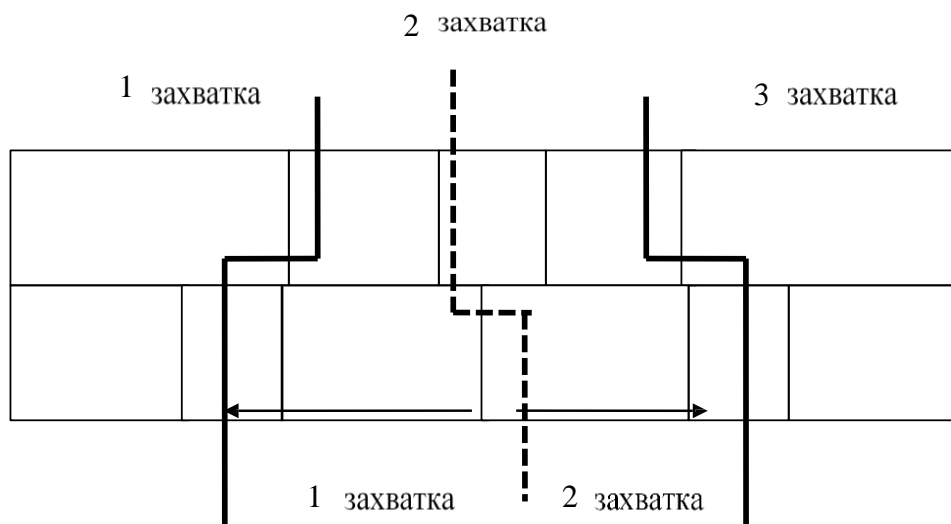


Рисунок 6.2 – Варіанти поділу будівлі на захватки

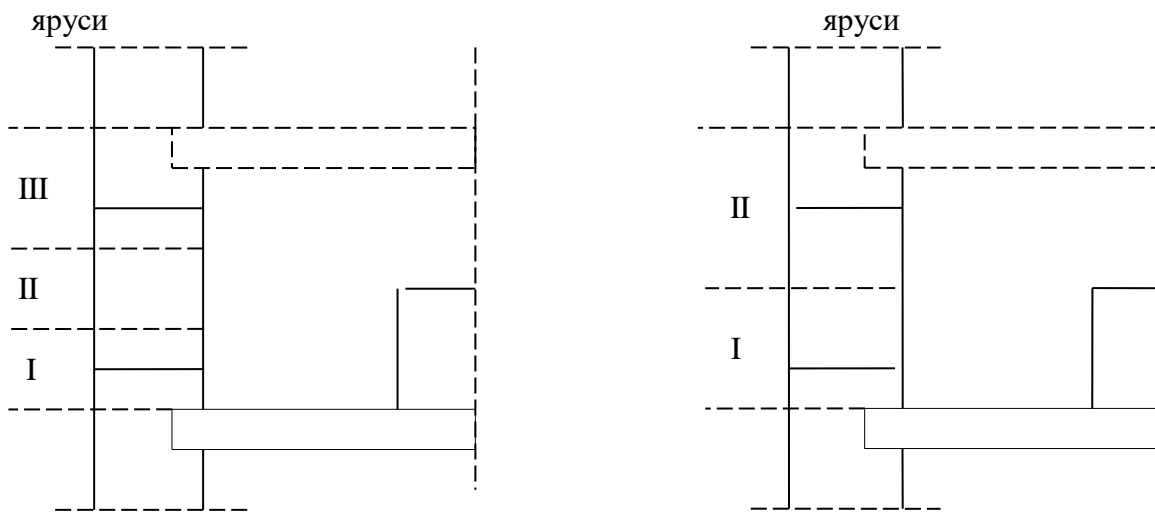


Рисунок 6.3 – Варіанти поділу поверху на яруси

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).

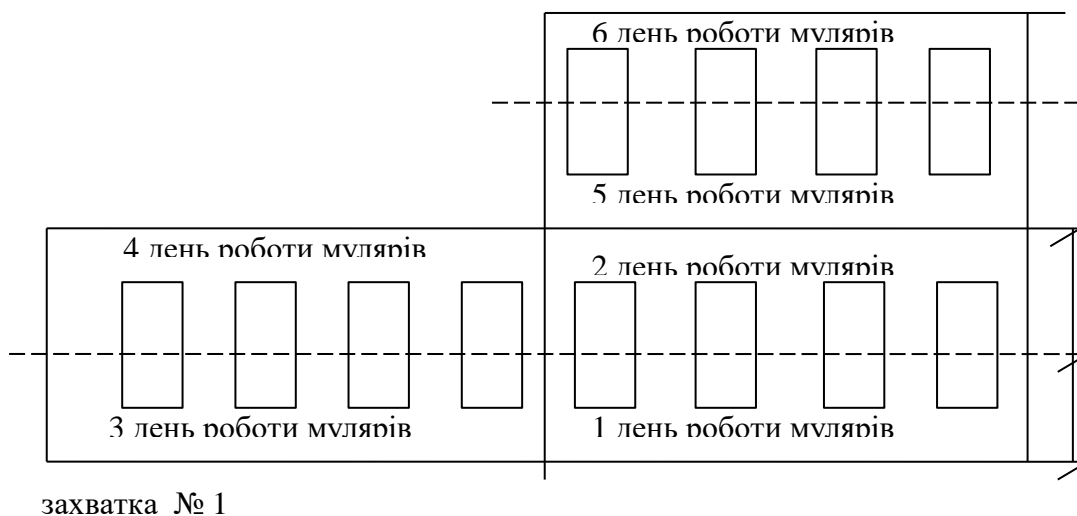


Рисунок 6.4 – Схема переходу робітників по ярусах та захваткам

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, м³;

$H_{час}$ – 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

Зведення споруд із монолітного залізобетону із використанням індустриальних підходів стало одним з ключових напрямів, що доповнює традиційне панельне домобудування.

Порівняно з панельним будівництвом, у середньому на 40 % знижуються витрати на створення виробничої інфраструктури, на 20 % зменшується витрата металу, а також на 30 % знижується споживання енергоресурсів.

Ключовими принципами індустріалізації будівельних робіт у сфері монолітного будівництва є:

- повна механізація будівельних процесів, що виключає важку фізичну працю;
- потокова організація робіт із чітким поділом праці по операціях;
- забезпечення працівників сучасним обладнанням, оснащенням, інструментами та пристроями;
- заздалегідь виготовлені опалубні деталі та арматурні вироби на спеціалізованих підприємствах.

Під час зведення споруд необхідно керуватися такими принципами:

- максимальне зниження кінцевих витрат для забезпечення максимального прибутку;
- гарантоване дотримання строків виконання проміжних етапів та будівлі в цілому;
- мінімізація витрат трудових та матеріальних ресурсів;
- висока якість робіт та забезпечення максимальної кількості послуг, передбачених підрядним договором.

Досвід будівництва в монолітному виконанні демонструє, що найуспішніше реалізувати подібні проєкти можна, обов'язково дотримуючись таких умов:

- ретельна підготовка будівельного процесу, включаючи розробку технологічної документації, враховуючи підготовку та зберігання матеріалів для виготовлення бетонних сумішей, а також використання модульних опалубок;
- організація автономного бетонного вузла безпосередньо на будівельному майданчику;
- максимальна спеціалізація робочих кадрів.

7.2 Технологічна оцінка будівель у монолітному виконанні

За своїм задумом монолітні будови вирізняються значною просторовою міцністю, що робить їх особливо придатними для зведення в регіонах з високою сейсмічною активністю або на ґрунтах, схильних до просідання.

Якість цих конструкцій трохи переважає над традиційними будинками завдяки мінімальній кількості стиків. Монолітне будівництво відкриває широкі можливості для втілення вільних об'ємно-планувальних рішень, що дозволяє різноманітна підходити до архітектурного оформлення забудованих територій.

Доставка будівельних матеріалів на майданчик не вимагає спеціалізованого транспорту, такого як панелевози. Стіни споруди можуть бути багатошаровими, з використанням газобетону або керамзитобетону. Теплотехнічні розрахунки показують, що будинки з багатошаровими стінами економічніші в експлуатації. При цьому «теплий» шар, часто виготовлений з фенолформальдегідних смол або полістиролу, має розташовуватися ззовні будівлі. У цьому випадку необхідний захист від атмосферних впливів. Менший ефект спостерігається, якщо «теплий» шар розміщується всередині, але тоді потрібна ретельна гідроізоляція.

Найменш трудомістким є варіант розташування утеплювача відносно поздовжньої осі стіни. Однак це потребує влаштування гідроізоляції, яка захищатиме утеплювач від контакту з бетонною сумішшю. Це особливо актуально при використанні утеплювачів на основі фенолформальдегідних смол, які мають високу гігроскопічність. У зв'язку з цим останнім часом як утеплювач все частіше використовують матеріали з спіненого полістиролу. Цей матеріал має закриті пори, що знижує його пористість порівняно з фенольними матеріалами. Утеплювач виробляється у вигляді плит товщиною 100–150 мм.

7.3 Класифікація будівель у монолітному виконанні

За технологією будівельного виробництва будівлі класифікуються:

а) за видом фундаментної частини споруди:

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

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

б) за видом надземної частини;

в) за розташуванням у плані тримальних 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 тримальних 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 конструкцій монолітний бетон знаходить застосування під час спорудження нетипових багатоповерхових будівель, однопрогонових та багатопрогонових рам, серцевин жорсткості, резервуарів, димових труб, водонапірних веж, силосів тощо.

У житловому та цивільному будівництві монолітний бетон широко використовується для облаштування ядер жорсткості в панельних будинках із подальшим їхнім облаштуванням збірними конструкціями.

Проектні рішення зведення багатоповерхових будівель із монолітного бетону передбачають збірно-монолітний варіант: із монолітними зовнішніми та 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 з монолітного бетону, а перекриття збірні;
- монолітно-збірні каркасні будівлі – серцевини жорсткості або перекриття з монолітного бетону, поєднані зі збірним каркасом.

Монолітні будівлі та споруди з легкого бетону зводяться у ковзній або переставній опалубках. Спорудження монолітних будівель у ковзній опалубці вимагає безперервного бетонування та суворого дотримання ритмічності бетонних робіт. Інтенсивність бетонування залежить від темпів арматурних робіт, технології укладання бетонної суміші та тривалості витримування легкого бетону до набору ним мінімально допустимої міцності.

Облаштування монолітних перекриттів будівель та 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.

При перших двох способах застосовується те ж саме бетоноукладальне обладнання, що й для бетонування стін. До того ж подавання бетонної суміші від бетононасосного пристрою до місця укладання та її розподіл можуть здійснюватися за допомогою гумових розподільних хоботів із приймальною лійкою, закріплених на робочій підлозі ковзної опалубки, а при влаштуванні за схемою «знизу вгору» або «зверху вниз» – до гнучких гумових рукавів.

При спорудженні монолітних будівель з легкого бетону в переставній опалубці інтенсивність набирання розпалубної міцності бетоном залежить від тривалості бетонування. Тому при використанні цих типів опалубки ефективність зведення монолітних будівель та споруд може бути підвищена за допомогою 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, та литої бетонної суміші на пористому заповнювачі. Під час бетонування конструкцій за цією схемою в комплекті з бетононасосами використовується механічний розподільник, який переставляється з захватки на захватку.

7.5 Темпи зведення будівель та інтенсивність бетонування

Виконання монолітних бетонних та залізобетонних робіт реалізується потоково-швидкісним методом із комплексною механізацією складових процесів. Разом із тим ключовим процесом, що визначає швидкість бетонування та організацію робіт, є подача та розподіл бетонної суміші.

Провідна бетоноукладальна машина має відповідати за продуктивністю інтенсивності бетонування конструкцій, крім того, параметри, продуктивність та кількість інших засобів механізації обираються згідно з параметрами і продуктивністю провідної машини.

Для здійснення робіт зі зведення бетонних та залізобетонних споруд комплексний технологічний процес розбивають 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 зимовий період повинні забезпечувати умови для твердіння, що сприяють набору необхідної міцності, принаймні 50 %.

Метод «термоса» застосовують під час бетонування масивних конструкцій, стрічкових фундаментів та основ під колони, якщо температура навколишнього повітря не опускається нижче -20 °С. Під час бетонування конструкцій з використанням термосного витримування легкого бетону можливо також застосовувати гарячу легкобетонну суміш та обігрів свіжоукладеного бетону для підтримки температурного режиму.

Приготування гарячої легкобетонної суміші реалізується за температури навколишнього середовища, що нижча за -15 °С. Щоб зберегти рухливість суміші під час транспортування та подачі, її температура не повинна перевищувати 40 °С. Для цього використовують підігріті заповнювачі та гарячу воду для замішування. При використанні обігріву легких бетонних конструкцій, температура повітря під захисним покривом повинна бути не нижче 10 °С та

підтримуватися протягом періоду, необхідного для досягнення легким бетоном міцності 40–50 % для тримальних конструкцій в ковзній опалубці і 70 % – у переставній.

Бетони з протиморозними добавками дозволяють знизити температуру замерзання води та забезпечують затвердіння навіть за негативних температур. Нітрит натрію застосовується як протиморозна добавка для легкого бетону в монолітному будівництві.

Бетони з протиморозними добавками, так само, як і бетони без добавок, показують більш інтенсивне затвердіння у разі підвищення температури. Тому вибір типу протиморозної добавки та її концентрація визначаються розрахунковою температурою повітря, типом і умовами експлуатації бетонних конструкцій.

Час транспортування та укладання готових легкобетонних сумішей не повинен перевищувати 40 хвилин. Більш тривалий час транспортування призводить до швидкої втрати рухливості суміші, що ускладнює процес укладання та негативно впливає на якість бетону. У таких випадках рекомендується транспортувати сухі суміші, які готуються на об'єкті шляхом додавання води та протиморозної добавки, перемішуючи всі компоненти в барабані автобетонозмішувача.

Бетони з протиморозними добавками потребують захисту від зневоднення, тому поверхню забетонованих конструкцій потрібно захищати від вітру. Особливу увагу варто приділяти догляду за бетонами з аміачною водою. Щоб запобігти випаровуванню аміаку з верхніх шарів бетону, їх щільно ізолюють бітумізованим папером або полімерною плівкою з додатковим привантаженням ґрунтом.

Методи теплової обробки бетону:

– конвекційний прогрів забетонованих конструкцій передбачає спорудження навколо них огорожі з обігрівом внутрішнього простору. Такі споруди називають тепляками. Конструкція та розміри тепляків не повинні перешкоджати циркуляції теплоносія. Підвищення температури в тепляку призводить до інтенсивного випаровування води з бетону. Для запобігання цьому поверхню бетону необхідно покривати пароізоляційним матеріалом;

– контактний прогрів укладеного бетону здійснюється за допомогою опалубок, обладнаних нагрівальними елементами різних конструкцій. Використовуються термоактивні опалубки та термоактивні гнучкі покриття;

– електродний прогрів – найпоширеніший метод для обігріву зимового бетонування. Він полягає у включенні забетонованої конструкції як резистора в електричну мережу змінного струму. Електродний прогрів економічний за споживанням енергії завдяки високому ККД. Однак він потребує витрат металу

на електроди, дроти, а також трудових витрат на монтаж системи.

Електротермообробка легкого бетону дозволяє 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 C_3Al 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 ключових характеристик бетонної суміші є її зручність укладання – здатність заповнювати форму з найменшими трудовими витратами та затратами енергії, гарантуючи при цьому максимальну щільність, міцність та довговічність бетону. Вибір способу приготування бетонної суміші (цемент та заповнювачі) великою мірою залежить від місця розташування об'єктів, що

будуються, та обсягів бетонних робіт, наявності та якості дорожньої мережі, розташування кар'єрів та центральних складів цементу.

Процес приготування бетонної суміші включає такі технологічні операції: транспортування складників (заповнювачів та цементу) зі складів до змішувальних установок; дозування; механічне перемішування та видача готової бетонної суміші на транспорт для подачі до місця укладання.

Для транспортування бетонної суміші на будівельні об'єкти використовують автосамоскиди, автобетонозмішувачі та автобетоновози.

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

Укладання бетонної суміші – важливий технологічний процес, що включає подачу бетонної суміші в бетонну конструкцію, її розподіл та ущільнення. Подача бетонної суміші може здійснюватися 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 бетонних конструкцій та їхнього взаємного розташування, геометричних розмірів та густоти армування, висоти тощо. При цьому подача бетонної суміші має забезпечуватися на будь-яку ділянку бетонної конструкції, а висота вільного скидання суміші не повинна перевищувати 2,0 м, а при подачі на перекриття – 1,0 м.

Подавання бетонної суміші кранами в баддях доцільно використовувати за середньої інтенсивності бетонних робіт – 30–35 м³ за зміну.

Подавання бетонної суміші за схемою кран-баддя практично можливе з використанням усіх видів кранів. Під час вибору кранового обладнання необхідно враховувати об'ємно-планувальні рішення будівлі чи споруди, раціональні способи встановлення кранів та їхнє розміщення відносно бетонних конструкцій, площу охоплення.

Подача бетонної суміші автотранспортними засобами є найбільш доступною та ефективною. Розвантаження бетонної суміші може здійснюватися безпосередньо в опалубку конструкцій, а також з бровки котловану, зі спеціальних естакад та пересувних матів. Цей метод широко застосовується під час зведення монолітних конструкцій, які становлять суцільні бетонні поля, а також фундаментів під важке обладнання в металургійній промисловості та важкому машинобудуванні.

За інтенсивності бетонування не більше ніж 20 м³/год подавання бетонної суміші в бетонні конструкції від автотранспорту здійснюють за допомогою віброживильників, віброжолобів, транспортерів.

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

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

Глибинні вібратори призначені для ущільнення малорухливих та жорстких бетонних сумішей з осадкою конуса не менше 5–10 мм. Під час вібрування необхідно вібронаконечник вводити в шар бетону на 50–150 мм для забезпечення кращого зчеплення між окремими шарами.

Відстань між точками занурення вібронаконечника не повинна перевищувати 1,5 радіуси його дії. Час вібрування в одній точці, залежно від параметрів вібратора, рухливості бетонної суміші, ступеня армування, повинен бути в межах 15–30 с. Продуктивність одного вібратора становить 6,0–8,0 м³/год.

Поверхнєве вібрування рекомендується застосовувати при ущільненні бетонної суміші, що укладається в підготовку під підлоги, плити перекриттів та покриттів, товщина яких не перевищує 250 мм для неармованих або армованих легкою сіткою конструкцій. У разі товщини понад 250 мм і за наявності арматури, ущільнення суміші виконується з використанням глибинних та поверхневих вібраторів. Поверхнєве вібрування здійснюється віброрейками, вібробрусами та поверхневими майданчиковими вібраторами.

Швидкість переміщення майданчикового вібратора по поверхні ущільнюваної суміші становить 0,5–1,0 м/хв. За товщини шару бетону 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 виключено застосування глибинного вібратора.

7.8 Зведення будівель у переставних опалубках

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

Одним із 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 проектом. Найоптимальніша за розмірами захватка, що дорівнює площі поверху 220,0–240,0 м².

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 проектне 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 й 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 підіймальних 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 кожен бок 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 мають бути розташовані строго вертикально, ригелі – горизонтально в одній площині. Домкратні стрижні повинні проходити осі стін. Рами встановлюють вільно, без докладання зусиль із 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

Не знімна (конструктивна) опалубка використовується для бетонування споруд і елементів з простою геометрією та великими площами. Зовнішні площини опалубки монтуються в одній площині з гранями споруд; внутрішні поверхні повинні бути шорсткими та мати анкерні випуски для міцного зв'язку з бетоном.

Для забезпечення потрібної міцності та стійкості незнімної опалубки протилежні щити з'єднують болтами або стрижнями. Якщо

використовують тонколистовий матеріал, плити фіксують за допомогою зовнішніх розкосів, балок, стійок, з'єднаних внутрішніми стяжками. Застосування незнімної опалубки звільняє від необхідності обробляти поверхню споруд після бетонування.

Пневматичне формування – це сучасний технологічний метод бетонування, що потребує подальших експериментів, визначення ефективних сфер застосування та дотримання технологічних правил. Суть методу полягає в бетонуванні горизонтально розташованої плити на розпластаній пневматичній опалубці – оболонці, з подальшим накачуванням повітря в оболонку та підйомом сформованої плити в проєктне положення.

Бетонування по м'якій надутій пневматичній опалубці не відрізняється від бетонування по жорсткій опалубці традиційних споруд. Проте через недостатню жорсткість така опалубка не може витримувати в надутому стані динамічні навантаження від тиску бетонної суміші, поданої бетононасосом. Ця обставина впливає на технологію бетонування.

Бетонування по м'якій надутій опалубці здійснюють шляхом набризку бетонної суміші або нанесення склоцементу за допомогою пістолета-розпилювача. Для збільшення стійкості та запобігання локальним деформаціям такої опалубки застосовують систему вант, які кріплять до її внутрішньої поверхні радіально. Розпалублення проводять після набору бетоном проєктної міцності.

ЛЕКЦІЯ 8 ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ СПОРУД АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

8.1 Будівельно-конструктивні особливості будівель та споруд агропромислового комплексу

Будівлі та споруди, що зводяться в 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 належать об'єкти із 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 сільськогосподарської техніки, транспортних засобів, підприємства з перероблення та зберігання сільськогосподарської продукції та виготовлення кормів, склади мінеральних добрив, отрутохімікатів тощо.

За однорідністю проектних рішень усі виробничі будівлі поділяються на дві групи:

– до першої належать тваринницькі та птахівницькі будівлі, кормоприготувальні цехи та кормокухні, гаражі, сараї для сільськогосподарської техніки, 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 та мають прямокутні обриси;

– до другої – будівлі заводів та майстерень з ремонту сільгосптехніки, споруди для зберігання та переробки зерна (крім елеваторів), підприємства первинного оброблення продуктів сільського господарства. Виробничі будівлі, що входять до цієї групи, також мають у плані прямокутні обриси та представляють дво- або трипрогонові одноповерхові будівлі, в яких розміщуються всі виробничі цехи та побутові приміщення. У цих будівлях крайні прольоти 6,0 м завширшки та 3,5–4,0 м заввишки; середній проліт – 3,0 м завширшки, до низу кран-балки – 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, комбікормових 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 саме баштовим краном, що і силоси, або стріловим самохідним краном відповідно до обраного методу механізації монтажних робіт. Колони встановлюють у стакани фундаментної плити і замоноличують. 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 тримальним каркасом з металу та збірного залізобетону, можуть бути реалізовані як багатопрогонові рами, арочні ферми тощо. Головним конструктивним елементом тепличної споруди є скляне покриття. При зведенні тепличних комбінатів з металевих тришарнірних рам, монтаж конструкції намету виконується у два етапи.

Спочатку встановлюються рами, прогони та зв'язки послідовно на всіх захопленнях. Потім монтуються елементи верхнього та бокового скління. Каркас монтується автокраном зі стрілою 12,0 м завдовжки. Для забезпечення стійкості під час монтажу кожна рама тимчасово підпирається монтажною вишкою. Після встановлення другої напіврами їх фіксують у шарнірі за допомогою болтів.

Перші встановлені напіврами закріплюють до якорів, які забиваються в ґрунт, а наступні:

– за шаблоном до попередньо змонтованих. Після монтажу напіврами та їх тимчасового кріплення автокраном, що рухається зовні по периметру будівлі, укладаються цокольні плити, прогони з труб та зв'язки. Після завершення монтажу рам, прогонів та зв'язків розпочинається монтаж елементів верхнього та бічного освітлення. Монтаж елементів освітлення проводиться вручну з драбини. Перший елемент верхнього освітлення ретельно вивіряється та приварюється, інші закріплюються та вивіряються за допомогою шаблонів. Під час будівництва теплиць із металевих трубчастих арок автокран розташовується в центрі споруди та встановлює їх на фундамент, закріплюючи анкерними болтами. Першу арку в проєктному положенні додатково розкріплюють тимчасовими зв'язками. Після встановлення другої арки в проєктне положення, кран продовжує її підтримувати, у цей час другим краном монтується поздовжні прогони між двома встановленими арками. Таким чином створюється жорстка, стійка конструкція, елементи якої прихоплюються 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

Спорудження будівель та інших об'єктів зазнає впливу місцевих особливостей, залежно від кліматичних умов та особливостей місця розташування. Тому підвищення ефективності будівництва в регіонах з несприятливими кліматичними умовами вимагає комплексного підходу до організації та технології будівельних процесів, з метою забезпечення високої якості, скорочення термінів будівництва, зменшення трудових витрат та зниження вартості робіт.

У зимові місяці основними проблемами є низька температура повітря, тривалість холодного періоду, значні температурні коливання, навіть протягом дня, снігопади та їхня інтенсивність, сильні зимові вітри, їхня сила та тривалість, зменшення тривалості світлового дня, тривалий та значний сніговий покрив, а також зміна властивостей ґрунтів та деяких будівельних матеріалів.

Влітку проблематичними факторами є інтенсивне сонячне випромінювання та інсоляція, висока температура повітря та її коливання протягом доби, сильні посушливі вітри з пилом. До цих кліматичних факторів

додаються складні інженерно-геологічні умови, сейсмічна активність південних та східних регіонів, а також засоленість ґрунтів на значній частині території України.

9.2 Зведення будівель та споруд у зимових умовах

Особливості експлуатації машин та обладнання. Робота будівельних машин і обладнання зазнає впливу низьких температур, сильних вітрів та снігових заметів. Зазвичай з появою сталих від'ємних температур від $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче, помітно погіршуються експлуатаційні характеристики практично всієї будівельної техніки, зростає кількість поломок найбільш навантажених деталей і вузлів. З огляду на це для ефективної роботи в надзвичайних умовах всі машини й обладнання повинні бути ретельно підготовлені, відповідно до рекомендаційних інструкцій.

Особливості проведення земляних робіт. Промерзлий ґрунт становить складну структуру, що складається з мінеральних часток, льоду, води і повітря. Замерзання ґрунту відбувається через втрату тепла та перехід води, яка міститься в його порах, у лід, внаслідок чого промерзлий 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 один 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 й обтисненню масою лежачого вище 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 тримальної 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 посилені 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 проєктом.

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 залежно 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 у 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 м³ 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 підігрівають до 40–90 °С, а іноді також підігрівають і заповнювачі. До того ж пісок, гравій і щебінь підігрівають 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 й 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 проведення робіт нульового циклу збирання залізобетонних конструкцій підземної частини будівлі потрібно виконувати потоковим комплексним методом, поєднуючи з виконанням земляних робіт. При цьому визначальним процесом має бути монтажний, а темпи земляних робіт мають унеможливити промерзання основи. У випадку значних морозів та потреби в перервах між відриванням котловану та влаштуванням фундаменту, основу необхідно тимчасово утеплювати або підігрівати переставними тепляками з підігрівом.

Будівництво одноповерхових промислових будівель із збірних залізобетонних конструкцій потрібно вести окремими монтажними ділянками. Доцільно також здійснювати паралельний монтаж двох рядів колон, що дозволяє суттєво пришвидшити монтаж розміщених вище конструкцій. У будь-якому випадку вирішальним фактором для вибору розміру захоплення (або кількості колон, що монтуються) є основна технологічна умова – конструкції наступного ярусу можуть монтуватися лише після досягнення бетоном у стиках колон з фундаментом 70 % проєктної міцності. Закладання стиків у плитах

покриття, пов'язане з великим обсягом робіт з очищення поверхонь, що стикаються, може не виконуватися повністю в зимовий період, якщо це не впливає істотно на стійкість змонтованої частини будівлі і на подовження терміну зведення всієї будівлі. Монтаж збірних конструкцій багатоповерхових та особливо житлових і громадських будівель у зимовий період рекомендується здійснювати з транспортних засобів, що суттєво скорочує трудомісткість монтажних робіт та покращує якість будівель, що зводяться.

Для заповнення стиків та швів збірних залізобетонних конструкцій потрібно враховувати, чи сприймають вони розрахункові зусилля, чи містять відкриті сталеві елементи. Відповідно до цих конструктивних особливостей застосовують такі способи заповнення стиків:

- без обігріву з використанням протиморозних домішок;
- з обігрівом з використанням різних способів введення теплової енергії в бетон або розчин;
- комбінований, за якого використовують протиморозні домішки з подальшою тепловою обробкою стиків.

Вибір способу заповнення стиків та розробка конкретної технології виконання робіт повинні враховувати збільшення напруги в бетоні стику, проектне 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 дренажними, що передбачають водо- і повітрязахист за допомогою конструктивних заходів і ущільнювальними прокладками. Для герметизації, теплоізоляції та замоноличування 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 найхарактернішими 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 примикальні 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 оновлення промислових об'єктів впроваджуються більш продуктивні, високо механізовані та автоматизовані технологічні процеси, що сприяє раціональнішому використанню виробничих площ та підвищує ефективність капіталовкладень.

На сьогодні реконструкція переважно стосується промислових підприємств, спроектованих за індивідуальними проектами, чий будівлі та споруди вирізняються конструктивними та об'ємно-конструктивними особливостями.

До реконструкції наявних підприємств відносять перебудову існуючих цехів та об'єктів основного, підсобного та обслуговуючого призначення, не розширюючи при цьому наявні будівлі та споруди основного призначення.

Під час реконструкції чинних підприємств може здійснюватись розширення окремих будівель і споруд, якщо нове високопродуктивне та досконале за технічними показниками обладнання не може бути розміщене в існуючих будівлях; також передбачено будівництво нових і розширення існуючих цехів та інших об'єктів комплексу для усунення диспропорцій; будівництво нових будівель та споруд того ж призначення замість тих, що ліквідуються на території діючого підприємства, подальша експлуатація яких визнана недоцільною за технічними та економічними умовами.

Реконструкція суттєво відрізняється від нового будівництва та має свою специфіку в проектуванні, розробленні технологічного процесу будівництва, а також в особливостях виконання будівельно-монтажних робіт, що пов'язано з різноманіттям конструктивних та об'ємно-планувальних рішень, обмеженістю будівельного майданчика, необхідністю поетапного виконання робіт на різних ділянках, суміщенням виробничої діяльності підприємства з виконанням будівельно-монтажних робіт, а також демонтажем в окремих випадках старих споруд або їхніх частин. Масштаб проведення реконструктивних робіт визначає ступінь оновлення основних фондів. Відповідно до цього розрізняють корінну та малу реконструкцію.

Корінна реконструкція передбачає повне переобладнання і перебудову всіх виробництв підприємства з демонтажем, монтажем та заміною технологічного обладнання, перебудовою або розширенням наявних і будівництвом нових виробничих і підсобно-допоміжних цехів. Корінна реконструкція виконується на основі єдиного проекту та кошторису.

Мала реконструкція відрізняється від корінної обсягом робіт та включає переобладнання і перебудову 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

Сьогодні невід'ємною частиною технічної політики міського господарства є вчасний поточний і капітальний ремонт, модернізація та перебудова окремих житлових та цивільних споруд, демонтаж застарілих будівель, збереження та відновлення історично значущих споруд старої забудови.

До того ж суттєвий вплив на характер реконструкції, модернізації, перебудови сформованої житлової та громадської забудови мають такі ключові аспекти:

- особливості самого міста;
- розташування реконструйованої забудови у планувальній структурі міста;
- якість реконструйованих мікрорайону, кварталу, будівель.

Більше того, нині постає потреба в реконструкції будинків і новобудов, зокрема збірних, зведених кілька десятиліть тому, хоча термін їхньої експлуатації, згідно з довговічністю, передбачений на 100–125 років. Справа в тому, що основною причиною реконструкції таких споруд є їхнє моральне зношення, адже вони зводилися за першими типовими проектами (із зменшеними розмірами кухонь, ванних, передпокоїв, зі входом на кухню з житлової кімнати, з суміщеними ванною та санвузлом).

Внутрішнє перепланування класифікується на два типи: часткове та повне.

Часткове перепланування реалізується шляхом оптимізації наявного планування з облаштуванням нових санвузлів, ванних, кухонь для індивідуального використання. У деяких випадках часткове перепланування супроводжується заміною пічного опалення на централізоване 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 кліток, 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 тримальної 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 тримальну 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:
– обмеженість часу та зони робіт;

- складність транспортних схем для подачі матеріалів, конструкцій та обладнання;
- різноманітність конструктивних та об'ємно-планувальних рішень;
- недостатній рівень збірності та не пристосованість будівель, споруд і комунікацій на діючих підприємствах для реконструкції;
- специфіка будівельних робіт, яка виражається у великій трудомісткості та складності механізації (демонтаж конструкцій та обладнання, розбирання будівлі або її окремих частин, руйнування окремих конструкцій, переміщення та насування конструкцій, підсилення конструкцій);
- необхідність додаткових заходів щодо охорони праці під час виконання будівельно-монтажних робіт в діючих цехах.

На основі технологічної структури робіт та об'ємно-планувальної характеристики з реконструкції об'єкта проводиться розподіл загального фронту робіт на технологічні та будівельні вузли та підвузли, для максимального поєднання процесів у часі та просторі, а також скорочення періоду зупинки, якщо реконструкція потребує часткової або повної зупинки виробництва.

Технологічний вузол – це конструктивно-відокремлена частина технологічної лінії, у межах якої виконуються будівельно-монтажні роботи, пов'язані з демонтажем та монтажем технологічного обладнання, підготовкою до пусконаладжувальних робіт та випробуванням 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 підготовкою до механо-монтажних робіт.

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

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

- режим роботи виробництва (змінна робота, завантаження транспортних та вантажопідйомних засобів та можливість їхнього використання для потреб будівельників, наявність зупинного періоду);
- стан виробничого середовища (загазованість, запиленість, допустимі рівні шуму та вібрації);
- насиченість підприємства підземними інженерними комунікаціями;
- забезпечення цілісності конструкцій наявних будівель під час забивання шпунту та ущільнення ґрунту важкими трамбуваннями, облаштування

котлованів і траншей поблизу фундаментів, що несуть навантаження;

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

– додаткові вимоги до організації та технології виконання земляних робіт, які викликані забезпеченням охорони праці.

Улаштування котлованів та траншей. Під час спорудження підземних конструкцій і будівель у функціонуючих цехах першочергову увагу варто приділяти стійкості та методам закріплення стін котлованів та траншей, адже від цього залежить цілісність розташованих поблизу частин підлоги і фундаментів, котрі знаходяться під навантаженням.

Вибір виду екскаваційного обладнання залежить від глибини котлованів та траншей, об'єму та групи ґрунту, який розробляється, наявності кріплень стінок котлованів та траншей і об'ємно-планувальних рішень будівель та споруд, що реконструюються.

До того як розпочати земляні роботи на ділянці реконструкції, необхідно демонтувати всі існуючі рейкові шляхи, розібрати технологічне устаткування, цегляні стіни та перекриття приміщень.

Знищення фундаментів під технологічне обладнання. Будівельні конструкції, що підлягають розбиранню у процесі реконструкції чинних підприємств, за умовами та специфікою виконання робіт розподіляються на ті, що демонтуються з повним або частковим руйнуванням для використання за призначенням їх окремих конструктивних елементів.

До конструкцій, які розбираються шляхом повного руйнування, зараховуються бетонні фундаменти. При цьому розбирання та руйнування фундаментів може здійснюватися як в обмежених умовах, так і на вільному майданчику.

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

Процес руйнування та демонтажу будівельних конструкцій містить такі технологічні операції:

– підготовка до руйнування – очищення від землі та сміття, звільнення від прилеглих конструктивів, розмітка меж захоплень та ділянок руйнування, буріння шпурів;

– руйнування матеріалу – встановлення робочого органу в шпур, вплив на матеріал;

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

Улаштування тунелів і фундаментів під технологічне обладнання. До переліку робіт входять: опалубка; встановлення арматури; заливка бетонної суміші; монтаж збірних залізобетонних блоків стін підвалу; монтаж залізобетонних плит перекриття тунелю.

До того як розпочати роботи з улаштування тунелю та фундаментів під формувальні машини, потрібно виконати підготовчі роботи:

- демонтаж технологічного устаткування;
- 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 тримальної здатності залізобетонних колон; попередньо-напружені обойми для відновлення тримальної здатності колон; металеві портали для збільшення тримальної 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 металевого 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.

Підсилення залізобетонної підкранової балки. Ця технологія розроблена для укріплення нижнього поясу залізобетонної підкранової балки відкритої кранової естакади.

Підсилення залізобетонної підкранової балки здійснюється шляхом влаштування набетонки на нижньому поясі. Для укладання бетону на нижній пояс підкранової балки як опалубка використовується нероз'ємна блок-ферма з підвісними вібраторами. Бетонну суміш потрібно заливати у конструкцію через проміжки, сформовані бічними бортами форми та вертикальними гранями підкранової балки.

Якість арматурних робіт, підготовка бетонної поверхні, а також очищення існуючої арматури повинні бути зафіксовані актом на приховані роботи.

Підсилення монолітного залізобетонного перекриття. Технологія передбачає зміцнення монолітного залізобетонного ребристого перекриття товщиною 120 мм методом торкретування по металевій сітці, закріпленій до нижньої частини перекриття.

Перед початком робіт необхідно:

- надійно захистити металевими кожухами інженерно-технічні комунікації, розміщені поблизу (0,7–1,0 м) від конструкції, що підсилюється, та технологічне обладнання дерев'яними щитами;
- у місцях проходження технологічних трубопроводів через перекриття встановити металеві обойми-гільзи зі сталевого листа товщиною 3 мм та зафіксувати їх хомутами до перекриття;
- обмежити робочу зону інвентарним огородженням та, за потреби, перекрити технологічні отвори;
- забезпечити робочу зону тимчасовим освітленням.

Під час підсилення монолітних залізобетонних конструкцій перекриття на діючому підприємстві потрібно отримати наряд-допуск на виконання робіт.

Підсилення в умовах виробництва на діючій виробничій площі виконується у такій технологічній послідовності:

- встановлюється інвентарне риштування;

- готується поверхня залізобетонного перекриття (видаляється зруйнований корозією захисний шар бетону до міцного, очищується і вирівнюється за потреби існуюча арматура);
- у місцях зварювання додаткової арматури відкривається на $\frac{1}{2}$ діаметра існуюча арматура нижніх ребер балок; за недостатньої шорсткості поверхні виконується насічка;
- встановлюються та закріплюються до хомутів існуючої арматури балок куточки фіксаторів по кутах примикання плити до балок-ребер;
- згідно з проектом приварюється додаткова арматура в нижніх кутах балок-ребер;
- натягуються раніше заготовлені сітки між опорними куточками-фіксаторами та закріплюються на гаках;
- для запобігання провисанню більше ніж на 10 мм, у прольотах між балками-ребрами сітки пристрілюються до залізобетонної плити перекриття дюбелями монтажним пістолетом за допомогою смуг-накладок;
- смуги розміщуються через 500 мм, крок встановлення дюбелів – не більше 250 мм;
- на куточки-фіксатори та арматуру посилення балок-ребер натягується арматурна сітка.

Торкретування поверхонь конструкцій, що підсилюються, виконується в такій послідовності: плита перекриття – бічні грані балок. Перед бетонуванням нижніх граней балок по бокових гранях, після тужавлення торкрет-розчину, виставляють на струбцинах щити опалубки (екрани) з плоских азбестоцементних листів. Торкретбетон наноситься в два шари по 15 мм кожен. Наступний шар наноситься до завершення тужавлення попереднього шару. Поверхню 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 утворенню 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 проєктним; порушення правил армування; невідповідність проєктним 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 із 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 тримальної 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 роботи з реконструкції та посилення фундаментів, критично важливо встановити першопричину їхнього пошкодження та ліквідувати її. Для цього, а також в процесі реконструкції, здійснюють збір інформації про історію будинку чи споруди, а також проводять обстеження надземної та підземної частин, разом із прилеглою територією. Це особливо актуально, коли мова йде про старі будівлі.

Збір історичних даних про будівлю дозволяє встановити дату її зведення, початковий вигляд, усі зміни, які відбувалися в процесі експлуатації (надбудови, прибудови, перепланування) та фіксувати аварійні стани. Наявність технічної документації значно зменшує обсяг подальших обстежень.

Обстеження надземної частини будівлі допомагає визначити її фактичні розміри, оцінити стан тримальних та огорожувальних конструкцій, встановити фактичні навантаження, виявити зовнішні пошкодження, а також, по можливості, визначити причини їхнього виникнення.

Підземну частину будівлі обстежують для визначення конструкції, розмірів і матеріалу фундаменту, його міцності, глибини залягання, наявності та стану гідроізоляції, а також для вивчення типу ґрунтів у підвалинах. З цією

метою облаштовують контрольні шурфи, кількість яких залежить від загального фізичного стану будівлі та її конструкцій.

Якщо під час реконструкції або капітального ремонту навантаження на фундамент не збільшується, достатньо влаштувати два-три шурфи. Якщо виявлено деформації та тріщини в стінах, шурфи обов'язково роблять у місцях передбачуваного пошкодження фундаменту. Їх відривають на 500 мм нижче рівня підосви фундаменту. Міцність фундаментів та стін підвалу визначають за допомогою неруйнівних методів, таких як акустичний, радіометричний, механічний та інші.

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

Роботи з перебудови фундаментів можуть виконуватися у двох напрямках:

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

В окремих випадках ці роботи можуть проводитися одночасно.

Відновлення тримальної здатності підвалин, її збільшення – складний і дорогий процес, сутність якого полягає у збільшенні щільності та тримальної здатності ґрунту під фундаментом. Для цього використовують різні методи, такі як цементування, бітумізація, силікатизація та інші.

До початку ремонтних робіт та посилення фундаментів необхідно усунути причини, що призводять до їхнього нерівномірного просідання або руйнування. Якщо деформація фундаменту викликала деформацію стін та перекриттів, то роботи виконують у такій послідовності: зміцнення (вивішування) перекриттів, зміцнення стін у місцях деформацій, ремонт та посилення фундаментів, ремонт стін та перекриттів.

До базових робіт, що стосуються ремонту та посилення фундаментів, належать: укріплення підосов і фундаментів, розширення підосви фундаментів, поглиблення закладання, повне чи часткове заміщення.

Перед початком робіт необхідно вжити заходів для забезпечення стабільності будівлі та убезпечення конструкцій від можливих деформацій, тобто, частково або повністю розвантажити фундаменти.

Часткове розвантаження здійснюють шляхом встановлення тимчасових дерев'яних опор, а також дерев'яних і металевих підкосів.

Повне розвантаження фундаментів виконують за допомогою металевих балок (рандбалок), які закладають у мурування стіни, а також поперечних металевих або залізобетонних балок. Рандбалки монтують вище обрізу фундаменту у заздалегідь зроблені з обох боків стіни штраби на ложе з цементно-піщаного розчину. Штраби потрібно робити під поперечником цегляного мурування. Тимчасове закріплення рандбалки у штрабі виконують клинами. В поперечному напрямі через 1 500...2 000 мм балки стягують болтами діаметром 20...25 мм. Простір між тимчасово закріпленою балкою та стіною заповнюють цементно-піщаним розчином. Стикування рандбалок по фронту виконують накладками з використанням електрозварювання. У такому разі навантаження передається на сусідні ділянки фундаменту.

Ремонт цегляних і бутових фундаментів включає такі роботи: розшивання тріщин, перекладання окремих ділянок, цементацію, влаштування обойми зі сталевого профілю з подальшим тинькуванням по сітці, влаштування затискачів з набетонуванням, заміну бутового фундаменту на бутобетонний, відновлення вимощення, ремонт або влаштування гідроізоляції.

Ремонт бетонних і залізобетонних фундаментів полягає у ліквідації волосяних тріщин, ремонті або відновленні вимощення та гідроізоляції.

Під час розшивання тріщин у муруванні спочатку з обох боків розкривають фундамент до його подошви. З мурування вилучають зруйновані та відшаровані камені, а тріщини розчищають і промивають. Камені замінюють на нові, що підбираються за розміром, і встановлюють на ложе з цементно-піщаного розчину. Тріщини заповнюють пластичним цементно-піщаним розчином. Після цього відновлюють гідроізоляцію та виконують зворотне засипання з пошаровим трамбуванням.

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

Здійснюють повне розвантаження ділянки фундаменту, що перекладається; відривають з обох його боків котловани (шурфи); розбирають старе мурування та виконують нове, дотримуючись перев'язки 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 монтують 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 збільшенням тиску на 15–25 %. За наявності підвалу ін'єктори встановлюють з підвальних приміщень. Крок ін'єкторів, склад розчину, його витрата й величина тиску нагнітання визначаються згідно з проектом і уточнюються за допомогою пробного нагнітання.

Під час влаштування обойми зі сталевого профілю з подальшим тинькуванням по сітці проводять такі роботи. На захватці з обох боків фундаменту відривають траншеї; фундамент очищають від бруду та промивають водою; виконують розмітку й влаштування наскрізних отворів під стягуючі болти. На вирівняну цементно-піщаним розчином поверхню фундаменту монтують сталевий профіль і стяжні болти. Потім у 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 та нагнітають цементний розчин до повного насичення мурування. Витрата розчину попередньо визначається в кількості 20–30 % від об'єму ділянки мурування фундаменту, що ремонтується.

Влаштування затискачів з набетонуванням виконують у такій послідовності: відкривають, очищають від бруду та промивають водою верхній обріз фундаменту; просвердлюють наскрізні отвори діаметром 22 мм; з обох боків монтують сталеві куточки, що з'єднуються стискувальними болтами діаметром 20 мм; мурування фундаменту цементують (як у попередньо описаних способах) та з двох боків обетонують по всій довжині ділянки, що ремонтується, бетоном для захисту сталевих деталей від корозії.

Під час реконструкції фундаментів з метою збільшення їхньої тримальної здатності проводять такі роботи: посилення фундаментів, розширення підшви, збільшення глибини закладання, повну або часткову заміну.

Посилення робиться переважно для фундаментів, виконаних із бутового каменю, бутобетонного мурування та цегли. До того ж необхідно зазначити, що базовий матеріал (бутовий камінь, цегла) достатньо міцний, але сам фундамент послаблений внаслідок руйнування розчину, появи тріщин і пустот.

Під час підготовки фундаменту до ін'єкування його розкривають (за необхідності), бурять шпури, встановлюють ін'єктори, з'єднують їх з ін'єкційною установкою та 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 залежать від ступеня фізичного зношування

фундаментів та щільності матеріалу мурування.

Під час силікатизації робочий розчин через одні й ті самі ін'єктори 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 за незначного фізичного зношування фундаментів. Камені, що слабо утримуються в муруванні фундаменту, виймають; гніздо очищають сталевією щіткою від бруду та старого розчину, змочують водою і заповнюють цементно-піщаним розчином. Камені знову встановлюють у гнізда, втоплюючи їх у розчин за допомогою послідовних ударів молотком.

Збільшити тримальну здатність фундаменту й подошви одночасно можна шляхом влаштування паль. Їхнє застосування дозволяє проводити роботи з посилення без розробки траншей і порушення структури ґрунту в основі.

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

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

Подошву фундаменту розширюють банкетними конструкціями з бутової кладки, монолітного бетону чи залізобетону, балковими банкетами, а також за допомогою монолітних та збірних залізобетонних подушок.

Банкетні конструкції з бутової кладки застосовують вкрай рідко через значну трудомісткість робіт. Найчастіше використовують одно- або двобічні банкетні конструкції з монолітного бетону та залізобетону. Конструкція

банкету визначається методом його з'єднання з існуючим фундаментом та схемами передачі навантаження від споруди на підсилювальний фундамент. Переважно застосовуються одно- та двосторонні банкетні конструкції з монолітного бетону та залізобетону. Конструкція банкетів обумовлюється методом їхнього з'єднання з існуючим фундаментом та схемами передачі навантаження від будівлі на підсилювальний фундамент.

Найпоширеніші банкетні конструкції, де навантаження від будівлі передається через опорні балки. Для цього у стіні пробивають наскрізні отвори, в які перпендикулярно до стіни встановлюють опорні балки зі сталевго швелера (двотавра) або залізобетону. Навантаження на банкет передається через розподільні балки зі швелера чи двотавра, котрі розміщують вздовж стіни.

Роботи виконують у такій послідовності: прибирають вимощення (за потреби) й підлогу першого поверху; влаштовують водовідвідні 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 та забивають у них анкерні стрижні діаметром 16 мм; встановлюють опалубку й бетонують банкет до нижньої позначки розподільних балок; після досягнення бетоном необхідної міцності (не менше 70 % від проектної) влаштовують у стіні «вікна» та встановлюють у них опорні балки; монтують розподільні балки й зварюють їх з опорними; добетонують банкет на висоту розподільних балок та закладають проміжки у «вікнах» для опорних балок. Можливе також оббетонування опорних балок.

Збільшити площу опирання фундаментів можливо за допомогою збірних залізобетонних відливів та сталевих тросів.

Роботи виконуються так: відривають з обох боків фундаменту траншею по захватках; у тілі фундаменту свердлять наскрізні отвори; монтують залізобетонні відливи; встановлюють сталеві троси; за допомогою домкратів або клинів розтискають відливи у верхній частині; укладають бетонну суміш у проміжок між наявним фундаментом та залізобетонними відливами. Внаслідок розтискання відливів, вони повертаються вниз навколо своєї нижньої осі та додатково обтискають ґрунт підвалини.

Недоліками цього способу є значний об'єм земляних робіт та значні витрати ручної праці.

Під час розширення подошви 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 та подошвою фундаменту заповнюють жорстким цементно-піщаним розчином.

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

Спосіб поглиблення фундаментів з використанням бутового мурування відрізняється значною трудомісткістю та застосовується у випадках незначних навантажень. Спочатку розвантажують фундаменти, а за наявності ослаблених ділянок стін, встановлюють рандбалки. Потім на окремих захватках, у заздалегідь визначеній черговості, відривають колодязі на проєктну глибину, тимчасово укріплюючи стінки, розбирають нижню ослаблену частину фундаменту (за потреби) та видаляють ґрунт, підбиваючи під фундамент тимчасові кріплення. Мурування нового фундаменту виконують з перев'язуванням швів, видаляючи кріплення знизу до верху. Проміжок між верхнім зрізом нового мурування та нижнім зрізом старого фундаменту заповнюють напівсухим цементно-піщаним розчином.

Більш ефективним є спосіб поглиблення фундаментів із застосуванням монолітного бетону. Як і в попередньому випадку, спершу розвантажують фундамент, а потім відривають шурфи нижче подошви фундаменту, стінки шурфів укріплюють щитами. Біля передньої стінки встановлюють міцну раму з брусів або круглого лісу. Верхня перекладина рами повинна розташовуватися на 30–50 мм нижче подошви фундаменту. Між подошвою та верхньою перекладиною рами в ґрунт забивають дошки, тобто влаштовують закидку, під захистом якої на проєктну глибину відривають колодязь. Далі в колодязь укладають та ущільнюють бетонну суміш, залишаючи між подошвою фундаменту та поверхнею бетону проміжок 300–400 мм. Після набору бетоном необхідної міцності, за допомогою домкратів обтискають підвалини нової частини фундаменту, використовуючи також масу існуючої будівлі. Після цього бетонують проміжок, укладаючи бетонну суміш на 100 мм вище за подошву старого фундаменту, щоб забезпечити щільний контакт.

Виключенню трудомістких робіт щодо розвантаження фундаменту сприяє технологія виконання робіт з його поглиблення та одночасного розширення. На захватці відривають траншею на глибину закладення фундаменту. Потім влаштовують підкоп під подошву існуючого 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 з кроком 200 мм на 100 мм вище дна траншеї, а верхній ряд – з таким же кроком на 50–70 мм нижче підосви існуючого фундаменту.

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

У разі повної або часткової заміни фундаментів, зміцнюють перегородки над отворами, а за потреби – й стіни. Далі відривають траншеї та розбирають ослаблені ділянки фундаменту. Розбирають спочатку верхні ряди, одночасно розкріплюючи верхні ділянки стіни. До того ж залишають штроби та виступи для подальшого перев'язування нового мурування зі старим.

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

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

Заміну фундаментів розпочинають з найбільш слабких ділянок та, за можливості, під тими ділянками стін, де відсутні отвори. Фундамент розбивають на захватки з таким розрахунком, щоб між захватками, де одночасно ведуться роботи, розміщувалося не менше двох захваток, на яких роботи ще не розпочалися або вже виконані та мурування (чи бетон) набрали необхідної проектної міцності.

Зазвичай для підсилення підвалін існуючих фундаментів використовують залізобетонні опускні колодязі. Фундамент у цьому випадку може мати в плані будь-які габарити та конфігурацію. Крім того, немає потреби його розвантажувати під час проведення робіт. Внутрішні розміри опускного колодязя мають перевищувати габарити підосви фундаменту на 150–200 мм. У плані колодязь може мати форму кола або прямокутника із заокругленими кутами.

У надзвичайно складних випадках посилення фундаментів, коли навантаження необхідно передати на глибоко залягаючі міцні ґрунти, особливо за наявності високого рівня ґрунтових вод, застосовують вдавлювані палі. Розрізняють два способи посилення фундаментів: передача навантаження від фундаменту на виносні палі або підбивання паль під подошву фундаменту. Виносні палі застосовують у разі наявності високого рівня ґрунтових вод, а палі, що підводяться під подошву фундаменту, – у випадку низького. Відстань між палями повинна бути не менше трьох діаметрів.

Голови паль з наявним фундаментом з'єднують за допомогою ростверків, які виконують у вигляді залізобетонних поясів (для стрічкових фундаментів) або залізобетонних обойм (для стовпчастих фундаментів). Для кращої передачі навантаження від фундаменту, що підсилюється, на палі використовують металеві або залізобетонні балки, які пропускають через тіло фундаменту. Довжина паль визначається відповідно до характеристик ґрунтів, розмірів поперечного перерізу паль та навантажень на фундамент.

Виносні палі виконують у вигляді набивних паль або методом вдавлювання. У разі застосування цього способу посилення необхідно забезпечити надійне сполучення існуючого фундаменту з палями. Для цього у фундаменті або в стіні, у поздовжніх штробах, встановлюють рандбалки. Крім того, можуть застосовуватися поперечні балки, що заводять у попередньо пробиті наскрізні отвори. Балки з'єднують між собою та з виносними палями за допомогою монолітного залізобетонного ростверку.

Палі, що підводяться під подошву фундаменту, зазвичай виконують складовими та занурюють методом вдавлювання. Палі з металевих труб розташовують попарно – з обох боків фундаменту. Для занурення паль застосовують домкрати, котрі опираються на залізобетонні балки, виготовлені одночасно із суцільним залізобетонним поясом та конструктивно пов'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 підвищення 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, установлюють 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 ключовим конструктивним елементом будь-якої будівлі або споруди. Вона значною мірою впливає на довговічність як окремих конструктивних частин, так і всієї будівлі чи споруди загалом.

Відповідно до призначення, гідроізоляція виконує функції антифільтраційного та антикорозійного захисту.

Функції антифільтраційного захисту:

- захист від проникнення ґрунтових вод у підвальні приміщення надземних будівель, а також у споруди, що знаходяться під землею;
- запобігання витоку води, мазуту та інших паливно-мастильних матеріалів з басейнів, резервуарів та інших схожих конструкцій.

Призначення антикорозійного захисту:

- захист будівель та споруд, а також їхніх конструктивних елементів від впливу агресивних вод (мінералізованих ґрунтових та поверхневих вод, морських вод, промислових стоків);
- захист конструктивних елементів будівель та споруд від одночасної агресивної дії води та атмосферного повітря (наземні споруди, гідротехнічні споруди в зоні змінної водної поверхні та ін.);
- захист від електрохімічної корозії, спричиненої блукаючими струмами (опори ліній електропередачі, надземні трубопроводи тощо).

Основними причинами виникнення проблем з гідроізоляцією є:

- пошкодження гідроізоляційного шару внаслідок деформацій фундаментів і стін, а також старіння гідроізоляційних матеріалів;
- відсутність гідроізоляції або недоліки під час її монтажу;
- пошкодження облицювання цоколя або використання неморозостійких матеріалів;
- підняття рівня ґрунтових вод через обводнення ділянки забудови;
- засипання ґрунту навколо будівлі вище рівня горизонтальної гідроізоляції або її неправильне розташування відносно верхнього краю вимощення (нижче 100–150 мм);

– механічне пошкодження гідроізоляції в процесі експлуатації.

Для арочних, каркасно-панельних та земляних споруд найвразливішими є місця, де гідроізоляція пошкоджена.

Головними причинами пошкодження гідроізоляції в цих типах споруд є:

– зворотне засипання пазух і обвалювання споруд ґрунтом, що містить будівельне сміття, каміння та інші включення, без захисту гідроізоляційного покриття;

– відсутність дренажного шару ґрунту при обсіпанні споруд;

– брак під час влаштування гідроізоляції (неякісна підготовка основи, порушення технології виконання робіт, використання неякісних або недовговічних матеріалів);

– механічне пошкодження покриття під час будівництва та експлуатації споруди;

– старіння гідроізоляційних матеріалів;

– недоліки у проєктних рішеннях (наприклад, під час вибору матеріалів для гідроізоляції тощо);

– нерівномірне осідання фундаментів окремих конструктивних елементів споруди;

– пошкодження дренажної системи;

– пошкодження в місцях вводу інженерних комунікацій.

Знання вразливих місць та причин, які призводять до пошкодження гідроізоляції, має важливе значення для інженерів, що здійснюють експлуатацію будівель. Це дозволяє приділяти більше уваги цим моментам під час планових та позачергових оглядів, а також під час планування та проведення 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 у 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 ремонттованих 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) уможливує 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’єкція кладки гідрофобізуючими складами. Під час ін’єктування гідрофобізуювальної робочої суміші в товщі стіни відбуваються складні фізико-хімічні процеси, у результаті яких утворюється суцільний гідроізоляційний шар.

Ін'єктування гідрофобізуючих речовин у цегляну кладку 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 виконує бригада з трьох спеціалістів: бурильник, електрик та ізолювальник.

Перш ніж розпочати відновлення гідроізоляції, стіни очищають від забруднень, а фронт робіт поділяють на ділянки по 5 000–6 000 мм. Шпури свердлять на рівні закладення ізоляції з кроком 400–600 мм; діаметр отворів – 25–40 мм, глибина – 0,7–0,9 товщини стіни. Свердління здійснюють за допомогою спеціального обладнання, що складається з робочого інструменту та ходового візка. Як робочий інструмент використовують бурильний бензомолоток або електричний перфоратор. Ходовий візок забезпечує зручність переміщення інструменту вздовж фронту робіт, горизонтальність і необхідну глибину свердління. В умовах обмеженого простору шпури свердлять без візка. Якщо є перешкоди, шпури свердлять вище або нижче, зберігаючи крок. Одночасно монтують сушильну установку. Стіни сушать трубчастими електричними нагрівачами (ТЕН), які підключають до мережі через зварювальний перетворювач, безперервно по всій довжині, поки вологість не стане менше 8 %.

До моменту завершення сушіння ізолювальник готує ін'єкційну установку, тобто робочий розчин, та заливає його в дозувальні бачки. Для робочих розчинів використовують гідрофобізуючі кремнійорганічні рідини, які добре розчиняються у воді. Робочий розчин готують в чистій ємності за температури води не менше 10 °С. Концентрація робочого розчину залежить від початкової вологості цегляної кладки і визначається робочим проектом. Її контролюють за допомогою ареометра, заносючи результати до журналу виконання робіт.

Ін'єкційна установка включає два штативи з рухомими штангами, 10–12 дозувальних бачків та ін'єктори. Бачки оснащують запірними вентилями, водомірним склом для контролю витрати розчину та гумовими шлангами для під'єднання до ін'єкторів. Розчин подають у цегляну кладку циклічно (0,5 год – подача розчину, 2 год – перерва) під гідростатичним тиском 700–1 000 мм: 8 циклів – для щільної кладки; 5 циклів – для тріщинуватої. Отвори під час

ін'єктування герметизують штуцерами та гумовими втулками, які є на наконечниках.

Після завершення ін'єктування в шпури вставляють ТЕН та здійснюють остаточне просушування цегляної кладки до 5 % вологості. Після сушіння та вилучення ТЕНу гирла шпурів закладають цементно-піщаним розчином на глибину 100–150 мм. Розчин готують на основі цементу з домішкою в кількості 1,5–2 % від маси цементу.

Контроль вологості цегляної кладки стін здійснюють до та після просушування, а також до та після ін'єктування гідрофобізуючих речовин.

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

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

Нейтронний вологомір складається з плутонієво-берилієвого джерела випромінювання, поміщеного у дві півсфери захисного корпусу, перетворювача та реєструвального приладу.

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

Горизонтальну гідроізоляцію стін в існуючих цегляних будинках можна створити електротермічним способом. Гідроізоляційний шар утворюється шляхом розплавлення цегляної кладки за температури 1 400–1 600 °С за допомогою карборундового стрижня, що вставляється в заздалегідь просвердлений наскрізний отвір діаметром 30 мм на рівні горизонтальної гідроізоляції. До карборундового стрижня через автотрансформатор подається електричний струм, який нагріває його до потрібної температури. Цегляна кладка навколо стрижня, який переміщується лебідкою зі швидкістю 0,4–0,6 м/год, розплавляється на товщину 10–15 мм.

Зусилля від лебідки передаються на стрижень через трос і тарувальну пружину, яка регулює тиск на стрижень до 3 Па. Під час руху стрижня розплавлена маса, витіканню якої перешкоджають бічні графітові плашки, поступово охолоджується, твердне і формує кристалічний шар із високими гідроізоляційними властивостями.

ЛЕКЦІЯ 13 ТЕХНОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА РЕМОНТУ ПОКРІВЕЛЬНИХ ПОКРИТТІВ І ДАХІВ

13.1 Дефекти покрівельних покриттів і дахів

Збереження та довговічність будівель і споруд гарантується передусім справним станом покрівельного покриву та тримальних конструкцій даху, а також шляхом створення сталого температурно-вологісного режиму у горищних приміщеннях і вчасно виконаного поточного ремонту.

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

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

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

Технічний стан покрівель з листових матеріалів (покрівельна сталь, азбестоцементні листи, черепиця) необхідно перевіряти як зовні, так і з боку горища на просвіт, при цьому звертаючи увагу на можливе зволоження утеплювача на горищному перекритті.

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

У процесі експлуатації тримальних конструкцій дахів необхідно забезпечити: відсутність провисання та випинання з площини ферми окремих елементів; щільність прилягання опорних поверхонь елементів, наявність та

надійність їхнього кріплення, необхідне натягування болтів, відсутність пошкоджень опорних вузлів і змінання опорних площин; справний стан стояків, прогонів, крокв, підкосів та затяжок висних крокв; справний стан лат та мауерлата, надійне прикріплення мауерлата до стін; наявність та справний стан гідроізоляції між дерев'яними та кам'яними (бетонними) конструкціями; відсутність цвілі, гнилі та різних уражень деревини тримальних конструкцій даху.

Найбільш складними та найзначущими конструкціями в будівлях є кроквяні ферми та балки. За їх станом потрібно постійно спостерігати, фіксуєючи результати огляду в спеціальному журналі. Особливу увагу варто приділяти утриманню дерев'яних конструкцій дахів у нових будівлях.

Ці конструкції протягом перших двох років експлуатації внаслідок зсихання та осідання деревини можуть зазнавати значних деформацій. Для попередження деформування потрібно 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 забезпечувати відповідний температурний режим, щоб в осінньо-зимовий період уникнути танення снігу та утворення бурульок. Підтавання на покрівельному покритті не відбуватиметься, якщо різниця між температурами зовнішнього повітря та на горищі не перевищує 2–4 °С. Цього досягають двома способами: шляхом забезпечення надійної вентиляції горища через слухові вікна, карнизні та гребеневі продухи; достатньої теплоізоляції горищного перекриття.

Надійна вентиляція горища досягається шляхом влаштування слухових вікон і продушин, сумарна площа яких по відношенню до 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, потрібно зробити таке: збільшити його товщину; розпушити злежаний утеплювач; вологий утеплювач просушити або замінити.

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

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

13.2 Ремонт та реконструкція покрівельних покриттів

У процесі експлуатації будівель та споруд першочергову увагу варто зосереджувати на покрівельних покриттях.

Поточний ремонт покрівель може бути: плановим (технічне обслуговування, що здійснюється за сезонами з врахуванням нормативних термінів експлуатації); позаплановим (своєчасна ліквідація пошкоджень).

Довговічність сталевих покрівельних покриттів залежить від міцності та жорсткості обрешітки, стану захисного фарбування, а також стану фальців і гребенів.

Під час капітального ремонту сталевих покрівель виконують повну або часткову заміну покрівельного покриття і водостічних труб.

Роботи з підготовки або укладання покрівель виконуються тими ж способами та прийомами, що й при облаштуванні нових покрівельних покриттів.

Розбирання покрівлі здійснюють у такій послідовності: розбирають або зрізають стоячі фальци, роз'єднують лежачі фальци, від'єднують клямери та знімають пошкоджені сталеві картини.

Знімати картини покрівельного покриття потрібно по латах, щоб стики картин знаходились на картині. Ремонт окремих пошкоджень покрівлі передбачає укладання латок зі склотканини, покрівельної сталі.

Під час ремонту сталевих покрівельних покриттів потрібно використовувати однорідні матеріали. У випадку застосування різнорідних матеріалів у фальцах потрібно укласти ізоляційні прокладки для уникнення виникнення термопари і розвитку інтенсивної корозії.

На поверхні покрівельного покриття з оцинкованої сталі, при окисненні, утворюється захисна плівка з оксиду цинку, яка протягом 8–10 років захищає метал від руйнування. Захисна плівка після закінчення терміну експлуатації зазвичай руйнується у фальцах та жолобах, тому ці місця необхідно своєчасно очищати від бруду й іржі, протравлювати розчином цинкового купоросу, ґрунтувати цинковими білилами та фарбувати олійною фарбою.

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

Під час поточного ремонту покрівель із рулонних матеріалів виконують такі роботи: латковий ремонт, укладання додаткового шару, ремонт прилягання покрівлі до труб, парапетів, ремонт покрівель у місцях встановлення водозбірних воронок, ремонт захисного шару, влаштування захисного покриття з алюмінієвої пудри і бітумного лаку.

Латковий ремонт виконується у разі відшаровування рулонного килима, утворення повітряних і водяних пухирів.

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

Додатковий шар рулонного матеріалу наклеюють у разі утворення великої кількості дрібних пухирців та пошкоджень, тобто коли проведення латкового ремонту є недоцільним. Перелік виконуваних робіт включає: очищення поверхні покрівельного покриття; підготовка та розкочування полотнищ рулонного матеріалу; приготування клейкої мастики; наклеювання полотнищ; покриття полотнищ додатковим шаром бітумної мастики з облаштуванням захисного шару з крупнозернистого піску або гравію.

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

Ремонт покрівельного покриття в місцях розташування водозбірних воронкок виконують у такий спосіб: знімають решітку водозбірної воронки; наклеюють 2–3 додаткові шари склотканини на гарячій бітумній мастиці та встановлюють решітку на попереднє місце.

Сонячна радіація та інші шкідливі чинники руйнують захисний шар рулонного покрівельного покриття, скорочуючи його термін експлуатації, тому необхідно регулярно (кожні 3–5 років) відновлювати захисний шар. Для цього застосовують мастики з тугоплавких сортів бітуму. Роботу з відновлення захисного шару виконує бригада, що складається з двох покрівельників. Один робітник подає на покрівлю гарячу бітумну мастику, а інший зверху неї рівномірно розсипає крупнозернистий пісок або дрібний гравій.

Мастикую наносять вручну щітками або механізованим способом за допомогою вудки-розпилювача.

Аналогічно здійснюють заміну гребневих елементів. Проміжки між листами покрівельного покриття, а також у місцях їхніх прилягань до інших конструкцій на покрівлі зашпаровують цементно-вапняним розчином з додаванням волокнистого азбесту.

13.3 Ремонт і реконструкція елементів дахів із дерев'яних конструкцій

Обстеження дахів споруд, зведених до 1960-х років, вказує, що їхні тримальні елементи переважно зроблені з деревини. Крокви, прогони та стояки зазвичай виготовлені з колод діаметром 160–200 мм, якщо крок крокв становить 1,2–2,1 м.

Нормативний термін експлуатації дерев'яних крокв – 50 років. Але за результатами обстежень, дерев'яні елементи дахів після 50–60 років експлуатації показують задовільний стан. Виняток становлять дахи складної форми (з ендовами, парапетами).

Роботи з ремонту та реконструкції покрівель виконують після виселення мешканців чи персоналу. В окремих випадках ремонт можливий у житловому будинку. Тоді роботи потрібно проводити окремими ділянками у стислі терміни, з використанням підготовлених деталей. Також необхідно забезпечити безпеку від падіння покрівельних елементів, матеріалів, інструменту та людей, і захист будівлі від опадів.

Розрізняють такі види ремонтів: заміна покрівельного покриття, лат та окремих елементів кроквяної системи; посилення пошкоджених кінців крокв; посилення крокв у прогоні; посилення лат; посилення з'єднань кроквяної системи; зміна кута нахилу даху при заміні покрівельного матеріалу; влаштування ефективної вентиляції.

При заміні покрівлі, лат та окремих елементів кроквяної системи роботи відбуваються у такому порядку: демонтаж парапетних решіток, радіо- й телеантен; ремонт і штукатурка оголовок димових труб із заміною пошкоджених димоходів; зняття старого покрівельного покриття; ремонт або заміна (повна чи часткова) елементів кроквяної системи; влаштування нового покрівельного покриття; встановлення парапетних решіток; монтаж водостічних труб.

Типовими дефектами кінців крокв є руйнування або послаблення врізки в місцях обпирання на мауерлат. Основні причини – використання вологої деревини, гниття через протікання покрівлі.

Для усунення цих дефектів застосовують три способи: встановлення дерев'яних накладок та хомутів; монтаж металевих протезів; монтаж накладок з підбалкою.

За першого варіанта роботи проводяться у такому порядку: підсилення пошкодженої крокви тимчасовими опорами; зняття покрівлі по обидва боки від пошкодженої крокви; випилювання лат і настилу; видалення кріплення, яким кроквяна нога фіксується до стіни; випилювання пошкодженої частини крокви; розмітка й вирізка пропилів у мауерлаті для накладок; встановлення бічних

накладок; встановлення кріплення; відновлення покрівлі з латами й настилом; зняття тимчасових опор.

Бічні накладки виготовляють з дощок товщиною 50–60 мм. Якщо пошкоджено мауерлат, його видаляють, а накладки спирають безпосередньо на зовнішню стіну, з прокладанням гідроізоляції.

Пруткові металеві протези застосовують при значних пошкодженнях крокв. Вони виготовляються централізовано на заводах чи в майстернях. Послідовність робіт: розвантаження пошкодженої крокви тимчасовими опорами; зняття покрівлі, випилювання лат і настилу в зоні пошкодження крокви; відпилювання пошкодженої ділянки крокви; монтаж пруткового протезу; відновлення лат, настилу й покрівлі; видалення тимчасових опор.

Прутковий протез внизу має опорну площадку, на яку спирають відпиляний торець крокви, що запобігає її подальшому зміщенню. Бічні накладки, що встановлюються на підбалки, використовуються при одночасному пошкодженні крокви і мауерлата під час великих навантажень.

Роботи виконують у такій послідовності: розвантаження пошкодженої крокви; зняття покрівлі, лат і настилу; видалення пошкоджених ділянок крокви й мауерлата; забивання в цегляну кладку стіни сталевих шпильок; укладання на шпильки дерев'яної балки довжиною 1 м; встановлення двох бічних накладок та їхнє опирання на підбалки; встановлення нової кобилки для опирання лат; відновлення лат, настилу й покрівлі; видалення тимчасової опори.

Посилення крокв у прогоні здійснюється встановленням двох накладок з дощок товщиною 40–50 мм. Накладки кріпляться до «здорової» частини крокви за допомогою цвяхів, кількість і розташування яких визначається розрахунком.

Недостатня жорсткість лат, їхнє хитання можуть пошкодити покрівлю. У цьому випадку лати не обов'язково замінювати – достатньо забезпечити їх додаткову жорсткість шляхом встановлення додаткових крокв під лати.

Спосіб і склад робіт при збільшенні кута нахилу даху залежить від прогону між капітальними стінами. Наприклад, при збільшенні кута нахилу покрівлі з 18° до 27° і прогонах до 5,0 м роботи виконуються у такому порядку: демонтаж покрівлі й лат; демонтаж крокв і мауерлатів; нарощування цегляної кладки однієї стіни; підготовка місця, укладання гідроізоляції та мауерлата; подовження наявних крокв, заготовка підкосів і влаштування врізок; встановлення крокв і підкосів; влаштування лат й покрівлі.

Під час капітального ремонту будівель та споруд іноді виникає потреба замінити матеріал покрівлі. У такому разі необхідно змінити нахил даху.

Якщо довжина прогонів більше 5 м, нахили змінюють шляхом встановлення нових крокв, зберігаючи наявні. Для двосхилого даху нахил від 18° до 27° змінюють встановленням нових крокв, що спираються на наявні за

допомогою подвійних накладок товщиною 50–60 мм.

Підсилення крокв можна здійснити, зменшуючи їхній вільний прогін за допомогою встановлення дерев'яних або металевих шпренгельних ферм з кроком 3,5–4,0 м. В окремих випадках прогнуті крокви укріплюють установленням додаткових стояків, які спираються на балки горищного перекриття за умови забезпечення їхньої міцності.

Підсилення з'єднань кроквяної системи здійснюється шляхом підтягування наявних кріплень (болтів, накладок) та встановлення нових. Підсилення висячих крокв зазвичай досягається встановленням нової чи додаткової зтяжки з натяжною муфтою всередині прогону.

13.4 Заміна дерев'яних конструкцій дахів на збірні залізобетонні елементи

Під час комплексного капітального ремонту будівель та споруд задля подовження нормативного строку служби даху, доцільно замінити дерев'яні частини на збірні залізобетонні конструкції, як найбільш довговічні.

До того ж варто враховувати: фрагменти старих споруд мають у плані різноманітні прогони, що ускладнює широке застосування типових залізобетонних конструкцій; значна кількість об'єктів, що ремонтуються, є історичною спадщиною, що передбачає збереження попереднього архітектурного вигляду в процесі капітального ремонту.

Конструкція даху в будівлях з однією або двома внутрішніми поздовжніми стінами складається з таких збірних залізобетонних елементів:

- трикутні ферми, що з'єднуються в гребені;
- висувні кроквяні ноги та опорні подушки.

Трикутні ферми в гребені закріплюються за допомогою накладок та болтів. Нижні кінці ферм встановлюються в гніздо опорних подушок та монолітяться цементно-піщаним розчином. Кроквяні ноги мають тавровий переріз і кріпляться до верхнього поясу ферм за допомогою різних закладних деталей. Це дозволяє регулювати їхній виліт відповідно до 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: встановленням по верхньому поясу металевих діагональних зв'язків із стяжними муфтами (дві пари) та залізобетонних розпірок; між опорними подушками монтується розпірна цегляна стіна (мінімум два ряди).

Лати під покрівельне покриття можуть бути з дерева або зі збірних залізобетонних елементів. Послідовність виконання робіт така: підготовка

основи під опорні подушки ферм і кроквяних ніг; встановлення опорних подушок; цегляне мурування розпірної стінки між опорними подушками; монтаж ферм із встановленням діагональних зв'язків та розпірок; монтаж кроквяних ніг; влаштування лат.

Використовуються конструкції дахів із ребристих залізобетонних панелей, кроквяних ферм і висувних кроквяних ніг з кроком 3,0–4,0 м.

Перевагою цього типу даху є можливість перекривати різноманітні нестандартні прогони між поздовжніми тримальними стінами, регулюючи виліт крокв. Кроквяні ноги мають тавровий переріз і кріпляться до верхнього поясу ферми за допомогою рознімних закладних деталей, з кроком 200 мм.

Збірний залізобетонний дах може виготовлятися з кроквяних ніг з тавровим перерізом (крок укладання 2 м) та гребеневого прогону (за умови використання двосхилого даху). Гребневий прогін укладається на цегляні стовпи з перерізом 520 мм × 520 мм або залізобетонні подушки з кроком 4,0 м.

У разі використання попередньо напружених кроквяних ніг зменшуються витрати сталі на 20 % та 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 тримальні 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 тримальних 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 перегорошок 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 зі 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 закладання 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 доволі 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 тримальних 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 тримальних 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 тримальної 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 тримальна здатність балок значно збільшується. Додаткові опори виконують у вигляді окремих колон, колон із прогонами, підвісок із прогонами, підкосів із прогонами. Тримальну 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 посиленої балки за допомогою болтів або зварюванням.

Збільшити тримальну здатність металевих балок можна шляхом створення попереднього напруження в їхніх нижніх і верхніх поясах за допомогою установлення металевих затяжок.

У цьому разі змінюється статична схема роботи балки. Унаслідок цього, а також унаслідок спільної роботи балки й затяжки, збільшується тримальна здатність системи загалом. Напругу в затяжках створюють за допомогою

натяжних болтів. Затяжки зазвичай установлюють 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 тримальну 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), розкладуваний 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 тримальних конструкцій. Він включає підготовчі та монтажні роботи.

Підготовчі роботи: розбирання конструкцій дахів, перекриттів (горищного, міжповерхового), перегоронок, 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 борозн 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 борозн; 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 тримальних 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 двопрігінних 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° 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 установлення й плавно опускають на постіль із цементно-піщаного розчину.

За дуже ослаблених тримальних стінах використовують тримальні 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 у прольоті. Міжблоковий простір заповнюють склепінчастими вкладишами або порожнистими блоками з легкого бетону. Шви між вкладишами (блоками) та міжблоковий простір замоноличують 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 твердучим 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 замінування 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 бетоном, що твердіє. Торкретбетон наноситься шарами 10–15 мм завтовшки. Кожен наступний шар наноситься після зчеплення попереднього. Кількість шарів зазначають у проекті, 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 тримальних стінах улаштовують гнізда, у які заводитимуть тримальні 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 тримальних стінах пробивають штробы, у які заводять арматуруопорні 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 проекту. Бетонну суміш укладають смугами до 3,0 м завширшки і ущільнюють поверхневим вібратором. Товщина шару має бути 30–50 мм. Штробы 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 багатоповерхових 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 тримальну 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 заміняють 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 урахується 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 замінних 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 тримальні 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 тримальних стін усувають шляхом підведення під них сталевих балок із наступним тинькуванням по металевій сітці. У будівлях із поперечними тримальними 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 тримальних 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, ліквідовують прогинання панелей. Після цього стелю тинькують по металевій сітці або облицьовують листами сухої штукатурки по дерев'яних брусках.

Руйнування тримальних 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 установлення 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 установлення 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 установлення 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 проектно-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 установа рихтування, 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 різниться 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, а 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 розпочинають демонтаж 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 тримальні 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 горищне перекриття. У такій самій послідовності знімають картини наступного ряду. Перед зняттям картин клямери відокремлюють від латів. Демонтаж парпетної решітки, зняття картин настінного жолоба й карнизного звису виконують після розбирання латів.

Під час зняття рулонного покриття його розрізають на смуги: спочатку ручним ножом, 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 ухвалити рішення щодо їхнього тимчасового обгородження та підсилення), надійність перекриттів, розташованих нижче (щодо можливості обвалення на них верхніх перекриттів або установавання 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 тримальних 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'яти. 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 тримальних стін (каркасних і внутрішніх)

Послідовність розбирання тримальних стін (каркасних і внутрішніх), а також заходи щодо забезпечення міцності й стійкості конструкцій, які розбираються і залишаються, визначається проектом.

Просторову жорсткість і стійкість стін багатоповерхових 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 тримальних 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 встановлюються 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 можливому 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 прісхідці розбирають, починаючи з верхнього фризового 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 різаками 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 кожен східець звільняють у закладенні, розширюючи при цьому під ним гніздо. Забороняється звільняти у закладенні більше двох сходинок. Звільнений східець відокремлюють ломиком від нижніх східців, 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 сходинок 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 напрямку згори донизу, обрізають арматуру газовими різаками: 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 різаками 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 багатопробивна 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 має 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 підмошування, місць складування матеріалів розбирання, ступеня фізичного зношування тримальних 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 установаження 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 тримальної здатності й спричинити обвалення. Розбирати насадні печі на проміжних поверхах допускається, якщо можна передати навантаження від верхніх ділянок на тримальні конструкції будівлі. Печі понад 1,5 м заввишки розбирають з риштування згори донизу по рядах. Розбирання розпочинають зі зняття приладів. 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. 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

ДЖАЛАЛОВ Махмуджан Нажимович
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 *М. Н. Джалалов*

План 2025, поз. 40Л

Підп. до друку 23.07.2025. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 7,5.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська (Маршала Бажанова), 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.