**Основні монтажні операції і процеси**

Сучасне будівельне виробництво не можна уявити без значних обсягів робіт, які виконують монтажники. Звідки бере початок професія «монтажник»? Первісній людині під час спорудження житла вже доводилося виконувати роботу з піднімання та переміщення різних вантажів. Спочатку людині вистачало власної мускульної сили, проте зі зростанням потреб і ускладненням завдань цього ставало вже недостатньо.

Ще в кам'яному віці первісна людина створила різноманітні знаряддя праці, які полегшували виконання робіт. Згодом виникла потреба механізувати ручну працю. Було створено прості підіймально-транспортні засоби, які постійно удосконалювалися і врешті-решт перетворилися на сучасні механізми.

Першим теоретиком будівельно-монтажної справи був Марк Вітрувій Полліон (друга половина І ст. до н. е.) римський архітектор, інженер та історик. У своєму трактаті «Десять книг про архітектуру» він виклав основи містобудівництва, висвітлив основні інженерно-технічні питання та узагальнив досвід давньогрецького і римського будівництва. Він перший описав окремі способи піднімання та переміщення вантажів.

Давніми римськими зодчими і будівельниками були створені унікальні зразки архітектурної та інженерної творчості, що повністю або частково збереглися донині.

Широковідомі пам'ятки мистецтва й архітектури вітчизняних майстрів — Софіївський собор у Києві, Києво-Печерська лавра, Софіївський собор у Новгороді, Успенський та Дмитрівськиіі собори у Володимирі, храм Покрова на Нерлі та багато інших.

Будівельно-монтажні роботи розвивалися та удосконалювалися відповідно до вимог часу. Будівельний майданчик змінювався і набував нових рис. Зі створенням потужної будівельної індустрії будівельний майданчик усе більше перетворюється на монтажний.

У процесі зведення житлових, громадських і промислових будівель никонуються різні монтажні роботи зі встановлення збірних будівельних конструкцій та деталей у проектне положення

До початку монтажних робіт здійснюють підготовчі роботи, до яких належать: підготовка будівельних майданчиків; прокладання доріг для транспорту; обладнання складів збірних конструкції; напівфабрикатів та матеріалів; прокладання кранових колій для рейкових монтажних кранів; установлення монтажних кранів та іншого монтажного обладнання; облаштування різних комунікацій; забезпечення будівельного майданчика тимчасовими побутовими приміщеннями і тп.

Наведений перелік підготовчих робіт може змінюватися залежно від характеру конструкцій, з яких зводяться споруди, способів виконання монтажних робіт, умов доставки елементів збірних конструкцій на будівельний майданчик.

*Монтаж будівельних конструкцій* – комплексно-механізований процес зведення будинків, споруд або частин їх із заздалегідь виготовлених елементів чи вузлів. Він складається з транспортних, підготовчих та суто монтажних процесів і операцій, які виконують за допомогою монтажних, такелажних та транспортних засобів.

За умов інтенсивної індустріалізації будівництва монтаж будівельних конструкцій є основним технологічним процесом, в якому використовуються заздалегідь виготовлені елементи та вузли. Структура комплексного процесу монтажу будівельних конструкцій складається з транспортних, підготовчих і власне монтажних процесів (рис. 1).

*До транспортних процесів* належать навантажування монтажних елементів, перевезення їх, розвантаження та складування або подавання під гак крана..

*Підготовчі процеси* складаються з укрупнення, зміцнення та попереднього оснащування конструкцій такелажним приладдям, риштуванням, пристроями для вивірення та тимчасового закріплення, фарбування тощо.



Рис.1. Структура комплексного процесу монтажу будівельних конструкцій.

*Суто монтажні процеси* – це оснащення, стропування і захоплення конструкцій, піднімання або переміщування, наведення та установлення їх на опори або заведення їх у стик, вивірення, тимчасове і постійне закріплення.

Паралельно з монтажем конструкцій можливе виконання інших супутніх процесів та операцій, які забезпечують підготовку фронту робіт, бетонування стиків, зварювання, установлення болтів, антикорозійний захист, герметизацію тощо. Режим і параметри монтажного процесу визначаються виробничою потребою і регламентуються нормативними або директивними термінами будівництва.

За останні роки широкого застосування набули методи укрупненого складування конструкцій на конвеєрних лініях; піднімання поверхів та перекриттів; повертання повністю зібраних щогл, башт, технологічних апаратів; підрощування каркасів інженерних споруд та насування окремих частин або всього будинку. Опановуються методи пневмопіднімання конструкцій, під час монтажу різних літальних апаратів та інших монтажних засобів. Упроваджується безкрановий монтаж, який ґрунтується на використанні домкратних підйомників різних конструкцій; створено потужні стрілові й баштові крани, які мають підвищену мобільність і вантажопідйомність.

Дедалі широкого застосування набуває радіопрограмне керування кранами, що дає змогу виключати знакову сигналізацію між кранівником та монтажником, не зовсім зручну, якщо немає прямої видимості. Крім радіозв’язку в кабіні кранівника встановлюють телевізор, передавальний пристрій якого напрямлений на проектні позначки конструкції, що монтується.

Все це забезпечує зниження трудомісткості монтажу будівельних конструкцій, скорочення його тривалості та зниження собівартості, підвищення продуктивності вантажних і транспортних засобів.

1. *Організаційно-технологічна структура процесу монтажу –*характеризується особливостями її складових і структурних елементів, які розкривають:

*організацію процесу*, що передбачає напрямлений розвиток фронту монтажних робіт, послідовність та режим виконання окремих операцій, характер укрупнення монтажних елементів, перевезення і подавання в зону монтажу (з транспортних засобів, приоб’єктних складів, конвеєрної лінії);

*механізацію монтажних операцій*: часткова, комплексна, напівавтоматизація, автоматизація всього процесу здійснюється: мобільними монтажними машинами і механізмами, немобільними літальними апаратами, плавучі крани.

Прийоми виконання основних монтажних операцій оснащення, захоплення, стропування конструкцій (здійснюється обхватом за петлі, або отвори у тілі конструкції); піднімання (вертикальне, горизонтальне, радіальне, комбіноване); наведення, орієнтування та встановлення елементів (вільне, обмежено вільне і примусове встановлення); вивірення (візуальне, інструментальне, автоматизоване); фіксація і закріплення у проектному положенні (тимчасове, постійне); антикорозійний захист, герметизація, бетонування стиків, замонолічування, установлення кріпильних деталей.

Керування виконанням окремих операцій і процесів.

На організаційно-технологічну структуру монтажу впливають монтажні хар-ки – будівельний габарит об’єкту, монтажна маса конструкції, висота піднімання і глибина подавання.

*Будівельний габарит* – межові контури об’єкта, які визначають можливість безпечного наближення до нього монтажників або транспортних засобів для подавання конструкцій, які монтують. Розрізняють зовнішній і внутрішній.

*Монтажна маса конструкції* -  - визначається загальною масою, яку треба підняти, перемістити та встановити в проектне положення.

 *,*

де *G* – маса елемента конструкції блоку;  – маса монтажних пристосувань.

*Глибина подавання*– відстань переміщення конструкції в горизонтальній площині відносно осей монтажного крана (або ін.).

 , - монтажний виліт стріли (гака) крана описується радіусом її дії – відстанню від центра ваги елемента і віссю повороту крана;  – відстань між віссю повороту крана і шарніром кріплення стріли, або опори для баштових кранів;  - відстань від шарніра кріплення стріли до зовнішньої поверхні споруди;  - відстань від зовнішньої поверхні споруди до осі гака крана (або частини, що виступає)

шарніра кріплення стріли до зовнішньої поверхні споруди;  -

*Висота підйому* – технологічно необхідна висота вертикального переміщення монтажних елементів. Може бути проектна і монтажна.

Проектна характеризується робочими позначками розташування складних елементів за висотою.

Монтажна висота підйому – можливість технологічного піднімання і опускання конструкції

 ,

 – перевищення опор елемента, що монтується над рівнем стоянки крана (РСК);

 – необхідний мінімальний проміжок для наведення елемента монтажу;

 - висота (товщина) монтажного елемента;

 - довжина стропів, траверси або висота захоплення пристрою.



Успішне виконання будівельно-монтажних робіт можливе лише за умов ретельної підготовки будівельного майданчика з визначенням напряму розвитку монтажного процесу; закінчення всіх без винятку робіт, які передують монтажу конструкцій; забезпечення монтажників вантажозахоплювальними і монтажними пристосуваннями, ін­вентарем та інструментами; відповідності робіт технічній та технологічній документації, в якій розроблено послідовність або черговість установлення збірних конструкцій у проектне положення; організації комплексного постачання збірних конструкцій, укомплектування складу монтажної бригади відповідно до вимог проекту виконання робіт (ПВР).

Широке застосування збірних конструкцій ставить перед проектувальниками, архітекторами, конструкторами, технологами вимоги щодо створення можливостей із виготовлення, транспортування та монтажу конструкцій з найменшими витратами праці та матеріально-технічних засобів і, водночас, відповідності умовам технологічності.

Технологічність конструкцій — це пристосованість їх до виготовлення, транспортування та монтажу.

Монтажна технологічність — це ступінь пристосованості певної конструкції до монтажу з найменшими витратами праці, часу, коштів і матеріальних ресурсів.

Характерними ознаками монтажної технологічності є такі: висока заводська готовність, раціональне укрупнення конструкцій, відносна рівновагомість (однакова маса) елементів, що монтуються, простота монтажних стиків, зручне розміщення місць стропування.

Великорозмірні будівельні конструкції мають вищу монтажну технологічність порівняно з іншими конструкціями внаслідок зменшення монтажних з'єднань.

У процесі зведення промислових будівель часто використовують конструкції кількох вагових груп. У цьому разі, щоб підвищити монтажну технологічність, монтаж здійснюють різними кранами, вантажопідйомність яких відповідає певній ваговій групі.

Технологія виконання транспортних процесів. Для транспортування конструкцій на об'єкт залежно від відстані, наявності під'їзних шляхів та стану внутрішньомайданчикових доріг вибирають найраціональніший варіант комплексної механізації транспортування.

Для перевезення збірних конструкцій застосовують спеціальний технологічний транспорт: панелевози, трейлери, фермовози тощо.

Доставлені на об'єкт конструкції мають відповідати комплектувальним відомостям.

У разі монтажу з транспортних засобів конструкції доставляють відповідно до погодинного графіка монтажу.

Приоб'єктні склади улаштовують у тих випадках, коли монтаж із транспортних засобів неможливий. Такі склади розміщують у зоні дії монтажного крану.

Розвантаженням на приоб'єктному складі керує робітник, який називається такелажником

До його обов'язків входить: прийняти будівельні каптажі на склад відповідно до комплектувальних відомостей, розмістити конструкції та деталі на спеціально відведених для них місцях складу, стежити за тим, щоб на складі завжди була достатня кількість елементів, подавати на монтаж потрібні конструкції.

Складування. Приоб'єктний склад має бути розміщений у зоні монтажного крану. Усю територію складу поділяють на відповідні майданчики, які мають певне призначення.

На один майданчик не дозволяється складувати елементи різних марок чи різних розмірів. Розмір майданчика визначається за розмірами конструкції, яка має зберігатися на ньому. Більшість залізобетонних виробів складують штабелями на дерев'яних підкладках у положенні, близькому до проектного. Висота штабелів має відповідати норматив­ним вимогам охорони праці.

Між окремими штабелями залишають прохід не менше ніж 20 см. Для зручності стропування через кожні два штабелі у поздовжньому та через 25 м у поперечному напрямках залишають проходи завширшки не менше як 70 см.

Перевірка якості, розмірів, маркування. Після доставлення конструкції на об'єкт такелажник відповідно до сертифікатів візуально визначає усі її параметри. Якщо вони не відповідають документальним показникам, то таку конструкцію потрібно повернути постачальнику з вимогою замінити її на якісну.

Облік комплектності. На складі завжди має бути нормативний запас елементів, який би забезпечував безперервний монтаж на випадок зриву графіка чи затримки завезення потрібних елементів.

Комплектність елементів на складі контролює такелажник і в разі зменшення кількості тих чи інших елементів до визначеного мінімуму робить заявку на поповнення їх до нормативної кількості.

Технологія виконання підготовчих процесів. Якщо маса та розміри конструкції перевищують допустимі для транспортування в цілому вигляді, їх доставляють на об'єкт окремими елементами — відправними марками. Складання окремих елементів — укрупнення — здійснюють на спеціальному майданчику чи стенді. Майданчики для укрупнення конструкцій обладнують поблизу місць монтажу або приоб'єктних складів уздовж кранових шляхів.

Ступінь укрупнення елементів залежить від вантажопідйомності крана, можливостей доставлення укрупнених блоків під монтаж та економічної ефективності монтажу укрупненими блоками.

Тимчасове посилення конструкцій здійснюють у тих випадках, коли під час монтажу в конструкціях виникають додаткові напруження, які можуть призвести до руйнування або деформації конструкції.

Здебільшого це стосується монтажу металевих ферм, пояси яких за значної вільної довжини їх можуть виявитися недостатньо стійкими в напрямку від площини ферм.

Для того щоб монтажні навантаження не спричинювали небезпечних деформацій в елементах ферм, їх посилюють сталевими брусами, трубами тощо.

У процесі монтажу великопанельних гіпсових перегородок застосовують спеціальні обойми, які забезпечують стійкість і міцність конструкцій під час переміщення їх зі складу до місця установлення в проектне положення.

Облаштування елементів драбинами, риштуваннями та іншими пристроями здійснюють з метою забезпечення безпечної роботи монтажників на висоті та для підіймання їх до робочих місць.

Кріплення навісних пристроїв до конструкцій здійснюється на місці їх установлення або на складі.

Для гарантування безпечної роботи монтажників під час монтажу плит покриття до крайніх плит перед їх підніманням прикріплюють тимчасову огорожу і разом із нею підіймають плити й укладають їх у проектне положення.

До піднімання балок, ферм, прогонів, ригелів завдовжки не менше ніж 12 м на них навішують металеві розчалки та конопляні канати, за допомогою яких елементи утримують від розгойдування та обертання, а також для наведення їх на місце встановлення. Перед монтажем колон на них навішують спеціальні помости на рівні підкранових балок і ферм чи балок покриття.

Приймання фундаментів. На конструкції або елементи, які закриваються деталями, розташованими над ними, або засипаються ґрунтом, складають акти на приховані роботи.

У цих актах зазначається правильність установлення конструкцій у проектне положення.

Підписують акт представники замовника та виконавця робіт.

Подальші роботи можна продовжувати тільки після підписання акту.

Технологія монтажних процесів. До початку монтажного процесу потрібно підготувати місце, де виконуватиметься цей процес.

Оскільки монтаж пов'язаний із використанням відповідних пристосувань (кондукторів, струбцин, підкосів, розчалок, драбин) та інструментів, потрібно, щоб до початку робіт вони були на робочому місці.

Безпосередньо перед подаванням конструкції на монтаж готують місце, куди її буде поставлено. Його очищують від бруду та сміття, на опорні конструкції наносять установлювальні риски, улаштовують постіль із розчину. Шов, утворений постіллю, має бути міцним, суцільним, без тріщин і пропусків, мати однакову товщину по всій довжині.

Стропування, встановлення, вивірення та тимчасове закріплення.

Подавання деталі до місця монтажу полягає в тому, що такелажник закріплює її на гаку крана.

Усі сигнали під час стропування, піднімання та переміщення подає такелажник; під час приймання на робочому місці бригадир, ланковий чи спеціально призначений сигнальник.

Після установлення деталі її слід вивірити, тобто надати деталі проектного положення.

За вільного методу монтажу змонтовану деталь вивіряють за допомогою монтажних пристроїв і підкосів, струбцин, кондукторів, домкратів. Після надання деталі правильного проектного положення її тимчасово закріплюють тими самими пристроями.

Надання змонтованій деталі проектного положення та її тимчасове скріплення — це основні операції, які виконують монтажники.

Після тимчасового закріплення деталь звільнюють від стропів, траверс чи захоплювачів. Огороджувальні конструкції в каркасних будівлях і панелі покриттів в одноповерхових промислових будівлях монтують без тимчасового закріплення, одразу приварюючи їх до несівних конструкцій.

Остаточне вивірення полягає в перевірці відповідності положення змонтованої деталі проектним позначкам. Це одна із найвідповідальніших операцій, яка визначає якість монтажу і довговічність будівлі.

Постійне закріплення залежить від матеріалу, з якого виготовлені деталі, виду їх з'єднання та конструкції стиків і вузлів.

Постійне закріплення залізобетонних деталей у стиках може бути: монолітним на випусках арматури, монолітним безарматурним і зварним на закладних деталях.

Тип стику визначає технологію його виконання. Тільки після постійного закріплення дозволяється знімати монтажні пристрої.

Антикорозійний захист зварних з'єднань виконують нанесенням на металеві деталі металізаційних, полімерних або комбінованих покриттів. Захист здійснюють двічі: перший — на заводі під час застосування закладних деталей, другий — на будівництві після монтажу та накладання швів.

Замонолічування швів та стиків розчином чи бетонною сумішшю виконують після приймання зварних з'єднань і нанесення антикорозійного покриття.

Засоби механізації монтажних робіт і захоплювальні пристрої. У будівельному виробництві значну роль відіграють машини. Сучасне будівельне виробництво поступово перетворюється на комплексно- механізований монтаж об'єктів з уніфікованих елементів промислового виготовлення.

З технологічного погляду монтажні машини доцільно класифікувати за їх мобільністю та основною технологічною ознакою монтажної зони, яку вони здатні обслуговувати безперервно.

За цими ознаками монтажні машини поділяють на дві основні групи: пересувні та стаціонарні.

У свою чергу, пересувні монтажні машини поділяють на обмежено-мобільні та мобільні.

До обмежено-мобільних належать баштові самопідіймальні портальні, залізничні й козлові крани (рис. 2. а—є).

Баштові крани посідають провідне місце серед підіймально-транспортних машин. За призначенням їх поділяють на такі групи: крани для масового цивільного та промислового будівництва, крани для висотного будівництва, спеціальні крани для промислового будівництва, крани -навантажувачі.

Портальні, залізничні та козлові крани мають обмежене застосування на відповідних роботах.

До групи мобільних належать самохідні автомобільні (рис. 2., ж), пневмоколісні (рис. 2., з), гусеничні крани (рис. 2., и, і). Ця група кранів фактично не має обмежень зони роботи. їх легко перевозити з місця на місце як у межах самого об'єкта, так і на інший об'єкт.

До групи стаціонарних машин належать щоглово-стрілові крани (рис. 2., л): приставні; крани-щогли (рис. 2., к), стрілові та тросові підйомники. Характерною особливістю кранів цієї групи є те, що, на відміну від пересувних, вони в процесі зведення об'єктів не переміщуються по фронту робіт.

Монтажні пристосування і такелажне обладнання. До монтажних пристосувань для вивірення та тимчасового закріплення конструкцій належить велика кількість кондукторів, розчалок, підкосів, тимчасових в'язів і фіксаторів.

Під час монтажу колон їх вивірення та тимчасове закріплення здійснюють за допомогою клинів, клинових вкладишів і кондукторів. Розпірки широко використовують для тимчасового закріплення ферм, арок, стінових панелей, перегородок; підкоси — для кріплення колон, рам і стінових панелей. В'язі — це пристосування для тимчасового кріплення стінових панелей до колон.

Процес кріплення монтажного елемента до гака крана здійснюється за допомогою такелажного (вантажозахоплювального) обладнання (рис. 3). Для цього користуються стропами, траверсами і захоплювачами.

Вантажозахоплювальні пристрої мають забезпечувати просте, зручне і безпечне кріплення та зняття монтажного елемента з гака крана; бути універсальними, надійно, без деформацій утримувати вантаж у процесі піднімання, під час поворотів та опускання.

Найпоширенішими пристроями є стропи (рис. 3, а, б).

їх виготовляють із сталевих гнучких канатів. Залежно від типу вантажів вони поділяються на універсальні, полегшені, одно- та багатогілкові (дво-, чотири шестигілкові).

Траверси — балки чи трикутні ферми з підвішеними до них стропами (рис. 3, з, и). Застосовують траверси під час монтажу елементів, що мають великі розміри (ферми, балки, ригелі), для одночасного подавання на монтаж кількох залізобетонних плит покриття, під час монтажу об'ємних блоків, стінових панелей і перегородок.

Пристрої, якими кінці стропа прикріплюються до елементів, називають захоплювачами (рис. 4). За допомогою штирів, пальців, планок здійснюють захоплення конструкції за отвори (рис. 4, а, б, в). Консольними захоплювачами піднімають плити перекриття, балки, ригелі (рис. 4, г). Фрикційні захоплювачі утримують елемент за допомогою сили тертя (рис. 4, д). Кліщові захоплювачі застосовують для піднімання таврових залізобетонних конструкцій, листових мета- локонструкцій (рис. 4, є, ж). Вакуумні утримують елемент за допомогою вакуумних присосків (рис. 4, з). Електричні захоплювачі піднімають вантаж, використовуючи постійний струм, який подається в котушку корпусу (рис. 4, и).

**Організація монтажних процесів.**

 Монтажні роботи це комплексний процес механізованого зведення об'єктів з елементів заводського виготовлення. Розрізняють кілька методів монтажу.

Залежно від ступеня укрупнення: дрібноелементний, поелементний, блоковий, спорудами у складеному вигляді.

Залежно від послідовності встановлення конструкцій та суміщення монтажу з технологічно суміжними роботами: диференційний — послідовне встановлення однотипних конструкцій у межах ділянки чи захватки (рис. 5, а); комплексний послідовний монтаж різнотипних конструкцій у межах однієї чи кількох ділянок (рис. 5, б); комбінований поєднання двох попередніх (рис. 5, в).

Залежно від технологічних особливостей і конструктивних характеристик об'єкта: нарощування — послідовне складання конструкцій знизу вгору (рис. 6, а); підрощування — монтаж ведуть у такій послідовності: спочатку на нульовій позначці складають найвищий ярус споруди, піднімають його і підводять під нього наступний, з'єднують :і попереднім і піднімають уже разом і т. д. (рис. 6, б).

У процесі піднімання зі складними переміщеннями у просторі конструкцію піднімають, переміщують краном у горизонтальному напрямку та опускають у проектне положення (рис. 6). Цей метод широко застосовують у процесі зведення промислових і цивільних споруд із залізобетонних, металевих і дерев'яних конструкцій.

Під час повороту конструкцію нижнім кінцем обпирають на фундамент або з'єднують із ним. Піднімання відбувається за рахунок повороту відносно грані опори чи шарніра, якпіі встановлено на ній. Цей метод застосовують для монтажу колон, димових труб, радіощогл, опор ліній електропередач (рис. 6, г).

Під час повороту з ковзанням конструкцію укладають верхнім кінцем до опори, а нижній закріплюють на спеціальному візку. Водночас із підніманням верхнього кінця конструкції візок з нижнім кіпцем переміщується в напрямку до опори доти, доки конструкцію не буде встановлено в проектне положення (рис. 6, д).

Насування використовують для встановлення па опори конструкцій, які складено на майданчику. Горизонтальне переміщення конструкцій виконують по спеціальних доріжках, коліях або напрямних на рівні проектного положення конструкції. Цей метод застосовують для встановлення кроквяних ферм, укрупнених блоків покриттів, реконструкції споруд, коли стару споруду демонтують, а па її місце насувають нову (рис. 6, е).

Монтаж елементів залізобетонних конструкцій. До початку монтажних робіт виконують розбивання і закріплення осей, перевірку позначок основи, вирівнювання та підготовку основи.













