

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

О. В. Якименко

БУДІВЕЛЬНІ 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
2024

УДК 692:311(057.8)

Якименко О. В. Будівельні процеси під час зведення будівель і споруд : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво» / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 123 с.

Автор

канд. екон. наук, доц. О. В. Якименко

Рецензент

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

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

© О. В. Якименко, 2024

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024

ЗМІСТ

ЛЕКЦІЯ 1 ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЄКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ ...	5
1.1 Загальні положення	5
1.2 Розроблення ПОБ та ПВР	6
1.3 Розроблення ПВР на будівництво окремої будівлі	8
1.4 Розроблення ПВР на зведення надземної частини будівлі	10
1.5 Розроблення ПВР на окремий вид технічно складних робіт	11
ЛЕКЦІЯ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ	14
2.1 Послідовність виконання робіт і зведення будівель	14
2.2 Будівельні генеральні плани	16
2.3 Складування матеріальних елементів	20
2.4 Роботи підготовчого періоду	22
ЛЕКЦІЯ 3 ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ІЗ КОНСТРУКЦІЙ ЗАВОДСЬКОГО ВИГОТОВЛЕННЯ	29
3.1 Методи монтажу великопрогонних будівель і споруд	29
3.2 Послідовність встановлення елементів каркасу	32
3.3 Використання тимчасових опор та риштування	35
3.4 Способи переміщення споруд на постійні опори	36
3.5 Вибір методів монтажу та суміщення робіт	37
ЛЕКЦІЯ 4 МОНТАЖ ОДНОПОВЕРХОВИХ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ІЗ ЗАЛІЗОБЕТОННИМ КАРКАСОМ	41
4.1 Об'ємно-планувальні рішення промислових будівель	41
4.2 Послідовність виконання робіт	41
4.3 Методи поєднання циклів будівництва	43
4.4 Методи зведення одноповерхових промислових будівель	45
4.5 Схема розкладання та монтажу будівельних конструкцій	46
ЛЕКЦІЯ 5 МОНТАЖ ОДНОПОВЕРХОВИХ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ІЗ МЕТАЛЕВИМ КАРКАСОМ	48
5.1 Загальні положення	48
5.2 Конструкції блоків покриття та способи їхнього складання	50
5.3 Конвеєрне складання блоків покриття	51
5.4 Способи блочного монтажу	55
ЛЕКЦІЯ 6 МОНТАЖ БАГАТОПОВЕРХОВИХ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ	61
6.1 Способи монтажу багатоповерхових промислових будівель	61
6.2 Монтажні механізми, що застосовуються	63
6.3 Черговість монтажу каркасу будинку	64
6.4 Монтаж конструкцій під час використання одиночних кондукторів ..	66

6.5 Монтаж конструкцій під час використання групових кондукторів	67
6.6 Монтаж конструкцій під час використання рамно-шарнірного індикатора	68
6.7 Монтаж будівель інших конструктивних схем	70
ЛЕКЦІЯ 7 ЗВЕДЕННЯ ВЕЛИКОПАНЕЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ	73
7.1 Основні цикли робіт та геодезичне забезпечення монтажу	73
7.2 Основні схеми монтажу великопанельних будівель	75
7.3 Встановлення панелей зовнішніх стін	76
7.4 Встановлення внутрішніх стін	77
7.5 Організація монтажних робіт	78
ЛЕКЦІЯ 8 МОНТАЖ БУДІВЕЛЬ З ОБ'ЄМНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	80
8.1 Загальні положення	80
8.2 Технологія монтажу елементів	81
ЛЕКЦІЯ 9 МЕТОД ПІДЙМАННЯ ПЕРЕКРИТТІВ ТА ПОВЕРХІВ	85
9.1 Особливості методу	85
9.2 Технологія виготовлення плит перекриттів	88
9.3 Технологія підймання перекриттів	90
ЛЕКЦІЯ 10 ЗВЕДЕННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ	96
10.1 Загальні положення	96
10.2 Монтаж будівель із залізобетонним каркасом	98
10.3 Монтаж будівель із сталевим і змішаним каркасом	100
10.4 Забезпечення стійкості каркасу в період монтажу	102
ЛЕКЦІЯ 11 ЗВЕДЕННЯ ВИСОТНИХ СПОРУД	105
11.1 Загальні положення	105
11.2 Монтаж башт нарощуванням	106
11.3 Поворот башт навколо шарніру	110
11.4 Монтаж башт підрощуванням	111
11.5 Монтаж радіощогл	113
11.6 Монтаж щогл поворотом і підрощуванням	114
ЛЕКЦІЯ 12 МОНТАЖ ВИСЯЧИХ ВАНТОВИХ ПОКРИТТІВ	116
12.1 Види вантових покриттів	116
12.2 Технологія виготовлення та монтажу конструкцій	119
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ	122

ЛЕКЦІЯ 1 ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЄКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

1.1 Загальні положення

Технологічне проектування призначене для розроблення оптимальних технологічних рішень та визначення необхідних організаційних умов виконання будівельних процесів, робіт, зведення будівлі або споруди в цілому. Метою проектування виконання робіт є вибір технології та організації їхнього виконання, які дозволять здійснити зведення об'єкта у необхідні терміни, за належної якості та за зниження собівартості робіт. Оптимальне рішення може бути досягнуто на базі типізації проекту, закладеної в нього індустріалізації будівництва каркасу будівлі і всього циклу опоряджувальних робіт, застосування комплексної механізації та передового електрифікованого ручного інструменту.

За чинними нормативами зведення будь-якої споруди може здійснюватися за попередньо розробленими та затвердженими проектом організації будівництва (далі – ПОБ) та проекту виконання робіт (далі – ПВР). Технологічне проектування є частиною проектної документації, що розробляється під час будівництва об'єкта. Виконання технологічного проектування процесів має бути передбачено усім стадіях створення проекту: техніко-економічного обґрунтування (стадія проект), робочої документації, виконання робіт.

Технологічне проектування будівництва включає: проект організації будівництва; проект виконання робіт; технологічні карти на складні будівельні процеси; карти трудових процесів; технологічні схеми виконання операцій.

Проект організації будівництва є основною складовою проекту чи техноробочого проекту споруди. У разі двостадійного проектування послідовно виконуються стадії проект і робоча документація; для окремих споруджуваних об'єктів проектування може виконуватися в одну стадію, коли розробляється «техноробочий проект».

ПОБ визначає тривалість будівництва об'єкта, його вартість, потребу в матеріалах та необхідному обладнанні. Розробляє ПОБ генеральна проектна організація або на її замовлення проектна організація-розробник будівельної частини споруди. Для великих і особливо складних об'єктів з особливо відповідальними або новими несучими та обгороджувальними конструкціями окремі розділи ПОБ можуть розробляти спеціалізовані організації. ПОБ повинен включати весь комплекс споруд на об'єкті та його розробляють на весь період будівництва комплексу. Якщо великий об'єкт передбачено зводити частинами чи чергам, то поряд із розробленням ПОБ на весь об'єкт можуть

бути передбачені самостійні, більш детально опрацьовані проекти організації будівництва на окремі черги зведення комплексу.

Проект виконання робіт розробляють для будівлі в цілому, окремих циклів будівництва, складних будівельних робіт. ПВР розробляється на етапі, безпосередньо попереднього виконання робіт.

Будівництво будь-якого об'єкта допускається здійснювати лише з урахуванням попередніх рішень, прийнятих ПОБ чи ПВР.

Технологічні карти розробляють для складних процесів та простих будівельних робіт. Карти трудових процесів готують до виконання простих технологічних процесів. Технологічні схеми проєктують з метою роз'яснення оптимального виконання окремих операцій.

1.2 Розроблення ПОБ та ПВР

До складу проєкту організації будівництва входять:

- календарний план виконання робіт із зазначенням термінів та черговості зведення всіх будівель та споруд, що становлять комплекс, з розподілом капітальних вкладень та обсягів будівельно-монтажних робіт з окремих споруд. Під час будівництва комплексу додатково розробляють календарний план на підготовчий період робіт;

- будівельні генеральні плани на підготовчий та основний періоди будівництва, на яких мають бути позначені всі існуючі та підлягаючі споруді будівлі, під'їзні шляхи, майданчики під складами для укрупнювального складання конструкцій або бетонний вузол, зона для інвентарного побутового містечка, тимчасові та постійні інженерні мережі, включаючи електроенергію, типи монтажних та інших механізмів, їхнє розташування та шляхи переміщення. Для об'єктів, де склади або побутове містечко можна розташувати тільки за межами майданчика будівництва, розробляють ситуаційний план, що охоплює всі майданчики, що належать до об'єкта, що зводиться;

- відомості об'єктів (що входять до споруджуваного комплексу) монтажних, загальнобудівельних та спеціалізованих робіт, з виділенням робіт та їхніх обсягів за окремими будівлями та спорудами, а також за основними періодами будівництва;

- відомість потреби у конструкціях, виробках, матеріалах, обладнанні, розрахована за укрупненими показниками, на весь комплекс або лише на його основні споруди;

- графік потреби в основних будівельних машинах та транспортних засобах на весь період будівництва;

- графік потреби у робочих основних будівельних спеціальностей;

– пояснювальна записка з характеристикою умов будівництва з обґрунтуванням прийнятих методів виконання робіт та можливості поєднання різних робіт за термінами виконання, потреби у матеріалах, основних механізмах, транспортних засобах, енергетичних ресурсах, тимчасових будівлях та спорудах, складських площах. У записці повинні бути обґрунтовані пропонувані терміни зведення всього комплексу споруд, розподіл коштів, що освоюються, за роками та кварталами, пов'язана з термінами робіт потреба в робочих кадрах, будівельних матеріалах тощо.

У проєкті організації будівництва розробляють, проєктують та ув'язують:

– узгоджену роботу всіх учасників будівництва об'єкта з координацією її генеральним підрядником;

– комплектне постачання матеріальних ресурсів на всю будівлю або поверх відповідно до календарного плану виконання робіт;

– зведення будівель та споруд індустріальними методами на основі комплекту конструкцій, що поставляються, або блоків високої заводської готовності;

– виконання будівельних, монтажних та спеціальних робіт потоковими методами (бажано на основі бригадного підряду);

– високу культуру ведення робіт та суворе дотримання правил охорони праці;

– дотримання вимог щодо охорони навколишнього середовища.

Проєкт організації будівництва є обов'язковим для замовника, підрядних організацій, а також для організацій, що здійснюють фінансування та матеріально-технічне забезпечення будівництва об'єкта. Фінансування будівництва може бути відкрито за наявності проєкту організації будівництва або проєкту виконання робіт (якщо ПОБ не розробляється).

Проєкт виконання робіт на весь комплекс робіт на об'єкті та підготовчий період виходячи з ПОБ розробляє генеральна підрядна організація. Для окремих складних чи вперше впроваджуваних видів робіт ПВР розробляють спеціалізовані монтажні чи проєктні організації.

ПВР в залежності від можливої тривалості будівництва об'єкта, обсягів та складності окремих видів робіт за рішенням будівельної організації може бути розроблений на:

– будівництво будівлі чи споруди загалом;

– зведення окремих частин будівлі – підземна або надземна частини, секція, проліт, поверх, ярус;

– виконання окремих технічно складних будівельних робіт;

– роботи підготовчого періоду.

Сучасні конструкції, специфіка монтажу або зведення монолітних конструкцій будівель і споруд, неординарність методів їхнього зведення, що застосовуються, вимагають спеціальних інженерних рішень з організації, механізації та технології будівництва. Основні організаційно-технологічні рішення з виконання монтажних робіт містяться у ПВР, який розробляють для:

- визначення найефективніших способів виконання будівельно-монтажних робіт; зниження всіх видів витрат;
- скорочення тривалості будівництва;
- найповнішого використання засобів механізації;
- забезпечення безпеки виконання робіт.

ПВР на будівництво будівлі або споруди розробляють на основі завдання, яке видає будівельна чи монтажна організація як замовник виконання робіт.

Вихідними матеріалами розроблення ПВР є:

- завдання на розроблення ПВР від замовника;
- раніше розроблений ПОБ на цей об'єкт будівництва;
- необхідна проектна документація – робочі креслення, розрахунки;
- облік специфіки будівництва – умови постачання конструкцій, матеріалів та деталей, наявність будівельних машин та транспортних засобів, забезпечення робочими кадрами;
- документація та розрахунки щодо здійсненого будівництва аналогічних будівель та споруд.

У завданні повинні бути зазначені терміни підготовки необхідної документації та додатково додані для оптимального проектування ПВР графік виконання робіт та кошторис, комплект робочих креслень металоконструкцій, креслення на збірний залізобетон, креслення монтажних вузлів та специфікації, дані щодо узгодження термінів постачання конструкцій, що монтуються. Термін розроблення ПВР безпосередньо залежить від характеру споруди, обсягів монтажних робіт, їхньої складності.

1.3 Розроблення ПВР на будівництво окремої будівлі

Під час розроблення ПВР на будівництво окремої будівлі виконуються наступні документи:

- а) календарний план виконання робіт на об'єкті або комплексний мережевий графік, в яких встановлюються послідовність та строки виконання всіх робіт з максимально можливим їхнім поєднанням, нормативний час роботи будівельних машин, потреба у трудових ресурсах та засобах механізації, роботи, що доручаються окремим бригадам або колективам, їхній кількісний та професійний склад;

- б) будівельний генеральний план (будгенплан), який включає:
- 1) межі будівельного майданчика, види його обгородження;
 - 2) постійні та тимчасові мережі та комунікації;
 - 3) постійні та тимчасові дороги;
 - 4) схеми руху транспортних засобів та будівельних механізмів;
 - 5) місця встановлення будівельних машин та вантажопідйомних механізмів із зазначенням шляхів їхнього переміщення та зон дії;
 - 6) споруджувані та тимчасові будівлі та споруди;
 - 7) зони миття автотранспорту;
 - 8) розташування побутових приміщень;
 - 9) шляхи руху робітників, проходи до будівель та споруд;
 - 10) джерела електропостачання та освітлення будмайданчика;
 - 11) майданчики та приміщення складування матеріалів та конструкцій;
 - 12) розташування протипожежного водопроводу та гідрантів;
 - 13) майданчики укрупнювального складання конструкцій; контрольно-пропускні пункти охорони;
- в) технологічні карти та схеми на виконання окремих робіт чи процесів;
- г) графіки надходження на об'єкт конструкцій, виробів та матеріалів;
- д) графіки потреби у робітників на об'єкті;
- е) графіки роботи основних будівельних машин;
- ж) рішення з виконання геодезичних робіт;
- и) рішення з охорони праці;
- к) перелік технологічного інвентарю та оснащення для виконання будівельних робіт, схеми стропування вантажів та конструкцій;
- л) пояснювальна записка, що включає техніко-економічні показники.
- Для будівництва споруд з особливо складними конструкціями або методами виконання робіт додатково до ПВР розробляють робочі креслення на спеціальні допоміжні споруди, пристрої та технологічні рішення:
- оснащення та пристрої для транспортування та монтажу унікального обладнання, конструкцій, будівельних об'ємних елементів;
 - спеціальні опалубки – склепінь-оболонок, незнімну та ковзну;
 - пристрої для виконання робіт зі зниження рівня ґрунтових вод, штучного заморожування ґрунтів, закріплення та підвищення несучої здатності ґрунтів – цементації, силікатизації тощо;
 - шпунтові обгородження котлованів та траншей;
 - захисні пристрої та заходи під час виконання буровибухових робіт.

1.4 Розроблення ПВР на зведення надземної частини будівлі

Проект виконання робіт слід розробляти на варіантній основі, тобто зіставляючи ефективність варіантів основних рішень. Завдання, які вирішуються піл час проектування будівельних технологій:

- застосування передових будівельних конструкцій;
- потокове виконання робіт з рівномірним завантаженням обладнання та робітників;
- розроблення прогресивних методів організації будівництва;
- застосування передових технологій та методів виконання робіт, суміщення робіт зі зведення каркасу будівлі із загальнобудівельними;
- ефективні засоби механізації виконання робіт та комплексна механізація для скорочення ручної праці;
- ефективні схеми комплектації об'єкту конструкціями;
- раціональні рішення щодо доставляння та складування конструкцій;
- обладнання майданчика укрупнювального складання конструкцій;
- забезпечення безперервності виконання робіт, виключення технологічних перерв;
- забезпечення міцності та стійкості споруди на всіх етапах виконання робіт;
- забезпечення машин та механізмів енергоресурсами, водою;
- використання раціонального та універсального монтажного обладнання;
- широке застосування засобів малої механізації;
- застосування прогресивних тимчасових споруд – побутових приміщень пересувного, контейнерного та збірно-розбірного типів;
- скорочення кількості та площ приоб'єктних складів;
- монтаж із транспортних засобів;
- організація зведення каркасу та виконання супутніх робіт у 2–3 зміни;
- забезпечення нормальних умов безпечної праці та відпочинку робочих.

Проектування технологій зведення надземної (підземної, окремої секції тощо) частини будівлі, споруди має базуватись на наступних принципах:

- вивчення об'ємно-планувального та конструктивного рішень будівлі;
- попередній аналіз методів виконання робіт, прийнятних для використання основних монтажних механізмів;
- складання специфікації збірного залізобетону, визначення номенклатури та максимальної маси виробів;
- визначення потреби у матеріалах та напівфабрикатах (загальна кількість та необхідність поставляння окремих матеріалів у конкретні терміни);
- розрахунок трудомісткості робіт, зразкових витрат машинного часу;

- визначення допустимих термінів будівництва каркасу будівлі;
- первинний аналіз та оцінювання вищевказаних матеріалів.

В оптимальному технологічному рішенні повинно бути відображено принципи, з погляду виконання робіт, моменти:

- необхідна кількість монтажних кранів та кількість змін монтажу на добу;
- вибір найбільш підходящих за технічними параметрами та найдешевших під час економічного порівняння монтажних механізмів;
- підбирання сучасних, найбільш надійних, універсальних та індустріальних засобів механізації, такелажу, пристроїв.

Проектування технологій будівництва є завершальним етапом робіт, що базується на прийнятті всіх первинних рішень.

Основний узагальнюваний документ – календарний графік (план) виконання робіт. Його складають на основі обсягів монтажних та супутніх робіт, їхньої трудомісткості та прийнятих методів виконання робіт, він встановлює:

- послідовність, взаємозв'язок та терміни виконання окремих робіт;
- кількість монтажних кранів, що застосовуються, та терміни їхнього використання;
- потреба у робочих кадрах на період зведення каркасу будівлі загалом та за спеціальностями;
- прийняту кількість змін роботи на добу та номенклатуру робіт, що виконуються в ту чи іншу зміну;
- загальну тривалість будівництва каркаса будівлі в днях;
- склад комплексної бригади робітників та спеціалізованих ланок.

1.5 Розроблення ПВР на окремий вид технічно складних робіт

Проект виконання робіт часто розробляється на особливо складні для виконання монтажні, опоряджувальні або спеціальні роботи. До складу ПВР на монтаж збірних конструкцій входять:

- календарний (змінний, погодинний) графік виконання робіт на об'єкті, поєднаний з графіками потреби у робочих кадрах та механізмах;
- будівельний генеральний план на даний вид робіт із розставленням необхідних кранів, шляхами їхнього переміщення, організацією складського господарства та дозволеними зонами переміщення у межах майданчика;
- методи та схеми виконання робіт і, у разі необхідності, технологічна карта (карти) виконання робіт із зазначенням обов'язково проведених та контрольованих геодезичних робіт;

- техніко-економічні показники щодо проєкту виконання робіт;
- пояснювальна записка з необхідними поясненнями та обґрунтуваннями щодо прийнятих у ППР рішень.

Розроблення проєкту виконання робіт на монтаж каркасу будівлі починають із визначення основних положень (загальної концепції робіт), які включають методи монтажу, необхідне монтажне обладнання та терміни виконання робіт.

Ці основні положення виконання робіт узгоджують із замовником проєкту (будівельною або монтажною організацією). Вони мають базуватися на рекомендованих у проєкті робочих кресленнях конструкцій, щоб у ПВР було враховано їхні специфічні особливості та запропоновано методи їхнього монтажу. Основні положення розробляють на всі варіанти здійснення монтажних робіт. Варіанти методів виконання робіт повинні відрізнятися не тільки монтажними механізмами, але й технологією монтажних робіт. Вибір оптимального варіанта здійснюють шляхом зіставлення техніко-економічних показників: особливість та вартість варіантів механізації.

Основні положення повинні містити пояснювальну записку з обсягами робіт, фрагмент будженплану для кожного варіанту, схеми та укрупнений графік виконання робіт та техніко-економічні показники. До розроблення проєкту виконання робіт приступають тільки після затвердження одного із запропонованих підрядником, керівником монтажною організацією та генпідрядником (будівельна організація, яка здійснює будівництво) варіантів монтажу.

У проєкті виконання робіт встановлюють послідовність монтажу конструкцій, заходи, що забезпечують необхідну точність установлення елементів, просторову незмінність конструкцій у процесі укрупнення та монтажу, стійкість частин будівлі у процесі зведення, ступінь укрупнення конструкцій та обов'язково безпеку виконання робіт. Завершений ПВР розглядає, затверджує та приймає до виконання монтажна організація.

Основною у складі ПВР на складний будівельний процес або просту будівельну роботу є технологічна карта, яка включає наступні розділи:

- область застосування – склад та призначення будівельного процесу;
- матеріально-технічні ресурси та вибір основних механізмів – дані щодо потреби в матеріалах, напівфабрикатах та конструкціях на проєктований обсяг робіт, потребу в механізмах, інструменті, інвентарі;
- калькуляція витрат праці та машинного часу – перелік виконуваних операцій, обсягів, необхідні їхнього виконання трудовитрат;
- погодинний чи позмінний графік виконання робіт – взаємозв'язок процесів у часі, послідовність та загальна тривалість їхнього виконання;

– технологія та організація комплексного процесу – перелік та технологічна послідовність виконання операцій, склад ланок або бригад робітників. У розділі мають бути представлені робочі креслення монтажних пристроїв та такелажного оснащення; схеми стропування основних конструктивних елементів каркасу;

– вимоги до якості, поопераційний контроль. Приймання робіт – прилади та обладнання, що використовуються для контролю, вказівки щодо його здійснення, обов'язкові заходи щодо операційного контролю якості виконуваних монтажних робіт та з'єднань монтажних елементів;

– охорона праці – заходи, що забезпечують безпеку будівельних процесів, включаючи організацію безпечної роботи монтажних механізмів;

– техніко-економічні показники – витрати на одиницю виміру, тривалість виконання робіт з технологічної карти.

ЛЕКЦІЯ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

2.1 Послідовність виконання робіт і зведення будівель

Послідовність виконання робіт обумовлена такими основними чинниками, поетапне освоєння яких у кінцевому результаті призводить до реалізації будівельного процесу:

- територія забудови;
- підготування майданчика (роботи підготовчого періоду);
- зведення підземної частини;
- зведення надземної частини;
- зведення обгороджувальних конструкцій;
- монтаж інженерного та технологічного обладнання;
- внутрішні та зовнішні опоряджувальні роботи;
- благоустрій.

Вибір території забудови – найперший етап реалізації будівництва. На цьому етапі, виходячи з поставлених завдань, визначають найбільш оптимально розташовану земельну ділянку, яка задовольняє як вимогам раціонального постачання будівельних матеріалів, конструкцій і ресурсів на період будівництва, так і відповідає необхідним вимогам експлуатації. Здійснюють державне оформлення, відведення земельної ділянки під будівництво та підготовку архітектурно-планувального завдання.

Підготування майданчика є обов'язковим етапом, приблизно схожим за складом робіт для промислового та цивільного будівництва. В основному, під підготуванням майданчика розуміють проведення інженерних пошуків, прив'язування будівлі, що зводиться на місцевості, знесення старих будівель, перекладання мереж, зведення тимчасових будівель та споруд.

Прийнята послідовність виконання робіт під час зведення окремої будівлі або комплексу, що складається з розташованих поруч однотипних будівель, може значною мірою впливати на загальний термін будівництва. Існують три основні методи зведення будівель або виконання взаємопов'язаних робіт.

Послідовний метод передбачає, що під час зведення окремої будівлі бригада робітників виконує кожен наступну роботу лише після закінчення попередньої. Загальна тривалість будівництва будівлі дорівнює сумі тривалостей виконання окремих видів робіт, тобто в цьому випадку знадобиться незначна кількість персоналу, що працює на одному об'єкті.

У випадку, коли ряд однотипних будівель будуватимуть одна за одною, кожна наступна будівля – тільки після закінчення попередньої, то єдина бригада робітників зводитиме ці будівлі послідовно, переходячи з одного

завершеного об'єкта на наступний. У разі застосування цього методу загальна тривалість будівництва комплексу будівель дорівнює добутку тривалості будівництва одного будинку на їхню кількість, але у цьому разі так само, як і під час зведення окремої будівлі, потрібна відносно мала кількість робітників, задіяних тривалий час на одному місці.

Паралельний метод передбачає одночасне виконання ряду робіт на окремій будівлі або зведення декількох однотипних будівель. На кожному з об'єктів працюватиме самостійна бригада. В ідеалі всі бригади одночасно приступлять до роботи і одночасно закінчать зведення будівель. Під час паралельного методу загальна тривалість зведення окремої будівлі дорівнює часу виконання всіх робіт, але у разі цього вдруге (кількість таких робіт та бригад робітників) зросте потреба у робітниках для одночасної роботи. Аналогічна схема залучення людських ресурсів та тривалості будівництва буде у разі паралельного методу зведення комплексу однотипних будівель.

Потоковий метод будівництва поєднує в собі переваги послідовного та паралельного методів та виключає їхні недоліки. У разі застосування цього методу загальна тривалість будівництва буде значно меншою, ніж у разі послідовного методу, але і інтенсивність використання робітників виявиться меншою, ніж під час застосування паралельного методу.

Особливістю потокового методу виконання робіт є поділ етапів будівництва, будівельних робіт та їхніх комплексів на дрібніші складові. Важко уявити, що всі члени бригади, що приступила до зведення будівлі, досконало володіють необхідними будівельними професіями і в змозі якісно виконати всі роботи, починаючи із земляних та закінчуючи оздобленням будівлі. У зв'язку з цим раціональнішим буде розбивання будівництва на три послідовно виконувані цикли робіт:

- зведення підземної частини будівлі, включаючи земляні роботи, улаштування фундаментів, підвалу, гідроізоляції тощо;
- зведення надземної частини – каркаса будівлі з улаштуванням внутрішніх стін, перегородок, заповненням віконних та дверних прорізів та виконанням спеціальних робіт;
- заключний цикл – оздоблення будівлі всередині та зовні.

Спеціалізація бригад у разі використання потокового методу будівництва дозволяє максимально механізувати працю, забезпечити кращу організацію, мати більш високу продуктивність праці. Скорочення термінів досягається за рахунок послідовного виконання однорідних робіт під час паралельному виконанні різнорідних. Потоковий метод є основним під час зведення будівель та споруд, тому що у разі його використання забезпечується безперервність та рівномірність виконання будівельно-монтажних робіт.

2.2 Будівельні генеральні плани

Підставою для розроблення будгенплану служить генеральний план (генплан) будівлі, споруди або комплексу, що будується. Розрізняють загальномайданчиковий будгенплан, що охоплює територію всього будівельного майданчика (мікрорайону, підприємства, що будується), і об'єктний, що включає тільки територію, необхідну для зведення окремої будівлі або одного об'єкту комплексу, що будується.

Загальномайданчиковий будгенплан входить до складу ПОС і є планом будівництва всього комплексу об'єктів і розміщення на будівельному майданчику тимчасових будівель і споруд, постійних і тимчасових комунікацій і розробляється проектною організацією для генерального підрядника. Загальномайданчиковий будгенплан може проектуватися для підготовчого та основного періодів будівництва та, як варіант, для основного періоду будівництва з виділенням об'єктів, що споруджуються у підготовчий період.

Його виконують у тому масштабі, як і генплан, і наводять на ньому експлікацію постійних і тимчасових будівель. У пояснювальній записці дають всі необхідні розрахунки та техніко-економічні обґрунтування до будгенплану, зокрема розрахунок потреби у воді, енергетичних ресурсах на періоди будівництва та експлуатації.

Об'єктний будгенплан входить складовою ПВР, розробляється із значно більшим ступенем деталізації, проектується самою будівельною організацією або на її замовлення проектною організацією. На об'єктному будгенплані не уточнюють і деталізують рішення, прийняті на майданчиковому будгенплані. Об'єктний будгенплан може розроблятися для декількох стадій будівництва: підготовчої, виконання робіт «нульового циклу», на монтажний цикл, опоряджувальні та покрівельні роботи.

Призначення будгенпланів – розроблення та здійснення найбільш ефективної моделі організації будівельного майданчика, що забезпечує найкращі умови для високопродуктивної праці працюючих, оптимальну механізацію будівельно-монтажних процесів, ефективне використання будівельно-монтажних машин та транспортних засобів, дотримання вимог охорони праці.

На будгенплані має бути нанесений у масштабі контур споруди, що зводиться, і всіх існуючих і проєктованих на даному майданчику споруд. Повинні бути показані існуючі та проєктовані мережі та комунікації, зокрема наявні залізничні колії та автодороги.

Залежно від розробленої технології виконання робіт зі зведення каркаса будівлі на будгенплані розміщують склад конструкцій, у разі необхідності

майданчик укрупненого складання. Для підвезення матеріалів та конструкцій на склад використовують існуючі дороги, у разі потреби проєктують тимчасові проїзди, покриття яких спеціально обумовлюється ПВР. На будгенплані повинні бути зазначені стоянки та шляхи руху самохідних механізмів та кранів, підкранові шляхи під баштові крани. Повинні бути зазначені небезпечні зони під час монтажу конструкцій та обгородження або розташування знаків-показчиків небезпечних зон.

Від тимчасової трансформаторної підстанції на будгенплані мають бути показані основні електромагістралі для освітлення будівельного майданчика, освітлення зони виконання робіт, роботи зварювальних апаратів, силовий кабель для підключення монтажного крана, місця врізання електромережі об'єктів побутового містечка. Освітлення майданчика здійснюють за допомогою вишок, на яких закріплені прожектори необхідної потужності.

Для організації виконання робіт на будівельному майданчику повинні бути передбачені складські приміщення для зберігання матеріалів, обладнання, інструменту, спецодягу тощо. Повинні бути запроектовані приміщення для перевдягання, обігрівання, приймання їжі, душові, туалети, приміщення для сушіння одягу. Для цього раціонально використовувати вже існуючі приміщення, задіяти інвентарні приміщення чи вагончики.

Питання пожежної безпеки мають бути вирішені для всього будівельного майданчика. Навколо об'єкта, що будується, необхідно передбачити протипожежну мережу з гідрантами, розташовану поблизу запроектованих на будмайданчику проїздів. Територія будівництва має бути обгороджена, мати організовані в'їзд та виїзд, у зоні виїзду має бути організований пункт миття коліс.

Будгенплан під час його розроблення має бути ув'язаний з усіма організаціями, які задіяні у будівництві об'єкта, погоджений з основними виконавцями – монтажною організацією та генпідрядником.

У складі будгенплану на монтаж багатоповерхової будівлі мають бути: виконробська; інвентарні побутові приміщення для робітників; їдальня; душова, приміщення для сушіння одягу; туалет; матеріальний склад; склад ліфтового обладнання; склад сантехнічного обладнання; майданчик для вантажозахоплювальних пристроїв та тари; майданчик для приймання розчину та бетону; майданчики для розвантаження автотранспорту; протипожежний водогін з гідрантами; баштовий кран; підкранові шляхи – рейковий шлях крана з обгородженням; майданчик складування конструкцій; майданчик для стоянки будівельних машин та механізмів; тимчасові автомобільні дороги; тимчасовий паркан з двома воротами та прохідними; будівля, що зводиться; тимчасова трансформаторна підстанція; введення та мережі постійних та тимчасових

комунікацій; освітлювальні щогли; зона миття автомобілів; монтажні підйомники; майданчик сміттєвих контейнерів; знаки закріплення основних осей будівлі.

Основні правила проектування будгенпланів:

- рішення, прийняті на будгенплані, мають бути ув'язані з генпланом, з усіма розділами ПОБ (ПВР);
- прийняті позначення повинні відповідати чинним нормативним документам;
- усі об'єкти будгенплана мають бути найбільш раціонально розміщені на майданчику, відведеному під будівництво;
- повинна бути передбачена раціональна організація вантажних та людських потоків;
- тимчасові будівлі та установки розташовують на території, що не призначена під забудову до закінчення будівництва;
- обсяги тимчасового будівництва мають бути мінімальними за рахунок використання наявних постійних будівель, доріг та підземних комунікацій;
- для тимчасових будівель слід використовувати збірно-розбірні інвентарні пересувні вагончики та контейнери;
- склади збірних конструкцій і масових матеріалів необхідно розташовувати біля їхнього найбільшого споживання;
- розміщення кранів повинно гарантувати виконання всіх будівельно-монтажних робіт за прийнятою технологією та дотримання графіків будівництва;
- приоб'єктні склади розташовують у зонах роботи кранів та у безпосередній близькості від доріг;
- будівельний майданчик для запобігання доступу сторонніх осіб необхідно захистити;
- необхідно забезпечити безпечне та нешкідливе здійснення робіт, дотримання санітарних та екологічних норм;
- повинні бути гарантовані протипожежна безпека, висвітлення проходів, проїздів та робочих місць.

Додаткові рекомендації щодо проектування будгенпланів:

- тимчасові будівлі та складські приміщення мають бути розміщені таким чином, щоб виключити взаємний несприятливий вплив у санітарному відношенні;
- тимчасові будівлі, споруди та установки розміщують на будівельному майданчику поблизу постійних інженерних мереж та транспортних комунікацій;

– під час вибору місця розташування підсобно-допоміжних об'єктів виходять з мінімуму витрат на влаштування тимчасових інженерних мереж, тимчасових під'їзних колій та пішохідних доріжок;

– відкриті склади конструкцій, матеріалів та обладнання розташовують у зоні дії монтажного крана;

– склади горючих матеріалів розміщують на відстані не менше ніж 20,0–30,0 м від інших об'єктів;

– майданчики для укрупнювального складання конструкцій та обладнання влаштовують у місцях, що забезпечують безпечний спосіб доставляння укрупнених блоків у зону монтажу;

– службові будівлі, приміщення, вагончики – виконробську, диспетчерську, кімнату відпочинку, санітарно-побутові приміщення розташовують ближче до входу на будівельний майданчик;

– дороги на будмайданчику влаштовують кільцевими з об'їздами, майданчиками для розвороту та роз'їзду автомобілів;

– постійні інженерні мережі рекомендується розміщувати в єдиному колекторі (у спеціальних технічних смугах), поза межами проїжджої частини доріг та підкранових колій;

– тимчасові мережі, що особливо розміщуються на землі або низько над землею, не повинні розташовуватися в межах траси постійних мереж.

Складування збірних конструкцій здійснюють у штабелях або в касетах, в яких розміщують конструкції, що працюють у вертикальному положенні – стінові панелі, ферми тощо. Проходи між штабелями влаштовують 0,4–1,0 м завширшки і розташовують через 20,0–30,0 м у поперечному напрямку і не рідше ніж через два штабелі в поздовжньому. Проїзди 3,0–4,0 м завширшки для переміщення транспортних засобів та вантажно-розвантажувальних механізмів влаштовують не рідше ніж через 100,0 м.

Ширину складів приймають з розрахунку, щоб усі елементи піднімалися зі складу без додаткового перекантування та переміщення, тобто вони повинні входити в зону дії кранів, що обслуговують.

На складі збірні елементи розташовують у такому положенні, як на транспортних засобах під час перевезення. Конструкції, що горизонтально складуються, укладають на дерев'яні підкладки, відстань між якими ув'язується з умовами роботи даної конструкції.

Розкладання елементів на складі може бути роздільним, під час якого складуються разом усі елементи одного типу, та груповим, коли забезпечується розкладання та монтаж різнотипних елементів з однієї стоянки монтажного крана.

Автодороги будівництва включають під'їзні шляхи, що з'єднують будівельний майданчик із загальною мережею автомобільних доріг, та внутрішньобудівельні дороги, якими перевозять вантажі всередині майданчика. Під'їзні шляхи виконують постійними, а внутрішньобудівельні дороги – тимчасовими; ці проїзди прокладають на початок зведення основних об'єктів.

Дороги на будівельних майданчиках можуть бути тупиковими та кільцевими. Наприкінці тупикових мають бути розворотні майданчики, а в середній частині, за потреби, – роз'їзди.

Транспортування будівельних вантажів на об'єкт пов'язане з необхідністю їхнього навантаження на місці відправлення та розвантаження на місці прибуття. Ці операції майже повністю механізовані, для їхнього виконання застосовують загальнобудівельні та спеціальні машини та механізми. Ці механізми можуть працювати незалежно або є частиною конструктивного вирішення транспортних засобів.

У першу групу входять спеціальні навантажувально-розвантажувальні та звичайні монтажні крани, навантажувачі циклічної та безперервної дії, пересувні стрічкові конвеєри, механічні лопати, пневматичні розвантажувачі. До другої групи належать автомобілі-самоскиди, транспортні засоби з саморозвантажувальними платформами.

У будівництві знаходить застосування перевезення дрібноштучних матеріалів та виробів із застосуванням пакетів та контейнерів. Пакет – покладена на спеціальний піддон партія вантажу. Пакети повинні бути сформовані так, щоб їхня форма зберігалася на всіх етапах переміщення.

Контейнер – це інвентарний багатооборотний пристрій або ємність. Універсальний контейнер призначений для перевезення різних категорій; він закритий, обладнаний пристроями для навантаження та розвантаження. Спеціальні контейнери конструюють для перевезення певного виду вантажів – рулонних матеріалів, оздоблювальної плитки, лінолеуму, електромонтажної арматури на секцію будівлі тощо.

2.3 Складування матеріальних елементів

Доставлені на будівельний майданчик матеріальні елементи складують на приоб'єктних складах, призначених для їхнього тимчасового зберігання – створення виробничого запасу.

Розрізняють два основні види виробничого запасу – поточний та страховий. Поточний запас становить матеріальний ресурс між двома суміжними постачаннями. В ідеальному випадку поточний запас має бути достатнім для забезпечення безперервного виконання робіт. Однак, враховуючи

можливі зриви у постачанні матеріалів та конструкцій, створюють страховий запас, який має згладити, компенсувати нерівномірність поповнення поточного запасу. Мінімальний запас збірних конструкцій складі зазвичай приймають на п'ять днів роботи.

Рівень виробничого запасу залежить від прийнятої організації робіт – монтаж «з коліс» або зі складу, віддаленості об'єкта від центральних баз забезпечення, виду транспорту та інших факторів. Наявність складу з надмірним запасом конструкцій чи матеріалів, з одного боку, забезпечує безперебійне виконання робіт, з другого – призводить до «заморожування» інвестицій у це будівництво, тобто для його подорожчання. Тому генеральний підрядник повинен шукати оптимальні обсяги приоб'єктних складів. Приоб'єктні склади влаштовують закритими, напівзакритими та відкритими.

Закриті склади служать для зберігання дорогих або таких, що можуть зіпсуватися на відкритому повітрі матеріалів – цементу, вапна, гіпсу, фанери, цвяхів. Вони можуть бути надземними та підземними, одноповерховими та багатоповерховими, опалювальними та неопалювальними.

Навіси – напівзакриті склади зводять для матеріалів, що не змінюють свої властивості від змінення температури та вологості повітря, але потребують захисту від прямого впливу сонця та атмосферних опадів – виробів з деревини, азбестоцементу, руберойду, інших обгороджувальних та опоряджувальних матеріалів.

Відкриті склади призначені для зберігання матеріалів, що не вимагають захисту від атмосферних впливів – цегли, бетонних і залізобетонних елементів, керамічних труб тощо. Склади розташовують в зоні дії монтажного крана, що обслуговує об'єкт. Це дозволяє використовувати його для розвантаження вантажів, що поступають у вільний час або у вільні від монтажу зміни. У процесі монтажу до розвантажувальних робіт доцільно застосовувати легші самохідні крани.

Частина відкритого складу, зокрема майданчик укрупнювального збирання конструкцій, може обслуговуватися спеціальними кранами – самохідними на гусеничному та пневматичному ході, козловими, баштовими кранами-навантажувачами. Ці механізми використовують для навантаження укрупнених конструкцій на транспортні засоби для подальшого їхнього доставляння до місць укладання або монтажу. Зазвичай на складі важкі вантажі укладають ближче до кранів, а легкі далі, оскільки вони можуть підніматися на більшому вильоті стріли крана.

Майданчики складування повинні бути рівними, з невеликим ухилом у межах 2–5 % для стікання зливових та талих вод. На погано дренажних ґрунтах рекомендується здійснити невелике підсипання щебеню або піску –

50–100 мм. У разі необхідності здійснюють поверхнєве ущільнення. Ділянки складського майданчика, куди матеріали (розчин, пісок тощо) розвантажують безпосередньо з транспортних засобів, слід виконувати в тому ж конструктивному рішенні, що і під'їзні колії, що примикають.

Для різних конструкцій та збірних виробів відводять свої зони складування. Їх відокремлюють одну від іншої наскрізними проходами не менше ніж 1,0 м завширшки. Цеглу складують за сортами, марками, кольором лицьової поверхні. Цеглу, доставлену навалом, штабелюють з перев'язуванням та до 1,6 м заввишки, до того ж цеглу з ненаскрізними порожнинами укладають порожнинами донизу. Цегла в пакетах або на піддонах може бути укладена на складі в один-два яруси.

Збірний залізобетон розташовують на інвентарних підкладках та прокладках, місця укладання яких мають відповідати ризикам на збірних елементах. Під час складування елементів прокладки між ними укладаються одна над одною строго щодо вертикалі. Перетин прокладок і підкладок квадратний, зі стороною 60–80 мм. Розміри підбирають з таким розрахунком, щоб збірні елементи, що лежать вище, не спиралися на монтажні петлі або виступаючі частини нижчележачих елементів.

Конструкції одноповерхових промислових будівель у разі монтажу самохідними кранами розкладають у зоні монтажу в один ряд.

2.4 Роботи підготовчого періоду

Перед початком зведення будівлі або споруди необхідно виконати низку робіт з підготування будівельного майданчика. Склад робіт носить загальний характер для цивільного та промислового будівництва, але залежить від місцевих умов майданчика, її розташування на вільній території або в межах міської забудови і пори року. Склад підготовчих робіт залежить від особливостей об'єкта – нове будівництво, розширення, реконструкція та інших.

До складу підготовчих робіт входять: інженерно-геологічні дослідження та створення геодезичної розбивної основи; розчищення та планування території; відведення поверхневих та ґрунтових вод; підготування майданчика до будівництва та його облаштування.

Інженерно-геологічні дослідження на будівельному майданчику включають: інженерну оцінку ґрунтів та їхню несучу здатність; визначення рівня ґрунтових вод на території будівельного майданчика; створення опорної геодезичної основи; розбивання будівель та споруд на місцевості.

Інженерну оцінку ґрунтів виконують завчасно, перед проєктуванням об'єкта. Вона є оцінкою будівельних властивостей ґрунтів – їх гранулометрич-

ний склад, щільність, вологість, розпушування. Для цих цілей спеціалізовані організації здійснюють відбирання зразків за допомогою глибинного або поверхневого буріння в залежності від поставленого в технічному завданні завдання. На підставі цих даних у процесі проектування приймають необхідні рішення щодо методів підготування, посилення, доцільної механізації їхнього розроблення, а в деяких випадках і конструктивних особливостей будівлі.

Визначення рівня ґрунтових вод дозволяє під час проектування виконання робіт розробити заходи щодо зниження рівня вод у процесі будівництва і, якщо це необхідно, дати пропозиції щодо зниження рівня вод на період експлуатації об'єкта.

Створення опорної геодезичної мережі. Геодезичне розбиття будівельного майданчика та споруд, що зводяться на ній, є основою геодезичного забезпечення виконання земляних та всіх наступних будівельних робіт:

- створення опорної геодезичної мережі, розбиття майданчика на квадрати із закріпленням вершин реперами, перевірочне нівелювання території;
- розбиття будівель та споруд на місцевості, їхнє прив'язування до опорної геодезичної мережі або до існуючих сусідніх будівель;
- влаштування обнесення навколо будівлі, закріплення осей.

Іншими словами, на стадії підготовки майданчика до будівництва має бути створена геодезична розбивна основа, що служить геодезичному забезпеченню на всіх стадіях будівництва та після його завершення та дозволяє елементарно знаходити необхідні позначки як у плані, так і щодо вертикалі. Вихідними матеріалами для розбиття є будгенплан, робочі креслення споруди та розбивні креслення.

Геодезичну розбивну основу для визначення положення об'єктів будівництва в плані та висотних позначок місцевості для наступних планувальних робіт створюють у вигляді:

- будівельної сітки поздовжніх і поперечних осей, визначальних розташування біля основних споруджуваних будівель та його габарити;
- червоних ліній забудови, зокрема поздовжніх та поперечних осей, що закріплюють положення на місцевості та габарити окремої будівлі, наміченої для будівництва на вже освоєній території міста.

Під час проектування будівельної сітки та її положення необхідно забезпечити: максимальні зручності для виконання розбивних робіт; розташування основних будівель і споруд всередині фігур сітки; розташування лінії сітки паралельно основним осям будівель і, по можливості, ближче до них; необхідні лінійні вимірювання з усіх боків сітки; розташування знаків сітки (реперів) у місцях, зручних для вимірювань з видимістю на суміжні реperi, а також у місцях, що забезпечують їхнє збереження та стійкість.

Геодезичне розбиття земляних споруд здійснюють за геодезичним планом будівельного майданчика, складеним у тому масштабі, як і будгенплан. На плані дають прив'язку до Державної триангуляційної мережі, а також до існуючих будівель та споруд. Відповідно до геодезичних планів визначають положення споруди на місцевості, її прив'язку в горизонтальному та висотному відношенні.

У процесі підготування до будівництва та для переміщення «в натуру» майбутніх земляних споруд територію будмайданчика розбивають на квадрати та прямокутники, які поділяють на основні та додаткові. Довжина сторін основних фігур 100,0–200,0 м, а додаткових – 20,0–40,0 м залежно від рельєфу. Вершини фігур, що утворилися, закріплюють реперами. У вершинах квадратів встановлюють кілочки по нівеліру, їхня висота над поверхнею землі повинна відповідати проєктній відмітці цих реперів. Це необхідно для виконання в подальшому планувальних робіт, виявлення місць, де потрібно буде робити насипання або виймання ґрунту.

Розбиття будівель та споруд на території. Розбиття котлованів під фундаменти будівель виконують за робочими розбивними кресленнями, де за осі координат прийнято перетин взаємно перпендикулярних осей будівлі.

Вертикальну прив'язку будівлі здійснюють до геодезичного репера Державної мережі. Позначку репера переносять на будівельний майданчик за допомогою нівеліру і закріплюють на найближчій існуючій будівлі або на металевій трубі, що міцно закріплена в ґрунті.

Виконання земляних робіт на будівельному майданчику дозволяється лише після виконання геодезичних робіт з розбиття земляних споруд та встановлення відповідностей розбивних знаків.

Розбиття виконують за допомогою геодезичних інструментів – теодолітів та нівелірів. Розбиття земляних споруд на місцевості або перенесення їхніх розмірів з креслення на будівельний майданчик, так зване винесення осей будівлі в натуру, здійснює державна геодезична служба. Наступні роботи з геодезичного розбиття елементів споруди здійснює геодезична служба підрядної організації. Розбиття котлованів і траншей під фундаменти проводять одночасно з розбиттям будівлі або споруди, перехрестя основних осей будівлі відзначають кілочками.

Під час перенесення проєкту «в натуру» виконують основні та детальні геодезичні роботи. Основні включають визначення та закріплення біля основних та основних осей будівлі. Детальні роботи забезпечують закріплення конфігурації, розмірів та висотних позначок елементів споруд.

Головні осі – взаємно перпендикулярні лінії, щодо яких будівля чи споруда симетрична. Їх розбивають для складних обрисів і об'єктів, які мають значні розміри.

Основні осі визначають контур будівлі чи споруди у плані. Розбиття котловану перед його відриванням здійснюють по схилу з натягнутих дротів, відзначаючи його межі кілочками. Розбиття будівель та споруд перевіряють та приймають за актом. У процесі будівництва періодично контролюють положення обноси та розбивних знаків на місцевості.

Влаштування обнесення, закріплення осей. Для детального розбиття осей будівель, позначення контуру котлованів та закріплення їх на місцевості служить будівельне обнесення. Вона може бути суцільною по всьому периметру будівлі та перервною. Перервне обнесення зручніше, тому що не ускладнює пересування будівельних машин та транспорту на об'єкті.

Встановлюється обнесення з використанням геодезичних інструментів паралельно основним осям, що утворюють зовнішній контур будівлі на відстані, що забезпечує незмінність її положення у процесі будівництва.

Обнесення є каркасом зі стовпів, що забиваються в ґрунт на відстані 3,0 м один від одного. З зовнішнього боку до стовпів прибивають широкою стороною дошки обрізні 40–50 мм завтовшки, кожна з яких спирається не менше ніж на три стовпчики. Оптимальна висота обнесення 0,5–1,2 м. У конструктивному відношенні обнесення може бути дерев'яним і металевим. Позитивні якості металевого обнесення: зручне в роботі, легко демонтується і має багаторазову оборотність.

Відстань від краю котловану до обнесення має бути не менше ніж 3,0–4,0 м. Цю відстань перевіряють розрахунком з умови, щоб під час відривання котловану стійкість обнесення не порушувалася. Обнесення облямовує майбутню будівлю паралельно її сторонам, в ній влаштовують розриви для проходу людей і проїзду транспорту.

Усі дані з розбивного креслення виносять на обнесення, зокрема, виносять основні осі будівлі та закріплюють їх цвяхами; самі осі, поздовжні та поперечні, виконують за допомогою туго натягнутого дроту або шнура, які закріплюють на цих цвяхах. Від осей стін виносять і відзначають цвяхами брівки майбутнього котловану. Самі брівки також виносять за допомогою дроту «в натуру». Перетин дротів поздовжнього та поперечного напрямків осей визначає точки перетину основних осей будівлі, які перевіряють схилом і які повинні збігтися з раніше закріпленими на землі точками, визначеними за допомогою геодезичних інструментів.

На деякій відстані від обнесення, на якому закріплені основні осі будівлі, на випадок їхнього пошкодження і для того, щоб легко знайти знак закріплення

осі під час виконання робіт, зазвичай встановлюють штирі – контрольні знаки закріплення осьових ліній. Зазвичай це арматурні стрижні, що забиваються в ґрунт на відстані 5,0–10,0 м від обнесення і виступають над поверхнею землі на 20–60 мм. Для лінійно-протяжних споруд влаштовують лише поперечне обнесення, яке розташовується на горизонтальних ділянках через 50,0 м, а на закруглених ділянках передбачуваної споруди через 20,0 м.

Обнесення зберігають тільки на період зведення підземної частини, після чого розбивні осі переносять безпосередньо на будівлю, що будується. У сучасних умовах за наявності лазерних геодезичних приладів обнесення можна встановлювати значно рідше, а осі зображати (фіксувати) на тимчасових будівлях та спорудах будівельного майданчика (інвентарних приміщеннях, обгородженні тощо).

Сучасне індустріальне будівництво потребує надійного геодезичного забезпечення. Багатоповерхові збірні та монолітні будівлі характеризуються підвищеними вимогами до точності зведення конструкцій. Недотримання встановлених допусків відхилень та накопичення похибок ускладнюють виконання робіт, можуть призвести до зниження несучої здатності та стійкості окремих елементів та будівлі в цілому.

Основою точності зведення будівлі є комплекс геодезичних розбивних робіт, частина з яких відноситься до робіт підготовчого періоду, а частина здійснюється безпосередньо під час зведення будівлі. До нього входять:

- створення розбивного геодезичного плану із закріпленням осей на будівлі з можливістю перенесення цих осей на поверхи;
- перенесення по вертикалі основних розбивних осей на перекриття кожного поверху, тобто на новий монтажний обрій;
- розбивання на перекритті кожного монтваного поверху проміжних та допоміжних осей;
- розмічення необхідних умов монтажу елементів настановних рисок;
- визначення монтажного горизонту на поверххах;
- складання поверхової виконавчої схеми.

Обов'язковим є систематичний контроль за осіданням фундаментів та деформаціями каркасу будівлі.

До початку зведення надземної частини будівлі розмічають осі на цоколі та перекриття над підвалом. Кожну головну вісь переносять на будівлю в такий спосіб. Теодоліт встановлюють над знаком закріплення осі – штирем на землі поза обнесенням будівлі, орієнтують уздовж створу осі на аналогічний знак, розташований з іншого боку будівлі, потім наводять на цокольну панель будівлі і відзначають на ній створ осі. Подібним чином переносять усі головні осі. Необхідні позначки осей наносять зазвичай фарбою на цоколь будівлі і на

перекриття, на якому відзначають додатково і місця взаємного перетину цих осей. Кожну вісь переносять на будинок двічі, із двох закріплених біля осьових точок. Розбіжність між двома поздовжніми осями може бути ± 3 мм, між суміжними поперечними осями – ± 1 мм.

Залежно від умов будівельного майданчика та конструктивних особливостей будівлі перенесення основних осей з вихідного горизонту на поверх, що монтується, здійснюють методом похилого або вертикального проєктування. Під час похилого проєктування теодоліт встановлюють на лінії основної або допоміжної осі, що переноситься. Наводять його на риску, що закріплює положення осі на цоколі будівлі. Для проєктування осі, що переноситься, на переkritтя в створі її встановлюють візирну позначку, положення осі переносять на переkritтя і відзначають рисою.

Метод вертикального проєктування застосовують у будинках підвищеної поверховості (понад 16 поверхів) або в обмежених умовах будівництва. Використовують спеціальні прилади вертикального проєктування. Опорні точки для перенесення осей на поверхи мають не на осях рядів колон або панелей, а на паралельно зміщених поздовжніх і поперечних лініях.

Кількість основних осей, що переносяться, залежить від конструктивних особливостей будівлі. Для великопанельних будівель переносять поперечні осі на межі захваток і одну крайню поздовжню вісь. У каркасних будинках виносять усі поздовжні та поперечні осі.

Монтажний обрій на кожному поверсі визначають за допомогою нівеліру. У каркасних будинках нівелюють опорні поверхні оголовків колон, консолі для укладання підкранових балок, у великопанельних та монолітних будинках – поверхню панелей та плит переkritтів у місцях встановлення панелей зовнішніх та внутрішніх стін; за монтажний обрій приймають позначку найвищої точки. Рівень монтажного горизонту готують шляхом влаштування маяків.

Монтажний обрій визначають наступним чином. Після розмічення місць встановлення панелей (колон, блоків) крейдою чи кольоровим олівцем намічають місця розташування маяків (для колон – місця встановлення нівелірної рейки). Потім нівелір встановлюють поза межами захватки і послідовно нівелюють місця, позначені для маяків, і записують відліки по рейці. Виходячи з найвищої знайденої точки та мінімально допустимої товщини монтажного шва визначають фактичну позначку рівня монтажного горизонту. Для будівель менше ніж 100,0 м завдовжки встановлюють один монтажний горизонт, у разі більшої протяжності єдиний горизонт приймають на ділянці між деформаційними швами.

Геодезичний контроль вертикальності стінових панелей і блоків, колон до 5,0 м заввишки, підкранових балок і кроквяних ферм здійснюють рейкою-

вискою. Контроль за вертикальністю більш високих колон здійснюють двома теодолітами у взаємно перпендикулярних площинах, за допомогою яких проєктують верхню осьову риску на рівень низу колони. Установлення низу колон здійснюють за рисками розбивних осей або щодо осей колон, що нижче лежать. Після перевірення вертикальності ряду колон нівелюють верхні плоскості їхніх консолей і торців, які є опорами для ригелів, балок та ферм. Після завершення монтажу колон та їхнього нівелювання визначають позначки площин, на яких повинні розташовуватися ригелі, ферми та балки. Простіше нівелювання виконувати наступним чином. На землі перед монтажем колони за допомогою рулетки від її верху або консолі відміряють цілу кількість метрів так, щоб до п'яти колони залишалось не більше ніж 1,5 м і на цьому рівні фарбою проводять горизонтальну межу. Після встановлення колон нівелювання можна здійснювати по нижньому горизонту.

На кожному етапі монтажних робіт виконують геодезичну виконавчу схему, яка документально фіксує положення змонтованих конструкцій щодо розбивних осей. Це дозволяє враховувати накопичення похибок і проводити коригування положення конструкцій під час монтажу поверхів, що лежать вище.

Для геодезичних робіт застосовують широкий діапазон приладів – лазері-теодоліти, лазері-нівеліри, прилади вертикального проєктування, далекоміри. Принцип застосування лазерних систем для виконання розбивальних робіт під час монтажу багатоповерхових будівель полягає в розміщенні на рівні цокольного поверху спеціального відбивача і цілого ряду подібних відбивачів шляхом руху лазерного променя, а паралельно поздовжньої осі будівлі – лазерний теодоліт. Лазерний промінь потрапляє на нижній відбивач, від нього під прямим кутом переходить на верхній відбивач, потім направляється в приймальну апаратуру, встановлену на елементах, що монтуються, наприклад колонах. Колони можуть оснащуватися спеціальними відбивачами, які дозволять відхилення променя контролювати точність установлення елементів.

Використання лазерної техніки значно спрощує контроль якості монтажних робіт. Точність проєктування лазерним променем залежить від відстані і дозволяє отримувати більш точні результати.

ЛЕКЦІЯ 3 ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ІЗ КОНСТРУКЦІЙ ЗАВОДСЬКОГО ВИГОТОВЛЕННЯ

3.1 Методи монтажу великопрогонних будівель і споруд

Для багатьох промислових та цивільних будівель та споруд з архітектурних міркувань та вимог експлуатації необхідно передбачати покриття з великими прогонами без улаштування проміжних опор. З усіх інженерних споруд одноповерхові виробничі будівлі знаходять широке застосування розміщення підприємств різних галузей економіки.

До цивільних великопрогонних будівель належать великі спортивні, виставкові та концертні зали, криті стадіони, вокзали, цирку, ринки та інші подібні споруди. У промислових будівлях великі прогони найчастіше застосовують у складальних цехах авіа- і суднобудування, складальних і експериментальних цехах машинобудівних підприємств. Технологія експлуатації будівель та протипожежної безпеки вимагала проектування великопрогонових будов для ангарів, призначених для стоянки та ремонту літаків, великих автобусних та тролейбусних парків з розміщенням великої кількості одиниць зчленованих транспортних засобів.

Різноманітність великопрогонних будівель і різні вимоги до них обумовлюють відповідні конструктивні рішення. Найчастіше застосовують рамні, балкові системи, арочні покриття та висячі просторові системи. Конструктивні рішення просторових споруд, умови їхнього зведення, особливості будівельного майданчика, можливість використання монтажних механізмів і пристроїв часто диктують найбільш прийнятні технологію і послідовність зведення споруди. Для зведення споруд можуть бути використані різноманітні методи монтажу, часто їх застосовують у поєднанні і тим самим утворюють багатоваріантність технологій, коли вибір раціональної технології становить змістовну задачу проектування монтажних робіт.

Монтаж великопрогонних будівель та споруд характеризується такими особливостями:

- каркаси будівель можуть виконуватися із сталевих, збірних залізобетонних та змішаних конструкцій: колони – із залізобетону, стінові панелі – одно- або багат шарові, підкранові балки, ферми, зв'язки та елементи покриття – сталеві;

- розміри будівлі зазвичай перевищують радіус дії монтажних кранів;

- ряд конструкцій – колони великої висоти і маси, потужні балки підкранові, ферми великого прогону, об'ємні елементи покриття – доводиться монтувати частинами або застосовуючи декілька кранів;

– монтаж будівлі необхідно пов'язувати із встановленням технологічного обладнання.

Одноповерхові промислові будівлі із сталевих конструкцій проектують та зводять з прогонами 18,0; 24,0; 30,0 та 36,0 м завдовжки та до 30,0 м заввишки. Одноповерхові будівлі із залізобетонних конструкцій мають прогони 12,0; 18,0; 24,0 та 30,0 м завдовжки та (по верху колон) до 14,4 м заввишки, а будівлі зі змішаним каркасом проектують прогонами 24,0; 30,0 та 36,0 м завдовжки до 18,0 м заввишки. Одноповерхові промислові будівлі в залежності від величини прогону, кроку та висоти колон поділяють на типи: легкі – прогін 6,0–18,0 м завдовжки, 5,0–12,0 м заввишки; середні – прогін 18,0–30,0 м завдовжки, 8,0–24,0 м заввишки; важкі – прогін 24,0–36,0 м завдовжки, 18,0–30,0 м заввишки.

Основні критерії вибору методів та організації монтажу конструкцій великопрогонових будівель: обсяг монтажних робіт; об'ємно-планувальне та конструктивне рішення будівлі; встановлені терміни монтажу та зведення будівлі в цілому; готівковий парк монтажних механізмів.

Методи монтажу конструкцій різних будівель поділяють залежно від: застосовуваного підйимально-монтажного обладнання – крановий та безкрановий методи; ступеня укрупнення елементів у блоки перед монтажем – поелементний, великоблоковий монтаж, конвеєрне складання, рулонування; послідовності встановлення елементів у проєктне положення; послідовності встановлення у проєктне положення плоских та просторових монтажних та технологічних блоків; руху крана вздовж або впоперек будівлі під час монтажу; способів наведення та встановлення елементів на опори; послідовності складання конструкцій по вертикалі; конструктивних особливостей будівель, споруд та роботи конструкцій у процесі монтажу; напряму зведення об'єкта – методи насування, вертикального підймання, повороту.

Попереднє укрупнення конструкцій. Залежно від ступеня попереднього укрупнення розрізняють:

- монтаж окремими конструктивними елементами;
- монтаж попередньо укрупненими площинними або об'ємними блоками;
- монтаж комплексними блоками із встановленими та закріпленими елементами інженерного та технологічного обладнання.

У конструкціях із збірного залізобетону укрупнюють, але дуже рідко, основні елементи каркасу – колони та ферми. Найчастіше укрупнюють елементи з металу – підкранові балки, колони, віконні палітурки, зв'язки, конструкції ліхтарів, комплексні укрупнені блоки – блоки покриття з металевими несучими конструкціями і ефективною полегшеною покрівлею.

Метод рулонування конструкцій – різновид укрупнювального складання металевих листових конструкцій здійснюють на заводах-виробниках металоконструкцій. Метод застосовують під час монтажу резервуарів, газгольдерів, циліндричних ємностей харчової та хімічної промисловості.

Підіймально-монтажне обладнання поділяють на три основні групи:

- монтажні крани – автомобільні, пневмоколісні, крани на спецшасі, гусеничні, баштові, козлові, залізничні;
- безкранова оснастка – для підймання та укладання конструкцій з використанням лебідок, поліспастів, підйомників, укосин, домкратів;
- вантажопідіймальні пристрої – монтажні щогли, порталні витяги, домкрати для монтажу конструкцій та обладнання, маса яких перевищує вантажопідіймальність серійних кранів.

Важливим питанням під час зведення будівлі є вибір монтажних механізмів. У разі монтажу одноповерхових промислових будівель застосовують найрізноманітніше обладнання крана:

- автомобільні крани вантажопідйомністю 6,3–16,0 т;
- пневмоколісні крани (10,0–100,0 т);
- гусеничні крани (6,3–160,0 т);
- баштові крани (60,0–100,0 т);
- залізничні крани (16,0–30,0 т);
- козлові крани (15,0–100,0 т).

Залізничні та козлові крани зазвичай не проєктують для виконання монтажних робіт, але в процесі реконструкції або у разі розширення виробничого комплексу, обладнаного такими кранами, вони можуть бути задіяні для виконання робіт.

Особливо часто під час поелементного монтажу будівель легкого типу застосовують автомобільні та гусеничні крани, оскільки вони відрізняються великою мобільністю, зручні у роботі. Під час блокового та великоблокового монтажу одноповерхових будівель середнього та важкого типів застосовують гусеничні крани великої вантажопідйомності, які часто оснащені баштово-стріловим обладнанням. У разі такого монтажу передбачають застосування баштових кранів та рейкових кранів.

Необхідність улаштування підкранових колій значно ускладнює застосування баштових та стрілових рейкових кранів. Пневмоколісні крани мають гарні вантажні та геометричні характеристики, але відносно рідко застосовуються під час виконання монтажних робіт. Для монтажу відносно важких конструкцій таким кранам потрібно встановлювати виносні опори, що значно знижує темп монтажних робіт, тому віддають перевагу гусеничним кранам.

Для монтажу каркасів будівлі необхідно проєктувати не лише потребу в монтажних кранах, а й їхнє розміщення. Рішення приймають в залежності від наявності кранів на місці виконання робіт, можливості їхньої оренди, а також від конфігурації будівлі, її геометричних характеристик, особливостей конструктивного рішення. Зазвичай аналізують два варіанти розташування кранів:

– кран розташований усередині каркасу будівлі. Монтаж здійснюється «на себе», кран, задкуючи, здійснює монтаж, залишаючи змонтовані осередки каркаса. Під час такої організації монтажу легко здійснити попереднє розкладання елементів біля їхнього підіймання. Конструкції до зони монтажу доставляють назустріч руху крана. До того ж розвантаження конструкцій та монтаж здійснюють у різних осередках каркасу де робітники не заважають один одному. Рух крана всередині каркасу будівлі найбільш широко поширений у практиці будівництва, він раціонально та економічно виправданий;

– кран здійснює монтаж зовні каркасу будівлі. Таке рішення приймають у разі розвиненого підземного господарства будівлі, а отже, великому обсязі земляних робіт, бетонних робіт з улаштування фундаментів під технологічне обладнання, прокладання інженерних комунікацій з тунелями. Подання конструкцій під монтаж у цьому випадку буде здійснюватися у напрямку монтажу або з іншого боку, що залежатиме від конкретних умов будівельного майданчика.

3.2 Послідовність встановлення елементів каркасу

Залежно від послідовності встановлення елементів застосовують диференційований (роздільний), комплексний та змішаний (комбінований) методи монтажу.

У разі застосування диференційованого методу однойменні конструктивні елементи монтують самостійними потоками, поєднаними у часі. До того ж зростає продуктивність праці монтажників і повніше використовується вантажопідйомність кранів. Диференційований монтаж може здійснюватися одним монтажним механізмом або декількома, що переміщуються один за одним. Метод не дозволяє в одноповерхових промислових будівлях послідовно встановлювати тільки кроквяні ферми, оскільки неможливо забезпечити їхню стійкість навіть після повного приварювання їхніх монтажних вузлів. Під час послідовного встановлення всіх підкроквяних і кроквяних ферм у спорудженій будівлі утруднене або неможливе використання монтажного крана для укладання плит покриття по фермах.

У разі застосування комплексного методу встановлення всіх конструкцій ведуть в одному потоці, в результаті отримуючи повністю змонтовані осередки

будівлі. Відкривається фронт до виконання наступних робіт, помітно скорочуються загальні терміни будівництва. Комплексний метод монтажу полягає в комплексному встановленні конструкцій у кожному осередку будівлі та характерний для будівель з металевими конструкціями каркасу. Для першого осередку спочатку монтують чотири колони, яким одразу забезпечують проектне положення та встановлюють необхідні поздовжні зв'язки між ними. Далі укладають дві підкранові балки, монтують підкроквяну ферму. Монтаж осередку завершується встановленням кроквяних ферм з прогонами та зв'язками, укладанням елементів покриття. Далі послідовність установа конструктивних елементів зберігається, але кількість елементів, що монтуються, може змінюватися. Комплексний метод недоцільно застосовувати у разі великої різниці в масі різнойменних конструкцій.

У разі застосування змішаного методу, що увібрав переваги двох попередніх методів, допустима найрізноманітніша послідовність установа елементів. Цей метод, найбільш характерний для одноповерхових промислових будівель із збірного залізобетону, дозволяє окремо встановлювати стакани фундаментів, колони, підкранові балки, стінові панелі, перегородки, віконні палітурки та комплексно, в єдиному потоці, монтувати підкроквяні, кроквяні конструкції, панелі покриття та інколи підкранові балки.

Вибір напрямку монтажу для самохідних кранів визначається декількома параметрами – особливостями конструктивної схеми, необхідністю послідовної здавання під монтаж технологічного обладнання окремих прольотів або частин будівлі, розташуванням технологічних ліній та їхнім взаємним ув'язуванням. Організація монтажних робіт повинна забезпечувати паралельне виконання робіт організаціями, що беруть участь у будівництві об'єкта, швидке здавання окремих ділянок будівлі під монтаж технологічного обладнання, окремих частин, прольотів або захваток в експлуатацію.

Залежно від напрямку монтажу по відношенню до основних осей об'єкта розрізняють поздовжній монтаж, коли монтаж конструкцій ведуть окремими прольотами, і поперечний, або секційний, коли здійснюють монтаж осередків будівлі в поперечному напрямку. Поперечний монтаж знаходить застосування, коли введення будівлі в експлуатацію передбачається окремими секціями поперек будівлі або у разі використання кранів з великим радіусом дії, що дозволяє значно скоротити перестановлення механізмів.

Аналізувати можливий напрямок руху можна тільки для самохідних кранів і під час зведення одноповерхових промислових безліхтарних будівель, у каркасі яких відсутні підкроквяні ферми.

Визначають метод в основному тільки для монтажу елементів покриття з двох основних причин – недостатня вантажопідйомність наявного монтажного

крана у разі значних вильотах стріли та необхідність якнайшвидшого звільнення ряду поперечних осередків для подальшого монтажу технологічного обладнання та виконання оздоблювальних робіт.

У разі застосування поздовжнього методу будівлю монтують послідовно окремими прольотами, що дозволяє в стислі терміни здавати їх під монтаж обладнання. Монтажний кран розташовується поза осередком, що монтується, і монтаж плит покриття ведеться через змонтовану кроквяну конструкцію. Плита покриття у просторі розташована вздовж стріли крана, що вкрай нераціонально.

У разі застосування поперечного методу кран переміщається поперек прольотів. Такий метод застосовується переважно у разі кроку колон 9,0 і 12,0 м у будівлях безкранової системи. Монтажний кран знаходиться всередині осередка, що монтується, стріла розташовується поперек монтованої плити покриття, а значить, точка підвісу плити знаходиться на відстані від стріли не 6,0–9,0 м, а всього лише 1,0–1,6 м. Поперечний монтаж дозволяє здійснювати установлення конструкцій одночасно двома кранами різної вантажопідйомності. Перший кран більшої вантажопідйомності послідовно встановлює ферми. Інший кран меншої вантажопідйомності, також переміщаючись упоперек прольотів, здійснює укладання плит. За такої організації монтажу значно знижується вартість та тривалість робіт.

Метод дозволяє здійснювати монтаж конструкцій за наявності в каркасі будівлі підкранових балок. Необхідно суворо дотримуватись рекомендацій щодо послідовності установлення елементів (ферми, підкранові балки, плити покриття), викладені в технологічній карті монтажу.

Поперечний метод монтажу застосовують:

- коли будівлю вводять в експлуатацію окремими секціями, що включають усі прольоти будівлі;
- під час монтажу конструкцій кранами великого радіусу дії, щоб повніше використовувати їх на кожній стоянці;
- у разі необхідності або доцільності переміщення монтажних кранів лише у поперечному напрямку.

Комбінований, тобто поздовжньо-поперечний, метод заснований на установленні колон поздовжнім методом та монтажі покриття у разі поперечного проходження крана. Поперечний монтаж може виявитися більш економічним, особливо у разі використання плит покриття 12,0 м × 3,0 м та 24,0 м × 3,0 м і довгомірних настилів, маса яких і виліт істотно впливають на вибір монтажного крана. Кран працює із меншим вильотом стріли за рахунок його розміщення між двома змонтованими фермами. Вибір напряму монтажу значною мірою залежить від технологічних особливостей будівництва промислової будівлі.

3.3 Використання тимчасових опор та риштування

Залежно від конструктивних особливостей та умов роботи конструкцій зустрічаються різні методи монтажу, зокрема на риштуваннях, з використанням тимчасових опор, напівнавісне та навісне збирання.

На суцільних риштуваннях, що підтримують конструкцію в процесі монтажу і сприймають навантаження від її маси, здійснюють монтаж деяких типів оболонки, склепіння, арок, прогонових будов мостів.

Пересувні риштування, що переміщуються по підкранових коліях, що забезпечують безпечну та продуктивну роботу, застосовують для зручності складання під час монтажу великопрогонних покриттів і розташовують під вузлами сполучення цих елементів.

З використанням тимчасових опор здійснюють монтаж конструкцій частинами (в основному великих прольотів і великої маси), якщо немає можливості або недоцільно встановлювати їх цілком.

Напівнавісне складання характеризується тим, що в процесі монтажу конструкція утримується тимчасовими розтяжками або встановлюється на проміжні опори. Цим способом монтують деякі конструкції арок, конструкції прогонових будов мостів.

Навісне складання здійснюють без додаткових опор. Конструкцію закріплюють однією стороною на постійній опорі або раніше змонтованій частині, утворюючи тимчасову консольну систему. Застосування цього способу можливе тільки під час таких конструктивних особливостей споруди, які забезпечують необхідну в процесі монтажу міцність і стійкість консолей, що збираються великого вильоту.

Використання для монтажу риштування можна пояснити на прикладі зведення арочних конструкцій. Такі конструкції великого прольоту застосовуються в будинках цивільного та промислового призначення – вокзали, спортивні зали, всілякі склади. Для виключення передавання на опорні конструкції горизонтальних (розпірних зусиль) проєктують арки із затяжкою, що сприймає розпір.

За відсутності затяжок у двох- і тришарнірних арках на колони або залізобетонну основу передаються як вертикальні, так і горизонтальні зусилля.

Арки з прольотами понад 48,0 м завдовжки монтують піварками або дрібнішими елементами з використанням тимчасових опор. Кількість тимчасових опор залежить від прогону арки, вантажопідйомності монтажних механізмів та конструктивних рішень арки, які часто диктують технологію монтажу покриття.

Під час монтажу арок із затяжками, підвіски яких не розраховані на сприйняття зусиль, що виникають у разі спирання монтажного блоку на затяжки, використовують опори телескопічної конструкції. В цьому випадку елементи арки та затяжки монтують окремо. Після монтажу двох арок, закріплення вузлів і натягування затяжок здійснюють розкручування, в процесі якого плавно на тимчасових опорах опускають домкрати або інші підтримувальні елементи. Розкручуванням називається операція, в результаті якої навантаження від власної маси конструкції, що монтується, повністю передається на опорні проєктні елементи, а тимчасові монтажні опори звільняються від навантаження. Опори опускають нижче рівня затяжки і переміщують по ходу монтажу наступні прольоти.

3.4 Способи переміщення споруд на постійні опори

Залежно від способу встановлення на опори розрізняють методи монтажу вертикальним підійманням, поворотом, насуванням, накатуванням.

Установлення вертикальним підійманням застосовують у тих випадках, коли маса конструкції або споруди, що піднімається, не перевищує вантажопідйомності монтажних механізмів. Взагалі застосування методу пов'язується з можливістю підняти конструкцію в цілому вигляді на певну висоту за допомогою тих чи інших механізмів та з наявністю механізмів та пристроїв для такого підіймання. Принциповим моментом є можливість підведення тимчасових чи постійних опор під підняту конструкцію та здатність цих опор одразу включитись у спільну роботу з цією конструкцією.

Великий позитивний ефект дає збирання блоків покриття легкими монтажними кранами на землі з подальшим підійманням на проєктну позначку. Складання просторової конструкції можна здійснювати під місцем встановлення, в торці будівлі або на спеціально обладнаному майданчику, розташованому в безпосередній близькості від споруди, яку монтують.

Під час складання окремих блоків, всього покриття або його основної несучої частини під місцем встановлення в проєктне положення їхнє підіймання на проєктну відмітку здійснюють спеціальними гідропідйомниками або поліспастиами з використанням колон споруди. Колони у разі такого способу монтажу мають бути великої висоти з консолями, до яких підвішують нерухомі блоки підйимальних поліспастів.

Методом повороту здійснюють головним чином монтаж у цілому вигляді споруд, що мають значну висоту та велику масу. Споруду, як конструкцію, спочатку збирають у горизонтальному положенні в зоні її майбутнього встановлення, основу цієї просторової конструкції закріплюють з використанням

поворотного шарніра до фундаменту та поворотом навколо шарніра встановлюють споруду в проектне положення. Цим методом монтують опори ліній електропередач, димарі, вежі та інші споруди масою 100,0 т і більше.

У разі застосування методу насування конструкції збирають осторонь постійних опор, а потім встановлюють на ці опори шляхом горизонтального переміщення по тимчасових шляхах. Цей метод широко застосовують під час монтажу багатопрогонових мостів, конструкцій покриття одноповерхових промислових будівель, а також у разі необхідності виконання робіт у короткий термін, поєднуючи на землі підготування до насування з іншими роботами. Особливо ефективний цей метод під час реконструкції технологічних споруд (доменна піч, повітрянагрівач, шахтний копер), коли нову споруду збирають осторонь і потім висувають на фундамент демонтованої старої, що різко скорочує період зупинки діючого об'єкта.

Процес насування можливий у двох варіантах: ковзанням на санчатах у разі маси блоку до 250,0 т і накачуванням на сталевих котках у разі маси блоків 10,0 тис. т і більше.

У практиці монтажу іноді зустрічається поєднання декількох методів, зокрема суміщений метод насування, укрупнення та повороту.

3.5 Вибір методів монтажу та суміщення робіт

Основні схеми організації монтажу одноповерхових промислових будівель пов'язані з кількістю задіяних кранів:

- монтаж всіх конструкцій, починаючи з фундаментів одним краном;
- монтаж підземної частини одним, а надземних конструкцій іншим краном;
- монтаж конструкцій на кожній захваті самостійним краном;
- монтаж самостійними кранами різних конструкцій каркасу одноповерхових промислових будівель (фундаменти, колони, балки підкранові, ферми, плити покриття, стінові панелі) – п'ять–сім потоків.

Під час зведення одноповерхових промислових будівель як захватку або монтажну ділянку для максимального суміщення робіт можна прийняти один проліт будівлі і навіть частину його в межах між температурними швами.

Основне питання під час вибору раціональної організації монтажу будівлі – визначення методу та технологічної послідовності монтажу конструкцій, які нерозривно пов'язані з вибором монтажних механізмів. Від прийнятого методу залежать темпи зведення будівель, трудомісткість монтажних операцій, особливо верхолозних, загальна вартість та тривалість будівництва. Прийнятий метод робіт повинен забезпечувати потокове будівництво, проведення всіх

монтажних, загальнобудівельних та спеціальних робіт за суміщеним графіком, що надає субпідрядникам необхідний фронт робіт та унеможливорює технологічні перерви.

Вибраний метод монтажу повинен передбачати здійснення більшості операцій зі збирання, кріплення та виконання стиків не на висоті з конструкцій або риштування, а на землі, тобто укрупнені монтажні блоки на стендах або кондукторах слід піднімати та встановлювати в проектне положення за допомогою сучасних монтажних кранів. Під час порівняння методів монтажу перевага повинна бути віддана більш простому, безпечному, що забезпечує високу якість робіт за найменших витрат праці та матеріальних ресурсів.

Одноповерхові промислові будівлі мають великі розміри в плані у разі відносно невеликої висоти. Відстань між несучими конструкціями каркаса найчастіше перевищує радіус дії крана, що висуває спеціальні вимоги щодо методу монтажу. Вибір методу та послідовності встановлення конструкцій залежить від особливостей будівельного майданчика (наприклад, стиснення), рельєфу місцевості, наявності автошляхів та під'їзних залізничних колій, необхідного парку монтажних механізмів. Величезний вплив на вибір технологічної послідовності робіт має підземне господарство – наявність фундаментів під технологічне обладнання, їхня кількість, розміри, глибина закладення, матеріал конструкцій, різні підземні комунікації, розташовані в прольотах будівлі.

Застосовувані монтажні механізми повинні мати відповідні вантажні та геометричні характеристики, мати хорошу мобільність, мати можливо більшу робочу зону, щоб на кожній послідовній стоянці виконувати можливо більший обсяг монтажних робіт.

Організація будівництва повинна забезпечувати потоковість робіт, сутність якої полягає у безперервному та рівномірному виконанні всіх видів монтажних та інших супутніх операцій. Необхідно заздалегідь створити відповідний виробничий ритм, під час якого всі учасники будівництва за заданий відрізок часу виконують певний обсяг робіт за постійних чисельностей робітників та парку працюючих механізмів, у разі поєднання будівельних та монтажних робіт.

Під час проектування потокового будівництва в залежності від складності споруди та значної трудомісткості окремих видів робіт до переліку поточно виконуваних можуть бути включені такі роботи: земляні, бетонні за облаштуванням фундаментів, монтаж будівельних конструкцій, монтаж технологічного обладнання, теплотехнічні, сантехнічні, вентиляційні, електро-технічні тощо. За наявності декількох кранів на будівельному майданчику роботи з монтажу конструкцій можуть бути поділені на монтаж самостійним

потоким фундаментів, колон, підкранових балок, елементів покриття, навішування стінових панелей. Доцільно під час розроблення потокового виробництва включити комплекс післямонтажних опоряджувальних робіт.

Організовує, очолює та координує проектування та виконання всіх робіт генпідрядна організація, яка виконує весь комплекс загальнобудівельних робіт, решту робіт здійснюють спеціалізовані будівельно-монтажні субпідрядні організації.

Неодмінне правило потокової організації робіт – кожна будівельна бригада повинна своєчасно надати фронт робіт іншій бригаді. Наприклад, будівельники, які зводять фундаменти, повинні надати готові фундаменти для монтажників, які прибули для встановлення колон. Бригада, що виконує монтаж конструкцій покриття, зобов'язана до заданого терміну надати фронт робіт бригаді покрівельників. Таке поєднання робіт вимагає великої чіткості та технологічної дисципліни від усіх виконавців.

Чітке розосередження робітників різних професій, які беруть участь у будівництві, може бути забезпечено розбиванням будівлі, що зводиться, на захватки, які в свою чергу розподіляються на монтажні або робочі ділянки, на кожному з яких протягом певної кількості змін або днів виконують тільки один вид робіт. Перехід з однієї ділянки на іншу відбувається за графіком у певний час, до якого кожен з учасників будівництва повинен встигнути виконати свій обсяг робіт.

Основною умовою підвищення ефективності капітальних вкладень завжди є скорочення термінів введення об'єктів, що будуються, або їхніх окремих частин в експлуатацію, оскільки витрачені на їхнє будівництво кошти мають швидше приносити віддачу завдяки випуску продукції та її реалізації, тим самим прискорюватиметься окупність об'єктів.

Як правило, тривалість будівництва в основному залежить від термінів виконання робіт з монтажу каркасу споруди, що має найбільший фізичний обсяг і, відповідно, трудомісткість.

Усі роботи з будівництва об'єктів повинні виконуватися відповідно до календарних планів та графіків, у яких має бути передбачено скорочення термінів будівництва за рахунок максимального поєднання окремих видів монтажних та загальнобудівельних робіт. Дотримання оптимальних термінів будівництва є неодмінною умовою поліпшення всіх техніко-економічних показників виробничої діяльності будівельно-монтажної організації та насамперед зниження собівартості робіт та зростання продуктивності праці.

У загальному обсязі конструкцій одноповерхових промислових будівель елементи покриття становлять не менше ніж 50 % маси каркасу, а трудомісткість монтажу цих конструкцій складає вже 65–70 % трудомістких витрат на

монтаж, тому, удосконалюючи конструкції покриття та технологію їхнього монтажу, можна значно знизити загальну трудомісткість будівлі. У процесі проектування споруди та технології її зведення повинні бути знайдені оптимальні варіанти об'ємно-компонувального рішення будівлі в цілому та блоків покриття, особливо і раціональна технологія монтажу. Значне зниження трудомісткості і тим самим скорочення термінів монтажу може бути забезпечене за рахунок зниження кількості елементів, що монтуються, і застосування найбільш досконалих методів монтажу.

Скорочення кількості монтажних елементів можна досягти двома способами:

- збільшення прольотів та кроку колон, застосуванням безпрогінних рішень, принципово новими конструктивно-компонувальними рішеннями;
- укрупненням конструкцій на землі до їхнього підіймання та встановлення у проєктне положення.

Таким чином, можна зробити висновок, що можливі два принципово різні методи монтажу: поелементний, у разі якого кожен конструктивний елемент піднімають і встановлюють в проєктне положення окремо, і великоблоковий, у разі якого конструктивні елементи перед підійманням попередньо збирають (укрупнюють) просторові блоки.

Лекція 4 МОНТАЖ ОДНОПОВЕРХОВИХ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ІЗ ЗАЛІЗОБЕТОННИМ КАРКАСОМ

4.1 Об'ємно-планувальні рішення промислових будівель

Найчастіше зустрічаються одноповерхові повнозбірні промислові будівлі площею 3,0–20,0 тис. м². Вони можуть бути безкрановими чи обладнаними мостовими електричними кранами. Прогони будівель становлять 12,0; 18,0; 24,0 і 30,0 м завдовжки, крок колон 6,0 і 12,0 м, 8,4–18,0 м заввишки. Маса збірних елементів становить 2,5–33,0 т. Будівлі характеризуються однотипними осередками, конструкціями та великими розмірами у поздовжньому та поперечному напрямках.

Основні переваги одноповерхових промислових будівель – відносна дешевизна, можливість застосовувати розріджену сітку колон і передавати навантаження від технологічного обладнання безпосередньо на ґрунт. Такі будівлі зводять прямокутного контуру в плані, без перепадів висот, з прогонами в одному напрямку.

Розроблено універсальні об'ємно-планувальні та конструктивні рішення будівель, які дозволяють застосовувати індустріальні методи монтажу. Встановлено обмежену кількість взаємопоєднань параметрів будівель або габаритних схем. Розміри прогонів пов'язані з певними висотою та кроком колон, надкрановими габаритами. Всі елементи каркасу, обгородження та покриття одноповерхових будівель кратні номінальним розмірам укрупнених модулів: планувального – 6,0 м, висотного – 1,2 м.

4.2 Послідовність виконання робіт

Одноповерхові виробничі будівлі монтують із типових елементів, що серійно виготовляються на заводах збірного залізобетону. Збірні конструкції одноповерхових будівель поділяють на несучі та обгороджувальні. До несучих відносять збірні фундаменти, колони, підкранові балки, підкроквяні та кроквяні ферми, до обгороджувальних – плити покриття, ранд-балки (обв'язувальні балки) та стінові панелі.

У разі прогонів будівель 30,0 м і більше застосовують ферми із сталевих конструкцій, будівлі з меншими прогонами можуть перекриватися залізобетонними фермами з паралельними поясами або з верхнім криволінійним поясом – арковим або сегментним. Будівля з залізобетонним каркасом більш трудомістка в порівнянні з аналогічною будівлею з металевих конструкцій.

Будівлі із збірних залізобетонних елементів монтують поелементно, їх не укрупнюють у просторові блоки через складність стиків; маса залізобетонного блоку перевищує масу аналогічного блоку з металоконструкцій у 3–5 разів.

Значно ускладнюється монтаж конструкцій через наявність «мокрих процесів» – необхідність замонолічування стиків. Подальший монтаж конструкцій після встановлення колон у фундаменти стаканного типу та їхнього замонолічування може бути розпочато тільки після досягнення міцності бетону замоноліченого стику 70 % марочної. У зв'язку з цим додаткові проблеми виникають під час проведення робіт у зимових умовах.

За наявності на будівельному майданчику декількох кранів монтаж каркасу можна виконувати декількома паралельними та послідовними потоками: монтаж збірних фундаментів, колон, зв'язків між колонами, підкранових балок та елементів покриття, навішування стінових панелей. Така організація робіт дозволяє значно скоротити термін монтажу об'єкта.

Після відривання котловану або траншей під фундаменти, вирівнювання та ущільнення основи приступають до монтажу фундаментів. У разі великого заглиблення фундаментів або суцільного котловану під будівлю кран переміщатиметься по дну котловану.

Колони монтують другим потоком і лише після закінчення та приймання закінчених робіт нульового циклу на першій захватці. До таких робіт належать: прийняття встановлених фундаментів під монтаж колон, виконання зворотного засипання пазух траншей та котлованів, здійснення планування ґрунту в межах захватки, прокладання доріг для транспорту, підготування майданчиків для складування конструкцій та роботи кранів. Оптимальним рішенням після виконання планування слід вважати влаштування бетонної підготовки під підлогу по всій площі захватки. Допускається влаштування твердого покриття з дорожніх залізобетонних плит для переміщення транспорту та кранів. Для майданчиків складування конструкцій рекомендується піщана підготовка.

Колони до 12,0 м заввишки не розчалюють, їхня стійкість забезпечується тільки закладенням у фундаменти. У разі встановлення більш високих колон необхідно розчалювати в площині найменшої жорсткості (вздовж ряду колон). Після досягнення необхідної міцності стиків колон з фундаментами можна приступати до монтажу зв'язків та укладання підкранових балок. Після прихватки закладних деталей підкранових балок до консолей колон і закладення стиків розчалки між колонами знімають.

Монтаж підкранових балок виконують у одному потоці з елементами покриття будівлі. Кожну комірку каркасу будівлі слід монтувати комплексно: встановлюють всі підкранові балки, підкроквяну, кроквяну (одну або дві) ферми, по них усі плити покриття на комірку. Плити монтують послідовно від

одного торця до іншого, першу плиту для крайнього прольоту встановлюють з підвісних майданчиків, закріплених на колонах першого ряду, плиту для середнього прольоту – з раніше змонтованих плит крайнього прольоту.

Стінові панелі монтують у заключному монтажному потоці самостійним краном. Панелі навішують відразу на всю висоту між сусідніми колонами у ув'язуванні з процесами щодо встановлення віконних палітурок і закладенню швів між елементами.

Під час монтажу промислових одноповерхових будівель приоб'єктних складів не влаштовують. Конструкції в зону монтажу доставляють у третю зміну, розвантажують та розкладають біля місць їхнього підіймання. Запас конструкцій має бути не менше ніж на два дні роботи, у разі перебоїв у поставчанні запас повинен зростати. Доставляння конструкцій можна здійснювати і вдень, конструкції в цьому випадку підвозять назустріч напрямку монтажу.

Організація монтажу будівель. Для скорочення тривалості будівництва монтаж будівлі зазвичай здійснюють від торців до середини, від середини до торців, можливо, й інший напрямок, важливо, що кожен температурний блок монтується самостійно. Організують два незалежні об'єктні потоки робіт, кожен з них може включати декілька спеціалізованих потоків з монтажу окремих конструкцій – колон, підкранових балок, елементів покриття та стінових панелей. Кожен спеціалізований потік забезпечують монтажним краном та відповідним комплектом монтажних пристроїв.

Якщо зведена будівля має значну площу, її поділяють на декілька захваток. Розміри захваток приймають залежно від об'ємно-планувального та конструктивного рішень будівлі, особливостей введення її в експлуатацію, трудомісткості робіт. Членування будівлі на захватки або монтажні ділянки забезпечує поточність виробництва, появу для кожної ділянки самостійного монтажного потоку. Роботи на ділянках можуть виконуватися послідовно одним потоком або паралельно та одночасно декількома спеціалізованими потоками на декількох ділянках.

4.3 Методи поєднання циклів будівництва

Залежно від можливого та доцільного ступеня поєднання будівельних робіт, монтажу конструкцій та технологічного обладнання промислові будівлі зводять відкритим, закритим, поєднаним чи комбінованим методами. Ці методи відображають різні ступені поєднання та послідовності робіт, що завжди необхідно враховувати під час організації монтажу будівельних конструкцій та зведення будівель.

До основних циклів будівництва одноповерхових промислових будівель відносять зведення підземної та надземної частин будівлі, що включає:

відривання котлованів та траншей під фундаменти будівлі та технологічного обладнання, монтаж фундаментів будівлі та бетонування фундаментів під обладнання, монтаж конструкцій надземної частини.

Відкритий метод полягає в тому, що спочатку виконують усі роботи зі зведення підземної частини на захватці, після чого монтують конструкції надземної частини будівлі, технологічного обладнання, трубопроводів, виконують усі опоряджувальні роботи. До складу підземного циклу включаються всі роботи зі спорудження підземних конструкцій – фундаментів під будівлю та обладнання, підвальних поверхів з перекриттями над ними, прокладання та засипання всіх комунікацій, влаштування підготовки під підлоги в безпідвальних будівлях. Після закінчення підземного циклу робіт, включаючи підготовку під підлоги, майданчик повинен бути спланований.

Виконання насамперед усіх робіт підземного циклу, що забезпечує можливість найефективнішого монтажу надземної частини будівлі чи споруди, є однією з найважливіших умов успішного будівництва індустріальними методами. Однак залежно від об'ємно-планувальних та технологічних рішень будівель та умов будівництва інші методи можуть виявитися ефективнішими.

У разі застосування закритого методу на кожній монтажній ділянці спочатку виконують земляні роботи і фундаменти лише під будівлю, після чого монтують його каркас. Після закінчення монтажних робіт усередині каркасу будівлі розробляють котловани, зводять фундаменти під вбудовані конструкції (етажерки) та під технологічне обладнання та всі підземні споруди. Тільки після цього здійснюють монтаж конструкцій етажерок, технологічного обладнання, трубопроводів, виконують усі опоряджувальні роботи.

Закритий метод може бути раціональнішим у тому випадку, коли фундаменти під обладнання займають значну частину прольотів будівлі і необхідно зведення розвиненої мережі підземного господарства. Це ускладнює пересування кранів, вимагає додаткових витрат на влаштування проїздів. Закритий метод дозволяє розосередити роботи, застосувати самохідні крани, що мають більшу маневреність і нижчу вартість експлуатації, ніж баштові, що використовуються для монтажу у разі застосування відкритого методу. Більшість робіт виконується після зведення покриття будівлі, що важливо для захисту від опадів.

У разі застосування суміщеного методу спочатку відривають загальний котлован під підземне господарство, фундаменти під обладнання та будівлю. Бетонування фундаментів під обладнання та інші підземні роботи поєднують з монтажем каркасу будівлі так, щоб на момент здавання фундаментів під обладнання було закінчено на інших ділянках робіт монтаж каркаса і можна було приступити до монтажу технологічного обладнання.

У разі застосування комбінованого методу прогони з великим насиченням технологічним обладнанням та з розвиненим підземним господарством зводять закритим способом, а прогони із слаборозвиненим підземним господарством та невеликою кількістю технологічного обладнання – відкритим. У разі застосування цього методу монтажні крани розташовують у прогонах із слаборозвиненим підземним господарством.

4.4 Методи зведення одноповерхових промислових будівель

Практикою вироблено ряд методів монтажу будівельних конструкцій промислових будівель, що застосовуються в залежності від необхідної послідовності виконання робіт, конструктивної схеми будівлі, виду монтажного та технологічного обладнання, термінів і порядку введення будівель в експлуатацію, черговості постачання збірних конструкцій і деталей.

Одноповерхові промислові будівлі легкого типу монтують переважно роздільним методом, важкого типу – комплексним, але основним методом монтажу подібних будівель є змішаний метод.

Будівлі легкого типу монтують самохідними стріловими кранами на гусеничному та пневмоколісному ходу; середнього типу – самохідними стріловими, козловими та баштовими кранами; важкого типу – баштовими кранами великої вантажопідйомності у поєднанні з гусеничними та щогло-стріловими як допоміжні.

Для монтажу безкранових будівель у разі використання плит покриття 12,0 м завдовжки у зв'язку з великою масою ферм та необхідністю монтажу плит на значних вильотах стріли застосовують:

- гусеничні крани з баштово-стріловим обладнанням вантажопідйомністю 40,0 т і більше;
- баштові крани у будівлях до трьох прольотів по 24,0 м під час роботи крана з одного підкранового шляху в середньому прольоті;
- козлові крани звичайного типу в будівлях до 36,0 м завширшки;
- козлові крани із попередньо напруженим ригелем в будівлях до 66,0 м завширшки; ці крани дозволяють здійснювати монтаж конструкцій та обладнання одночасно у двох-трьох суміжних прольотах.

Під час монтажу будівель легкого та середнього типів часто застосовують метод попереднього розкладання елементів у монтажній зоні. У будівлях важкого типу конструкції, що монтуються, подають безпосередньо під монтаж (монтаж з коліс). Напрямок подавання елементів протилежний напрямку монтажу за винятком елементів, що укрупнюються перед підйманням.

Попереднє розкладання конструкцій здійснюють за одну–дві зміни до встановлення в проєктне положення. Так роблять, щоб не захаращувати прольоти конструкціями та забезпечити вільний маневр монтажного крана.

Поточність виконання робіт – безперервне і рівномірне виконання монтажних і всіх супутніх і паралельно виконуваних робіт. Усі монтажні процеси здійснюють за допомогою комплектів підйимально-транспортних та інших машин та механізмів, пов'язаних між собою за основними параметрами, зокрема і за продуктивністю.

Для організації потокового монтажу будинок поділяють на захватки та яруси, а у разі великих розмірів у плані та значних обсягах робіт – на монтажні ділянки чи зони. У межах кожної ділянки роботи здійснює окрема будівельна організація, яка має у своєму розпорядженні необхідні крани, майданчики та обладнання для укрупнювального складання, монтажні пристрої, транспортні засоби для подавання конструкцій на монтаж одним або декількома спеціалізованими потоками кожен із своїм механізмом для монтажу однотипних конструкцій.

4.5 Схема розкладання та монтажу будівельних конструкцій

Раціональна організація монтажного процесу – потоковість здійснюється шляхом поділу комплексного монтажного процесу на складові та створення заздалегідь встановленого ритму монтажу. За певний проміжок часу повинні виконуватись порівняно однакові обсяги робіт за постійного складу бригади монтажників та комплекту машин. Для проведення монтажу в мінімальний термін слід підготувати необхідний фронт робіт, своєчасно доставити збірні конструкції в зону монтажу, застосувати раціональні методи монтажу, підібрати оптимальні крани.

Під час зведення одноповерхових промислових будівель усі монтажні роботи розподіляють на декілька монтажних потоків. Окремими спеціалізованими потоками здійснюють монтаж фундаментів, колон, стінового обгородження, іноді підкранових балок. Для кожного потоку підбирають оптимальну схему руху монтажного крана, раціональне розкладання та складування збірних елементів, що забезпечують мінімальну кількість стоянок крана та переналагодження стропувальних та вантажопідйомних пристроїв.

Монтаж одноповерхових промислових будівель виконують з конструкцій і деталей, виготовлених на заводах і полігонах, по можливості, в цілому вигляді або великими частинами, що забезпечують скорочення підготувальних та післямонтажних робіт.

Конструкції, що надходять на будівництво окремими частинами, укрупнюють до підймання до місця встановлення в монтажні блоки масою, що відповідає вантажопідйомності та іншим параметрам монтажних кранів. У монтажні блоки укрупнюють, якщо дозволяють умови, окремі конструктивні елементи, зокрема зі змонтованим ними технологічним устаткуванням. Таким чином, створюють лінійні, плоскі, просторові та конструктивно-технологічні блоки. Під час укрупнення конструкцій повинна бути забезпечена незмінність їхньої геометричної форми в процесі монтажу, для цього іноді використовують тимчасове посилення блоків. Якщо дозволяють можливості, монтаж необхідно здійснювати переважно з транспортних засобів, без проміжного складування конструкцій.

Рішення щодо оптимальних методів монтажу будівельних конструкцій приймають з урахуванням комплексу місцевих умов: порядку введення об'єкта в експлуатацію, габаритів будівлі, доцільного спрямування руху монтажних кранів, техніко-економічного порівняння різних варіантів зведення. Під час вибору напрямку монтажу конструкцій будівлі необхідно враховувати порядок монтажу технологічного обладнання. Слід забезпечувати наскрізний рух транспорту всередині будівлі для доставляння конструкцій під монтаж. Торці будівлі закривають навішуванням стінових панелей, але рами воріт встановлюють в останню чергу.

ЛЕКЦІЯ 5 МОНТАЖ ОДНОПОВЕРХОВИХ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ З МЕТАЛЕВИМ КАРКАСОМ

5.1 Загальні положення

В одноповерховому виконанні проєктують та будують понад 70 % промислових будівель. Відзначається широке застосування металоконструкцій для перекриття великих прольотів, особливо у будівлях значної площі.

Трудомісткість виготовлення та монтажу покриттів таких будівель становить 50–75 % загальної трудомісткості зведення будівлі, тому від тривалості монтажу покриття залежить термін закінчення будівництва. Існуюча тенденція розміщувати у міжферменному просторі інженерні комунікації, обладнання та пристрої призводить до додаткового збільшення трудомісткості зведення покриття.

Конструктивні рішення покриття будівель відрізняються великою кількістю вузлів примикання елементів, тому дуже велика трудомісткість робіт з вивіряння та припасування окремих елементів покриття, особливо щодо їхнього з'єднання та закріплення. Крім цього, поелементний монтаж покриттів відноситься до категорії верхолазних та найбільш небезпечних робіт і роботи з влаштування покриттів виконують зазвичай дуже повільно.

Широке застосування структурних та великоблокових покриттів взагалі виключає поелементний монтаж, оскільки покриття повністю збирають на землі і можуть монтувати у вигляді закінчених блоків.

Блоковий монтаж став реальністю з початком застосування сталевого оцинкованого профільованого настилу та ефективного утеплювача, що дозволило збирати блоки покриття вищої будівельної готовності та масою, що відповідає вантажопідйомності окремих будівельних кранів.

Конструктивне рішення блоків у металі дозволяє відмовитися від важких залізобетонних ферм та плит покриття. Блок розміром 12,0 м × 24,0 м у металі важить до 40,0 т, а маса збірних залізобетонних конструкцій на той самий осередок становить 80,0–120,0 т, або в два–три рази більше.

Монтаж будівель легкого типу. Ці одноповерхові промислові будівлі мають обмежені геометричні параметри (проліт та висоту), у них часто відсутні мостові крани. У таких будівлях нерідко застосовують легкі конструкції покриття: із замкнутих гнутозварних профілів прямокутного перерізу, з фермами з труб, з широкополичних таврів та двотаврів, з рамних конструкцій каркасів, структурні конструкції покриттів. Усі конструктивні елементи будівель легкого типу мають незначну масу, яка не перевищує 8,0 т.

До монтажу каркаса будівлі приступають після завершення робіт з нульового циклу, виконання бетонної підготовки під підлоги, що забезпечує

безперешкодне переміщення всередині корпусу транспорту, що будується, і монтажних кранів. Залежно від площі будівлі, її конструктивного рішення та пов'язаного з ним обсягу конструкцій застосовують поелементний або блоковий монтаж покриттів, зі збиранням блоків на стелажах, стендах та на конвеєрних лініях. Рамні конструкції монтують поелементно, структурні – лише укрупненими блоками.

Поелементний монтаж виконують самохідними кранами (гусеничними, пневмоколісними та автомобільними), вантажопідйомністю 10,0–20,0 т. Для забезпечення високого темпу монтажних робіт повинна бути чітко налагоджена робота складу конструкцій з безперебійним подаванням на монтаж. Удосконалювальне збирання конструкцій повинне виконуватися на складі, а не на складальних стендах в прольотах, що монтуються. Так будуть створені найбільш сприятливі та безпечні умови для руху автотранспорту та монтажу конструкцій «з коліс», тобто їхнього підймання в проєктне положення без тимчасового складування біля місць встановлення.

У разі застосування блокового монтажу застосовують монтажні крани вантажопідйомністю 40,0–50,0 т. Укрупнювальне складання блоків покриття здійснюють на спеціальних стендах, які розташовують в робочій зоні монтажного крана, в проміжному прольоті будівлі.

У міру просування монтажу сусідні прольоти переміщують на нову стоянку основним монтажним краном. У разі великої площі будівлі і значних обсягів конструкцій, що монтуються, укрупнювальне складання блоків покриттів здійснюють на конвеєрній лінії.

Під час монтажу структурних конструкцій передбачено таку технологію виконання робіт. Спочатку встановлюють колони, потім у місця підймання укрупнюють структурний блок покриття розміром 30,0 м × 30,0 м, до того ж блок зміщують щодо осей колон так, що встановлені колони пронизують укрупнений блок, не торкаючись елементів структури. Піднімають блок в проєктне положення двома кранами. Стропування блоку здійснюють у чотирьох точках з використанням спеціальних траверс. Структурні блоки можна піднімати в проєктне положення із застосуванням шеврів, а також поліспасти з надколонників. Легкі стінові обгородження можна монтувати поелементно, укрупненими елементами з трьох–чотирьох панелей або єдиним елементом на всю висоту будівлі, що складається з панелей, укрупнених зі стійками та ригелями фахверка.

5.2 Конструкції блоків покриття та способи їхнього складання

Конструкція блоків покриття. Блок покриття – просторова система, незмінність якої забезпечується за рахунок наявності горизонтальних та вертикальних зв'язків у конструкції та завдяки «диску», утвореному сталевим профільованим настилом.

Розміри блоків у разі модуля 6,0 м від 12,0 м × 18,0 м до 36,0 м × 36,0 м, площа блоків 216,0–1 300,0 м², маса 30,0–190,0 т. Максимальні за площею раніше виготовлені та змонтовані блоки мали розміри 24,0 м × 144,0 м у разі маси 640,0 т. Усі блоки були обладнані світлоаераційними ліхтарями.

На пізнішій стадії застосування методу було виключено суттєвий конструктивний недолік – обтяження блоку покриття через необхідність забезпечувати під час монтажу його геометричну незмінність. Були розроблені конструкції блоків, зручні під час їхнього виготовлення, транспортування та монтажу у разі послідовності установлення за принципом блок до блоку з мінімумом робіт на висоті. До того ж на конвеєрі виконується основний обсяг робіт з влаштування покриття і лише 10–12 % трудовитрат займає кріплення блоків на висоті та закладання швів покрівлі.

Різновидів блоків покриття понад п'ятдесят, основних тенденцій їхнього проектування три:

- симетричні блоки — у них дві підкроквяні та дві кроквяні ферми зі зміщенням від осі колон на 3,0 м;
- квазисиметричні блоки – в них дві підкроквяні і три кроквяні ферми, з них дві крайні – полегшені, розташовані по осях колон і розраховуються виходячи з меншої вантажної площі;
- несиметричні блоки – в них відсутня одна з ферм (підкроквяна або кроквяна).

Способи збирання блоків покриття. У практиці будівництва знайшли застосування три способи збирання блоків – потоково-стендовий, конвеєрний та стендово-конвеєрний.

У разі застосування потоково-стендового способу складальну лінію збирають із ряду стаціонарних стендів, на яких виконується послідовно весь комплекс робіт від початку укрупнення металоконструкцій до влаштування покрівлі. Стенди розташовують у безпосередній близькості від будівлі, що зводиться, і, одночасно, складів металоконструкцій і будівельних матеріалів. Стенди обладнують підмостками та вантажопідйомними механізмами. Блоки покриття на стендах у процесі виконання робіт залишаються нерухомими. Роботи на стендах виконують мобільні спеціалізовані ланки монтажників металоконструкцій, будівельників та монтажників технологічного обладнання.

У працівників немає постійного робочого місця, закінчивши роботу на одному стаціонарному блоці, вони перебазуються на інший стенд для того самого виду робіт. Але ці переходи та переміщення інструментів, матеріалів та механізмів призводять до значних втрат робочого часу, що особливо помітно у разі великої кількості стендів. Але стендовий спосіб забезпечує ритмічність, досягається однакова тривалість робіт на блоках. Готові блоки транспортують та монтують звичайним порядком відповідно до передбаченої механізацією цих робіт.

Попереднє укрупнення конструкцій у блоки під час виконання монтажних робіт має ряд переваг:

- незначні матеріальні та трудові витрати на влаштування потоково-стендової лінії;
- збільшення виробітку робітників у два–сім разів;
- висока економічна ефективність порівняно з поелементним монтажем на проєктних позначках;
- можливість використання менш дорогих монтажних кранів із меншою вантажопідйомністю для збирання блоків;
- виключення небезпечних верхолазних робіт зі збирання, оскільки вона здійснюється на землі або на стендах, оснащених підмостками;
- збільшення маси одного підіймання;
- значне підвищення якості робіт завдяки доступності постійного контролю;
- скорочення загальної тривалості робіт, оскільки можна ув'язати тривалість виготовлення одного укрупненого блоку із тривалістю його монтажу;
- ефективно використовується вантажопідйомність основного монтажного механізму та виключаються його простой.

Кількість складальних стендів зазвичай коливається від двох до шести і кількість збиральних на них блоків від одного до п'яти на добу.

5.3 Конвеєрне складання блоків покриття

Сутність конвеєрного складання блоків покриття виробничих будівель полягає в тому, що на окремому майданчику, розташованому в безпосередній близькості від об'єкта, що будується, обладнаної спеціальними пристроями і вантажопідйомними механізмами, методом поопераційного складання елементів металоконструкцій створюють жорсткий просторовий блок покриття певного розміру. Процес укрупнення блоку поділяють ряд етапів із виконанням кожному з них певної частини складальних робіт.

Кондуктор для складання блоку покриття. На першій стоянці конвеєра жорстко замуровано чотири сталеві стійки (головки колон) з прийнятою для будівлі сіткою, наприклад 12,0 м × 24,0 м. Перша стоянка обладнана стендом, який забезпечує велику точність геометричних розмірів встановлених двох підкроквяних і кроквяних ферм і дозволяє жорстко закріпити їх між собою. Зібраний блок за допомогою домкратів піднімають на висоту 100–150 мм, з «нульової» стоянки по рейкових коліях підкочують чотириколісний балансірний візок (по два колеса з кожного боку) або два незалежні двовісні візки, блок опускають на них і закріплюють. Подальше переміщення блоку конвеєром буде здійснюватися на цьому візку.

Всі візки конвеєра з'єднані між собою, всі блоки з однієї стоянки на іншу переміщують по рейкових коліях одночасно через рівні проміжки часу, на однакову відстань за допомогою електролебідки та поліспасти. Сукупність рейкових колій, візків, пристосувань для збирання та переміщення блоків називають конвеєром.

Тривалість операцій, що виконуються на кожній стоянці, повинна бути однаковою, інакше неможливо дотриматися постійного ритму складання, тобто рівний інтервал часу між переміщеннями блоків з однієї стоянки на іншу.

Зібрану на першій стоянці конструкцію переміщують на другу стоянку, де продовжують складання, а на місці, що звільнилося, приступають до складання конструкцій наступного блоку. Місця конвеєра, на яких виконують окремі етапи збирання, називаються стоянками конвеєра.

Стоянка – робоче місце для виконання певного будівельного процесу – оснащується для максимальної механізації робіт кондукторами, підмостками, засобами малої механізації, високопродуктивним обладнанням та електрифікованим інструментом.

Залежно від конструктивного рішення блоку покриття на перших трьох–шести стоянках виконують складання сталевих конструкцій блоку покриття: кроквяних і підкроквяних ферм, зв'язків, прогонів, укладання та закріплення сталевих профільованого настилу, світлоаераційних ліхтарів. На наступних стоянках заповнюють міжфермовий простір, фарбують конструкції, влаштовують покрівлю, прокладають промислові проводки.

Стоянки конвеєрної лінії облаштовують стаціонарним риштуванням і перехідними містками, конструкції яких залежать від виду виконуваних робіт. Одночасно пересуваючись на візках рейковими коліями, кожен зібраний блок проходить робочі стоянки конвеєра, де крім складання металоконструкцій та фарбування послідовно виконуються роботи з монтажу санітарно-технічного обладнання, електроапаратури та вентиляційних трубопроводів, а також

загальнобудівельні роботи з влаштування покрівлі та скління. На останній стоянці здійснюють приймання укрупнених блоків.

Такі блоки покриття, сходячи з конвеєра, набувають повної будівельної готовності і після їхнього приймання транспортуються в зону монтажу, де краном відповідної вантажопідйомності або іншими засобами встановлюють їх в проєктне положення. Візки, що звільнилися, переміщають до початку конвеєра. Поздовжнє розташування блоків на конвеєрі дозволяє застосувати для їхнього складання крани з меншим вильотом стріли, а отже, і меншою вантажопідйомністю, але збільшує довжину лінії конвеєра і протяжність рейкових шляхів. Поперечне розташування блоків зменшує довжину конвеєра, але вимагає застосування кранів більшої вантажопідйомності та з довшою стрілою.

Для забезпечення безпеки у разі одночасної роботи декількох кранів, що обслуговують конвеєрну лінію, їхнє максимальне зближення повинно виключати аварійні ситуації під час поворотів стріл назустріч один одному. З цією метою на небезпечних ділянках передбачають стоянки, на яких виконують роботи, для яких не потрібне обладнання. Зазвичай для збирання сталевих конструкцій та їхнього фарбування у разі поздовжнього розташування на конвеєрі потрібно вісім–десять стоянок, для влаштування покрівлі та монтажу промислових проводок – до шести стоянок. Таким чином, загальна довжина конвеєра в середньому сягає шістнадцять стоянок.

Місце розташування конвеєра щодо будівлі залежить від конфігурації цієї будівлі, наявності вільних площ (території), можливості розміщення поряд з конвеєрною лінією складу сталевих конструкцій, матеріалів для загальнобудівельних та спеціальних робіт. Якщо зводиться комплекс будівель, може бути запроєктований варіант, коли конвеєр обслуговуватиме декілька будівель, що під час будівництва конвеєр може бути розташований в одному з прольотів будівлі, що зводиться.

Особливості конвеєрного складання включають:

- створення зони конвеєрного складання, оснащеного кондукторами для забезпечення стійкості та геометричної незмінності блоку;
- кранові шляхи та візки для транспортування блоків, що збираються;
- підмостки та інше оснащення для зручності складання;
- складська зона, розташована паралельно конвеєру, для сортування, проміжного укрупнення конструкцій та подавання їх у зону збирання на конвеєрі;
- застосування спеціального обладнання для транспортування блоків по конвеєру та встановлення їх у проєктне положення;

- розбивання комплексу робіт із виготовлення кожного блоку на окремі цикли виконання монтажних, загальнобудівельних та спеціальних видів робіт;
- спеціальні види робіт для монтажу технологічних трубопроводів, вентиляційних шахт, коробів та повітроводів, трубопроводів для внутрішнього водостоку та закріплення необхідного електротехнічного обладнання.

Переваги збирання блоків на конвеєрі:

- суттєве підвищення продуктивності праці за рахунок спеціалізації робочих місць, розбиття робіт на складні операції, які у свою чергу поділяються на прості;
- ритмічність та потоковість виконання робіт;
- максимальна механізація будівельно-монтажних робіт (біля робочих місць розміщують інструмент, матеріали та конструкції, спеціальне робоче оснащення);
- переміщення блоку від стоянки до стоянки спеціальним конвеєром.

Залежно від конструктивного рішення блоку, насиченості його технологічним обладнанням, розподілу виконуваних процесів на стоянках кількість стоянок може змінюватися від семи до шістнадцяти. За трудомісткістю процесів на кожній стоянці визначається єдиний ритм переміщення конвеєра і чисельність робочих. Для зимових умов над окремими стоянками конвеєра (забарвлення конструкцій, влаштування покрівлі тощо) влаштовують тепляки.

Основні принципи розбивання всього циклу робіт на конвеєрі на окремі ділянки чи стоянки:

- максимальна чисельність робочих на одній стоянці – десять;
- однотипність виконуваних робіт;
- можливість виконати весь обсяг робіт на стоянці за час переміщення конвеєра – дві, три або чотири години.

Під час складання сталевих конструкцій на конвеєрі в середньому зайнято до п'ятдесяти монтажників у кожну зміну, задіяно великий парк монтажних механізмів. Під час вимушених зупинок конвеєра монтажники зазнають значних втрат робочого часу, ритм роботи конвеєра збивається. Ці недоліки усуваються у разі застосування стендово-конвеєрного складання блоків.

У разі застосування цього методу укрупнення блоків покриття на стендах не залежить від роботи всіх інших суміжників. Складання блоків на стенді випереджає ритм конвеєра та створює можливість накопичення зібраних блоків на початку конвеєрної лінії, на якій у цьому випадку виконуються роботи всіх суміжних організацій, які доводять блоки до повної будівельної готовності. Стенди працюють окремо від конвеєра, і їхня кількість за потреби може бути збільшена або зменшена.

Конвеєрна лінія, залежно від місцевих умов, може бути розташована паралельно або перпендикулярно до поздовжнього фасаду. За відсутності вільної території, що примикає до будівлі, що будується, і придатної для розгортання конвеєра, він може бути розміщений в одному з прольотів корпусу, що будується, і буде обслуговуватися технологічними мостовими кранами, змонтованими в прольоті до початку робіт на конвеєрі. Готовими блоками покриття в першу чергу закривають цей проліт, що створює сприятливі умови для виконання покрівельних, скляних та фарбувальних робіт на блоках, що збираються на конвеєрі.

Склад металоконструкцій розташовують уздовж конвеєра для приймання, сортування та часткового укрупнення металовиробів. Між складом та конвеєром влаштовують автодорогу з покриттям із спеціальних дорожніх плит для транспортування вантажів автотранспортом, пересування самохідних кранів, які здійснюють монтаж на конвеєрі. Склад зазвичай додатково обслуговують два–три козлових крана. Ці крани дуже тихохідні і не в змозі обслуговувати сам конвеєр, але для вантажно-розвантажувальних робіт вони цілком прийнятні.

Склади окремих матеріалів та конструкцій примикають до автодороги та розташовуються в безпосередній близькості від стоянок конвеєра з відповідним набором робіт. На конвеєрі, розташованому в одному з прольотів будівлі, блоки необхідно переміщати в прольоті вузькою стороною, розмір сусіднього складу також буде обмежений.

5.4 Способи блокового монтажу

Конвеєрне складання та крупноблоковий монтаж виконують різними методами, які можуть відрізнятися застосуванням обладнання та розташуванням конвеєрної лінії. Повністю готовий блок за допомогою передавального візка переставляють на шляху впоперек конвеєра і переміщують вперед за допомогою електрелебідки.

На вибір підйимально-транспортних механізмів для переміщення блоків уздовж прольоту до місця встановлення впливають такі фактори: маса блоку, насиченість підземної частини будівлі фундаментами під обладнання, комунікаціями в період їхнього зведення, спосіб їхнього зведення (відкритий або закритий) тощо. Виходячи з цих основних критеріїв, розроблено дві основні схеми переміщення блоку з конвеєра:

– блок за допомогою підйимально-транспортних механізмів, обладнання та пристроїв переміщують до місця встановлення по наземних коліях, де його піднімають та встановлюють у проєктне положення;

– блок піднімають з конвеєра, опускають на несучі конструкції каркасу будівлі – підкранові балки або підкрюквяні ферми і переміщують насунанням в проектне положення.

Розроблені та застосовуються такі способи транспортування готового блоку вздовж прольоту:

- низьким установником, що переміщається по підкранових балках;
- важким баштовим краном, що переміщається в середньому з трьох прольотів рейковими коліями, або самохідним гусеничним краном великої вантажопідйомності;
- спеціальним підймальним пристроєм;
- високим установником, що переміщається власними рейковими коліями в кожному прольоті;
- високим установником на пневмоході;
- низьким установником, що переміщається по заздалегідь змонтованих підкрюквяних балках або фермах;
- прогоновим козловим краном, що дозволяє монтувати блоки в трьох прольотах без установника.

Підймання блоку з візка конвеєра здійснюється краном за допомогою балкових траверс-розпірок. Захоплюють блок двогілковими стропами через башмаки, закріплені болтами за верхні пояси кінців підкрюквяних ферм.

Основні схеми монтажу блоків покриття повної будівельної готовності:

- блоки покриття укрупнюють на конвеєрі, подають по рейкових шляхах конвеєрної лінії до прольоту, що монтується. Монтажним краном блок піднімають з візка, переставляють на установник, який переміщається рейками на підкранових балках, транспортують до місця монтажу і опускають на опорні майданчики колон. Блок ставлять у проектне положення шляхом опускання за допомогою домкратних пристроїв установника.

Установник являє собою просторову конструкцію, подібну до мостового крана, обладнану домкратами для вертикального переміщення встановленого на ньому блоку покриття. На установнику блок, розташований на чотирьох домкратах, переміщують вздовж прольоту вище колон, робоче місце його опускають під час синхронної роботи всіх домкратів. Блок опускають на оголовки колон і з'єднують із раніше змонтованими блоками. Конструкція установника дозволяє здійснювати вивіряння і рихтування в плані блоку, що встановлюється. Установник, що звільнився, переміщається в торець прольоту для приймання чергового блоку. В останній комірці прольоту установник краном переставляють у сусідній проліт, а крайній блок встановлюють на місце безпосередньо монтажним краном. Це найпоширеніший варіант переміщення

блоків. У разі масі блоків покриття 30,0–45,0 т блок, встановлений на низький установник, переміщують в проектне положення за допомогою лебідки;

- блоки покриття подають до робочої зони монтажного крана. Монтажний кран на рейковому ході переміщається в середньому з трьох прольотів, що монтуються. Кран вибирають за технічними характеристиками, які забезпечують підймання та встановлення блоків покриття у цих прольотах;

- блоки піднімають та встановлюють на установник за допомогою спеціального підймального пристрою. Установник переміщається підкрановими шляхами і в місці встановлення блоку опускає його в проектне положення за допомогою домкратів;

- блок за допомогою порталного перевантажувача піднімають і встановлюють на наземний установник, який, переміщаючись рейковими коліями вздовж прольоту, монтує блоки покриття;

- блок встановлюють на спеціальний транспортний портал, переміщують до робочого прольоту та переставляють на установник;

- блоки монтують на спеціальному стенді, розташованому біля підймання. Укрупнений блок повної будівельної готовності піднімають та встановлюють у проектне положення монтажним краном, яким також, за необхідності, переміщують стенд на нову позицію;

- на конвеєрній лінії здійснюється лише складання металоконструкцій блоку, встановлення таких блоків може здійснюватися одним із перших чотирьох методів;

- на спеціальних стендах металеві конструкції блоку укрупнюють і складують окремо від конвеєра, але в безпосередній близькості від нього.

У міру необхідності укрупнені блоки переміщують на конвеєр для влаштування покрівлі та монтажу промислових проводок. У разі застосування цього методу робота монтажників не залежить від перебоїв у роботі конвеєра та гарантовано забезпечує будь-який ритм його роботи. За необхідності кількість стендів для збирання металоконструкцій може бути збільшена.

З розглянутих вище методи монтажу перший і другий широко застосовують на практиці, незважаючи на значні прості важких монтажних кранів, завдання яких входить тільки підймання і встановлення в проектне положення блоку покриття. На таке встановлення зазвичай витрачається півтори–дві години. У разі ритму роботи конвеєра три–чотири години на блок монтажний кран простоюватиме понад 50 % робочого часу.

Крім того, перебазування, демонтаж та монтаж крана, влаштування підкранових шляхів є трудомісткими та дорогими операціями, вони можуть окупитися лише за великого обсягу робіт. Тому потрібно застосовувати для цих цілей козлові крани, перевагу слід віддавати безкрановим методам монтажу

(крани-укосини, порталні або щоглові пристрої), які часто виявляються більш ефективними. Конвеєрне складання об'ємних елементів покриття поблизу будівлі, що будується, дозволяє завдяки поділу всіх робіт на окремі операції здійснювати їхнє виконання в основному на землі, а не на висоті, з високим ступенем механізації, вузькою спеціалізацією робітників, різко підняти продуктивність праці.

Переваги конвеєрного складання та блокового монтажу:

- використання блоків покриття повної будівельної готовності, зібраних на землі;

- застосування легких металевих конструкцій для несучої частини блоку та покриття (металеві ферми, структури, профільований настил) замість залізобетону;

- використання легкого плитного або рулонного утеплювача та відсутність необхідності влаштування цементної стяжки та гравійного посипання;

- створення в результаті складання блоків покриття елементів, що легко транспортуються та монтуються сучасними механізмами або засобами вертикального транспорту;

- перенесення максимального обсягу робіт на конвеєр, де у робітника є постійне робоче місце, під рукою необхідне оснащення, матеріали та конструкції. На землі в більш комфортних умовах порівняно з роботою на висоті значно скорочуються трудовитрати на складанні блоків з металоконструкцій, установленні інженерних комунікацій, влаштуванні покрівлі, скляних та фарбувальних роботах.

Конвеєр – різновид заводської технології, коли виконавці мають постійні робочі місця, а продукція (блоки покриття, що збираються) переміщається;

- спеціалізація – ще один важливий критерій максимальної продуктивності праці, завдяки якій тривалість будівництва по ряду змонтованих об'єктів скоротилася в 1,8–2,0 рази. За зміну встановлюється на висоті від двох до чотирьох готових блоків;

- зниження надтрудомістких верхолазних робіт на 90 %, що у свою чергу призводить до підвищення продуктивності праці, якості робіт та покращує безпеку праці робітників. Роботи виконуються в стаціонарних умовах, є можливість використовувати зручні пристрої та інструмент;

- звільнення прольотів будівель від важких монтажних кранів, що дозволяє значно раніше у цих прольотах виконувати та завершувати роботи нульового циклу – бетонування фундаментів під технологічне обладнання, технологічні канали, тунелі, вбудовані приміщення тощо;

– виконання всіх робіт не послідовно, як на стенді, а паралельно, одночасно на всіх стоянках конвеєра, рівень суміщення робіт виявляється незрівнянно вищим. Необхідні заготівельні та підготовчі процеси можна виконувати поряд із конвеєром. Трудомісткість на конвеєрі в порівнянні зі стендовим методом на різних об'єктах знижується в тринадцять–вісімнадцять разів;

– поточність робіт не тільки на конвеєрі, але і в цілому на об'єкті. Під ритм конвеєра потрібно готувати окремі прольоти будівлі, а значить виконувати роботи нульового циклу, установлення колон, підкранових балок, рейок по них, у цьому ритмі можна організувати всі наступні роботи;

– виконання не будь-яких із можливих обсягів роботи, а тих, що готують фронт робіт для інших виконавців. Зокрема, організації, що монтують спеціальне та технологічне обладнання, включаються до роботи на більш ранній стадії будівництва в процесі виготовлення блоків покриття, не чекаючи завершення монтажу каркасу;

– можливість виконання покрівельних та опоряджувальних робіт у «тепляках».

Таким чином, трудомісткості у разі застосування конвеєрного методу монтажу в два рази менше, ніж у разі поелементного.

Основними передумовами для застосування методу конвеєрного складання та блокового монтажу є: досить великі розміри будівлі (мінімальна площа 15,0 тис. м²); єдине конструктивне вирішення блоків покриття; наявність у будівлі прольотів великої довжини, паралельних один одному, а також мостових кранів у всіх прольотах будівлі, а отже, і підкранових колій; однакова висота прольотів; полегшена конструкція покриття та покрівлі (сталевий профільований настил та ефективний утеплювач); стислий термін будівництва, достатня інтенсивність фінансування; можливість потокового ведення всіх будівельних робіт; застосування обладнання, оснастки та пристроїв, які можуть бути багаторазово використані на інших подібних об'єктах.

Найбільш важливою передумовою є монтаж випереджаючими потоками колон, підкранових балок та рейкових шляхів по них самохідними гусеничними кранами. Ці елементи каркасу слід виготовляти з підвищеною точністю, торці та опорні частини за потреби фрезерують. Незалежно від прийнятого методу будівництва монтаж колон і підкранових балок необхідно здійснювати самостійними стріловими самохідними кранами паралельно з влаштуванням конвеєра. До початку роботи конвеєра повинні бути змонтовані колони та балки не менше ніж в одному прольоті.

Конвеєрний спосіб складання і крупноблокового монтажу – принципово новий метод організації будівельно-монтажного виробництва. Техніко-економічний ефект досягається не тільки на монтажі металоконструкцій, але

головним чином на інших видах загальнобудівельних та спеціальних робіт. Даний метод створює широкі можливості для поєднання та механізації будівельно-монтажних робіт, підвищує культуру виробництва та якість робіт.

Конвеєрний метод поєднує великоблоковий монтаж, що дозволяє скоротити терміни будівництва та найпродуктивніший спосіб укрупнювального складання – складання на конвеєрі. Цей метод монтажу одноповерхових виробничих будівель блоками повної будівельної готовності має ряд переваг, найважливіші з яких: скорочення термінів будівництва; підвищення якості будівельно-монтажних робіт; підвищення продуктивності праці, поліпшення умов праці робітників; значне зменшення небезпечних верхолазних робіт.

Під час розроблення ПВР та виборі основного варіанта монтажу розглядають для порівняння поелементний, блоковий та конвеєрно-блоковий варіанти. Крім цього, враховують конкретні умови будівельного майданчика, наявність необхідного парку будівельних механізмів, обладнання, пристроїв. Вибраний варіант повинен бути економічнішим за інших і забезпечувати виконання будівельно-монтажних робіт у найбільш стислий термін.

Якщо як основний варіант прийнято монтаж будівлі із застосуванням конвеєра, проєкт має бути обґрунтований економічно. У разі неможливості створення конвеєра з цих причин розглядають варіант міні-конвеєра, у разі застосування якого укрупнюють тільки сталеві конструкції блоків покриття з влаштуванням профільованого настилу. В окремих випадках та за наявності необхідного кранового обладнання може бути економічно виправданим проєктування блокового монтажу з укрупненням блоків на переносному стенді.

Техніко-економічні підрахунки показали, що великоблоковий монтаж із попереднім складанням блоків покриття – це досконала та прогресивна форма технології монтажу, яку слід розвивати та вдосконалювати.

Конвеєрний метод дозволяє значно скоротити термін будівництва в порівнянні з поелементним монтажем. Укрупнення конструкцій не завжди економічно виправдане. Воно нераціональне, якщо габарити об'єкта, що монтується, незначні. Ефект від прискорення монтажних робіт під час складання елементів у блоки може з'явитися, якщо додатковий кран буде зайнятий на укрупненні конструкцій у блоки, а основний кран великої вантажопідйомності лише на монтажі блоків. Витрати на використання допоміжного крана повинні покриватися економією за допомогою скорочення терміну монтажних робіт, виконуваних основним краном.

ЛЕКЦІЯ 6 МОНТАЖ БАГАТОПОВЕРХОВИХ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

6.1 Способи монтажу багатоповерхових промислових будівель

Багатоповерхові промислові будівлі в основному проектують та зводять у каркасно-панельному виконанні. Об'ємно-планувальне рішення таких будівель – сітка колон 4,5 м × 6,0 м; 6,0 м × 6,0 м; 6,0 м × 9,0 м; 6,0 м × 12,0 м та 9,0 м × 12,0 м. Висота поверхів може змінюватись у значних межах залежно від виробничої необхідності. Найбільш поширені значення висоти 3,3 м; 3,6 м; 4,8 м; 6,0 м; 7,2 м і 8,4 м. Поверховість будівель найрізноманітніша, оптимальною вважається на чотири–шість поверхів, але може досягати і дванадцяти–двадцяти поверхів.

Колони мають квадратний переріз 400 мм × 400 мм та 600 мм × 600 мм або прямокутний за аналогічну площу. Висота колон залежить від прийнятої висотного розрізання і може становити один–п'ять поверхів, але з урахуванням умов виготовлення, транспортування та монтажу елементів рідко перевищує 20,0 м. Стики колон передбачені на висоті 1,0 м від позначки перекриття і проектуються жорсткими.

Ригелі для будівель з перекриттями, що спираються на їхні полиці, 800 мм заввишки і 650 мм завширшки. Під час поєднання з колоною випуски арматури обох елементів зварюють, приварюють закладні деталі ригеля і консолі колони з подальшим замонолічуванням стику.

Перекриття випускають у вигляді основних плит 1,5 м і 3,0 м завширшки і додаткових плит 750 мм завширшки. Добірні плити розміщують лише по зовнішніх рядах колон. Основні міжколонні (розпірні) плити розташовують по осях колон і приварюють до закладних деталей ригелів у чотирьох точках.

Стінові панелі навісні, 1,2 м і 1,8 м заввишки у разі ширині на проліт 4,5 м і 6,0 м. Цокольні панелі першого поверху встановлюють на фундаментні балки, наступні поверхні поверхів на сталеві столики, що приварюються до закладних деталей колон.

У практиці багатоповерхового будівництва використовують рамну, рамно-зв'язкову та зв'язкову конструктивні схеми каркасу, що відповідають різним умовам його статичної роботи.

Рамна схема є жорсткою і стійкою просторовою системою колон, ригелів і плит перекриттів, з'єднаних між собою. Усі вертикальні та горизонтальні навантаження сприймаються вузлами колон та ригелів, які виконані жорсткими. Така система дуже трудомістка і потребує підвищеної витрати металу. Її застосовують у тих випадках, коли за умовами технології не

допускається встановлення поперечних та поздовжніх перегородок чи зв'язків між колонами.

Зв'язкова схема відрізняється від попередньої тим, що колони працюють лише на вертикальні навантаження, а горизонтальні сприймаються системою вертикальних дисків та ядер жорсткості.

Рамно-зв'язкова схема є проміжною і для багатопверхових каркасних будівель включає плоскі рами, розташовані в поперечному напрямку щодо поздовжньої осі будівлі, і діафрагми жорсткості. Поздовжня стійкість будівлі створюється за рахунок вертикальних дисків жорсткості, які виконують у вигляді металевих ґрат або залізобетонних площин.

Перспективною вважається збірно-монолітна залізобетонна конструкція, в якій просторова жорсткість забезпечується ядром жорсткості, виконаним у монолітному або збірному залізобетоні.

Під час зведення багатопверхових промислових будівель в залежності від умов їхнього введення в експлуатацію та матеріалу конструкцій застосовують два основних способи монтажу: горизонтальний поверховий або поярусний та вертикальний частинами (секціями) будівлі на всю висоту.

Горизонтальний поярусний (поверховий) спосіб є найбільш поширеним, оскільки забезпечує більшу жорсткість і стійкість каркаса на всіх стадіях монтажу, а також більш рівномірне осідання фундаменту. Цей спосіб застосовують під час монтажу збірних залізобетонних елементів із закладенням стиків слідом за встановленням конструкцій. До того ж після закінчення складання поверху (ярусу у разі дво- або триповерхового розрізання колон), коли бетон у стиках конструкцій набере 70 % проєктної міцності, починають монтаж наступного ярусу (поверху).

Вертикальний монтаж – передбачає зведення будівлі окремими частинами. Гідність методу в тому, що передбачає значно менші розміри будівельного майданчика, оскільки передбачає розташування монтажного крана і складів конструкцій в габаритах будівлі, що будується. Монтаж частини будівлі на всю висоту дозволяє на цій частині одразу виконати покрівлю та приступити до здійснення всіх післямонтажних та оздоблювальних робіт, що значно скорочує термін зведення будівлі з оздобленням.

Колони першого ярусу, найважчі в каркасі, монтуються найчастіше у самотійному потоці. Для прискорення виконання робіт, скорочення технологічних перерв можуть застосовуватися фундаменти стаканного типу «з пеньками» 1,0 м заввишки, загорнутими в стакан в заводських умовах.

Оптимальним вважається технологічне рішення, за якого один монтажний кран використовують для монтажу конструкцій одного-двох температурних блоків.

Загалом, з погляду послідовності встановлення елементів, метод монтажу багатоповерхових промислових будівель можна визнати змішаним. Окремо можна встановити всі колони на монтажній ділянці, навісити стінові панелі всього ярусу захватки та раціонально комплексно монтувати ригелі та панелі перекриттів. Така відносна свобода послідовності установаження елементів характерна лише для баштового крана. Якщо для монтажу задіяний самохідний стріловий або баштово-стріловий кран, він чітко повинен виконувати принцип монтажу «на кран», уникати послідовної установаження великої кількості багатоярусних колон.

6.2 Монтажні механізми, що застосовуються

Як технічні засоби, що реалізують технології монтажу збірних конструкцій, рекомендуються баштові, самохідні стрілові та козлові крани. У разі будівлі до 18,0 м завширшки баштові та стрілові крани встановлюють з одного боку будівлі, у разі більшої ширини – з двох сторін або всередині будівлі.

Баштові крани вантажністю 5,0–25,0 т широко використовують для монтажу конструкцій багатоповерхових промислових будівель. Стрілові крани, що застосовуються на гусеничному і пневмоколісному ході, мають вантажопідйомність 16,0–100,0 т і оснащені звичайним стріловим або баштово-стріловим обладнанням.

Змішаний варіант використання кранів (баштових та стрілових) застосовують під час зведення будівель, у яких у нижніх поверхах встановлюють колони масою 8,0–10,0 т, а маса інших конструкцій не перевищує 5,0 т. У цьому випадку стріловий кран вантажопідйомністю 16,0–25,0 т виконує монтаж колон нижніх поверхів, а решта елементів монтують баштовим краном вантажопідйомністю 5,0 т.

У разі застосування горизонтальної схеми монтажу крани встановлюють поза будинком з однієї або двох сторін, у разі застосування вертикальної схеми кран розташовують у межах середнього прольоту будівлі, і конструкції монтують осередками на всю висоту будівлі. На практиці знайшли поширення такі схеми розташування монтажних кранів: кран з одного боку будівлі – два–три прольоти в будівлі, до 24,0 м завширшки; два крани з двох сторін будівлі – чотири, шість та вісім прольотів у будівлі; кран у середньому прольоті будівлі – три, п'ять та сім прольотів у будівлі.

Козлові крани використовують у тих випадках, коли в будівлі передбачається монтувати велику кількість важкого та великогабаритного технологічного обладнання та монтаж здійснюють змішаним методом. Козловими кранами доцільно монтувати будівлі до чотирьох поверхів заввишки, особливо

за значної ширини. Залежно від маси збірних конструкцій застосовують козлові крани з прольотом будівлі до 44,0 м та вантажопідйомністю до 30,0 т.

Основною умовою монтажу є забезпечення незмінності, стійкості та міцності кожної змонтованої частини будівлі та її окремих елементів на всіх стадіях монтажу, тому важливим фактором є черговість установаження конструкцій. На початку монтажу створюють перший жорсткий осередок, до якого потім приєднують наступні частини будівлі. Монтаж здійснюють комплексні бригади, до складу яких входять монтажники, електрозварювальники, бетонники, слюсарі, робітники інших спеціальностей та різнороби.

6.3 Черговість монтажу каркасу будівлі

Залежно від черговості монтаж ділять на три етапи:

- зведення фундаментів та монтаж підземної частини будівлі, іноді колон першого ярусу;
- монтаж каркасу та плит перекриття з вивірянням та закріпленням;
- навішування стін із великих панелей.

Доцільно, щоб навішування стінових панелей відставало не менше, ніж на один ярус (поверх) від монтажу інших елементів каркасу.

Конструкції надземної частини будівлі монтують після завершення всіх робіт підземної частини, включаючи прокладання підземних комунікацій, улаштування доріг та проїздів, засипання пазух фундаментів, цоколя тощо.

У будинках в два і більше температурних блоків завдовжки конструкції монтують захватками, кожна в межах температурного блоку. До того ж поєднують монтаж конструкцій на одній захватці із загальнобудівельними та спеціальними роботами на іншій захватці. Конструкції захваток можуть бути змонтовані та пред'явлені до приймання незалежно одна від одної.

Розміри монтажних захваток зазвичай приймають такими:

- по довжині будівлі – один температурний блок до 72 м завдовжки;
- по ширині будівлі – вся будівля або її половина у разі розташування кранів по подовжнім сторонам, декілька кроків колон – у разі розташування всередині будівлі.

Для зведення будівель використовують усі три методи монтажу: роздільний, комплексний та змішаний. Їхній вибір залежить від багатьох факторів, зокрема і від монтажного оснащення, що застосовується. Основою оснащення є кондуктори, що використовуються для встановлення одно- та багатоповерхових колон. Метод монтажу та монтажне обладнання повинні встановлюватися проектом виконання робіт або технологічною картою залежно

від поверховості будівлі, обсягу монтажних робіт та конструктивних особливостей елементів.

Монтаж каркасів багатопверхових будівель з колонами двоповерхової (і більше) розрізки рекомендується проводити за допомогою групових кондукторів та рамно-шарнірних індикаторів. Для монтажу каркасів малоповерхових та двопрогонових будівель зручніше застосовувати поодинокі кондуктори.

У комплексний монтажний процес входять сам монтаж, зварювання та закладення стиків, тільки в цьому випадку можна забезпечити просторову жорсткість та міцність конструкцій. Тому специфіка зведення багатопверхових промислових будівель полягає в тому, що вимагає своєчасного та якісного виконання робіт із зварювання та закладення всіх стиків та швів. З цією метою в межах кожної захватки слід передбачити, що в зоні монтажу одночасно здійснюється тимчасове закріплення і точкове зварювання встановлених конструкцій, а в сусідніх, раніше змонтованих осередках – вивіряння, остаточне з'єднання елементів на зварюванні, закладення монтажних вузлів і швів. Після укладання ригелів та розпірних плит між колонами можна виконувати остаточне зварювання по периметру колони.

Коли неможливе розбиття поверхів на окремі захватки через невеликі розміри будівлі в плані, виконання суміщених з монтажем робіт передбачається тільки в ті зміни, коли не ведуться монтажні роботи. До того ж рекомендується монтувати конструкції будівлі на нижніх чотирьох–п'яти поверхах у дві-три зміни, а на розташованих вище – тільки в одну-дві (вечірні та нічні) зміни, до того ж в першу зміну виконують тільки загальнобудівельні та спеціальні роботи. Для підймання робочих та дрібних вантажів у будинках понад 15,0 м заввишки використовують вантажопасажирські підйомники.

Відповідно до умов доставляння та складування збірних елементів в основному застосовують монтаж зі складу. Монтаж безпосередньо з транспортних засобів здійснюють під час використання плоских П-, Ш- або Н-подібних рам заводського виготовлення.

Перед початком монтажу каркаса на черговому ярусі (поверху) необхідно:

- закінчити встановлення всіх конструкцій каркасу нижче ярусу, здійснити зварювання та замонолічування вузлів усіх змонтованих елементів;
- перенести основні розбивні осі на перекриття або оголовки колон нового ярусу, визначити монтажний горизонт та скласти виконавчу схему елементів каркасу раніше змонтованого поверху.

6.4 Монтаж конструкцій під час використання одиночних кондукторів

За наявності монтажного оснащення у вигляді одиночних кондукторів монтаж каркаса краще виконувати за роздільною схемою. Спочатку в межах монтажної ділянки встановлюють усі колони, вивіряють їх, закріплюють на зварюванні та закладають стики.

Після установа ригелів, зварювання та замонолічування їхніх вузлів приступають до монтажу елементів сходових клітин та укладання плит перекриттів.

Спочатку укладають розпірні плити між колонами, потім основні чи проміжні. Всі плити надійно приварюють до ригелів і шви між елементами закладають бетоном. До монтажу конструкцій наступного ярусу приступають після досягнення бетоном у швах щонайменше 70 % проектної міцності.

Для виконання зварювальних робіт кондуктор може бути забезпечений спеціальним майданчиком. Для монтажу колон зі стиком вище за рівень перекриття використовують кондуктор з роликami на кінцях, що дозволяє знизити сили тертя і здійснити установа колон спочатку в положення, близьке до проектного. Коригують положення колони за допомогою регулювальних гвинтів кондуктора.

Збирати елементи каркасу слід поперехово. До встановлення колон на кожному ярусі на оголовках розташованих нижче колон закріплюють за допомогою гвинтів кондуктори. Підняту краном колону заводять у хомути кондуктора і плавно опускають на оголовок колони нижче. Колони приводять у проектне положення за допомогою гвинтів кондуктора, забезпечуючи співвісність встановлюваних і нижчих колон. За вертикаллю їх вивіряють за допомогою верхніх гвинтів кондуктора. Точність приведення колони у вертикальне положення контролюють теодолітом по двох осях. Не співвісність встановлених і нижчих колон після вивіряння має не перевищувати 5 мм, а відхилення їх від вертикалі трохи більше ніж 3 мм.

Після вивіряння приступають до укладання ригелів першого поверху ярусу колон і зварювання закладних деталей ригелів і колон. Кондуктори можна переставляти на наступну позицію тільки після зварювання стиків колон, укладання та зварювання ригелів, укладання розпірних та основних плит перекриття.

У разі застосування збірних перегородок останні встановлюють до укладання рядових плит перекриття.

Після закінчення монтажу та зварювання всіх елементів першого поверху ярусу приступають до монтажу елементів другого поверху того ж ярусу.

6.5 Монтаж конструкцій під час використання групових кондукторів

За наявності групових кондукторів монтаж виконують за комплексною схемою. У кожному осередку послідовно встановлюють, вивіряють і закріплюють всі елементи каркаса і після цього кондуктор переміщують на наступну стоянку.

Після встановлення колон їх розкріплюють хомутами кондуктора, здійснюють попереднє точкове зварювання, укладають ригелі і зварюють їхні стики з колонами, укладають і зварюють розпірні плити із закладними деталями ригелів, зварюють стики колон по висоті, укладають і приварюють основні плити перекриттів. Основну частину цих робіт виконують із настилу (настилів) групового кондуктора.

Найпростішими засобами для тимчасового кріплення та вивіряння багатоповерхових колон служать похило-зв'язкові системи, що складаються з підкосів та струбцин, шарнірно з'єднаних з хомутами в основі конструкцій. У разі розташування у двох взаємно перпендикулярних площинах такі системи дозволяють досить точно проводити вивіряння конструкцій.

Для монтажу залізобетонних конструкцій багатоповерхових будівель використовують просторові кондукторно-зв'язкові системи у вигляді плоских та просторових кондукторів. Плоскі кондуктори використовують для монтажу рам. Застосований кондуктор є просторовою конструкцією, яка встановлюється в строго проєктне положення і служить базою для встановлення рами.

Груповий кондуктор призначений для збирання каркаса з колонами до 18,0 м завдовжки, розташованими за сіткою 6,0 м × 6,0 м. Він складається з чотирьох стійок, пов'язаних між собою у чотирьох рівнях поясами у вигляді ферм. Кондуктор оснащений поворотними майданчиками, а також кільцевим риштуванням, що забезпечують зручність та безпеку виконання робіт під час укладання та зварювання ригелів двох поверхів. Крім того, на стійках кондуктора укріплено два ряди хомутів. Нижній і верхній ряди служать для вивіряння та тимчасового кріплення відповідно до низу і верху колони, що встановлюється.

Верх колони прикріплюється приблизно лише на рівні другого поверху. На кондукторі також є підкоси для його прикріплення до змонтованих конструкцій, а також струбцини для вивіряння і тимчасового прикріплення перегоронок. Маса кондуктора близько 5,0 т.

Після остаточного зварювання стиків колон заввишки поверх груповий кондуктор переміщують по перекриття в наступну комірку; пересування кондуктора в межах поверху зазвичай здійснюють за допомогою лебідки. З поверху на поверх кондуктор переставляють у зібраному вигляді баштовим

краном. Якщо колони запроєктовані на два поверхи, монтаж здійснюють за допомогою групового кондуктора за комплексною схемою.

Для забезпечення безперервного потоку робіт комплект монтажного обладнання має складатися із чотирьох групових кондукторів. В цьому випадку послідовність установа кондукторів така сама, як у разі використання рамно-шарнірного індикатора. Монтують каркас із застосуванням групових кондукторів у наступній послідовності: кондуктор за допомогою крана подають на перекриття поверху, що монтується, встановлюють на дерев'яні прокладки і закріплюють до раніше змонтованих конструкцій за допомогою чотирьох підкосів, кожен з яких має на кінці гак і стягну муфту. Під час встановлення колон у стакани фундаментів кондуктори прикріплюють до петель фундаментів, а під час встановлення кондукторів на перекриття – до монтажних петель ригелів.

Перед встановленням колон необхідно повернути в робоче положення та зупинити робочі майданчики, нижні та верхні хомути. Колону краном подають у зону розташованої нижче, монтажники приймають її, заводять у розкриті хомути кондуктора, опускають на колону нижче або в стакан фундаменту, після цього хомути закривають. За допомогою затискних гвинтів хомутів колону тимчасово кріплять і розстропують. Її вивіряють за допомогою теодоліту по двох взаємно перпендикулярних осях. Положення колони в процесі вивіряння регулюють за допомогою гвинтів хомутів. Монтаж ригелів та плит перекриттів верхнього ярусу здійснюють з конструкцій змонтованого поверху у разі розташування робітників на спеціальних пересувних майданчиках-драбинах.

6.6 Монтаж конструкцій під час використання рамно-шарнірного індикатора

Рамно-шарнірний індикатор (далі – РШІ) складається з жорсткої опорної рами, що є просторовою гратчастою конструкцією, регульованої індикаторної рами, поперечних і поздовжніх зв'язків із сталевих труб.

База РШІ обладнана кільцевими підмостками та поворотними люльками, розташованими в рівні нижнього та верхнього поверхів ярусу колон. За базову модифікацію прийнято РШІ для комірки 6,0 м × 6,0 м з двоповерховою розрізкою колон. Інші модифікації РШІД дозволяють монтувати каркаси з різними об'ємно-планувальними параметрами будівель.

Комплект монтажного обладнання повинен включати не менше чотирьох РШІ, кожен з яких має свій номер, що визначає його положення в ланцюзі, та встановлюється в однойменні осередки по вертикалі. Тому мають у своєму

розпорядженні РШІ на будівлі і переставляють з однієї позиції на іншу в строго визначеному порядку, зазначеному в проєкті виконання робіт

У проєктне положення індикаторні рами комплекту РШІ встановлюють з дотриманням таких правил:

- на першій позиції раму РШІ №1 вивіряють щодо поздовжньої та поперечної осей будівлі за теодолітом;
- раму РШІ №2 – за теодолітом щодо поздовжньої осі будівлі та за допомогою поздовжніх зв'язків щодо поперечної осі;
- раму РШІ №3 – за теодолітом щодо поперечної осі будівлі та за допомогою поперечних зв'язків щодо поздовжньої осі;
- раму РШІ №4 не вивіряють за допомогою геодезичних приладів. Положення її фіксується за допомогою поздовжніх та поперечних зв'язків, приєднаних до рам РШІ №2 та №3.

Під час переустановлення рамно-шарнірних індикаторів на такі позиції їхнє проєктне положення визначають лише за допомогою поздовжніх та поперечних зв'язків.

З однієї стоянки РШІ каркас збирають на висоту двох поверхів ярусу колон з дотриманням наступної черговості монтажу елементів:

- встановлюють та зварюють між собою по висоті колони;
- встановлюють та прикріплюють до колон по висоті зв'язку;
- укладають і приварюють до консолей колон ригелі спочатку першого, потім другого поверху ярусу;
- укладають і приварюють до полиць ригелів міжколонні плити першого, а потім другого поверху ярусу колон;
- встановлюють збірні перегородки, якщо вони передбачені проєктом, на першому поверсі у прольотах між РШІ;
- укладають у прольотах між РШІ плити перекриття першого поверху;
- встановлюють збірні перегородки на другому поверсі між РШІ;
- укладають у прольотах між РШІ плити перекриття другого поверху;
- переставляють на такі позиції РШІ, а в комірках, що звільнилися, монтують відсутні елементи;
- за монтажем елементів каркаса монтують елементи сходів та сходові марші.

РШІ переставляють на іншу позицію лише після забезпечення просторового розкріплення каркасу та виконання зварювальних робіт, передбачених проєктом. Після переустановлення РШІ на нову позицію в комірках, що звільнилися, монтують перекриття спочатку першого, а потім другого поверхів, причому до укладання плит перекриття в комірки попередньо подають матеріали, необхідні для влаштування перегородок.

6.7 Монтаж будівель інших конструктивних схем

Монтаж багатопверхових промислових каркасних будівель може бути спрощений під час використання в каркасі П-, Н- або Ш-подібних рам. Це просторові елементи, що мають дві-три стійки, ригелі між ними та консолі у ригеля. У разі такого вирішення елементів каркаса значно зменшується кількість стиків та монтажних елементів. Збірні просторові конструкції виготовляють на висоту одного-двох поверхів, стики цих рамних елементів розташовують по висоті найменш напружених і зручних для з'єднання між собою зонах, зазвичай на рівні 1/3 висоти поверху. Монтаж каркаса під час застосування зазначених конструкцій виконують поверхово в такій послідовності: залізобетонні рамні елементи, панелі перегородок, вентиляційні блоки, елементи розпірні, панелі перекриттів, огорожувальні конструкції.

Під час монтажу будівель із безбалковими перекриттями застосовують ту ж технологію монтажу, що й для інших каркасних будівель. Однак деякі конструктивні особливості каркасу вимагають дотримання певної послідовності робіт.

У безбалковому каркасі прийняті фундаменти під колони стаканного типу, монолітні, сітка колон 6,0 м × 6,0 м. Основні елементи каркаса – колони квадратного перерізу з розрізанням на один або два поверхи, капітелі з центральним отвором для спирання на оголовки колон, надколонні плити, що укладаються на капітелі в обох напрямках, і прогонові плити.

Каркаси відрізняються великою жорсткістю через наявність потужних капітелей. У разі своєчасного замоноличування такі каркаси можна монтувати по ярусах чи секціях на повну висоту окремо від цегляного мурування зовнішніх стін, внутрішніх стін та сходових кліток.

Технологічна послідовність монтажу збірних конструкцій включає в себе початкову розбивку будівлі (або її окремого блоку) на монтажні зони, в межах яких однойменні елементи монтують послідовно: встановлюють колони, капітелі, укладають надколонні та прогонові плити.

Конструкції каркаса монтують поверхово, будівлю розбивають на захватки, розмір яких відповідає температурному блоку будівлі.

Монтаж конструкцій будівель з безбалковими перекриттями здійснюють у такому порядку: встановлюють та вивіряють колони; на верхні торці колон надягають капітелі; на краї капітель з чотирьох сторін укладають перпендикулярні плити-балки; монтують середні квадратні плити, які спираються на бічні припливи плит-балок та міцно скріплюються з ними у кутах за допомогою зварювання сталевих закладних деталей або випусків арматури.

Колони першого поверху встановлюють у стакани фундаментів за допомогою клинових вкладишів – для колон перетином 400 мм × 400 мм і 500 мм × 500 мм необхідно застосовувати чотири клинові вкладиші, для колон більшого перерізу – шість клинових вкладишів. Стик колони з фундаментом закладають бетонною сумішшю на дрібному гравії або щебені з обов'язковим обробленням порожнини стику глибинним вібратором.

Монтують капітелі після досягнення бетоном замонолічування стиків колон з фундаментами 70 % проєктної міцності влітку і 100 % – взимку. Перед встановленням капітель з двох сторін колони ставлять переكاتні майданчики (у разі висоти поверху до 4,8 м) або приставні сходи-майданчики у разі більшої висоти поверху. Потім стропують капітель чотиригілковим стропом, прикріплюють до неї дві відтяжки з каната і капітель подають краном до місця монтажу. Капітель підводять до оголовка колони на висоту 200–300 мм, орієнтують у потрібне положення за допомогою відтяжок і опускають, не доводячи до повного торкання з консолями колон.

Далі капітель орієнтують по розбивальним осях, нанесеним на консолі колон, опускають і розстропують. За допомогою рівня або нівеліру перевіряють положення капітелі щодо горизонталі. Після приведення її в проєктне положення зварюють стик капітелі та консолей колони, додатково приварюють чотири арматурні накладки, що зв'язують капітель і колону.

Укладання надколонних плит починають із встановлення сходів для підймання на капітелі, нанесення осьових рисок на капітелях і плитах, виправлення арматурних випусків за потреби. Надколонну плиту стропують чотиригілковим стропом і укладають на капітелі, дотримуючись рівної довжини майданчиків спирання надколонних плит. Далі розстропують надколонну плиту та зварюють випуски арматури. Аналогічно укладають решту надколонних плит в межах монтажно́ї зони.

Укладання прогонових плит починають тільки після укладання всіх надколонних плит перекриття на монтажній ділянці та зварювання їхніх стиків. Пролітну плиту також стропують чотиригілковим стропом і укладають на закладні деталі надколонних плит з дотриманням рівних зазорів між прогоновими і надколонними плитами. Зварюють випуски арматури плит, що стикаються. До монтажу конструкцій другого поверху можна приступати не замонолічуючи стики та шви. Колони другого поверху встановлюють на розташовані нижче оголовки колон з тимчасовим кріпленням розкосами. Стики колон розташовують на 0,5–1,0 м вище за рівень перекриттів для зручності з'єднання їх між собою за рахунок випусків робочої арматури, що зварюються встик. Після закінчення зварювання та виконання необхідного контролю стики замонолічують.

Попередньо на основі виконавчої геодезичної зйомки відміток оголовків колон і визначення монтажного горизонту до оголовків розташованих нижче колон за необхідності приварюються рихтувальні пластинки потрібної товщини. Далі укладають і закріплюють опорні балки, крокують колону, подають до місця установлення, опускають на оголовок колони нижче. Поєднують риски, кріплять кінці підкосів до опорних балок та вивіряють колону по вертикалі за допомогою підкосів. Після вивіряння приварюють низ колони до рихтувальної платівки і розстропуєть колону.

Інші конструктивні елементи другого поверху монтують аналогічно елементам першого поверху.

У разі використання групового кондуктора на чотири колони їх встановлюють, вивіряють у кондукторі у плані та щодо вертикалі. Вирівняну за рисками колону приварюють до оголовка нижчої їхніми закладними частинами і по контуру, стик омонолічують. Потім на колону встановлюють капітель і вивіряють за допомогою домкратів кондуктора. З робочого майданчика кондуктора після зварювання стикових з'єднань капітелі з колоною встановлюють надколонні плити та зварюють закладні деталі. Переміщають кондуктор краном, після цього здійснюють монтаж прогонової плити покриття. Стики капітелі замонолічують тільки після встановлення та приварювання колони наступного ярусу.

Сталеві конструкції багатопверхових промислових будівель можна монтувати вертикальним і горизонтальним потоками. У разі застосування першого способу різко зменшується кількість переміщень монтажного крана і застосовують частіше.

ЛЕКЦІЯ 7 ЗВЕДЕННЯ ВЕЛИКОПАНЕЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ

7.1 Основні цикли робіт та геодезичне забезпечення монтажу

Монтажні роботи зі спорудження надземної частини будівлі ведуть поверхово, спочатку створюють жорсткий просторовий блок, а монтаж кожного наступного поверху починають після досягнення бетоном замоноличених стиків несучих конструкцій не менше ніж 70 % проєктної міцності.

Монтаж конструкцій будівлі на захватці починають із встановлення панелей зовнішньої торцевої стіни, рідше однієї далекої, що примикає до кута, найчастіше панелей від одного торця до іншого. Потім переходять до монтажу панелей далекої від крана осі будівлі, починаючи від вже змонтованої торцевої панелі і встановлюючи їх до кінця захватки; послідовно встановлюють панелі внутрішньої та ближньої зовнішньої стін, потім елементи сходів, перегородок. Далі здійснюють подавання цегли, панелей перегородок, сантехнічного устаткування для робіт на поверсі. Заключний етап – укладання панелей перекриттів на захватці. Завдяки електрозварюванню і замоноличуванню стиків утворюється жорсткий просторовий блок будівлі, що зводиться.

Конструкції стиків елементів будівель великопанельних схем дуже різноманітні. В останні роки найбільш поширеною є конструктивна схема, під час якої зовнішні панелі – самонесучі. У цьому випадку основне призначення стиків – захист конструкцій від корозії, промокання, продування і промерзання. Для запобігання продуванню і промоканню зовні і поверх виступу горизонтального стику панелі укладають джгути і шнури з гуми, пароізолю, інших герметизувальних матеріалів.

Водонепроникність шва та стиків забезпечується закладенням ущільнювальної мастики. Таку ж мастику застосовують і у внутрішніх швах. Після закінчення робіт з герметизації стиків та швів зовнішніх і внутрішніх панелей простір між їхніми гранями замоноличують бетонною сумішшю з ретельним ущільненням.

Під час зведення великопанельних будівель застосовують технології, що належать до трьох циклів будівельного процесу:

- технології нульового циклу, тобто відривання котловану, траншей, монтаж блоків фундаментів та стін підвалу, монтаж перекриття над підвалом, прокладання підземних комунікацій з врізанням їх у будівлю;

- технології зведення надземної частини будівлі – зведення стін та перегородок, заповнення прорізів, монтаж сходів, плит перекриттів, панелей даху, влаштування покрівлі, розведення внутрішніх санітарно-технічних та електромонтажних комунікацій, монтаж ліфтового обладнання, монтаж столярних виробів (вікон та дверей), штукатурні роботи, підготовка під підлогу;

– технології оздоблювальних робіт усередині будівлі та на фасадах, включаючи облицювальні та малярні роботи, роботи з влаштування підлог, вбудованого обладнання, встановлення санітарно-технічної, електромонтажної арматури та пристроїв з підключенням до мереж.

Багатоповерхові великопанельні будинки характеризуються підвищеними вимогами до точності монтажу конструкцій. Недотримання встановлених допусків і накопичення похибок під час монтажу ускладнюють його, а головне можуть призвести до зниження несучої здатності та стійкості окремих елементів і навіть будівлі в цілому.

Точність монтажу будівлі може бути забезпечена комплексом геодезичних робіт:

– закріплення осей на будівлі з можливістю перенесення їх на розташовані вище поверхи, тобто створення розбивного геодезичного плану. Для цього до початку зведення надземної частини будівлі розмічають осі на цоколі та перекриття над підвалом;

– передавання вертикалі основних осей на перекриття кожного поверху, тобто на новий монтажний горизонт. Кількість основних осей, що переносяться, залежить від конструктивних особливостей будівлі. Для великопанельних будівель переносять дві поперечні осі по межі захватки та одну далекую від крана крайню поздовжню вісь;

– розбивка проміжних і допоміжних осей на перекритті кожного поверху, що монтується. У цьому випадку опорні точки для перенесення осей на поверхи розташовують не на основних осях будівлі, а на паралельно зміщених поздовжніх і поперечних лініях (лініях, що визначають положення внутрішніх площин зовнішніх стін), але осях внутрішніх несучих стін. Під час роботи монтажникам необхідні основні, саме ці допоміжні осі;

– розмітка положення настановних рисок, необхідні за умовами монтажу елементів. На перекритті змонтованого поверху за допомогою мірної стрічки розмічають положення всіх стінних панелей як зовнішніх, так і внутрішніх. Визначають точне проєктне положення (розмітка положення) кожного елемента за відмітками в трьох площинах – за допомогою рисок, що показують положення кожної панелі вздовж поздовжньої осі зовнішніх стін, і поперечних рисок, що фіксують положення панелі щодо цієї осі;

– визначення монтажного горизонту на поверсі. Його визначають на кожному поверсі з допомогою нівеліру. У великопанельних будинках нівелюють поверхню панелей перекриттів у стиках установа панелей зовнішніх та внутрішніх стін. За монтажний обрій приймають позначку найвищої точки. Рівень монтажного горизонту готують шляхом влаштування маяків;

– складання поперхової виконавчої зйомки. На кожному етапі монтажних робіт виконують геодезичну виконавчу схему, яка документально фіксує положення змонтованих конструкцій щодо розбивних осей. Це дозволяє враховувати накопичення похибок і проводити коригування положення конструкцій під час монтажу розташованих вище поверхів.

7.2 Основні схеми монтажу великопанельних будівель

Послідовність монтажу будівлі залежить від багатьох факторів: конструктивні особливості будівлі; послідовність встановлення елементів, що рекомендується технологічною картою; наявність підкосів, фіксаторів, монтажного оснащення.

Схема монтажу великопанельних будівель із приоб'єктного складу. Елементи завозять заздалегідь та розмішають у комплекті на поверх у зоні монтажного крана. До того ж створюються найкращі умови для встановлення збірних елементів, оскільки вони можуть бути подані під монтаж у будь-якій послідовності. Складання ведуть за принципом утворення замкнених осередків. Першою створюють кутову комірку або спочатку монтують елементи сходової клітки. Монтують торцеві маячні панелі, потім встановлюють панелі стін, що примикають, і перегородок з утворенням замкнутих осередків, усередині яких монтують міжкімнатні перегородки і відразу укладають плити перекриттів. За такого методу монтажу потрібна мінімальна кількість пристроїв для тимчасового кріплення елементів.

Схема монтажу із маяковими панелями. Це традиційний метод монтажу різнотипних житлових та громадських будівель. У разі застосування цього методу спрощується проміжний геодезичний контроль, виключається скупчення робітників на окремих ділянках. Монтаж починають з маякових панелей, що приймаються як опорні. Потім продовжують його за принципом замкнутих прямокутників, послідовно монтують панелі зовнішніх, внутрішніх поперечних і поздовжніх стін, сходові майданчики та марші в межах захватки. В останню чергу встановлюють панелі перегородок, панелі перекриття та балконні плити.

Схема монтажу із транспортних засобів. Роботи ведуть за годинним графіком монтажу, пов'язаним із графіком доставлення збірних елементів. У монтажній зоні створюється лише невеликий запас малотиражних елементів. Підвищується ступінь використання монтажного обладнання та прискорюється робота за рахунок ліквідації попереднього розвантаження та складування. У процесі монтажу для забезпечення просторової жорсткості утворюються замкнені осередки з однотипних вертикальних збірних елементів – торцеві

панелі, зовнішні, внутрішні поздовжні стіни, поперечні несучі стіни або стіни сходових клітин.

Схема монтажу домобудівними комбінатами. Метод ґрунтується на повторенні однакових монтажних операцій, оскільки послідовно виставляються однойменні збірні елементи. Якщо протягом однієї зміни на об'єкті виставляють лише однойменні елементи, то спрощується комплектування на заводі партії елементів, що відправляється на будівельний майданчик. Жорсткі осередки не створюються, що підвищує необхідність у пристосуваннях для тимчасового закріплення елементів.

Схема з поперечними несучими стінами вимагає спочатку встановлювати саме ці стіни з ретельним вивіренням та контролем співвісності панелей. Потім монтаж виконують традиційно – дальні від крана зовнішні, внутрішні та близькі до крана панелі.

7.3 Встановлення панелей зовнішніх стін

Перед початком монтажу конструкцій нового поверху вирівнюють поверхню перекриття, зашпаровуючи щілини та інші нерівності. Далі здійснюють точне розбиття місць встановлення зовнішніх стінових панелей по всьому периметру захватки (іноді й будівлі), наносять необхідні риси, визначають положення вертикальних швів та площин панелей, закріплюють на поверхсі монтажний горизонт.

Підготовка до монтажу. Під кожен панель укладають дві марки з дерев'яних дощочок (марок), товщина яких може змінюватись в залежності від результатів нівелірної зйомки, але в середньому має становити 12 мм. Їх укладають на відстані 150–200 мм від бічних граней ближче до зовнішньої поверхні стіни будівлі. Завдяки цим маркам забезпечується точність установа панелей по висоті, спираючі панелі на них у момент опускання її на свіжий розчин, що укладається під усією опорною площиною.

На верхню грань нижніх панелей зовнішніх стін на тонкий шар мастики «ізол» або подібної їй укладають пористий гернітовий шнур відразу для декількох елементів. Безпосередньо перед встановленням панелі поверхню шнура покривають шаром мастики, наносять пластичний розчин шаром на 3–5 мм вище за рівень маяків. Для зовнішніх панелей постіль розчину не повинна доходити до обрізу стіни на 20–30 мм для того, щоб розчин не видавлювався назовні та не забруднював фасад будівлі. Під час встановлення стінної панелі відбувається обтискання гернітового шнура щонайменше на 40 %.

Далі з підвісних колисок із зовнішнього боку всіх стиків буде нанесений шар герметик-пасти, для захисту якої від зовнішніх атмосферних впливів після її висихання буде виконаний захисний шар, зазвичай кремнійорганічної емалі.

Зовнішні панелі встановлюють по рискам, що фіксують положення вертикального шва, зовнішню грань панелі – по лінії обрізу стіни і лінії, що визначає внутрішню площину стіни. Встановивши панель місце, під час натягнутих стропях підправляють її положення монтажними ломиками. Здійснивши вивіряння панелі, її розкріплюють двома підкосами зі стяжними муфтами, які закріплюються за петлі плит перекриттів, доводять панель до вертикального положення за допомогою стяжних муфт. Далі звільняють петлі стропів, ущільнюють та вирівнюють горизонтальний шов панелі.

Під час встановлення панелі на розчинну постіль необхідно забезпечити деякий первісний нахил її всередину за рахунок укладання маячних прокладок ближче до зовнішньої грані стіни.

Під час переведення панелі у вертикальне положення шляхом зміни довжини розкосів розчин під її зовнішньою гранню ущільнюватиметься. Якщо під час встановлення панелі вона буде нахилена назовні, що неприпустимо, то у разі переведення її у вертикальне положення між панеллю і ліжком утворюється щілина, яку дуже складно помітити і зачеканити з підвісних колисок. Тимчасове закріплення та вивіряння по схилу здійснюють довгими або короткими підкосами. Довгий підкіс з'єднує монтажну петлю плити перекриття з верхом панелі, а короткий з монтажною петлею в панелі на висоті 1,7 м. Під час використання коротких підкосів закріплення панелей виконують з перекриттів без застосування драбин і риштування.

7.4 Встановлення внутрішніх стін

Аналогічно зовнішнім панелям, під кожну внутрішню панель укладають дві марки-прокладки, наносять шар розчину на 3–5 мм вище за рівень марок. Панель опускають, під час натягнутих стропях за допомогою шаблону перевіряють правильність встановлення її основи, ухиляють відхилення ломиком. Встановлюють та закріплюють підкоси зі струбцинами.

Замість одного підкосу може бути трикутна опора в торці панелі або дверному отворі. Вертикальність панелі вивіряють за допомогою рейки та стяжної муфти підкосу. З панелі знімають стропи, зачеканюють та ущільнюють розчин під панеллю з усіх боків. Часто встановлюють кутовий зв'язок між стіновими панелями, що примикають, – зовнішньою і внутрішньою у вигляді тяги зі струбциною (струбцина закріплюється на внутрішній панелі, а на зовнішній – гак за монтажну петлю).

Для прискорення монтажу, встановлення внутрішніх панелей точно по заданих осях, застосовують фіксатори-уловлювачі, які заздалегідь приварюються до закладних деталей або закриваються в панелі перекриттів. Їх виготовляють у вигляді спеціальних просторових профілів або на будівельному майданчику з арматурної сталі діаметром 10–12 мм, 100 мм заввишки, просвіт між фіксаторами більший за товщину панелі на 3 мм.

Конструкції великопанельних безкаркасних будівель передбачають спільну просторову роботу всіх елементів, поєднання в стінових конструкціях функцій, що несуть і захищають. Кожен встановлений збірний елемент необхідно міцно закріпити в проєктному положенні. Для цього використовують раніше встановлені конструкції – елементи сходових клітин, санітарно-технічні кабінки. В іншому випадку устанавлювану конструкцію тимчасово закріплюють на розкосах.

Монтаж панелей перекриття ведуть від осередків, що примикають до сходової клітки. Спочатку встановлюють панелі віддаленого від крана ряду, потім ближнього. Монтаж ведуть послідовно у дві сторони від сходової клітки. Перша плита під час укладання приймається з риштування, наступні – з вже змонтованих плит перекриттів.

У разі будь-якої схеми монтажу до укладання міжповерхових перекриттів у межах кожної захватки повинні бути повністю встановлені панелі стін та перегородок, вентиляційні блоки, санітарно-технічні кабінки тощо, виконано підготовку під підлогу. Перекриття повинно бути завантажене матеріалами та виробами, необхідними для виконання внутрішніх робіт на даному поверсі.

7.5 Організація монтажних робіт

Для оптимальної організації монтажних робіт будівлю розбивають на захватки, які можуть бути розділені на монтажні ділянки. Основний принцип розбиття – має бути передбачено не менше двох робочих зон щодо вертикалі будівлі, що будується: на одній здійснюється монтаж конструкцій, на іншій – супутні процеси. Під час швидкісного будівництва на другій зоні по вертикалі на розташованих нижче поверхах можуть виконуватися інші післямонтажні загальнобудівельні роботи.

Багатосекційну будівлю для прискорення монтажу розбивають на захватки та монтажні зони, для проведення робіт може бути задіяно декілька монтажних кранів. Будівлі з кількістю секцій до трьох зазвичай монтують одним краном. Будівлі у дві та три секції найчастіше у плані розбивають на дві захватки з попереми́нним веденням монтажу. Односекційні будівлі-вежі, що

являють собою одну захватку, розбивають на дві монтажні ділянки, межі ділянок і відповідно зони роботи кранів ретельно контролюють.

Під час будівництва багатоповерхової будівлі для підймання та спускання робітників використовують вантажопасажирські підйомники. Їх встановлюють після завершення монтажу п'ятого-шостого поверху і нарощують у міру збільшення висоти будівлі.

Крани доцільно розташовувати з боку фасаду, що не має входів у будівлю, щоб не ускладнювати доступ до нього робітників під час його зведення. Введення в будівлю комунікацій має бути запроєктовано з боку входів. Монтажні роботи здійснюють на кран, забезпечуючи машиністу кращий огляд фронту робіт.

Застосування баштового крана для монтажу підземної частини будівлі рекомендується лише у разі заглиблення фундаментів не більше ніж на 2,5 м. Збірні конструкції під монтаж можуть подаватися безпосередньо з транспортних засобів або приоб'єктного складу.

Перед початком монтажу конструкцій нового поверху вирівнюють поверхню перекриття та здійснюють точне розбиття місць встановлення стінових панелей по всьому периметру захватки, а іноді й будівлі.

Бажано мати розрив у часі між установленням суміжних зовнішніх панелей і панелей внутрішніх стін, прилягаючих до стику, що дозволяє закладати стик зовнішніх панелей з наклеюванням гідроізоляційного шару і установленням утеплювального пакета в оптимальних умовах.

ЛЕКЦІЯ 8 МОНТАЖ БУДІВЕЛЬ З ОБ'ЄМНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

8.1 Загальні положення

Виробництво об'ємних елементів у заводських умовах для промислових об'єктів обумовлюється в першу чергу необхідністю монтажу складного технічного або технологічного обладнання, виконання якого не є можливим у будівельних умовах.

Одним із важливих етапів розвитку повнозбірного житлового будівництва є будівництво будівель з об'ємних елементів.

Об'ємний елемент – готовий будівельний блок з виконаним оздобленням або повністю підготовлений під оздоблення із встановленим у ньому інженерним обладнанням.

Об'ємні елементи можна розподілити на декілька груп:

- блок-елементи для житлового будівництва;
- блок-кімнати, включаючи блок-кухні та сходові клітки;
- блок-секції для житлового будівництва;
- блок-квартири – блоки на всю ширину будівлі, включаючи дві кімнати;
- просто об'ємні елементи – санітарно-технічні кабіни, ліфтові шахти.

Більш зручна в роботі двокімнатне розрізання, під час якої скорочуються кількість елементів, що монтуються, довжина зварних швів, зручний доступ до всіх чотирьох опорних кутів. У разі застосування однокімнатного розрізання внутрішні опорні майданчики залишаються прихованими.

За рахунок ефективної спільної роботи просторових конструкцій блоку досягається зниження витрати матеріалів – сталі та бетону, а перенесення основних технологічних процесів у заводські умови підвищує рівень індустріалізації в два рази в порівнянні з великопанельним домобудуванням.

Об'ємні елементи виготовляють на заводах за двома напрямками:

- у спеціальній опалубці їх формують монолітним способом;
- збирають на заводі у спеціальному кондукторі із збірних залізобетонних елементів, з'єднують на зварюванні, стики омонолічують.

За специфікою складання на заводі блоків в єдину конструкцію їх розподіляють на:

- «стакан» із приставною панеллю стелі;
- «перекинутий стакан» із приставною панеллю підлоги;
- «лежачий стакан» з зовнішньою приставною стіною панеллю.

Об'ємні блоки в заводських умовах можуть бути доведені до готовності. У них може бути виконане все оздоблення, встановлені та засклені віконні блоки, навішені двері, змонтовані шафи та санітарно-технічні прилади, трубо-проводи, встановлені всі необхідні пристрої та прилади.

Готові збірні елементи масою 6,0–30,0 т вантажать краном за допомогою спеціальної просторової балансирної траверси на транспорт і доставляють на будівельний майданчик, де монтаж здійснюють безпосередньо з транспортних засобів. Маса блок-кімнат у разі їхнього потокового виготовлення на заводах становить 6,0–10,0 т, а блок-квартир – 20,0–30,0 т.

Зведення будівель з об'ємних блоків має низку технологічних обмежень, серед яких необхідність застосування потужних кранів для навантаження, розвантаження, монтажу та складності транспортування блоків. Наявність у блоці змонтованих інженерних систем, віконних та дверних коробок вимагає забезпечення максимальної амортизації під час їхнього транспортування.

Перевезення блоків здійснюють на трейлерах або спеціальних транспортних засобах із застосуванням підресорних платформ, обладнаних пристроями для гасіння вібраційних навантажень та запобігання утворенню тріщин у конструкції блоку. Від впливу атмосферних опадів у процесі зберігання, транспортування та монтажу блоки захищають водонепроникним покриттям або чохлами із синтетичних матеріалів. Вживають заходів щодо захисту внутрішнього опорядження від зволоження в результаті конденсації водяної пари (інтенсивне провітрювання, внутрішній обігрів блоків).

8.2 Технологія монтажу елементів

Нульовий цикл будівлі виконують традиційними методами. Особливу увагу приділяють геодезичному контролю робіт, обов'язковому дотриманню допусків щодо горизонталі, вертикалі та точності розмірів споруди у плані. Послідовність монтажу будівлі визначається конструкцією блоків, способами їхнього стикування, монтажними механізмами, що застосовуються.

Об'ємні елементи монтують за допомогою козлових, баштових або гусеничних стрілових кранів. Найбільш зручними для монтажних робіт є козлові крани, які під час монтажу блоку переміщуються в основному в одній площині, монтажники легко можуть контролювати їхнє переміщення і положення в просторі, незважаючи на значну масу елемента. Висота підвіски гаків козлових кранів (до 31,0 м) дозволяє за їхньою допомогою монтувати дев'ятиповерхові будівлі прямокутної конфігурації.

Будівлі підвищеної поверховості та ламаної конфігурації вимагають застосування стрілових, баштово-стрілових та баштових кранів вантажопідйомністю до 100,0 т. Для цих кранів навіть за наявності двох і більше розчалок рух об'ємного елемента до місця встановлення малокерований.

Баштові та козлові крани великої вантажопідйомності вимагають для свого монтажу в більшості випадків стільки ж часу, скільки займе монтаж

об'ємних блоків самої будівлі. Застосування таких кранів потребує спеціального обґрунтування. Мобільнішими і менш дорогими можуть виявитися баштово-стрілові гусеничні крани та крани на спецшасі, але для їхнього переміщення потрібна вільна зона навколо будівлі.

Гусеничні крани окремих модифікацій підходять по вантажопідйомності, не вимагають влаштування рейкових колій, ними можна монтувати будівлі складної конфігурації. Але такі крани не забезпечують плавне підймання і наведення блоку, що монтується, на опори. Нижнє розташування кабіни машиніста не дозволяє бачити процес установлення елемента. Спілкування монтажників та машиністів через радіозв'язок знижує якість та безпеку роботи.

Для крана потрібен широкий наскрізний проїзд, стан якого залежить від ґрунтових та погодних умов. Умови експлуатації проїзду впливають на надійність роботи крана, забезпечення технологічного процесу монтажу будівлі.

Залежно від конструктивних рішень будівлі встановлюють технологічну послідовність виконання робіт. Якщо будівля запроєктована з блок-секцій, розташування та з'єднання щодо вертикалі та горизонталі санітарно-технічного обладнання в ньому передбачено таким чином, щоб не заважати послідовному установленню блоків від дальнього торця будівлі.

Для будівель з блок-елементами у разі розташування стиків комунікацій усередині блоків найбільш раціонально здійснювати паралельний монтаж обох поздовжніх об'ємних рядів блоків від одного торця будівлі до іншого. Якщо у блок-кімнатах комунікації розташовані зовні задньої торцевої грані блоку та роботи з їхнього стикування повинні виконуватися зовні, то під час монтажу необхідно враховувати тривалість робіт зі стикування комунікацій. Тому блоки з комунікаціями краще монтувати в першу чергу, потім можна встановлювати решту блоків в одному та іншому ряду так, щоб не заважати з'єднанню комунікацій блоків.

Загальні правила організації монтажу:

– будівлю розбивають на захватки тільки у разі дуже великої її довжини – десять–дванадцять секцій;

– точність установлення блоків першого поверху здійснюють за допомогою теодоліта, але на наступних поверхах їх встановлюють на розташовані нижче, вивіряючи лише за вертикаллю;

– першими монтують блоки найбільш віддалені від кабіни машиніста;

– якщо в конструктивному рішенні поверху є плоскі додаткові елементи, спочатку монтують лише об'ємні;

– закладання стиків не повинно заважати здійсненню монтажу.

Монтажні осі фіксують рисками, нанесеними олійною фарбою на об'ємні блоки на заводі за допомогою шаблону. Початкова робота на новому

монтажному горизонті – нівелювання опорних майданчиків, розмічення осьових та настановних рисок, що визначають положення об'ємних елементів у плані. Риски обов'язково виносять на перекриття кожного поверху.

Підймання блоків з трейлерів здійснюють за два прийоми: спочатку блок піднімають і відводять убік від вантажної платформи трейлера, перевіряють його положення в просторі, надійність стропування і тільки потім подають до місця установлення. Монтажники приймають блок на висоті 300–500 мм від рівня перекриття та на відстані не менше ніж 1,5–2,0 м від раніше встановленого блоку та далі обережно наводять його в проєктне положення. Для утримання від розгойдування під час підймання та встановлення блоку використовують відтяжки, які прикріплюють до просторової траверси по діагоналі. Самобалансирна траверса є хрестоподібною рамою з чотирма незалежними гілками тросової підвіски (балками). Довжину кожної гілки незалежно від інших можна змінити за рахунок спеціальних гідравлічних циліндрів, встановлених усередині трубчастих шарнірних балок.

Підготовлення місця встановлення блоку залежить від способу спирання блоків та конструкції горизонтальних стиків між ними. Для блоків з лінійним обпиранням (обперті по контуру) спочатку встановлюють у кутах чотири дерев'яних маяка, по периметру блоку розстилають смугу цементно-піщаного розчину 100–120 мм завширшки, рівень розчину повинен бути на 3–5 мм вище за рівень марок монтажного горизонту. Розчинну постіль вирівнюють рейкою.

Для блоків з точковим обпиранням по кутах влаштовують опорні майданчики із металевих пластин, що набираються до потрібної висоти під час нівелювання монтажного горизонту. Цементно-піщаний розчин укладають навколо цих опорних майданчиків. По периметру блоків розташовані пакети плит з мінеральної вати або інших ізоляційних матеріалів, загорнутих у синтетичну плівку.

Суміжні монтажні елементи з'єднують між собою шляхом зварювання закладних деталей у кутах блоків. Загальна жорсткість будівлі досягається за рахунок жорсткості самих блоків та їхнього зварювання між собою.

Точне установлення блоку в проєктне положення здійснюють із застосуванням упорних фіксаторів, які забезпечують його горизонтальне переміщення до повного збігу з рисками розбивки. Фіксатори закріплюють у швах раніше змонтованих блоків нижнього ряду, по два на один елемент, що встановлюється, і забезпечують проєктний зазор між суміжними блоками під час їхнього установлення в проєктне положення. Фіксатори забезпечені механічними домкратами з упорними майданчиками, що дозволяє вручну здійснити суміщення граней блоку, що монтується, з раніше встановленими.

Блоки розстропують після їхньої остаточного вивірення, фіксатори переставляють для вивірення чергового блоку. Під час вивірення переміщати блок вручну або за допомогою монтажних ломиків неможливо, тому для вивірення використовують лише фіксатори та монтажний кран. Необхідно пам'ятати, що через розбіжність центру тяжіння блоку з його геометричним центром навіть у разі застосування спеціальних траверс не завжди вдається уникнути перекосу блоку, що подається на монтаж.

Добірні стінні елементи, що застосовуються в основному для житлових будівель, балконів, лоджій, монтують після закінчення монтажу об'ємних блоків на поверсі. Черговий поверх зводять після зварювання вузлів, з'єднання комунікацій, закладення стиків нижнього поверху.

Герметизація стиків зовнішніх панелей включає заведення (забивання) пористих джгутів або заповнення їх швидкотверднучою будівельною піною, нанесення герметизувальної мастики та зверху захисного покриття, що оберігає її від старіння. У зв'язку з обпиранням блоків один на одного тільки по контуру утворюються значні вертикальні та горизонтальні прошарки повітря між сусідніми об'ємними елементами, які забезпечують високі звукоізоляційні властивості внутрішніх захисних конструкцій. Для закладання стиків між об'ємними елементами можуть бути використані підвісні люльки або спеціальні монтажні контейнери, що встановлюються зверху на блоки.

Трудомісткість робіт на будівельному майданчику за рахунок максимальної механізації всіх робіт у заводських умовах порівняно з великопанельними будинками скорочується в три–чотири рази, у заводські умови переноситься до 80 % трудовитрат на зведення будівлі.

Серед недоліків методу слід відзначити значне збільшення вантажопідйомності механізмів і транспорту, що використовуються, складність транспортування, особливо в міських умовах, об'ємних елементів. Все це може призвести до подорожчання зведення будівлі з об'ємних елементів в порівнянні з іншими. Однак у випадках використання під час будівництва об'єкта складного технічного обладнання, монтаж якого на будівельному майданчику провести неможливо, безумовно, доцільно застосовувати метод монтажу будівель з об'ємних елементів із вбудованим на заводі технологічним обладнанням.

ЛЕКЦІЯ 9 МЕТОД ПІДЙМАННЯ ПЕРЕКРИТТІВ ТА ПОВЕРХІВ

9.1 Особливості методу

Метод підймання перекриттів та поверхів використовують для зведення житлових, громадських та виробничих будівель. Сутність методу полягає у виготовленні на рівні землі між раніше змонтованими залізобетонними колонами пакета перекриттів всіх поверхів та покриття, які за допомогою підйомників послідовно піднімають по колонах та ядрах жорсткості і потім закріплюють у проєктному положенні. Метод відрізняється тим, що після виготовлення пакета перекриттів всі або майже всі конструкції кожного поверху монтують на землі і потім готовий поверх у зборі піднімають на проєктну позначку.

Підймання перекриттів доцільний для будівель понад дев'яти поверхів, підймання поверхів, навпаки, для будівель поверховістю від п'яти до дев'яти поверхів через необхідність встановлення дуже великої кількості тяг для підймання змонтованого поверху, вимоги підвищеної міцності тяг, застосування потужних підйомників.

Основні переваги методу підймання поверхів та перекриттів:

- у районах із слаборозвиненою базою будіндустрії можна організувати будівництво житла без застосування баштових кранів;
- будівлі можна зводити в обмежених умовах будівельного майданчика, на забудованих територіях, під час реконструкції підприємств, коли розміри будівельного майданчика трохи перевищують площу забудови;
- метод застосовується в сейсмічних зонах, за складних інженерно-геологічних умов майданчика;
- можливо використовувати гнучке планування поверхів, здійснювати необхідне компонування обсягу споруди, застосовувати нетипові конструктивні та планувальні рішення будівлі, мати ширшу гаму архітектурних рішень;
- метод універсальний – дозволяє зводити будівлі різного призначення, поверховості, різних розмірів та конфігурації в плані з використанням переважно засобів малої механізації;
- бетонування плит перекриття здійснюють на рівні землі, що дає змогу забезпечити високий рівень механізації процесу. Перекриття мають гладкі стелі, малу будівельну висоту, мають підвищену жорсткість і вогнестійкість.

Особливість зведених будівель полягає в тому, що вони часто мають точковий обрис у плані, одне ядро жорсткості, розташоване в центрі будівлі, колони навколо ядра жорсткості. Розміри таких будівель у плані від 30,0 м × 30,0 м до 40,0 м × 40,0 м. Методом підймання перекриттів можна зводити будівлі різноманітної форми в плані – від простої до складної, з

різними виступами, лоджіями, балконами, конфігурація плит перекриттів на різних поверхах може бути різною, висота будівель досягатиме 30 поверхів.

Методом підймання можна зводити і житлові багатосекційні будинки у разі двох обов'язкових вимог – розбивання на захватки площею секції та наявність додаткових, крім ядер жорсткості, поздовжніх та поперечних елементів жорсткості.

Послідовність робіт початкового періоду будівництва:

- фундаменти під ядро жорсткості виконують у вигляді цільної монолітної плити, фундаменти під колони стовпчасті, стаканного типу; найближчі до ядра жорсткості колони можна встановлювати на фундаменті ядра жорсткості;

- після фундаментів зводять ядро жорсткості, яке може бути споруджено одночасно на всю висоту будівлі або випереджати будівництво каркаса на кілька поверхів;

- монтують перший ярус колон;

- після влаштування перекриття над підвалом його вирівнюють;

- влаштовують бетонну підготовку або цементну стяжку з перекриття, покривають розділовим шаром для виключення зчеплення плит з основою;

- послідовно бетонують весь пакет плит перекриттів. Плити бетонують по черзі, починаючи з плити першого поверху, бетонування наступної починається лише після набору достатньої міцності бетоном попередньої. Верхню поверхню кожної плити вирівнюють та покривають розділовим шаром;

- тільки після цього на колони встановлюють підймальне обладнання, його підключають до пульта та налагоджують.

У практиці зведення будівель методами підймання перекриттів та поверхів зустрічаються два варіанти зведення підземної частини будівлі. У разі застосування першого повністю зводиться підвальна частина із влаштуванням над нею перекриття. У цьому випадку всі перекриття бетонуватимуться з рівня нульових позначок. У разі застосування другого варіанту після встановлення стаканів фундаментів та монтажу колон першого ярусу на рівні верху стаканів здійснюють бетонування всіх перекриттів та плити покриття.

Колони бувають збірні залізобетонні та сталеві. Перетин колон залежно від навантажень змінюється від 400 мм × 400 мм до 600 мм × 600 мм. Колони першого ярусу 8,0–10,0 м завдовжки. Колони наступних ярусів 6,0–9,0 м завдовжки, їх виготовляють в два–три поверхи будівлі заввишки. Максимальна довжина ярусу колони, що встановлюється з землі стріловим краном, може досягати 30,0 м. Стик колон передбачений на висоті 1,5–1,6 м над рівнем перекриття, щоб міг розміститися витяг і щоб не демонтувати його під час встановлення чергового ярусу колон, оскільки він перебуватиме нижче рівня

стику. Вище за нього можна легко на вазі розташувати одиночний кондуктор, який застосовується під час нарощування колон. Колони верхнього ярусу виготовляють меншої довжини на ті ж 1,5–1,6 м, що дозволяє їм бути врівень з плитою покриття і простіше забезпечити гладкість і водонепроникність покрівельного покриття.

Для висування підйомників вище плити покриття та підймання її на проєкту відмітку використовують інвентарні монтажні колони – сталеві секції з перетином, аналогічним перерізом прийнятої колони та 1,3 м заввишки, які потім будуть демонтовані разом із витягами. Всі колони каркаса безконсольні, у необхідних місцях по висоті мають прямокутні поперечні отвори розміром 150 мм × 60 мм для встановлення штирів.

Перед встановленням колон першого ярусу на них надягають сталеві коміри – прокатні профілі у вигляді квадратної рами, які під час бетонування будуть замонолічені в плиті перекриття. Коміри служать для передавання навантаження з плити перекриття на колони, запобігають руйнування стику під час постійних підймань плит перекриттів. Плити піднімають за коміри, в яких передбачені отвори для пропуску підймальних тяг домкратів та захоплення плит під час підймання. Монтувати коміри на встановленій колоні важко, тому їх нанижують на колони перед встановленням.

Кількість комірів на кожній колоні дорівнює кількості плит перекриттів. Зустрічаються коміри роз'ємні, тобто які складаються з двох половинок, що з'єднуються болтами або зварюванням. У цьому випадку коміри встановлюють безпосередньо перед бетонуванням плити перекриття.

Плити перекриттів виконані з монолітного залізобетону площею 800,0–1 000,0 м², що дорівнює площі поверху. У разі прольотів між колонами 6,0–8,0 м плити перекриттів виконують плоскими 160–220 мм завтовшки, у разі великих прольотів їх виконують пустотними, кесонними, ребристими 350–450 мм завтовшки. Для будівель із великими прольотами до 15,0 м застосовують попередньо напружені кесонні або ребристі плити.

Ядра жорсткості зводять із монолітного або збірною залізобетону, з цегли, у вигляді сталевий просторовий конструкції. У середині ядра розміщують ліфти, сходи та вертикальні комунікації: вентиляційні канали, димовидалення, сміттєпроводи, електротехнічні панелі. Цегляні та збірні залізобетонні ядра жорсткості застосовують у будинках до дванадцяти поверхів.

Будівлі, що зводяться, мають каркасну конструкцію, тому несучих внутрішніх стін у них немає, за винятком стін ядер жорсткості. Якщо споруда сильно розвинена в плані і одного ядра жорсткості виявляється недостатньо для сприйняття всіх горизонтальних навантажень, часто передбачають влаштування додаткових внутрішніх стін або ядер жорсткості.

9.2 Технологія виготовлення плит перекриттів

У ковзній опалубці ядро жорсткості зазвичай зводять відразу на всю його висоту, після цього всередині ядра монтують вбудовані конструкції – ліфтові шахти, сходові марші та майданчики. Монтувати елементи, опускаючи їх у ядро на всю його висоту, і заводити конструкції залишені для них гнізда дуже незручно. Тому ковзну опалубку застосовують лише під час зведення будівель дев'ять–дванадцять поверхів заввишки.

Монолітні залізобетонні ядра жорсткості під час використання переставної опалубки спочатку бетонують на висоту двох–трьох поверхів, а потім у процесі робіт контролюють, щоб верх забетонованого жорсткості ядра випереджав верх піднятої плити покриття на два–три поверхи. Переставну опалубку використовують частіше, її оборотність висока, висота ярусу бетонування зазвичай дорівнює половині висоти поверху і навіть цілому поверху. Установлення вбудованих конструкцій також утруднена, їх опускають у забетоноване ядро і далі заводять залишені гнізда.

Перепад між верхом забетонованої шахти та рівнем монтажу вбудованих конструкцій становить чотири–п'ять поверхів. Застосування переставної опалубки для зведення ядер жорсткості обмежується будівлями до шістнадцяти поверхів заввишки включно.

За будь-якої прийнятої технології зведення ядра жорсткості має випереджати підймання плит. Міцність бетону в місці їхнього спирання має становити не менше ніж 70 % проєктної.

Переважно застосування змішаної опалубки – об'ємно-блокової з внутрішньої сторони ядра і крупнощитової – із зовнішньої. Відставання в установленні збірних елементів в ядрі жорсткості у разі застосування цього варіанту бетонування складе трохи більше два–три поверхи.

До бетонування пакета плит для них необхідно підготувати рівну та гладку основу. Ця основа може бути на рівні верху монолітної фундаментної плити або на рівні перекриття над підвалом. По цій площині влаштовують цементну стяжку 25–30 мм завтовшки для вирівнювання основи. Для отримання гладкої і міцної поверхні стяжку вакуумують, по поверхні, що ще не затверділа, проходять шліфувальною машиною, зверху влаштовують необхідний розділовий шар; через три–чотири дні приступають до бетонування пакета перекриттів.

Бетонують по черзі, починаючи з плити першого поверху. Бетонування наступної плити починають, коли бетон попередньої набирає необхідної початкової міцності. Верхню поверхню кожної плити вирівнюють, шліфують та покривають розділовим шаром. Виготовлення плити безпосередньо на об'єкті

дозволяє зробити її суцільною на весь поверх разом з балконами та лоджіями, вгамовуючи перетин за рахунок розміщення закладних елементів у цих місцях під час бетонування. Крім того, відсутність у плиті швів та монтажних петель покращує звукоізоляцію.

Як розділовий шар використовують різні матеріали:

- рулонні – руберойд, пергамін, поліетиленову плівку;
- рідкі полімери, що утворюють під час висихання на поверхні плівку;
- суспензії та емульсії – крейдяну, вапняну або глинисту;
- листові матеріали – азбестоцементні, склоцементні та інші, які, схоплюючись з бетоном розташованої вище плити, утворюють декоративну поверхню, що практично не потребує подальшого оздоблення.

Розділовий шар повинен швидко висихати, мати достатню міцність і еластичність, витримувати навантаження від робочих і арматури, добре оберігати бетон прилеглих плит від взаємного зчеплення, мати невелике власне зчеплення з бетоном за необхідності видалення його з поверхні, бути дешевим. Найбільш зручними є крейдяна паста з додаванням казеїнового клею або вапняний розчин.

Після влаштування розділового шару встановлюють арматурний каркас. На цей шар опускають коміри вниз по одному з кожної колони. Під коміром необхідно залишити простір для подальшого підймання плити, тому під ним укладають чотири прокладки і герметизувальний шнур по контуру. Герметик у зачеканюють у паз між колоною і коміром, а також в отвори у комірі для пропускання підймальних тяг, для цих же цілей може бути використаний просмолений канат. Тільки після цього встановлюють арматурні каркаси, які з'єднують із комірами зварюванням. Бажано, щоб каркас був із готових сіток або навіть сітчастих просторових каркасів. Каркаси укладають на прокладки для забезпечення захисного шару бетону не менше 25–30 мм завтовшки.

Під час використання попередньої напруги бетону арматурний каркас встановлюють пластмасові або металеві каналоутворювачі з покладеними в них арматурними пасмами. Після бетонування та твердіння бетону арматуру напружують та прикріплюють кінці анкерами. Потім в канал нагнітають цементний розчин, що зв'язує арматуру з бетоном.

Для бетонування плит перекриттів встановлюють бортову опалубку, що обмежує плиту за контуром. Як опалубку застосовують металевий швелер по висоті плити перекриття. По довжині до швелера приварені ребра із двох смуг із наскрізними отворами для анкерних болтів із гайками для кріплення. Після бетонування першої плити встановлюють бортову опалубку другої плити та закріплюють анкерними болтами, привареними до каркасу арматури. Це дозволяє зняти опалубку першої плити для використання під час бетонування

третьої. Бетонування кожної плити ведуть без улаштування робочих швів. Бетонну суміш подають баддями, бетононасосами або віброжолобами та хоботами. Ущільнення бетонної суміші здійснюють віброулавами чи віброрейками. Останнім часом застосовують «литі» бетонні суміші з добавками суперпластифікаторів, які роблять суміш настільки пластичною, що вона заповнює всі важкодоступні місця в ребрах, між пустотоутворювачами, спрощується процес віброущільнення.

Для покращення структури та підвищення міцності бетону його піддають вакуумуванню, вирівнюють віброрейкою, шліфують алюмінієвими та пластмасовими гладилками. Оптимальний цикл виготовлення однієї плити, включаючи всі необхідні та обов'язкові процеси, дві–три доби.

9.3 Технологія підймання перекриттів

Комплект підймального обладнання включає домкрати вантажо-підйомністю 10,0–350,0 т, об'єднані в систему, що синхронно діє.

Кількість домкратів залежить від об'ємно-планувального рішення будівлі та маси конструкції, що піднімається. Оптимальна кількість домкратів у комплекті 24–36 шт.; у разі вантажопідйомності кожного 50,0 т можна одночасно піднімати конструкції масою 1 200–1 800 т. Якщо домкратів потрібно значно більше, будівлю розбивають на захватки, на яких встановлюють власні домкрати та пульти управління, підймання конструкцій на цих захватках здійснюється самостійно та по черзі.

Домкрати бувають гідравлічні, електрогідравлічні та електромеханічні з груповим пультом управління на дванадцять домкратів. Якщо використовують декілька комплектів домкратів і декілька пультів управління, управління підйманням здійснюють з єдиного, загального пульта. Швидкість підймання становить 2–4 м/год.

Принцип роботи домкрату в цілому аналогічний домкратам подвійної дії у ковзній опалубці. Різниця полягає в тому, що там стрижні гладкі, а тут із нарізанням. Для переміщення по нарізанню служать спеціальні механізми підкручування гайки, яка під час робочого ходу загвинчується по різьбленню, а під час холостого ходу пробуксовує, залишаючись на місці.

Існують два типи застосовуваних домкратів. Домкрати першого типу встановлюють та закріплюють на оголовках колон, після підймання перекриттів та поверхів на висоту першого ярусу їх знімають і після монтажу колон другого ярусу знову встановлюють на ці колони. Максимальна довжина колон у разі застосування даного типу домкратів не може перевищувати 12,0 м.

Домкрати другого типу встановлюють охоплення колон, вони вільно переміщуються по довжині колони по тягах з нарізанням і, перебуваючи в нижній частині колони, можуть підніматися вгору по ній разом з підвішеним перекриттям або поверхом. Вільна довжина колони у разі дорівнює відстані від рівня її затискання рівня домкратів.

До підймання плит перекриттів приступають після устанавлення колон першого ярусу, бетонування ядра жорсткості частково або на повну висоту, закінчення бетонування пакета плит перекриттів, устанавлення і налагодження домкратної системи підймання. Стійкість каркасу будівлі повинна забезпечуватися на всіх етапах роботи, що визначає схему підймання і послідовність виконання робіт.

Тяги від встановлених домкратів підводять під плиту покриття, зачіплюють, забезпечують синхронність підймання всієї плити, піднімають її на проміжний рівень (не менше ніж 400 мм), що дозволяє відірвати плиту від загального пакета та оглянути її. Далі плиту піднімають вище верхнього ряду отворів у колонах (рівень другого–третього поверхів) для тимчасового спирання плити покриття, дають можливість спрацювати всім пружинним клямкам. Пливу опускають на ці засувки, також опускають підймальні тяги, зачіплюють наступну плиту або відразу кілька плит (від двох до чотирьох), якщо дозволяє вантажопідйомність підйомників і є доступ до всіх точок зачеплення нижньої плити, що піднімається. Пакет плит піднімають у проміжне положення і також опускають на пружинні клямки.

Потім монтують колони другого ярусу та продовжують підймання плит з періодичним нарощуванням колон. Коли плити перекриттів нижніх поверхів досягнуть проєктних позначок, їх жорстко з'єднують із колонами та ядром жорсткості.

Для підймання в проєктне положення плити покриття використовують спеціальні монтажні колони, які тимчасово закріплюються на колонах останнього ярусу. Після завершення підймання та закріплення всіх плит покриттів домкрати та монтажні колони демонтують. На поверхи подають матеріали і конструкції для загальнобудівельних робіт, що залишилися, викладають або бетонують стіни і перегородки, виконують устанавлення всього внутрішнього обладнання. Плити піднімають за допомогою підймальної тяги, по дві тяги на один домкрат.

Через отвори у комірці опускають нижню захватну гайку, нагвинчену на нижню тягу-подовжувач, заводять за нижню площину коміра і защемлюють у такому положенні клином. Гайки опускають вниз вручну і починають піднімати вгору у разі застосування ручного режиму кожного окремого домкрата. Ступінь натягування контролюють візуально, після потрібного

натягування підймання припиняють, встановлюють клини, що підтискають тягу до коміра і перешкоджають її вислизанню з коміра.

Засувки служать для тимчасового спирання плит під час підймання. Після досягнення плитами перекриття проєктних позначок пружинні засувки замінюють на звичайні опорні штирі, на які спираються плити в період експлуатації будівлі.

Після закріплення плит перекриттів на проєктних відмітках розпочинають монтаж конструкцій, бажано з першого поверху будівлі нагору. Перед встановленням зовнішніх стінових панелей у межах поверху із застосуванням різних пристроїв влаштовують внутрішні стіни та перегородки, решту конструкцій та елементів. Для підймання людей та матеріалів на поверхи встановлюють вантажопасажирський підйомник, що нарощується у міру закріплення плит на проєктних відмітках.

Схеми механізації будівництва можуть залежати від різних факторів. Для будівель розміром у плані до 30,0 м × 30,0 м і до шістнадцяти поверхів заввишки застосовують окремий баштовий кран, розміщений на кільцевих коліях, або два крани з двох сторін будівлі. Може бути використаний самопідймальний приставний баштовий кран.

Гусеничний кран вантажопідйомністю 6,0–10,0 т встановлюють на плиту покриття та піднімають на ній у міру зведення будівлі. Кран вільно переміщається по плиті, ним монтують усі збірні конструкції (зокрема, колони), переставляють домкрати, здійснюють необхідний демонтаж після завершення підймання плит перекриттів на проєктні позначки, навішують стінові панелі.

У разі невеликих розмірів будівлі в плані на плиті покриття можуть бути розміщені автомобільний кран, навантажувач зі стріловим обладнанням вантажопідйомністю 4,0–8,0 т і навіть просто даховий кран, який після завершення робіт легко може бути демонтований частинами даху елементарним краном-укосиною.

Після зведення будівлі монтажний механізм, встановлений на плиті покриття, може бути демонтований шевром, гелікоптером, спущений частинами даховим краном.

На рівні землі (або на перекритті над підвалом) виготовляють у вигляді пакету одну за одною плити перекриттів усіх поверхів та покрівлі. Потім готову плиту покриття з вже виконаною покрівлею піднімають та закріплюють у верхній частині першого ярусу колон. Здійснюють монтаж верхнього поверху на плиті перекриття, що знаходиться на землі, а потім піднімають повністю змонтований поверх під закріплену плиту покрівлі. У тій же послідовності здійснюють монтаж та підймання наступних поверхів.

Процес підймання готових поверхів та послідовного монтажу конструкцій зверху вниз повторюють доти, доки не буде змонтовано всю будівлю. Цю схему застосовують, якщо стіни та перегородки будівлі збірні.

Конструкції кожного окремого поверху на рівні землі монтують самохідними кранами вантажопідйомністю до 10,0 т, переважно гусеничними, оскільки вони мають більшу продуктивність та маневреність у порівнянні з автомобільними.

Можливі три варіанти розташування монтажних механізмів. У разі значного вільного простору між піднятою догори плитою покриття та пакетом плит покриття може бути застосований монтажний кран, що здійснює встановлення всіх елементів на верхній плиті перекриття, переміщуючись уздовж будівлі з одного боку. У разі недостатнього вильоту стріли та вантажопідйомності кран під час монтажу повинен буде переміщатися навколо будівлі. У разі застосування третьої схеми влаштовують земляне підсищення (пандус) або естакаду для заїзду монтажного механізму на пакет плит, і переміщуючись верхньою плитою, він буде здійснювати монтаж конструкцій даного поверху.

Для забезпечення нормальних умов монтажу конструкцій всіх проміжних поверхів поверх, що піднімається (вже піднятий), повинен знаходитися вище верхньої позначки стріли крана в піднятому положенні, чого не завжди можна досягти. У разі невеликих розмірів будівлі у плані конструкції чергового поверху можна монтувати автомобільним краном або автотранспортом зі стріловим обладнанням. Навантажувач з підвішеною на ньому збірною конструкцією, наприклад, стіною панеллю, переміщається по пакету перекриттів, підвозить панель до місця встановлення, опускає на підкладки і після вивіряння і тимчасового закріплення панелі підкосами від'їжджає за наступною панеллю.

Після закінчення монтажу всіх конструкцій поверху панелі зварюють і знімають підкоси. Для підвищення ефективності застосування методу підймання поверхів архітектурно-планувальне рішення поверху має бути таким, щоб після зварювання та замонолічування стиків збірних елементів забезпечувалася їхня стійкість, тобто не повинно бути окремо стоячих панелей стін і панелей, з'єднаних в одну лінію, без прилягаючих до них у поперечному напрямку панелей. Якщо такі окремі елементи є на поверсі, перед підйманням вони повинні бути тимчасово додатково закріплені. Одночасно з монтажем конструкцій на плиті складують матеріали, необхідні для завершення будівельних робіт на проєктній позначці.

Схема підймання поверхів аналогічна до підймання перекриттів і передбачає послідовне піднесення кожного поверху, починаючи з верхнього.

Однак, на відміну від схеми одночасного підймання декількох плит перекриттів, можливо здійснювати підймання тільки одного поверху до проектного або проміжного положення.

Підготовчі роботи – влаштування фундаментів, встановлення колон першого ярусу, бетонування плит перекриттів і бетонування ядра жорсткості – виконують так само, як і під час зведення будівель методом підймання перекриттів. Після виготовлення пакета плит на верхній плиті здійснюють монтаж парапетних панелей, влаштування теплоізоляції і м'якої покрівлі (крім останнього шару). Потім на верхню плиту встановлюють підймальне устаткування з пультом управління.

На плиту покриття заїжджає монтажний кран для встановлення колон верхніх ярусів, обслуговування домкратів та інших транспортно-монтажних операцій. Цей механізм в процесі всього підймання буде перебувати на верхній плиті і після закінчення може бути знятий з даху цілком за допомогою спеціальної розбірної стріли. Після цього на колонах встановлюють підймальне обладнання та піднімають верхню плиту покриття, мінімальна висота підймання – не менше двох поверхів. Доцільно, щоб у міру підймання плити покриття з неї встановлювалися в монтажні отвори клямки, що дозволить підіймати поверхи без проблем встановлювати їх на проміжні опори.

Потім монтують збірні конструкції верхнього поверху та піднімають його під уже підняту плиту покриття.

Для усунення впливу присоса під час відривання плити необхідно послідовно включати крайні домкрати для підймання її на величину одного циклу 8–10 мм. Після відривання плити всі домкрати включаються на автоматичний режим і готовий поверх плавно і рівномірно піднімається під плиту покриття. Після закінчення підймання і закріплення поверху цих проміжних відміток нарощують колони, переставляють домкрати і піднімають верхній поверх разом із покриттям черговий монтажний горизонт, тобто всю висоту знову встановленого ярусу колон. Колони нарощують як і під час підймання плит перекриттів за допомогою одиночних кондукторів з розсувними або навісними підмостками.

Мінімальна висота підймання плити покриття більше ніж на 5,0 м, це дозволяє розпочати монтаж на верхньому перекритті стінових панелей, а також внутрішніх конструкцій та обладнання верхнього поверху. Стійкість кожної панелі забезпечується за рахунок загальної просторової стійкості суміжних панелей, що з'єднуються разом, монтаж яких краще починати з одного з кутів будівлі. Для підймання верхнього поверху на проєктні позначки на верх колон верхнього ярусу встановлюють і закріплюють інвентарні монтажні колони,

якими піднімають верхні поверхи до проєктних позначок, і потім ці колони демонтують.

Коли верхній поверх піднятий на проєктні позначки, його закріплюють до ядра жорсткості клинами або гвинтовими упорами, жорстко з'єднують по вершині комірив перекриттів з колонами. Для того щоб піднімальні конструкції поверху встановити на колонах на проєктні позначки, поверх піднімають на 20–30 мм вище отворів у колонах, виймають інвентарні автоматичні засувки, отвори, що звільнилися, заводять опорні штирі, домкрати включають на опускання, поверх м'яко опускається на штирі, які приварюють до комірив плити. Бетоном зачеканюють зазори між колонами і комірами. Паралельно з цим закладають горизонтальні шви зовнішніх і внутрішніх стін, які поміщають спеціальні герметизувальні прокладки, що складаються зі штучного каучуку, просоченого спеціальними складами для підвищення довговічності.

Після закріплення поверху під нього піднімають наступний і закріплюють. Аналогічним чином збирають та піднімають на проєктні позначки конструкції нижчих поверхів. Коли з'являється можливість, а саме після підймання другого поверху будівлі, на його проєктні позначки здійснюють демонтаж інвентарних монтажних колон та домкратів. Далі з рівня землі вмонтовують збірні елементи першого поверху.

Знайшов застосування для виконання робіт спеціальний даховий кран, який легко монтувати та демонтувати.

Після підймання на проєктні позначки верхнього поверху можна приступати до зачеканювання із зовнішнього боку швів між стіновими панелями цементно-вапняним розчином. Роботи виконують із підвісної люльки. На поверсі можна виконувати санітарно-технічні та оздоблювальні роботи. Необхідні для цього матеріали можуть бути підняті разом із поверхом. Остаточне оздоблення поверхів у разі застосування цього методу здійснюють зверху донизу.

Під час розбивання будівлі великої протяжності плити зі змонтованими поверхами виготовляють та піднімають окремо для кожної захватки.

ЛЕКЦІЯ 10 ЗВЕДЕННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

10.1 Загальні положення

Висотні будівлі (понад сімнадцять поверхів) частіше бувають компактними, невеликих розмірів у плані, рідше протяжними, багатосекційними. Монтаж таких будівель здійснюють методом нарощування з використанням приставних, пересувних та самопідіймальних баштових кранів.

Конструктивною основою висотних будівель є сталевий, залізобетонний чи комбінований каркас із просторовим ядром жорсткості або плоскими діафрагмами – зв'язками.

У разі застосування залізобетонного каркасу або металевого, але бетонованого, монтаж наступних ярусів можливий тільки після закладення стиків колон, бетонування металевих колон нижніх ярусів і набиранням бетоном стиків не менше ніж 70 % марочної міцності.

У більшості висотних будівель передбачено ядро жорсткості, яке сприймає горизонтальні навантаження від частин будівлі, що примикають, і забезпечує стійкість і просторову жорсткість всієї будівлі в процесі монтажу та експлуатації. У деяких будівлях спочатку виконують монтаж ядра жорсткості, наприклад, ліфтової шахти до проєктної позначки, а потім зведення інших конструктивних елементів.

Ядро жорсткості частіше виконують у монолітних конструкціях, бетонування ядра випереджає монтаж каркасу на один–два яруси. Для надійного з'єднання каркаса до ядра будівлі в стінках ядра жорсткості повинні бути залишені штраби, отвори з стрижнями оголеними арматури для кріплення до них балок каркаса зварними або болтовими з'єднаннями. Це дуже трудомістко, але гарантує, що монолітне ядро відразу починає сприймати горизонтальні навантаження встановленої частини каркасу.

За конструктивними особливостями та технологічними умовами бетонування ядра жорсткості може відставати від монтажу каркаса. Це відставання припускає, що змонтовані конструкції одразу зварюються та бетонуються, чим забезпечується швидкий набір стиками 70 % міцності.

Гранична висота, на яку монтаж може випереджати бетонування ядра жорсткості, не повинна перевищувати вісім поверхів, обов'язковою умовою має бути розкріплення каркаса тимчасовими вертикальними і похилими зв'язками. Міжповерхові перекриття зазвичай влаштовують із великопанельних елементів, іноді у збірно-монолітному варіанті.

Приставні крани мають висоту підймання гака до 100,0–150,0 м; трикутні або квадратні жорсткі диски, що закріплюють башту крана до каркасу будівлі, встановлюють через 15,0–25,0 м.

У будівлях понад 150,0 м заввишки застосовують самопідймальні крани, що розміщуються поза габаритами будівлі. Такі крани переміщуються лише по вертикалі, тому їхнє становище у плані визначається радіусом їхньої дії та конфігурацією будівлі. Приймають таку кількість самопідймальних кранів, щоб охопити робочими зонами всю будівлю, що будується. Кожен кран зі своєї стоянки монтує конструкції в межах одного ярусу (двох, трьох або чотирьох поверхів), після чого його піднімають на нову стоянку.

Самопідймальні баштові крани вирішені в універсальному виконанні і переміщуються по висоті всередині одного з осередків каркасу будівлі. У разі звичайного рішення розташування крана башта в нижній частині спирається на опорні балки, які розташовані хрестоподібно. Балки мають по кінцях поворотні чи відкидні консолі; спирання крана відбувається через ці балки на ригелі каркасу будівлі за допомогою знімних хомутів. За потреби підймання крана консолі прибирають, щоб він, піднімаючись, вільно проходив між ригелями змонтованого каркаса. По висоті переміщається кран за допомогою спеціальної обойми – просторової конструкції, що охоплює вежу крана. Конструкція стиків вежі дозволяє обоймі ковзати по ній – перемішатися вгору і вниз.

Обойма через свої опорні балки спирається на ригелі каркаса. У разі перестановлення крана по висоті спочатку піднімають і встановлюють на верхніх ригелях змонтованого каркаса обойму, закріплюють і натягують підймальний поліспаст, за допомогою якого башту крана піднімають. Відкидають консолі опорних балок, піднімають кран на наступну стоянку через два–чотири поверхи, знову розгортають консолі опорних балок, опускають кран на ригелі каркаса, закріплюють опорний майданчик хомутами. Обойма під час підймання крана служить напрямною і утримує вежу у вертикальному положенні.

Поліспаст розташовується під центром тяжиння крана, що унеможливорює його перекося під час підймання.

Наземними пересувними кранами можна монтувати будівлі до 70,0 м заввишки, приставні крани дозволяють монтувати будівлі до 150,0 м заввишки, для самопідймальних кранів висота будівлі практично не обмежується.

Самопідймальні та приставні крани можуть бути обладнані горизонтальними стрілами з рухомою кареткою або підймальними стрілами з вантажним поліспастом на кінці стріли.

Для монтажу сталевих конструкцій каркасів багатопверхових будівель можуть бути використані такі типи кранів:

– наземні – баштові, гусеничні (у баштово-стріловому виконанні), рейкові, пневмоколісні; вони повинні мати значну висоту підймання за необхідної вантажопідйомності;

– самопідіймальні баштові будівлі, що встановлюються всередині контуру і спираються на змонтовані конструкції.

Крани пересуваються вгору в міру виконання кранового складання та прикріплюються до каркасу будівлі;

– стаціонарні приставні крани, що встановлюються на землі, поза контуром будівлі, і підрошуються по мірі кранового складання, із закріпленням вежі до каркасу будівлі розпірками-обоймами;

– комбіновані пересувно-приставні крани, що використовуються до позначок 50,0–55,0 м як вільно стоячі і пересуваються по підкранових коліях, а на більш високих позначках працюють як стаціонарні приставні.

10.2 Монтаж будівель із залізобетонним каркасом

Для скорочення термінів будівництва та прискорення виконання робіт будівлю розбивають на захватки та робочі ділянки. Зведення будівлі здійснюють за одно- або двозахватною системою. Захватки обмежуються температурними швами, кожна захватка поділяється на дві ділянки. Якщо на першій ділянці захватки здійснюють монтаж, то на другому в цей же час на раніше змонтованих елементах здійснюють остаточне зварювання стиків та їхнє закладання та заливання швів. Роботи організують вертикальним потоком у разі поверхового монтажу або послідовними ярусами відразу на висоту ярусу. Ярус становить два–чотири поверхи заввишки і залежить від конструктивних особливостей будівлі та прийнятої висоти колон. Іноді застосовують нерозрізні колони на висоту відразу шести поверхів, висота монтажного ярусу в цьому випадку також становитиме шість поверхів. Одноповерхове розрізання застосовують лише зрідка, у разі використання в каркасі рамних залізобетонних елементів.

Залежно від конструктивного рішення найпоширенішими є такі типи будівель:

– зі збірним каркасом та самонесучими стінами. Каркас таких будівель у поперечному напрямку компонують із жорстких рам. У поздовжньому напрямку колони з'єднують жорстким диском-перекриттям, що передає горизонтальні зусилля на стіни;

– зі збірним каркасом та навісними панелями. У разі такого рішення каркас виконують рамної конструкції у двох напрямках, а за наявності рам тільки в одній площині, в іншій зв'язку ставлять;

– рамна конструкція з безбалочним перекриттям. Основними елементами каркасу є колони зі стиками через два поверхи, ригелі, плити перекриттів та стінові панелі.

Зведення висотної будівлі розподіляють на такі етапи: зведення підземної частини будівлі; бетонування ядра жорсткості; монтаж збірних конструкцій або зведення монолітного каркасу; монтаж перегородок; оздоблювальні роботи.

Монтаж конструкцій каркаса включає встановлення конструкцій у проектне положення, їхнє вивіряння, зварювання стикових з'єднань, протикорозійний захист, закладення стиків і швів. Зазначені процеси виконують двома суміжними потоками:

- встановлюють елементи каркасу, здійснюють зварювання та антикорозійний захист конструкцій;

- здійснюють замонолічування монтажних стиків, вузлів, заливання швів плит перекриттів та бетонування монолітних ділянок каркасу.

Монтаж конструкцій каркасу будівлі починають із встановлення колон. Якість всіх змонтованих конструкцій значною мірою залежить від точності встановлення колон у плані та за висотою, тому їхньому вивіренню необхідно приділити велику увагу.

Колони першого ярусу закладають у стаканах фундаментів, на наступних ярусах колони тимчасово закріплюють у кондукторах. Застосовують кондуктори на одну, дві та чотири колони. У разі застосування групових кондукторів на чотири колони в роботі має бути не менше двох кондукторів, що дозволить одночасно монтувати три суміжні осередки.

Під час встановлення ригелів і плит груповий кондуктор служить як риштування. Після виконання в комірці зварювання всіх стиків кондуктор переміщують на наступну стоянку.

У разі використання кондукторів вивіряння кожної колони по осях здійснюють за допомогою гвинтових пристроїв кондукторів, що забезпечують примусове вивіряння колон і тимчасове їхнє закріплення, яке може виконуватися також за допомогою інвентарних розчалок або жорстких підкосів з гвинтовими муфтами, підкоси закріплюють до закладних петель.

Роботи другого потоку здійснюють безпосередньо після встановлення та вивіряння конструкцій кожного ярусу окремої монтажної ділянки на захватці.

Елементи каркаса встановлюють у послідовності, що забезпечує створення замкнутих осередків каркасу і, отже, стійкість змонтованих конструкцій. У разі застосування самопідіймального крана спочатку встановлюють конструкції осередків, розташованих поблизу крана, потім більш віддалених.

У разі застосування каркасу зі збірних залізобетонних конструкцій його жорсткість і стійкість забезпечуються не тільки міцністю самих конструкцій, а й міцністю стиків колон, решти всіх стиків елементів каркасу. Забороняється

приступати до монтажу конструкцій наступного поверху, доки не будуть закріплені зварними з'єднаннями всі стики та вузли попереднього.

У залізобетонних каркасах із плоскими вертикальними діафрагмами жорсткості монтаж конструкцій кожного ярусу (поверху) виконують у такій послідовності:

- колони, діафрагми жорсткості, ригелі;
- зовнішні стінові панелі, внутрішні панелі та перегородки;
- сходові майданчики та марші, плити перекриттів.

Широкого поширення набуло використання дахових кранів для монтажу стінових панелей, інших елементів огорожі. Вони застосовні для бетонування верхніх ярусів ядра жорсткості на висоту до шести поверхів, для подавання на висотні приймальні майданчики бетону, розчину, дрібноштучних і сипких матеріалів, санітарно-технічного обладнання, столярних виробів тощо.

Монтаж стінових панелей або поєднують з монтажем каркаса і ведуть паралельно, або їх навішують відразу на всю висоту будівлі після закінчення монтажу каркасу. У другому випадку для монтажу стінових панелей може бути задіяний даховий кран.

Елементи залізобетонного каркаса встановлюють у послідовності, що забезпечує створення замкнутих осередків каркасу. Усі несучі конструкції та зв'язки необхідно закріплювати відразу після вивірювання елементів кожного осередку. Особливу увагу необхідно приділити правильності положення колон у плані та забезпечення їхньої вертикальності. Для цього колони встановлюють за допомогою одиночних, групових кондукторів та РШ, із застосуванням підкосів та гнучких розчалок.

Міжколонні плити-розпірки укладають відразу після ригелів, їх приварюють до закладних деталей, розташованих на опорних гранях ригелів та елементів стін жорсткості. Рядові плити приварюють до закладних деталей обов'язково у трьох вузлах. Якість приварювання кожної плити необхідно проконтролювати до укладання сусідньої плити.

10.3 Монтаж будівель із сталевим і змішаним каркасом

Висота каркасу може досягати 200,0 м і більше, а загальна маса – десятків тисяч тонн. Сталевий каркас висотної будівлі складається з колон і ригелів, з'єднаних у двох напрямках жорсткими зварними вузлами в рамні системи, що сприймають вертикальні та горизонтальні (вітрові) навантаження. Колони виготовляють звареними з використанням стандартних прокатних профілів. Перерізи, що найчастіше зустрічаються – двотавровий, квадратний і хрестоподібний. Стики сталевих колон виконують із фрезерованими торцями.

Щоб уникнути можливого неточного збігу торців у плані у верхньому торці передбачена стругана плита. Стики колон після закріплення болтами та вивіряння проварюють по контуру.

Стики колон каркаса розташовують через кожні два, три або чотири поверхи на одному рівні і для зручності виконання монтажних з'єднань знаходяться на висоті 800–1 200 мм від рівня перекриттів. Для забезпечення довговічності та вогнестійкості сталевий каркас армують і бетонують, що з урахуванням включення в роботу на стиснення бетону призводить до зниження витрати металу.

Сталеві ригелі каркаса зазвичай бувають двотаврового перерізу, зварені, з розширеною нижньою полицею, яку укладають плити міжповерхових перекриттів.

Міжповерхові перекриття каркасу можуть компоуватися:

- з головних та другорядних балок (у разі сталевих каркасів будівлі) з укладанням по них збірних плит або бетонуванням монолітного перекриття;
- лише з головних балок (ригелів) із розширеною полицею, на яку укладають збірні залізобетонні плити перекриттів;
- із розпірних залізобетонних плит, що укладаються тільки по осі колон, із закладними деталями для з'єднання зварними накладками плит суміжних прольотів та ригелів;
- із уніфікованих, полегшених або багатопустотних плит перекриттів, що вільно укладаються в пази сталевих або залізобетонних ригелів, але не приварюються до них через відсутність закладних деталей.

У каркасах ряду будівель передбачається на всю висоту влаштування замкнутої шахти з чотирьох взаємно перпендикулярних вертикальних жорстких площин зі сталевих або залізобетонних конструкцій. Ця шахта сприймає всі горизонтальні навантаження на будівлю та забезпечує її загальну стійкість. Така шахта називається шахтою жорсткості, або ядром жорсткості. Всі інші елементи каркаса повинні кріпитися до цього ядра жорсткості, а кожне перекриття представлятиме єдину жорстку і незмінну горизонтальну площину або жорсткий плоский диск. Всі елементи несучого каркаса будівлі, що примикають до ядра жорсткості, працюють у цьому випадку тільки на вертикальне навантаження.

Зведення будівель із сталевим каркасом можна здійснювати роздільним та комплексним методами. У разі застосування роздільного методу спочатку на всю висоту монтуєть сталевий каркас, потім починають загальнобудівельні роботи. Перевага такого рішення – більш широким фронтом, великою кількістю кранів можна вести монтажні роботи одночасно на декількох захватках, а також по всій будівлі та загальнобудівельні роботи. Але у разі такого рішення

потрібне забезпечення підвищеної жорсткості каркасу в процесі монтажу, що призводить до додаткових витрат металу. З цієї причини за комплексного методу на 30–40 % скорочується витрата металу на каркас будівлі.

У разі застосування комплексного методу зведення будівлі одночасно виконують монтажні, будівельні, спеціальні та оздоблювальні роботи. Монтаж металоконструкцій здійснюють на верхньому ярусі (верхніх двох-чотирьох поверхах): на самому верху – монтаж, трохи нижче – вивіряння і в нижній частині ярусу – остаточне зварювання монтажних з'єднань.

Одночасно з відставанням на два–три поверхи (на наступному ярусі) ведуть монтаж збірних залізобетонних перекриттів. У разі більшого розриву по висоті укладання плит буде утруднене розташованим вище металевим каркасом. З відставанням ще на чотири–п'ять поверхів виконують бетонування каркасу, влаштування монолітних ділянок перекриттів. Ще нижче по вертикалі виконують встановлення віконних палітурок зі склінням, нижче тинькування, ще нижче – інші оздоблювальні та спеціальні роботи. Таким чином, роботи зі зведення будівлі ведуть одночасно на восьми–десяти поверхах.

У збірно-монолітному конструктивному рішенні одному циклі поєднують монолітні і збірні процеси, послідовність їхнього виконання визначається конструктивними особливостями будівлі.

10.4 Забезпечення стійкості каркасу в період монтажу

Монтаж конструкцій багатоповерхових будівель вимагає неухильного дотримання наступного правила: не приступати до встановлення конструкцій наступного ярусу (висота ярусу визначає довжина відправного елемента колони) до вивіряння та надійного закріплення розташованого нижче. Ця вимога продиктована необхідністю забезпечення міцності та стійкості будівлі протягом усього періоду її зведення.

У процесі кранового складання каркаса на висоту п'яти–шести поверхів повинні бути виконані такі вимоги:

- перевірено стійкість каркасу в процесі монтажу відповідно до рекомендованої в ПВР черговості кранового складання;
- передбачено встановлення тимчасових монтажних зв'язків між колонами, що забезпечують їхню стійкість до набирання міцності замонолічених стиків у плитах перекриттів;
- проєктно закріплені вертикальні зв'язки, рамні вузли з'єднання ригелів із колонами;
- виконано влаштування жорстких міжповерхових перекриттів, що забезпечують загальну стійкість будівлі;

– здійснено перевірення міцності окремих елементів каркасу та вузлів на навантаження від самопідіймальних та приставних кранів у місцях їхнього спирання на каркас.

Монтаж сталевих елементів каркасу будівлі слід виконувати поярусно – в першу чергу необхідно змонтувати всі елементи ядра жорсткості і ретельно їх вивірити. Тимчасове закріплення колон під час монтажу виконують за допомогою кондукторів або інвентарних розчалок, що забезпечують стійкість колон до розкріплення їх постійними проєктними елементами зв'язків, які забезпечують стійкість змонтованої частини споруди. Якщо проєктних зв'язків замало забезпечення жорсткості каркаса, встановлюють тимчасові зв'язки. Проєктне закріплення колон виконують відразу після монтажу та вивірення елементів осередку – чотирьох колон, пов'язаних ригелями.

Приступати до монтажу наступного ярусу можна лише після проєктного закріплення всіх елементів попереднього та, якщо це необхідно, встановлення тимчасових зв'язків, що забезпечують стійкість споруди.

Під час монтажу багатоповерхових будівель із збірного залізобетону основною вимогою до виконання робіт є забезпечення міцності та стійкості не лише змонтованої частини споруди, а й окремих конструктивних елементів. Вимоги ДБН щодо досягнення проєктної міцності бетону в замонолічених стиках і вузлах несучих конструкцій нижчого ярусу може значно знизити темп кранового складання та подовжити загальні терміни монтажу каркасу будівлі, особливо в зимовий час.

Для часткового виконання цих вимог та продовження монтажу каркаса, не чекаючи на набір бетону необхідної міцності, необхідно:

- у всіх елементах каркасу (колони, ригелі, плити перекриттів) передбачити закладні деталі, приварювання яких після встановлення конструкції в проєктне положення вже забезпечує стійкість та знижує ризик деформування каркасу до замонолічування монтажних сполучень;

- встановити тимчасові монтажні вертикальні зв'язки між колонами або горизонтальні зв'язки над міжповерховими перекриттями в крайніх прольотах, що забезпечують їхню стійкість до набору міцності замонолічених вузлів і стиків у плитах перекриттів;

- перевірити міцність елементів та вузлів на навантаження від самопідійомних кранів у місцях їхнього спирання на ці елементи;

- перевірити стійкість каркаса в процесі монтажу з урахуванням прийнятої в ПВР черговості кранового складання та замонолічування стиків та вузлів;

- забезпечити спільну роботу каркасу стін монолітної шахти жорсткості та постійних зв'язків, що забезпечують стійкість ядра жорсткості.

До складу уніфікованих каркасів багатоповерхових і висотних будівель включені розпірні плити, які встановлюють по осі колон і в яких передбачені закладні деталі, що дозволяють з'єднати між собою стиковими накладками плити двох суміжних прольотів. Тому для включення в роботу всього диска міжповерхового перекриття кожного поверху, що забезпечує стійкість змонтованої частини каркаса, всі вузли сполучень плит з ригелями і колонами, а також шви між плитами повинні бути замонолічені після закінчення монтажу кожного поверху (ярусу).

Оздоблювальні роботи можуть поєднуватись з монтажем каркасу та загальнобудівельними роботами, або виконуватися відразу на всю висоту будівлі після завершення монтажних робіт. У разі поєднання до оздоблювальних робіт приступають на першому поверсі першої захватки, коли монтажники починають монтаж конструкцій на шостому–десятому поверхах другої захватки. Потім вони змінюються захватками до закінчення монтажу, коли весь простір на обох захватках передається оздоблювальникам. Оздоблювальні роботи ведуть знизу вгору, для гарантії від протікання на рівні одного зі змонтованих перекриттів влаштовують гідроізоляцію. Якщо оздоблення виконують після завершення монтажних, їх ведуть зверху вниз, що найбільш оптимально за технологією; збільшується фронт робіт оздоблювальників, покращуються умови роботи.

Монтаж ліфтів виконують паралельно зі зведенням будівлі, його бажано завершити та пустити ліфти безпосередньо після закінчення монтажних та покрівельних робіт.

ЛЕКЦІЯ 11 ЗВЕДЕННЯ ВИСОТНИХ СПОРУД

11.1 Загальні положення

Висотними називають споруди, висота яких набагато перевищує їхні розміри у поперечному перерізі. Такі споруди працюють на сприйняття переважно горизонтальних навантажень, основною з яких є вітрова. До висотних споруд відносять витяжні труби (вентиляційні та димові), опори антенних споруд радіо та телебачення, метеорологічні вишки, опори повітряних ліній електропередач тощо.

Висотні споруди потрібні не тільки для багатьох великих промислових підприємств. Без них неможливі подальший розвиток теле- та радіокомунікацій, передавання електроенергії на великі відстані. Високі труби сприяють покращенню екологічної обстановки.

Призначення димових і газовідвідних труб відомо, щогли зазвичай застосовують для ліній електропередач, вони специфічні з точки зору їхньої роботи, сприйняття навантажень, наявності порцелянових ізоляційних гірлянд, небезпеки ураження струмом. Башти зазвичай використовують для засобів зв'язку, часто їх обладнують передавачами теле- та радіопрограм, телефонних систем.

Башта – висотна споруда, що вертикально і вільно стоїть, жорстко защемлена в основі, що досягається анкеруванням стовбура башти до фундаментів, і не вимагає з цієї причини відтяжок. У більшості випадків башти проєктують у вигляді просторових конструкцій, що мають форму призми або піраміди, часто з невеликими переломами в контурі поясів по висоті. Башти є ґратчастими конструкціями з трубчастих, прокатних або зварних профілів. Переважно трубчасте, а не з прокату рішення башти, так як у труб коефіцієнт аеродинамічного опору вітру менше, що дозволяє виконати більш тонким переріз конструкції. Поперечний переріз – трикутник, квадрат, шестигранник, восьмигранник. По центру башти іноді передбачають вертикальні конструкції шахт ліфтів, сходів, різних технологічних пристроїв.

Стійкість башт забезпечується надійним з'єднанням надземної частини із фундаментами. Для зменшення об'єму фундаментів і особливо глибини їхнього закладення базу башти проєктують розширеною у вигляді зрізаної піраміди з фундаментами по її периметру, а каркас верхньої частини башти у вигляді призми. Стики поясів та ґратів башти можуть бути звареними або болтовими.

Висота радіо- і телевізійних опор 180,0–380,0 м, радіорелейних опор – 50,0–120,0 м, витяжних труб – 90,0–180,0 м, блискавковідводів – 170,0–230,0 м.

Щогла – вертикальна висотна споруда, що шарнірно або защемлено спирається на фундамент і утримується натягнутими і похилими сталевими

канатами-відтяжками, що йдуть до землі, в один або декілька ярусів. Щогли найчастіше мають ґратчасту конструкцію три- або чотиригранного перерізу або листову конструкцію у вигляді суцільної труби. Стовбур ґратчастих щогл складається з просторових секцій 6,75–13,0 м завдовжки, що виготовляються на заводі і з'єднуються під час монтажу фланцями на болтах. Щогли листової конструкції складаються з секцій діаметром 1,2–2,5 м до 9,0 м завдовжки, вони з'єднуються між собою встик зварюванням або болтами на накладках. Зустрічаються комбіновані рішення з'єднання елементів.

Для будівництва щогл та башт застосовують сталь, залізобетон використовують рідше (в основному для телевізійних башт). Насправді часто монтують башти змішаної конструкції – нижня частина із залізобетону, верхня – зі сталі.

Щогли економічніші за башти з витрат металу та вартості. У разі висоти до 150,0 м вартість щогл на 20–30 % нижча. Цей розрив зростає із збільшенням висоти споруди. Проте спорудам щоглового типу притаманні певні недоліки.

Переваги башт у порівнянні з щоглами: менша площа забудови; відсутність необхідності періодичного регулювання та замінення розтяжок; велика надійність під час експлуатації; зручне під час монтажу та експлуатації технологічне обладнання; естетичність – відсутність відтяжок та розтяжок.

Під час вибору конструктивного рішення тієї чи іншої споруди у кожному конкретному випадку проводять техніко-економічне обґрунтування різних варіантів рішень з урахуванням місцевих умов будівництва.

Башти часто зводять у важкодоступних місцях, а також на просядних та вічномерзлих основах. Однак це не має принципового значення, тому що башти зазвичай встановлюють на кільцевий фундамент.

Основним під час розрахунків є вітрове навантаження, що становить 70–80 % підсумкового. Зі збільшенням висоти споруди зростає і інтенсивність вітрового навантаження.

11.2 Монтаж башт нарощуванням

Башти відрізняються від будівель та споруд звичайного типу:

- великою висотою конструкцій, що значно перевищує розміри поперечного перерізу та основи у плані;
- незначною масою технологічного обладнання порівняно із власною масою конструкцій;
- другорядним значенням власної маси конструкцій та технологічного обладнання порівняно з вітровим навантаженням.

Технологічні фактори зведення башт:

- значна залежність можливості проведення монтажних робіт від метеорологічних умов (вітер, ожеледиця, туман, низька температура);
- обмежена кількість робочих місць у зоні виконання робіт;
- невелика маса монтажних елементів та їхня мала повторюваність;
- підвищені вимоги до якості робіт та точності монтажу, постійний геодезичний контроль.

Під час монтажу башт необхідно враховувати додаткові навантаження, що виникають від:

- монтажних механізмів (підвісні крани, портали, лебідки);
- змінення просторового положення конструкції в процесі монтажу порівняно з експлуатаційним (поворот башти навколо шарнірів за методом повороту);
- докладання зосереджених зусиль в окремих вузлах під час підймання (кранове підймання зібраної вежі або її частин, зібраних на землі).

Економічні вимоги до башт:

- довговічність споруди за найменших витрат на її будівництво та експлуатацію;
- технологічність, мала трудомісткість у разі заводського виготовлення та монтажу;
- мінімальні терміни робіт, максимальна безпека та нормальні умови ведення монтажних робіт.

Під час зведення башт найпоширеніші такі методи:

- нарощування конструкцій у проєктному положенні – традиційне поярусне зведення знизу вгору;
- монтаж поворотом – попереднє складання башти на землі у горизонтальному положенні з наступним поворотом навколо шарніра у вертикальне проєктне положення;
- підрощування конструкції – складання у вертикальному положенні, починаючи з найвищих конструкцій, їхнє підймання, підведення під них наступних конструкцій, їхнє загальне підймання до повного висування всієї конструкції.

У кожного методу є свої способи та різновиди. Але для більшості башт з пірамідальною нижньою частиною монтаж цієї частини здійснюють готовими просторовими блоками до позначки, що визначається технічними можливостями прийнятих монтажних стрілових або баштових кранів.

Метод має переважне поширення, ним монтують переважно башти до 100,0 м заввишки. Сутність методу – поярусний монтаж від нижніх позначок до верхніх з використанням різних монтажних механізмів. Під час нарощування монтаж ведуть до певних позначок монтажним краном, встановленим на землі,

та іншим механізмом, встановленим чи закріпленим на змонтованих конструкціях. Цей механізм послідовно переміщається по змонтованих конструкціях у міру зведення башти та здійснює поелементний монтаж.

Монтаж нарощуванням можна здійснювати за допомогою різних монтажних механізмів:

- переставним краном типу кран-укосина, що складається зі стійки 8,5 м завдовжки, яка нижньою та верхньою частинами кріпиться до елементів башти, що зводиться, і стріли 28,0 м завдовжки, шарнірно з'єднаної з нижньою частиною стійки та з верхньою частиною – поліспастом. Вантажопідйомність крана до 6,5 т. Недоліки крана-укосини полягають у неможливості монтувати башту просторовими блоками, частих та трудомістких перестановленнях механізму за висотою;

- універсальними підвісними самопідймальними кранами – всі монтажні роботи виконують лише на висоті, для використання крана потрібен вільний від конструктивних елементів внутрішній простір башти;

- повзучими самопідймальними кранами, які спираються на вже змонтовані ними конструкції та в міру будівництва споруди переміщаються по вертикалі на знову встановлені секції. Кран конструктивно вирішений у вигляді гратчастого стовбура зі стрілою і обоймою, що переміщається. Вона служить для закріплення крана у робочому положенні на споруді та для переміщення ствола крана по вертикалі на наступну стоянку. Переміщення крана здійснюється за допомогою спеціальних блоків та лебідок.

Під час монтажу витяжної вежі за допомогою універсального підвісного крана його встановлюють в газовідвідному стовбурі. Переміщення крана вгору після завершення монтажу чергового ярусу башти здійснюють за допомогою підймальних поліспастів, що встановлюються та закріплюються в нижній опорній частині крана. Стійкість механізму в процесі висування на новий монтажний обрій забезпечують спеціальною обоймою, що встановлюється у верхній частині змонтованих конструкцій споруди. Вантажопідйомність крана – до 4,5 т, монтаж конструкцій споруди виконують поелементно.

Монтаж витяжних башт здійснюють за допомогою оголовка самопідймального (повзучого) крана, що встановлюється на верхніх секціях металевих стовбурів. Монтаж призматичної частини башти здійснюють також поелементно, можливе часткове укрупнення в площинні блоки в межах вантажопідйомності крана (5,0–12,0 т).

У разі використання повзучих порталних домкратів монтаж здійснюють просторовими секціями масою до 40,0 т. Портальний домкрат встановлюють на спеціально розроблені монтажні столики, які закріплюють до вже змонтованих конструкцій башти. Нахил порталного домкрата змінюють за допомогою

підйимального (переднього) і гальмівного (заднього) поліспаств, підймання і встановлення блоку, що монтується, здійснюють вантажним поліспаством, перестановлення на чергову стоянку – за допомогою підйимальної балки і поліспаств перестановки, закріплених уздовж стійок домкрата.

Крупноблоковий монтаж за допомогою самопідйимальних порталних домкратів значно скорочує обсяг верхолазних робіт порівняно з монтажем окремими елементами. Головною перешкодою широкого застосування домкратів було розташування якорів переднього та заднього поліспаств та лебідок на значній відстані від осі башти (1,5 висоти споруди, що монтується). В даний час використовується рішення, що дозволяє закріпити тяги нахилу порталу до основи башти.

В умовах стисненого майданчика можливий монтаж башт за допомогою приставних кранів. Стійкість крана забезпечується спеціальними опорними рамками, якими кран кріпиться до змонтованої частини вежі. Стовбур крана висувують вгору в міру монтажу башти за допомогою поліспаств, які розташовані в опорному пристрої крана. У разі підймання поліспастами він ковзає вгору напрямними, що знаходяться у верхній частині опорного пристрою і на опорних рамках.

Варіанти монтажу зібраними на землі блоками (секціями):

- самохідними гусеничними, пневмоколісними та мобільними кранами на спеціальних шасі;

- баштовими кранами достатньої висоти для встановлення верхніх елементів;

- приставними баштовими кранами 120,0–150,0 м заввишки у два етапи: до позначки 65,0 м кран працює, перебуваючи вільно на своїй основі, а далі стовбур крана нарощують у верхній частині додатковими ланками і для підвищення стійкості додатково з'єднують монтажними діафрагмами зі змонтованою частиною.

У всіх цих випадках монтаж споруди ведуть секціями, а їхнє укрупнення здійснюють на спеціальному майданчику в зоні дії монтажного крана.

Монтаж башт приставним краном забезпечує високу швидкість монтажних робіт завдяки великоблоковому монтажу конструкцій башти, недоліком даної схеми виконання робіт є їхня значна трудомісткість по встановленню, переміщенню та демонтажу крана.

Для монтажу великоблокових конструкцій башти, встановлення та замінення технологічного обладнання, верхніх частин башти використовують гелікоптери.

11.3 Поворот башт навколо шарніру

Монтаж висотних споруд методом повороту став результатом прагнення до виконання основного обсягу монтажних робіт на низьких відмітках та в безпечних умовах.

Метод найчастіше застосовують для башт 40,0–80,0 м заввишки, рідше – до 100,0 м заввишки. Складання здійснюють на землі в горизонтальному положенні з використанням автокрана. Пояс нижнього ярусу башти закріплюють у шарнірах, які встановлюють на фундаментах цієї башти. Підіймання у вертикальне положення здійснюють навколо шарніра за допомогою лебідок тягових поліспаств і падаючої стріли, яку можуть замінити нерухомі шеври і щогли, що нахиляються, крани та інші монтажні механізми. Переваги методу – складання конструкцій башти на землі не вимагає висококваліфікованих верхолазів, складання такелажу та підйимального обладнання, виконується на землі та доступна для контролю.

Башту не тільки повністю збирають на землі та фарбують, а й монтують більшу частину радіотехнічного обладнання, кабелів та проводки. Під час монтажу башти шляхом повороту враховують наявність двох етапів. Перший – від початку повороту до положення нестійкої рівноваги, коли центр ваги башти проходить через поворотний шарнір, після чого настає другий етап, коли включаються в роботу гальмівні відтяжки та поліспасти, що забезпечують плавне опускання опорних башмаків на фундаменти.

Існує декілька різновидів методу, які більшою мірою залежать від монтажного обладнання, що застосовується:

- чистий метод повороту, коли одну частину башти збирають на власному фундаменті, а іншу монтують на землі та за допомогою такелажного обладнання повертають та з'єднують із уже змонтованою частиною;

- підіймання з дотягуванням поліспаством застосовується в тих випадках, коли вантажопідйомність та виліт стріли крана не дозволяють підняти та встановити башту в проектне положення.

За допомогою самохідного крана конструкцію, закріплену на фундаменті, піднімають до проміжного положення. Далі включають в роботу тягові поліспасти – це один із найпростіших і найзручніших способів, що вимагає наявності самохідного крана і мінімального такелажного обладнання. Він знайшов найширше поширення під час зведення опор ЛЕП, телебашт невеликої висоти, опор радіорелейного зв'язку, спостережних вишок;

- монтаж поворотом за допомогою падаючої стріли також здійснюється за допомогою спеціальної стійки, закріпленої на фундаменті або закріпленої на землі, яка допомагає здійснити поворот башти навколо шарніра. Метод

застосовується зрідка, для нього потрібна значна територія для укрупнення башти, опускання стріли, кріплення бічних розчалок та гальмівного пристрою. Іноді застосовується монтаж башт шеврами, що падають, переважно за відсутності бічних розчалок і якорів. Недолік – значна маса шевру, складність його транспортування на інший об'єкт.

Попередньо повністю зібрану на землі у горизонтальному положенні башту піднімають у проектне положення з використанням спеціального оснащення. Для монтажу методом повороту застосовують обладнання, що складається з тягових поліспаств і стріли, що «падає», шевра або порталю. Оскільки в процесі підймання конструкції виникають значні зсувні горизонтальні зусилля, фундаменти, анкерні пристрої і закладні деталі башти необхідно розраховувати з урахуванням цих впливів. До недоліків методу належить необхідність великої вільної території для укрупнення башти, розташування розчалок, підймальних та гальмівних тяг.

Удосконаленням методу повороту навколо шарніра є без'якірний спосіб. Його особливість полягає в тому, що сили, що діють в елементах оснащення і в конструкції, що піднімається під час монтажу, викликають реакцію тільки в опорних шарнірах шевра (порталу) і башти. Відсутність потужних якорів та лебідок великої вантажопідйомності полегшує монтаж та зменшує трудовитрати.

Під час підймання баштових споруд з горизонтального положення у вертикальне способом вичавлювання поворот здійснюють навколо опорного шарніра з використанням такелажної системи з порталом, нижня опорна частина якого переміщається вздовж осі споруди, що піднімається до фундаменту, а верхня вичавлює башту. Цей спосіб застосовують в умовах стиснених майданчиків, у разі неможливості використання кранів і необхідності зниження горизонтальних навантажень на фундаменти.

Всі розглянуті варіанти монтажу башт поворотом навколо шарніра використовують тільки для споруд до 90,0–120,0 м заввишки через значні монтажні зусилля, що виникають в момент відриву конструкції від землі.

11.4 Монтаж башт підрошуванням

Зі збільшенням башт до 300,0–400,0 м заввишки виникають проблеми з монтажними механізмами, зростають трудовитрати на транспортування конструкцій із землі до позначок їхнього устанавлення, на доставлення монтажників до робочих місць, підвищується вплив метеорологічних факторів на перебіг робіт. Монтаж методом підрошування полягає в тому, що на низьких відмітках вже частково зведеної башти починають монтаж верхніх ярусів, які

циклічно висувають вгору і в міру їхнього висування знизу підрощують конструкції ярусів нижче.

У разі використання методу підрощування башту поділяють на два блоки: нижній та верхній. Нижній блок зводять способом нарощування за допомогою баштових або самохідних кранів. Висота нижнього блоку визначається можливостями монтажних механізмів та рішеннями щодо защемлення верхнього блоку під час висування. Нижній блок в результаті стає частиною монтажного оснащення, сприймає монтажні дії у разі висування верхнього блоку, на ньому закріплюють напрямні та інші монтажні пристрої.

Метод підрощування широко поширений у будівництві, оскільки забезпечує значне підвищення продуктивності праці та скорочення тривалості монтажних робіт, особливо в умовах обмеженого будівельного майданчика.

Підрощуванням називають метод монтажу висотних споруд, у разі якого конструкції вище за відмітку, доступну для установаження елементів монтажним краном, збирають внизу, починаючи з верхньої секції споруди, і висувають вгору на висоту чергової секції. Верхній блок збирають частинами всередині нижнього блоку, висування блоку здійснюють за допомогою вантажних поліспаств або гідропідйомників. Після підймання чергової секції та з'єднання її з раніше зібраною частиною споруди на рівні землі збирають та готують до підймання чергову секцію конструкції. Після монтажу нижньої, пірамідальної частини споруди, на рейкових коліях, в безпосередній близькості від башти, що зводиться, збирають стенд, на якому здійснюють укрупнювальне складання блоків верхньої, призматичної частини башти. Зібрані на стенді блоки подають під основу башти за допомогою поліспасти та електролебідки.

Далі блок піднімають за допомогою домкратів для суміщення з нижньою частиною висунутих раніше конструкцій башти. Після вивіряння та зварювання монтажних стиків всю призматичну частину башти висувають по направляючих на висоту нижнього блоку (висота блоків 10,0–12,0 м). Наступні операції повторюють в аналогічному порядку, поки не буде повністю змонтовано та піднято на проектні позначки призматичну частину башти.

Спосіб має принципові відмінності та переваги:

- найскладніші та трудомісткі процеси складання конструкцій можна виконувати на низьких відмітках;
- сталість робочих місць дає можливість добре їх оснастити, обладнати та укрити від негоди;
- залежність від метеорологічних умов через відсутність робіт на значних висотах мінімальна;
- високий рівень безпеки робіт;
- якісний поопераційний контроль.

Для методу підрощування найбільш оптимальна форма споруди, коли нижня частина вежі є потужною нерухомою пірамідальною конструкцією, здатною служити напрямною для висування крізь неї підрощувальної, призматичної конструкції стовбура.

Комбінований спосіб застосовують, коли окремих частин башти можливе використання різних методів монтажу. Наприклад, нарощування нижньої частини башти, встановлення на верхніх її відмітках поворотного шарніра із закріпленою верхньою частиною башти та її поворот із встановленням у проєктне положення.

Монтаж телебашт до 400,0 м заввишки найрізноманітніших конструктивних рішень, у тому числі зі змішаним (із залізобетону і сталі) несучим каркасом здійснюють комбінованим методом. Під час зведення нижніх опорних частин із збірного або монолітного залізобетону використовують приставні або баштові крани, рідше застосовують підймання у проєктне положення нижньої опорної частини, виконаної з металоконструкцій, за допомогою поліспастного оснащення великої вантажопідйомності. Під час монтажу верхніх частин башти (у яких розміщуються ліфтові шахти та антенні пристрої) використовують самопідймальні крани або один із варіантів методу підрощування.

11.5 Монтаж радіощогл

Монтаж радіощогл здійснюють трьома основними способами:

- нарощуванням за допомогою самопідймальних кранів та вертольотів;
- методом повороту навколо шарніру;
- методом підрощування.

Роботи з монтажу щоглових споруд починають після виконання підготовчих робіт на майданчику, що включають загальне інженерне підготування будмайданчика, спорудження якорів для закріплення монтажних лебідок, тимчасових розчалок, влаштування стенду для виготовлення та випробування відтяжок канатів і тимчасових розчалок. Тимчасові розчалки необхідні забезпечення стійкості щогли у процесі ведення робіт, стійкість змонтованої радіощогли забезпечуватиметься декількома ярусами відтяжок, натягнутих із заданим зусиллям і закріплених якорям землі.

Монтаж ґратчастих щогл нарощуванням здійснюють посекційно за допомогою самопідймальних повноповоротних кранів, що переміщуються по одній з граней щогли. Монтаж самопідймальних кранів виконують стріловим краном після монтажу опорної та нижніх секцій щогли. Встановлені секції щогли тимчасовими розчалками прикріплюють до тимчасових якорів або анкерних фундаментів щогли. Зібраний на землі самопідймальний кран з усім

такелажем піднімають та встановлюють на змонтовані секції щогли з подальшим закріпленням опорними пристроями крана за опорні столики, попередньо приварені до секцій щогли.

Для переміщення самопідйимального крана по висоті використовують обойму на стовбурі крана. Кран складається з гратчастого стовбура, що переміщується всередині обойми і має внизу опорні ригелі для кріплення до щогли. Обойма також забезпечена опорними ригелями у верхньому та нижньому рівнях для кріплення до щогли. Під час роботи кран спирається на ригелі стовбура щогли і його додатково закріплюють до щогли у верхньому рівні обойми, щоб уникнути перекидання.

У міру зведення щогли змонтовані конструкції вивіряють за допомогою двох теодолітів, встановлених у двох перпендикулярних взаємно площинах, що проходять через грань одного з поясів щогли. Методи та послідовність монтажу листових та трубчастих конструкцій аналогічні. Відмінність полягає в тому, що встановлюють і закріплюють секції щогл листової конструкції з внутрішніх майданчиків і спеціального зовнішнього кільцевого риштування, які переставляють краном у міру зведення і підвішують до скоб, привареним на верху змонтованої секції. Під час виготовлення секцій щогли на заводі до їхніх кінців приварюють встановлені по кондуктору кутові фіксатори, які фіксують положення секції і зазор в зварному шві під час встановлення, а також опори для крана і скоби для стропування секцій і підвіски риштування.

11.6 Монтаж щогл поворотом і підрощуванням

Підймання попередньо зібраних на землі щогл у проєктне положення здійснюють декількома способами залежно від типу підйимального обладнання та зусиль, що виникають у процесі монтажу. Підймання поворотом навколо шарніра здійснюють найчастіше із застосуванням тягових поліспаств і падаючої стріли або шевра. Висоту падаючої стріли приймають в межах $1/3$ висоти конструкції, що піднімається. У разі збільшення висоти падаючої стріли, зменшується необхідне для підймання зусилля в тягах і тяговому поліспастві.

Основним монтажним обладнанням під час монтажу щогл підрощуванням є портал, оснащений тяговими поліспастами, що приводяться в дію електролебідками. Перед підйманням щогла повністю укомплектовується технологічним обладнанням. Під час монтажу вона спирається на підйимальну раму порталу з балансиrom напрямних. Для утримання щогли у вертикальному положенні у процесі висування використовують тимчасові та постійні

відтяжки. Монтаж щогл поворотом навколо шарніра та підрощуванням має обмежене застосування.

Під час монтажу баштових та щоглових споруд за допомогою гелікоптера застосовують методи нарощування та повороту навколо шарніру. Монтаж башт гелікоптерами методом нарощування здійснюють блоками відповідно до вантажопідйомності машини. Кожен блок оснащують уловлювачами та монтажними фіксуючими пристроями, що забезпечують дистанційне наведення блоку та встановлення його в проєктне положення.

Для робіт використовують спеціальні траверси, троси з дистанційною системою розстропування та спеціальні пристрої, що знижують амплітуду розгойдування від вітрового навантаження та роботи гвинтів гелікоптера.

Наведення блоку здійснюють з кабіни гелікоптера, система уловлювачів і напрямних пристроїв забезпечує його стійкість після розстропування. Остаточне встановлення блоку в проєктне положення та його кріплення здійснюють монтажники. Після опускання блоку вони піднімаються зовнішніми сходами на раніше закріплені риштування і виконують роботи з проєктного закріплення і закладення стиків внутрішнім і зовнішнім зварюванням і шляхом встановлення болтових з'єднань.

Монтажний цикл у разі застосування методу нарощування включає:

- стропування готового до монтажу блоку, відривання від землі та підймання на висоту 2,5–3,0 м;
- повільне підймання блоку в проміжне за висотою положення для заспокоєння вантажу з подальшим транспортуванням його в зону монтажу;
- вихід гелікоптера на монтажну вертикаль з відстанню між нижньою кромкою блоку та верхом монтажного стику 1,0–2,0 м;
- монтажне зависання, встановлення блоку у проєктне положення;
- розстропування вантажу та підймання гелікоптером для зменшення вітрового тиску на змонтовану, але ще не закріплену конструкцію. Весь монтажний цикл не повинен перевищувати п'ятнадцять–двадцять хвилин льотного часу.

Монтаж поворотом навколо шарніра повністю готових опор радіорелейних ліній за допомогою гелікоптерів був успішно здійснений у важкодоступних районах країни. Але метод має обмежене застосування в основному через обмежену вантажопідйомність гелікоптерів. Найбільший ефект від застосування гелікоптерів може бути досягнутий у разі монтажу конструктивних елементів, що заздалегідь зібрані на землі, на декількох об'єктах, розташованих недалеко один від одного. Це дозволить значно знизити вартість оренди гелікоптера і скоротити витрати на переліт машини на об'єкт і назад на базу.

Лекція 12 МОНТАЖ ВИСЯЧИХ ВАНТОВИХ ПОКРИТТІВ

12.1 Види вантових покриттів

У спорудах, де треба перекривати без проміжних опор великі площі, дуже ефективні висячі покриття. Такі покриття можуть застосовуватися для виробничих та цивільних будівель різноманітного призначення та різного перерізу у плані (прямокутне, кругле та овальне). Криті стадіони, цирки, ринки, виставкові зали часто мають таку конструкцію покриття, оскільки висячі покриття вигідні за витратою матеріалів на одиницю площі, що перекривається, і відрізняються невисокою трудомісткістю під час зведення.

Висячі покриття виконують у вигляді переднапружених оболонок із збірно-монолітного залізобетону, вант, вантових ферм та сталевих мембран.

Висячою оболонкою називають монолітне або збірне з наступним замонолічуванням залізобетонне покриття, оперте на систему висячих вант. У період зведення такої оболонки робочими елементами її прогонової конструкції є сталеві канати. Після замонолічування в експлуатаційній стадії оболонка працює разом із вантами.

Вантова система та висяча оболонка спираються на опорний контур, що сприймає на себе горизонтальні та вертикальні реакції прогонової конструкції. Опорний контур висячого покриття може бути замкнутим. Висячі розтягнуті елементи в цьому випадку прикріплюють до жорстких опорних конструкцій, які можуть бути вишиті у вигляді опорного замкнутого контуру (кільце, овал, прямокутник), що передає зусилля через колони, похили контурні рами або арки на фундаменти. Розпір (горизонтальні реакції) прогонової конструкції погашається всередині опорного контуру і нижче частину споруди передаються лише вертикальні навантаження.

Якщо опорний контур не замкнутий, зусилля розпору передаються через підкоси, контрфорси, відтяжки з анкерами на фундаменти. Ці елементи зазнають значних зусиль від розпору вант і вимагають відповідно більшої витрати матеріалів. Системи із замкнутим контуром тому є економічнішими.

Прямокутні в плані системи. У таких будівлях застосовують системи з паралельних вант або вантових ферм; поверхня оболонки має циліндричну форму. Ванти чи ферми спираються на поздовжні балки, які передають зусилля на опорні рами з анкерами чи контрфорси. Величезні зусилля для прямокутних будівель зазвичай сприймаються додатковими виносними анкерними опорами. Для виключення взаємного зміщення, забезпечення просторової жорсткості у прямокутній будівлі застосовують систему взаємно перпендикулярних вант шарнірно з'єднаних у вузлах. Як контрфорси доцільно використовувати

змонтовані в будівлі конструкції, як, наприклад, поперечні стіни бічних прибудов.

Попередньо напружені залізобетонні висячі оболонки споруджують у наступній послідовності: виконують замкнутий опорний контур, до нього прикріплюють ортогональну сітку із сталевих канатів, якими потім укладають залізобетонні плити. Для виключення появи напруг, що розтягують, в оболонці здійснюють додаткове натягання канатів з зусиллям, яке повинно перевищувати на 25 % сумарне навантаження від власної маси покриття і корисного навантаження. Після замонолічування швів між плитами та набирання бетоном необхідної міцності оболонка починає працювати як просторова система.

Технологічну послідовність зведення попередньо напруженої вантової оболонки розглянемо з прикладу споруди з прольотом 48,0 м. Висячі ванти утворюють поверхню двоякої кривизни. Ванти закріплюють до опорного контуру та по них укладають збірні залізобетонні плити розміром 2,4 м × 2,4 м, шви між плитами замонолічують. Вантова система зі спарених канатів діаметром 52 мм утворена канатами, що перетинаються під прямим кутом, з'єднаними в місцях перетину металевими накладками на болтах. Для прикріплення до опорного контуру та можливості натягання на кінцях канатів встановлюють гільзо-клинові затискачі.

Доставлені на об'єкт ванти поєднують попарно, до них прикріплюють вертикальні підвіски.

Піднімають ванти у разі синхронної роботи двох кранів із застосуванням траверси спеціальної конструкції. Кінцеві ділянки об'єднаних вант з гільзо-клиновими затискачами заводять в отвори залізобетонного контуру і після монтажу всіх вант здійснюють їхнє натягання у певній послідовності, що виключає перевантаження контуру. Після натягання та геодезичного вивірення канати з'єднують у місцях перетину та здійснюють натягання вертикальних підвісок. Тільки після цього у квадратні осередки, утворені вантами, монтують залізобетонні плити, що мають по два опорні елементи на кожній стороні. Для з'єднання канатів у вузлах та укладання залізобетонних плит для робітників використовують пересувні містки та автовишки.

У шви між плитами укладають арматуру. Перед замонолічуванням швів ванти знову натягують гідравлічними домкратами, чим створюють необхідне попереднє натягання вантової системи. Після досягнення бетоном проєктної міцності вертикальні підвіски знімають. Змонтована система входить у самостійну роботу, після чого влаштовують покрівельне покриття.

Системи можуть бути однопрогоновими або багатопрогоновими. Останні економічніші, оскільки опорні конструкції розташовуються лише на зовнішніх опорних осях системи та загальна витрата матеріалів системи зменшується.

Проміжні стійки доцільно проєктувати з шарнірним закріпленням у хитних фундаментах, щоб у разі нерівномірного навантаження в прольотах на стійку не передавалися горизонтальні зусилля.

Системи еліптичні або овальні. Для них застосовують системи перехресних вант або вантових ферм. Вони можуть бути різноманітні за контуром і кривизною поверхні і щодо конструкції опорних елементів.

Після укладання та закріплення зверху вант або вантових ферм елементів покриття утворюється єдина висяча монолітна конструкція, що працює як єдине ціле лише після проєктного натягання вантової мережі та замонолічування швів між плитами та вантами.

Висяча оболонка піддається значному розтягуванню, тому в ній можуть виникнути тріщини. Для зменшення деформацій покриття і щоб уникнути появи тріщин оболонку попередньо напружують наступними способами:

- натяганням домкратами на затверділий бетон оболонки; у цьому випадку ванти розташовують у каналах або гнучких трубках і після натягання канали заповнюють розчином під тиском;

- натяганням привантаженням із передаванням зусиль на опорну конструкцію; вантаж укладають на незамонолічені плити або підвішують до покриття знизу. Оболонка стискується після досягнення бетоном замонолічування необхідної міцності.

Для оболонок та опорних конструкцій використовують бетон класу С12/15–С25/30, для плити оболонки – не нижче ніж С25/30. Для вант застосовують арматурні стрижні періодичного профілю, зміцнені витягуванням, арматурні пучки та пасма з високоміцного дроту, сталеві канати.

Круглі в плані системи. Для них використовують радіально розташовані в плані ванти або вантові ферми.

У разі рівномірного, асиметричного навантаження на покриття вони не викликають вигинання в стислому зовнішньому кільці і виявляються дуже ефективними за своїми техніко-економічними показниками завдяки повному використанню специфіки матеріалів – розтягнуті ванти і стиснуте опорне кільце. У круглих у плані будівлях йде взаємне погашення зусиль у зовнішньому опорному кільці, яке розраховане на стискальні зусилля. Для тих самих цілей у круглих будівлях застосовують вантові ферми, що складаються з несучих та стабілізувальних вант, з'єднаних у просторову систему стійками з шарнірними вузлами примикання.

Круглі системи можна проектувати однопрогоновими або багатопрогонними у вигляді двох і більше концентричних кіл в плані. Проміжні опорні кільця працюють на різницю зусиль, що передаються вантами суміжних кільцевих прольотів.

12.2 Технологія виготовлення та монтажу конструкцій

Монтаж висячих покриттів складається з таких операцій:

- монтаж колон;
- монтаж зовнішнього опорного кільця;
- встановлення середньої стійки з дванадцятьма домкратами;
- встановлення центральних опорних кілець;
- виготовлення вант;
- монтаж вантових півферм;
- початкове натягання півферм;
- монтаж панелей покриття із закладенням стиків;
- робоче натягування вантової системи;
- остаточне замонолічування плит покриття.

Під час встановлення колон зовнішнього діаметра 22,0 м заввишки був прийнятий безвивірний метод монтажу. Спочатку в бетонному фундаменті встановлюють і фіксують анкерні установні болти, на них монтують сталеву опорну плиту башмака колон, положення якої суворо вивіряють за рівнем і фіксують гайками установних болтів. Після цього плиту підливають цементно-піщаним розчином під встановлений рівень.

Сорок вісім металевих колон з фрезерованими торцями монтують за рисками осей і після закріплення бетонують на всю висоту. Як опалубку-облицювання використовують офактурені залізобетонні плити.

Після монтажу колон монтують зовнішнє опорне залізобетонне кільце на позначці 18,3 м. Збірне залізобетонне кільце діаметром 93,0 м спирається на консолі всіх металевих колон. Арматуру стиків елементів кільця зварюють ванним зварюванням, після чого стики замонолічують.

Кільце монтують з окремих залізобетонних елементів 6,0 м завдовжки і з перерізом 2,80 м × 0,62 м. Маса елемента приблизно 20,0 т. Для їхнього підймання використовується баштовий кран БК-300. Елементи кільця встановлюють та закріплюють на сталевих консолях колон.

Далі здійснюють крановий монтаж спеціально виготовленої центральної монтажної вежі 24,0 м заввишки зі сталевую ґратчастою конструкцією. На цій вежі монтують два центральні опорні металеві кільця діаметром 12,0 м. Для звільнення опор вежі після монтажу покриття на ній встановлюють дванадцять

домкратів під кожне кільце. На центральній опорі влаштовують майданчик між кільцями, на якому зосереджують всі пристрої та обладнання для натягування вантової системи.

Під час зведення вантового покриття застосовують спосіб збирання півферм на нульовій позначці. Півферми виготовляють на складальному майданчику та монтують повністю баштовим краном.

Стійки конструкції півферми встановлюють з таким розрахунком, щоб після попереднього натягання системи вони зайняли вертикальне положення. Зібрану таким чином півферму за допомогою спеціальної траверси краном встановлюють у проєктне положення. До того ж спочатку закріплюють на зовнішньому контурі за допомогою циліндричного шарніру стабілізувальний трос, а потім – несучий. Анкерний стакан несучого троса разом із заздалегідь одягненими сферичними шайбами заводять зверху в спеціальне гніздо вгорі колони. У нижньому опорному кільці на центральній монтажній вежі закріплюють протилежний кінець несучого троса і останнім закріплюють другий кінець стабілізаційного троса. Цей трос із боку внутрішнього кільця має подовжувач – сталевий стрижень із нарізанням, що дозволяє спочатку закріпити трос на кільці гайкою через сферичні шайби. Так вільно навішують всі півферми покриття.

Монтаж півферм покриття виконують баштовим краном, для якого навколо будівлі укладають кільцеві шляхи. Під час монтажу використовують спеціальну трубчасту траверсу 40,0 м завдовжки із можливістю автоматичного розстропування.

З метою зменшення згинальних моментів у зовнішньому опорному кільці під час попереднього натягання та обтиснення всієї системи з боку внутрішнього кільця за допомогою ручної лебідки і динамометра вантажопідйомністю 5,0 т натягують попарно всі стабілізаційні троси на зусилля в 2,0 т. Вказаний стан системи приймають, після чого у дванадцять етапів здійснюють натягання усіх тросів.

Півферми встановлюють в послідовності, що забезпечує стійкість споруди, тобто спочатку монтують дві півферми в одному перерізі, потім дві інші – у взаємно перпендикулярному, всі наступні – по бісектрисі кутів, що утворилися. Під час встановлення півферм та їхнього натягання робітники одночасно працюють з чотирма елементами, розташованими один до одного під кутом 90°.

Після встановлення та закріплення всіх півферм натягують робочі та стабілізаційні канати на початкове зусилля. Одночасно натягують чотири півферми у двох взаємно перпендикулярних напрямках.

Після попереднього натягання тросів ферм центральні сталеві кільця вантової системи за допомогою домкратів розкручують, а тимчасову опорну вежу демонтують.

Наступним є монтаж покрівельного підлоги. Покриття розбивають на чотири рівні сектори, в яких одночасно здійснюють монтаж покриття з укладанням елементів у радіальному напрямку. Плити покриття укладають на канати від нижньої позначки до верхньої під час рівномірного завантаження вантової системи і з'єднують між собою, у шви укладають арматуру.

До замонолічування швів покрівельного настилу здійснюють робоче натягання вант гідравлічними домкратами. Натягання вант здійснюють лише з одного боку, зазвичай із боку зовнішнього опорного кільця.

Переваги методу:

- застосування вантових ферм з тросами, що перетинаються (несучим і стабілізаційним), зменшує будівельний обсяг будівлі;
- конструктивне рішення дозволяє виконувати більшість робіт зі збирання вантових ферм на нульових відмітках, що значно знижує трудомісткість робіт;
- конструктивне рішення ферми та траверси дозволяє спростити монтаж, закріплення тросів на опорах зводиться до елементарних операцій.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кондращенко О. В. Матеріалознавство : навч. посіб. / О. В. Кондращенко ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2007. – 182 с.
2. 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.
3. 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. – 159 с.
4. 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.
5. Якименко О. В. Опоряджувальні роботи в будівництві : навч. посіб. / О. В. Якименко, А. А. Жигло ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 364 с.
6. Матеріалознавчі рішення при зведенні і реконструкції будівель та споруд : навч. посіб. / О. В. Кондращенко, Н. Г. Морковська, С. В. Шаповал, О. В. Якименко. – Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 200 с.
7. Якименко О. В. Технічна експлуатація будівель та споруд : навч. посіб. / О. В. Якименко, К. О. Кітьова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020 – 247 с.

Електронне навчальне видання

ЯКИМЕНКО Олег Вікторович

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

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

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

Відповідальний за випуск *І. В. Говоруха*
Редактор *О. А. Норик*
Комп'ютерне верстання *О. В. Якименко*

План 2023, поз. 190Л

Підп. до друку 07.06.2024. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 7,1.

Видавець і виготовлювач:

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

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017