

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

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

щодо організації самостійної роботи та виконання практичних завдань
із навчальної дисципліни

**«МЕХАНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА І РЕМОНТНО-
БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ»**

*(для студентів 3 курсу денної форми навчання спеціальностей
192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Промислове і
цивільне будівництво»)*

**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2021**

Методичні рекомендації щодо організації самостійної роботи та виконання практичних завдань із навчальної дисципліни «Механізація та автоматизація будівництва і ремонтно-будівельних робіт» (для студентів 3 курсу денної форми навчання спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія; освітня програма «Промислове і цивільне будівництво» / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. О. В. Якименко, А. А. Жигло. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 30 с.

Укладачі: канд. екон. наук, доц. О. В. Якименко,
канд. техн. наук, доц. А. А. Жигло

Рецензент:

Морковська Н. Г., кандидат технічних наук, доцент кафедри технології будівельного виробництва і будівельних матеріалів Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою технології будівельного виробництва та будівельних матеріалів, протокол № 6 від 28 листопада 2020 р.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| 1 Загальні положення | 4 |
| 2 Загальні відомості щодо стрілових самохідних і баштових кранів | 5 |
| 2.1 Призначення і класифікація кранів | 5 |
| 2.2 Основні параметри кранів | 6 |
| 2.3 Вибір і обґрунтування методів виконання монтажних робіт і комплектів машин | 8 |
| 3 Вибір будівельних кранів | 14 |
| 3.1 Визначення необхідних технічних параметрів баштового крана | 14 |
| 3.2 Визначення необхідних технічних параметрів самохідного стрілового крана | 17 |
| 4 Методичні рекомендації щодо організації самостійної роботи | 24 |
| 4.1 Комплексна механізація і автоматизація будівельних процесів | 24 |
| 4.2 Комплексна механізація транспортних процесів | 24 |
| 4.3 Комплексна механізація й автоматизація земляних робіт | 25 |
| 4.4 Комплексна механізація пальових робіт | 25 |
| 4.5 Комплексна механізація та автоматизація бетонних робіт | 26 |
| 4.6 Комплексна механізація спеціальних методів бетонування | 26 |
| 4.7 Комплексна механізація монтажних робіт | 27 |
| 4.8 Сучасні методи механізації робіт з улаштування підлог | 27 |
| 4.9 Механізація робіт під час реконструкції будівель і споруд | 28 |
| Список рекомендованих джерел | 29 |

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

У рекомендаціях наведено методику виконання практичних робіт і самостійної роботи студентів відповідно до робочих програм курсів.

Мета рекомендацій – забезпечити ефективне засвоєння теоретичних знань і набуття навичок, необхідних для вивчення та практичного виконання і контролю технологічних процесів у процесі механізації та автоматизації будівництва і ремонтно-будівельних робіт.

Методику викладено згідно з вирішенням технологічних завдань, що становить основу виконання практичних робіт, а також самостійної роботи щодо зазначених курсів.

Розпочинаючи вивчення курсу «Механізація та автоматизація будівництва і ремонтно-будівельних робіт», студент повинен чітко усвідомлювати його мету і завдання.

Відомості студент отримує, вивчаючи матеріал, викладений на лекціях, практичних заняттях, під час самостійної та індивідуальної роботи.

Самостійну роботу студент виконує за участю викладача, який консультує і здійснює методичне керівництво під час вивчення матеріалу за навчальною літературою і за іншими джерелами інформації.

Щодо результатів самостійної роботи студент звітує перед викладачем в установлені строки:

- практичні заняття – протягом семестру;
- теоретичний матеріал – на диференційованому заліку.

Методичні рекомендації включають два розділи. У першому викладено методику виконання практичних робіт, у другому наведено рекомендації щодо виконання самостійної роботи відповідно до робочих програм курсів.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ЩОДО СТІЛОВИХ САМОХІДНИХ І БАШТОВИХ КРАНІВ

2.1 Призначення і класифікація кранів

Стрілові самохідні крани призначені для будівельно-монтажних і навантажувально-розвантажувальних робіт, вони належать до класу підйимально-транспортних машин.

За конструкцією ходового пристрою розрізняють крани таких типів: *автомобільні, пневмоколісні, гусеничні, на спеціальному шасі автомобільного типу та на короткоподібному шасі.*

За приводом механізмів крани поділяють на *гідравлічні, електричні, механічні, комбіновані.*

За конструкцією стрілового обладнання виокремлюють крани з *гнучким підвішуванням стріли (канатним) і з жорстким підвішуванням стріли (телескопічним).*

Крани баштові. Баштові будівельні крани поділяють на *пересувні на рейковому ходу та приставні, або самопіднімальні*, з різними конструктивними рішеннями: *із поворотною вежею; із нерухомою вежею і поворотним оголовком, на якому встановлена стріла; із підйомною стрілою; із стрілою з вантажним візком.*

Баштові пересувні крани становлять рейковий, вільно розміщений поворотний кран із закріпленою у верхній частині вежі стрілою.

У більшості баштових пересувних кранів механізми й противаги розташовані на поворотній платформі, що підвищує їхню стійкість. Крани перевозять в зібраному вигляді на буксирі, монтують і демонтують їх за допомогою методів, які рекомендуються для кожного типу крана проєктувальною організацією. Демонтують крани зазвичай у порядку, протилежному до монтажу. За умов будівельно-монтажного майданчика для кожного окремого випадку метод обирають відповідно до конструкції крана, розмірів і ваги його монтажних вузлів, наявності підйомних засобів, досвіду монтажників тощо.

Баштові крани обладнані самопідйимальною стрілою, яка піднімає і переміщує вантаж щодо горизонталі або горизонтальну стрілу з вантажною кареткою.

Приставні баштові крани можуть бути пересувного й стаціонарного виконання. Вони забезпечують підйом вантажу на висоту до 150...200 м. Їх застосовують для зведення висотних, компактних у плані цивільних будівель. У пересувному виконанні ці крани працюють як вільно стоячі до певної висоти

(30...50 м). Якщо висота значна, приставні крани кріплять до будівлі, що зводиться, за допомогою спеціальних зв'язок.

Самопідймальні баштові крани застосовують для монтажу висотних каркасних будинків. Кран за допомогою обійми й спеціальних висувних упірних кріплень переміщується по горизонталі, спираючись на каркас будівлі, що зводиться, по вертикалі – з одного монтажного горизонту на інший, спираючись на змонтовані конструкції каркаса.

На основі базових моделей кранів можуть виготовлятися такі крани: зі зміненими висотою і вильотом (шляхом змінювання висоти вежі й довжини стріли); стрілові та крани-навантажувачі; із підйимальною, балковою, шарнірно-зчленованою або телескопічною стрілою; зі зміненою величиною вантажопідйомності; на безрейковому ході; для роботи в різних вітрових і кліматичних районах; приставні крани.

2.2 Основні параметри кранів

Основні технічні дані, що характеризують крани, називають **параметрами**. Залежно від цих параметрів визначають можливість використання крана в тих чи інших виробничих умовах. До параметрів монтажних кранів належать:

- **вантажопідйомність** – найбільша маса вантажу, яка може бути піднята краном за умови збереження його стійкості й міцності конструкції (маса здійснених вантажозахоплювальних пристроїв включається у вантажопідйомність крана);

- **довжина стріли** – відстань між центром осі п'яти стріли й осі обійми вантажного поліспада;

- **виліт гака** – відстань щодо горизонталі від осі обертання поворотної частини до вертикальної осі вантажозахоплювального органу без вантажу у разі встановлення крана на горизонтальному майданчику;

- **вантажна характеристика** – це залежність вантажопідйомності стрілового крана від вильоту вантажозахоплювального органу;

- **вантажний момент** – момент, що відповідає добутку вантажопідйомності крана на виліт вантажозахоплювального органу;

- **висота підйому вантажного гака** – відстань щодо вертикалі від рівня стоянки крана до опорної поверхні вантажозахоплювального органу в його верхньому робочому положенні;

- **колія** – відстань між центрами передніх або задніх коліс пневмоколісних кранів, ширина гусеничного ходу або відстань між осями головок рейок;

– **база** – відстань між осями передніх і задніх коліс пневмоколісних або рейкових кранів (для технічної характеристики гусеничних кранів вказують довжину гусеничного ходу);

– **радіус повороту хвостової частини поворотної платформи** – відстань між віссю обертання крана й найбільш віддаленою від неї точкою платформи або противаги;

– **швидкість підйому вантажу** – швидкість вертикального переміщення вгору робочого вантажу, що відповідає вантажопідйомності крана в сталому режимі руху під час роботи вантажної лебідки;

– **швидкість посадки вантажу** – найменша швидкість плавної посадки робочого вантажу, що відповідає найбільшій вантажопідйомності крана в сталому режимі руху під час роботи вантажної лебідки;

– **частота обертання** – частота обертання поворотної частини крана в сталому режимі руху з робочим вантажем, що відповідає найбільшій вантажопідйомності крана під час його установа на горизонтальному майданчику й швидкості вітру не більше ніж 3 м/с на висоті 10 м;

– **швидкість пересування** – швидкість пересування крана в сталому режимі руху щодо горизонтального шляху з робочим вантажем, що відповідає найбільшій вантажопідйомності крана, і в разі швидкості вітру не більше ніж 3 м/с на висоті 10 м;

– **продуктивність крана** – кількість вантажів і конструкцій, які переміщуються або вмонтовуються краном за одиницю часу. Вимірюється тоннами на годину або тоннами в зміну. За цим параметром визначають кількість кранів, необхідних для виконання заданого обсягу робіт за необхідні терміни. Залежить від конструкції крана та умов роботи, які змінюються. Зазначаючи продуктивність, мають на увазі середнє значення цього параметра;

– **транспортна швидкість** – швидкість пересування крана в транспортному положенні, що забезпечується його власним приводом;

– **загальна маса** – повна маса з баластом, противагою і в заправленому стані;

– **потужність силової установки** – потужність встановленого на крані головного (основного) двигуна. Крім того, зазначають потужність усіх установлених на крані двигунів, що дає змогу визначати необхідну для роботи крана потужність джерела енергії та витрати пального.

2.3 Вибір і обґрунтування методів виконання монтажних робіт і комплектів машин

Комплексна механізація монтажних робіт передбачає виконання всіх процесів і операцій щодо доставляння, захоплення, підймання, встановлення, вивірення, закладання стиків за допомогою комплекту основних (монтажний кран або інші монтажні пристрої) та допоміжних машин і устаткування (навантажувально-розвантажувальні й транспортні машини, такелажне обладнання), поєднаних продуктивністю та іншим параметрам.

Монтажні крани підбирають на підставі їхніх технічних характеристик, які повинні забезпечувати встановлення в проєктне положення всіх елементів будівлі і споруди. До того ж беруть до уваги:

- прийняті методи послідовності й особливих умов виконання робіт, що визначають місце встановлення крана, його стоянки, шлях руху і радіус дії;
- габарити об'єкта (ширина, висота, довжина);
- обсяг, маса й координати монтованих елементів (максимальні маса й розміри елемента, максимальні глибина або висота його подавання).

у процесі монтажу іноді доцільно використовувати декілька різних кранів одночасно.

Обираючи комплект машин, виходячи з об'ємно-планувальної та конструктивної характеристик будівлі, необхідно попередньо вибрати способи виконання робіт і передбачити кілька варіантів методів монтажу.

Щодо кожного варіанта розглядають принципові схеми монтажу, що містять основні рішення щодо зведення будівлі.

Монтаж усіх збірних конструкцій необхідно проводити, дотримуючись таких вимог:

- послідовність монтажу, що забезпечує стійкість і геометричну незмінність змонтованої частини будівлі на всіх стадіях монтажу, а також міцність монтажних з'єднань;
- комплектність встановлення конструкцій кожної ділянки (блоку, секції, поверху) будинку, що забезпечує виконання на змонтованій ділянці таких робіт;
- безпечність монтажних робіт.

Метод монтажу *залежно від послідовності встановлення конструкцій* під час зведення будинків зазвичай обирають на підставі конструктивного рішення будівлі, забезпечення жорсткості та стійкості змонтованих конструкцій, а також термінів набуття бетоном міцності в стиках.

Напрямок руху монтажних робіт обирають на підставі обліку передбаченої почерговості введення окремих виробничих ліній в експлуатацію.

Залежно від *послідовності встановлення конструкцій* під час зведення будівель застосовують три методи монтажу: *диференційований (розподільний), комплексний (суміщений) і комбінований (змішаний)*.

Диференційований метод варто застосовувати під час зведення однопрогонних промислових будівель невеликої довжини. За кожне проходження кран встановлює конструкції певного виду.

Наприклад, під час монтажу одноповерхових промислових будівель за перше проходження монтують колони, за друге – підкранові балки й підкроквяні ферми зі зв'язками, за третю – ферми й плити покриття; під час монтажу багатоповерхових будівель за перше проходження монтують колони, за друге – ригелі й балки, за третє – плити покриття.

Переваги такого методу – можливість застосовувати різні типи кранів для різних елементів і підвищення продуктивності праці монтажників унаслідок спеціалізації виконуваних робіт. Крім того, спрощується вивірення конструкцій. Недоліки – велика кількість проходок крана.

Комплексний метод рекомендовано застосовувати в разі монтажу промислових будівель важкої групи висотою 25...30 м завширшки за складною конструктивною схемою і необхідності здавання окремих секцій (ділянок) під монтаж технологічного обладнання. Передбачає монтаж усіх конструкцій у межах кожного монтажного осередка за одне проходження крана.

Перевагою такого методу є можливість пришвидшення початку виконання робіт щодо навішування стінових обгороджень, влаштування покрівлі та монтажу технологічного устаткування. Недоліки – часте змінювання монтажного оснащення та монтування різної маси елементів конструкцій одним краном.

Комбінований метод необхідно застосовувати в разі зведення великих блокових будинків значної протяжності з великою кількістю прогонів.

Цей метод вирізняється тим, що частину конструкцій монтують окремо (колони й ригелі), а частину – комплексно (елементи покриття або перекриттів, зовнішні стіни тощо).

У цьому разі будівлю розбивають на декілька монтажних зон, роботи в яких виконуються одночасно. Зони, зі свого боку, поділяються на монтажні ділянки, у межах яких монтування проводять за допомогою розподільного або комплексного методу. Такий порядок монтажу уможливорює організацію поточкового виконання монтажних робіт і зменшення тривалості зведення будівлі.

Залежно від напрямку руху монтажних робіт застосовують схеми повздовжнього і поперечного монтажу для одноповерхових промислових

будівель і горизонтальну поверхову й вертикальну – щодо частин будівлі на всю висоту для багатоповерхових промислових будівель.

За поєздовжньою схемою монтаж ведеться щодо прогонів будівлі уздовж його довжини, за поперечною – поперек будівлі, охоплюючи частину або всі прогони. Варто обирати схему з коротшим шляхом руху крана, меншою кількістю стоянок і меншою протяжністю переходів з однієї стоянки на іншу, до того ж підвищується коефіцієнт його використання щодо часу та змінюваного вироблення. Для вибору оптимального варіанта складають схему руху крана в разі застосування різних методів монтажу і обирають таку технологічну послідовність установлення конструкцій, під час якої забезпечується стійкість змонтованих елементів, можливе швидке закінчення виконання процесів на окремих осередках, захватках і ділянках будівлі, до того ж не повинно бути зустрічних напрямів монтажу на захватках (рис. 1).

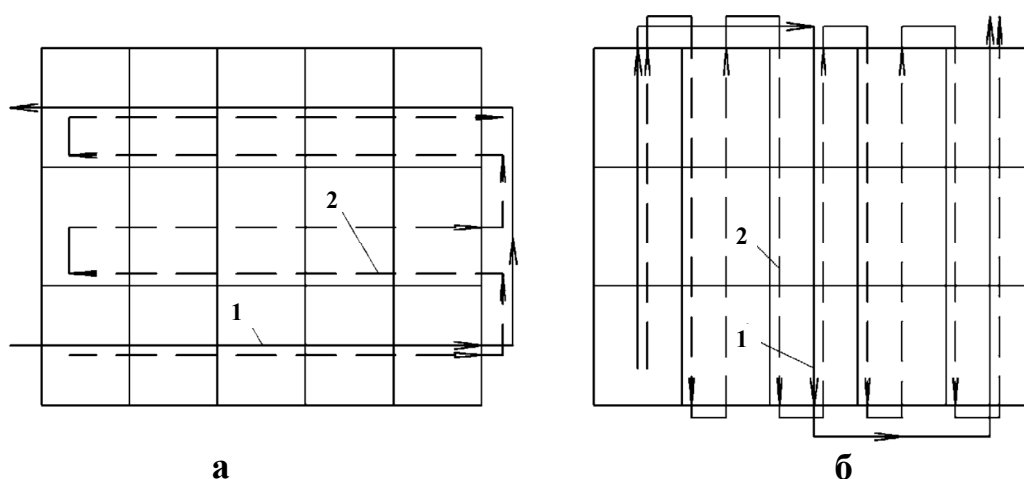


Рисунок 1 – Схеми руху кранів під час монтажу багатопрогонних промислових будівель:
а – поєздовжня схема; б – поперечна схема; 1 – шлях крана під час монтажу колон; 2 – шлях крана під час монтажу ферм і плит покриття

Горизонтальну поверхову схему варто застосовувати під час монтажу подібних за конструктивними й технологічними ознаками багатоповерхових будівель невеликої протяжності, вертикальну – для протяжних будівель (рис. 2). Кожну ділянку будівлі зводять на всю висоту як самостійний об'єкт, що пришвидшує початок робіт щодо монтажу технологічного устаткування та внутрішнього оздоблення будівлі, а також зменшення загальної тривалості будівництва.

У разі монтажу багатоповерхових будівель за горизонтальною поверховою (поярусною) схемою послідовно встановлюють конструкції кожного комплекту (колони, діафрагми жорсткості, ригелі, плити перекриття) в межах захватки. Під час застосування комплексного методу монтаж проводять опосередковано, установлюючи в одному комплекті всі конструкції поверху. Розмір осередку визначається зоною дії монтажного крана з однієї стоянки (рис. 2, а).

За вертикальною схемою монтажні роботи виконують на всю висоту секцій будівлі (рис. 2, б). Якщо будівлю монтують комбінованим методом, застосовуючи два комплекти. Якщо колони одноповерхові, у перший комплект входять колони й діафрагми жорсткості, у другий – ригелі й плити. Якщо колони двоповерхові, у перший комплект входять колони, діафрагми жорсткості, ригелі й міжколонні (зв'язкові) плити нижнього поверху, у другий – плити перекриття нижнього поверху, діафрагми жорсткості, ригелі й плити перекриття верхнього поверху.

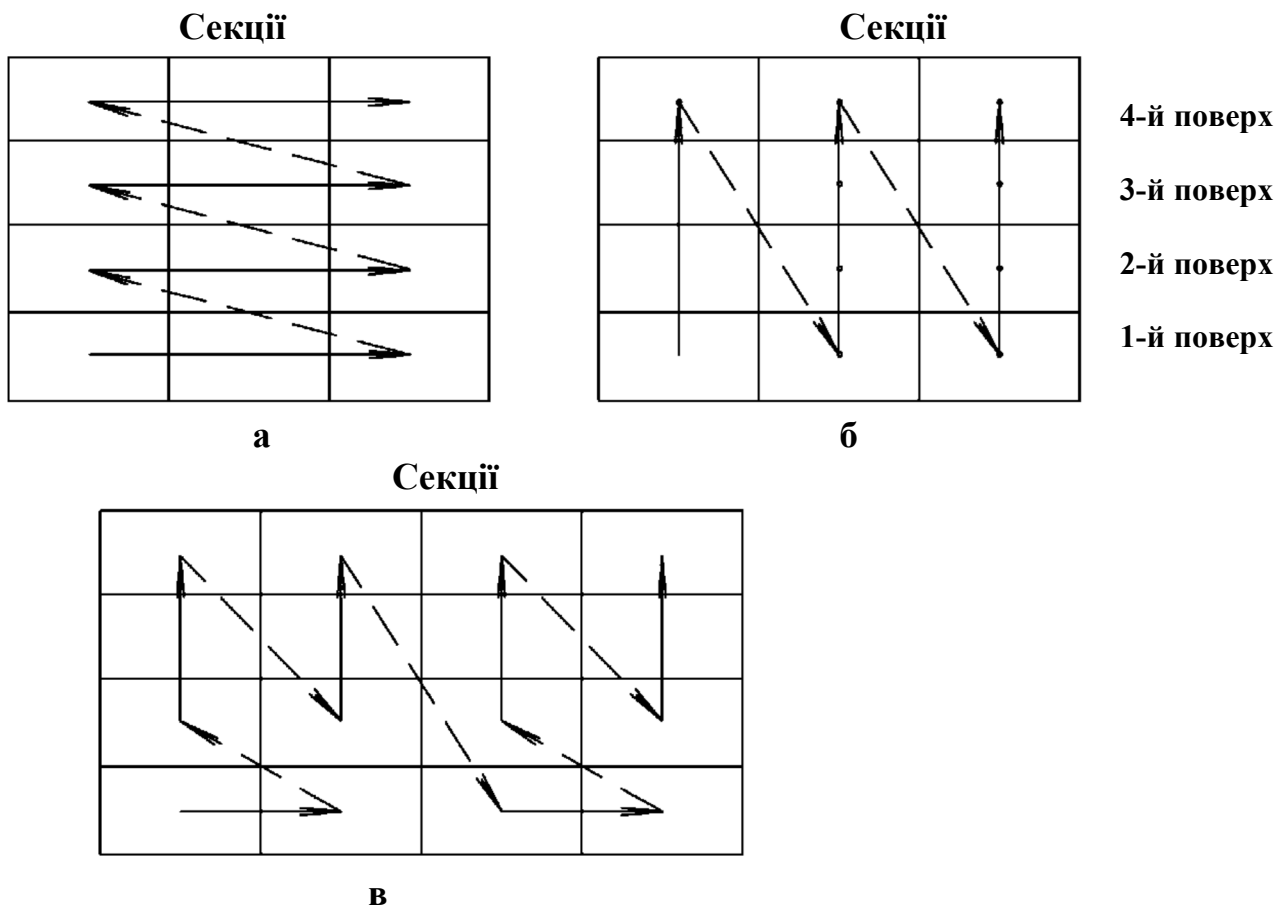


Рисунок 2 – Схеми напряму монтажу багатоповерхових будівель:
а – горизонтальна; б – вертикальна (у разі зварювання стиків колон);
в – те саме в разі замонолічування стиків колон першого поверху в стаканах фундаментів

Конструкції кожного вищого ярусу варто монтувати тільки після завершення закріплення конструкцій нижчого ярусу всіма проєктними кріпленнями. Якщо колони першого поверху закріплюються в стаканах фундаментів, то елементи другого монтажного комплексу можна установлювати після замонолічування стиків і досягнення в них міцності не менше ніж 70 % проєктної, із огляду на що необхідно передбачати резервну хватку на нижньому поверсі (рис. 2, в).

Великопанельні будинки монтують відповідно до поверхів або посеційно, методом поєднання або розподільно. У разі застосування суміщеного методу конструкції монтують відокремленими осередками шляхом приєднання кожного наступного елемента до встановленого раніше. У разі застосування розподільного методу протягом зміни встановлюють тільки однотипні деталі, що сприяє підвищенню продуктивності праці й уможливорює проведення монтажу з транспортних засобів.

Під час монтажу великопанельних будинків у межах захватки в першому монтажному комплекті встановлюються елементи стін і перегородок, у другому – панелі перекриття.

У процесі монтажу вертикальні елементи підтримуються тимчасовими кріпленнями. Після встановлення конструкцій виконується електрозварювання монтажних стиків, далі тимчасові кріплення переставляються в наступний конструктивний осередок. За будь-якого методу монтажу до укладання міжповерхових перекриттів у межах кожного поверху необхідно повністю встановити панелі стін і перегородок, виконати електрозварювання і захист від корозії стиків і їхнє бетонування. Монтаж варто проводити з найвіддаленіших щодо крана елементів, тобто в напрямі «на себе».

Щоб забезпечити максимальне поєднання всіх видів робіт, будівлі та споруди розбивають на окремі монтажні ділянки, у межах яких виконується монтаж конструкцій і закладаються стики та шви.

У разі застосування комбінованого або диференційованого методу монтажу в одноповерхових промислових будівлях мінімальний розмір монтажної ділянки визначається на підставі умов безперервної роботи монтажного крана й забезпечення мінімальної технологічної перерви, необхідної для набуття бетоном у стиках монтажної міцності. У багатоповерхових будівлях у межах кожної захватки виокремлюють монтажні яруси.

Розподіл будівлі на монтажні захватки має обґрунтовуватися розрахунком. Розмір монтажної захватки визначається необхідною технологічною перервою між початком установаження елементів першого комплекту (колон), що потребують замонолічування, і початком установаження елементів другого комплекту. У цьому проміжку часу стики колон повинні набути не менше ніж 70 % проєктної міцності.

Якщо в першому комплекті одночасно з колонами в одному потоці встановлюються і підкранові балки, то розмір захватки виражається через кількість всіх елементів, що входять у перший комплект, тобто колон і підкранових балок разом.

Розмір захваток необхідно обумовлювати розміром секцій будівлі. Для багатоповерхових будівель розмір захватки має бути кратним розмірам секції (прогону) в межах між температурними швами, для одноповерхових – секції будинку в межах одного поверху. Мінімальні розміри монтажних ділянок можна обирати також на підставі таких умов:

- для одноповерхових промислових будівель – щодо температурних швів через 60...70 м – за довжиною і шириною всієї будівлі або декількох прольотів (якщо ширина будівлі більше ніж 72 м);

- для багатоповерхових промислових будівель – за довжиною одного блоку (60 м), щодо ширини всієї будівлі і щодо висоти ярусу колон;

- для каркасно-панельних житлових будинків – щодо довжини і ширини всієї будівлі і щодо висоти ярусу колон;

- для безкаркасних великопанельних житлових будівель – щодо довжини секції, щодо ширини всієї будівлі і щодо висоти поверху.

Шляхи пересування кранів і монтажні позиції обирають із таким розрахунком, щоб кран з однієї позиції міг змонтувати якомога більше елементів.

Залежно від виду транспортування та розміщення конструкцій на будівельному майданчику застосовують три способи монтажу:

- із транспортних засобів;

- із приоб'єктного складу, розташованого в зоні дії монтажного крана;

- зі стендів укрупненого збирання.

Найдоцільніше монтувати конструкції з транспортних засобів, тому що скорочуються витрати на навантажувально-розвантажувальні операції та утримання складів, але до того ж необхідно організувати роботу монтажних машин, транспорту і заводу-виготовлювача конструкції відповідно до спеціально розроблюваної транспортно-монтажної карти.

Спосіб виконання монтажних робіт визначає темп зведення будівлі, вартість, якість робіт і їхню безпеку. Спосіб необхідно обирати шляхом порівняння значень показників, що характеризують можливі рішення. Для вибору оптимального методу монтажу та пов'язаного з ним вибору монтажного крана необхідно, насамперед, встановити можливість їхнього технічного застосування за цих умов. Якщо можливості застосування методів однакові, обрати один із них рекомендується шляхом техніко-економічного порівняння.

3 ВИБІР БУДІВЕЛЬНИХ КРАНІВ

Вибору монтажних кранів має передувати визначення експлуатаційної продуктивності обраною для застосування крана. Тип і параметри монтажних кранів (комплектів) обирають в два етапи.

На першому етапі встановлюється можливість технічного застосування крана щодо технічних і організаційних параметрів, а саме:

- визначення характеристик монтованих елементів або монтажних блоків з урахуванням їхнього укрупнення, а також вузлів;
- вибір принципової схеми монтажу конструкцій;
- вибір типу кранів і визначення їхніх основних технічних характеристик;
- визначення необхідної кількості кранів, залежно від технології виконання робіт і оптимальних термінів виконання монтажних робіт.

Другий етап включає:

- визначення основних техніко-економічних показників за варіантами комплексної механізації монтажу;
- аналіз даних і остаточний вибір найефективнішого варіанта механізації.

Під час вибору кранів необхідно брати до уваги таке: геометричні розміри будівлі, масу найважчого елемента, характеристику монтажного майданчика.

Монтажні крани вибирають відповідно до їхньої вантажопідйомності, вильоту й висоти підймання гака крана. Визначивши технічні параметри, вибирають не менше двох варіантів кранів, робочі параметри яких дорівнюють або трохи більші за необхідні, отримані шляхом розрахунку.

На другому етапі за допомогою економічного порівняння обирають найефективніший варіант.

3.1 Визначення необхідних технічних параметрів баштового крана

Баштові крани зазвичай використовують під час монтажу надземної частини багатоповерхових будівель. Відомі такі варіанти розташування баштових кранів для монтажу будівель (рис. 3).

Оскільки одним краном доводиться монтувати всі різновиди конструкцій будівлі, то його обирають за монтажними розрахунковими параметрами:

- необхідна висота підймання гака визначається за найвищою точкою підймання елемента;
- необхідний виліт стріли крана визначають на підставі монтажу найвіддаленішого від осі крана елемента;
- вантажопідйомність визначається за найбільшою масою вантажу, який може підняти кран за умови його стійкості;

– необхідний вантажний момент – підійманням найважчого і найвіддаленішого від осі крана елемента.

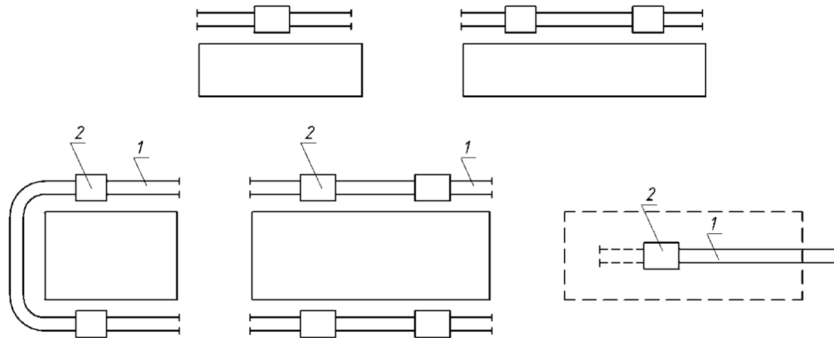


Рисунок 3 – Варіанти розташування монтажних кранів під час монтажу багатоповерхових будівель: 1 – підкрановий шлях; 2 – баштовий кран

Висоту підйому вантажного гака визначають так:

$$H_{кр.} = H_{м} + H_{зп} + H_{з} + H_{стр.}, \quad (1)$$

де $H_{м}$ – рівень монтажної відмітки, на яку монтується елемент;

$H_{зп}$ – висота над рівнем монтажу, на яку треба підняти елемент для безпечного пронесення над раніше змонтованими конструкціями (0,1...0,3 м);

$H_{стр.}$ – висота стропування (приймають 1,5...2,0 м).

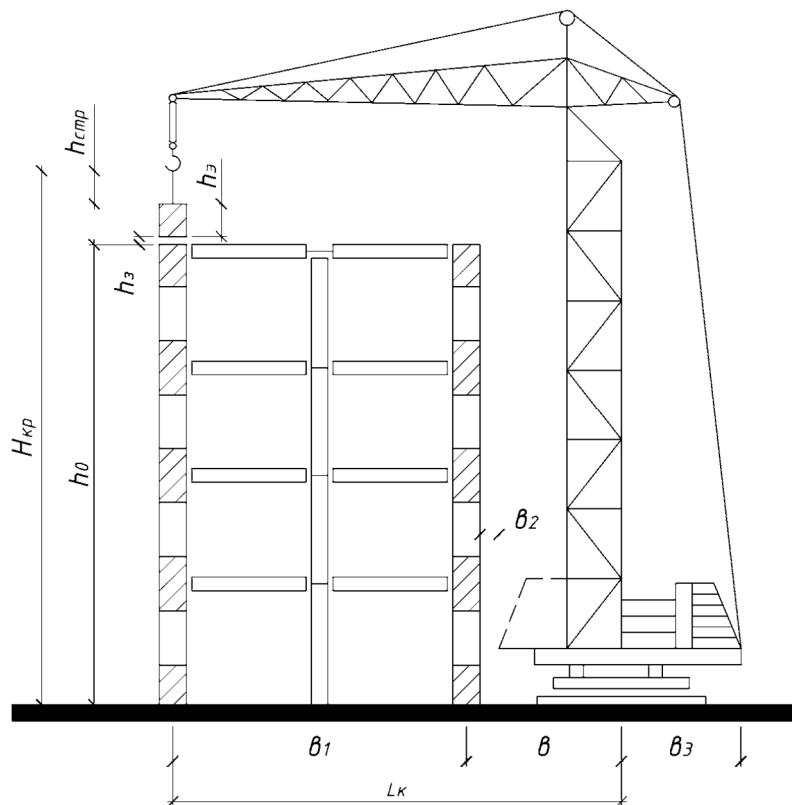


Рисунок 4 – Схема параметрів для вибору баштового крана

Мінімально необхідний виліт гака крана з нижнім розташуванням противаги визначають за формулою:

$$L_K = v_1 + v_2 + v_3, \quad (2)$$

де v_1 – ширина будівлі від межі будівлі, зверненої до крана, до осі протилежної повздовжньої стіни;

v_2 – відстань між межею будівлі і поворотною платформою, прийнято не менше ніж 1 м;

v_3 – радіус габариту поворотної платформи, м.

У разі встановлення крана з верхнім розташуванням противаги відстань (в) визначають так:

– у будівлі відстань (в) до оборотного засипання пазух котловану (рис. 5, а) визначають за формулою

$$v = \frac{a}{2} + m \cdot h_1 + 0,5 + 1, \quad (3)$$

– після зворотного засипання пазух котловану відстань (в) визначають так (рис. 5, б)

$$b = \frac{a}{2} + 1, \quad (4)$$

де a – ширина підкранових колій, м;

m – коефіцієнт укосу;

h_1 – глибина котловану, м.

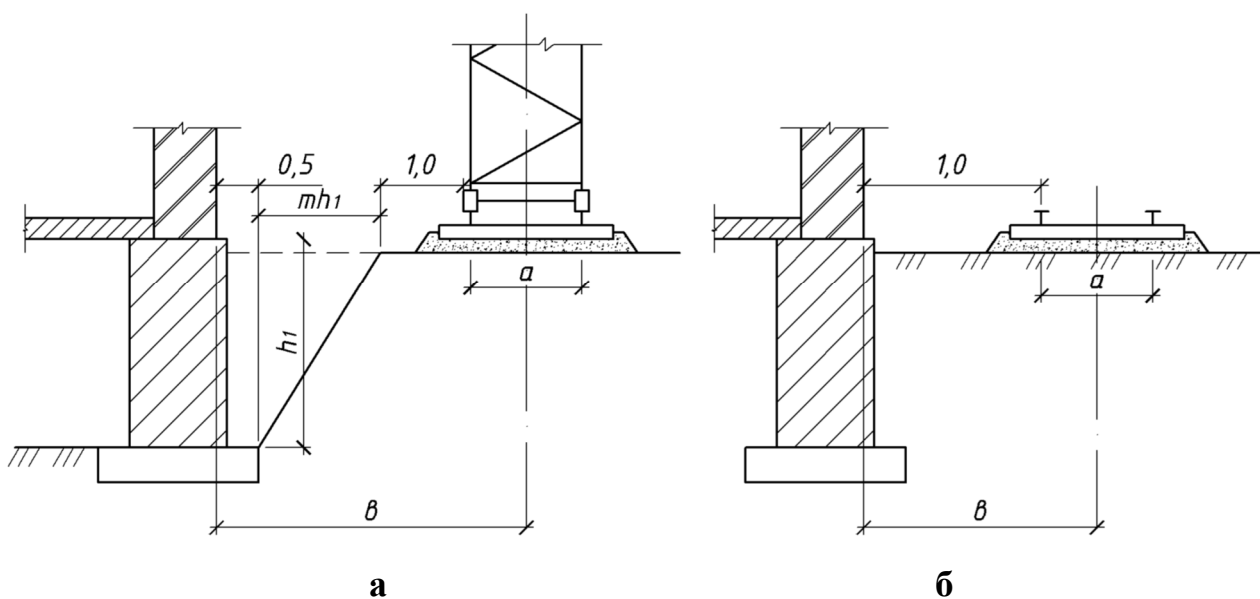


Рисунок 5 – Схеми встановлення баштового крана у будівлі:

а – до зворотнього засипання пазух котлована; б – після зворотнього засипання пазух котлована з верхнім розташуванням противаги крана

Вантажопідйомність крана на заданій висоті і виліт вантажного гака знаходять за формулою

$$M_{кр.} = m_{ел} + m_{стр} + m_{осн}, \quad (5)$$

де $m_{ел}$ – маса найважчого елемента, т;

$m_{стр}$ – маса такелажних пристроїв (стропи, захвати, траверси), т;

$m_{осн}$ – маса оснащення, закріплена на конструкції до її підймання, т.

3.2 Визначення необхідних технічних параметрів самохідного стрілового крана

Під час роботи самохідних стрілових кранів змінюються виліт вантажного гака, висота підймання й вантажопідйомність, тому обираючи такий кран спочатку визначають шлях його руху й місця стоянок.

Необхідну вантажопідйомність стрілового крана визначають за формулою:

$$M_{кр} = m_e + m_{стр} + m_{осн}, \quad (6)$$

де m_e – маса елемента, т;

$m_{стр}$ – маса такелажних пристроїв (стропи, захвати, траверси), т;

$m_{осн}$ – маса оснащення, закріплена на конструкції до її підймання, т.

Необхідну висоту підйому гака самохідного стрілового крана (рис. 6) визначають за формулами:

– під час встановлення колон

$$H_{кр} = l_k + h_{зап} + h_{стр}, \text{ м}; \quad (7)$$

– під час встановлення кроквяних конструкцій і плит покриттів

$$H_{кр} = h + h_{зап} + h_{ел} + h_{стр}, \quad (8)$$

де l_k – довжина колони, м;

h – висота від рівня стоянки крана до опорної поверхні елемента, що монтується, м;

$h_{зап}$ – запас щодо висоти в межах 0,5...0,8 м;

$h_{ел}$ – висота монтованого елемента, м;

$h_{стр}$ – висота стропування, м.

Виліт гака під час монтажу колон кроквяних конструкцій, підкранових балок, стінових панелей визначають за технічними характеристиками крана залежно від необхідної вантажопідйомності і висоти підйому гака.

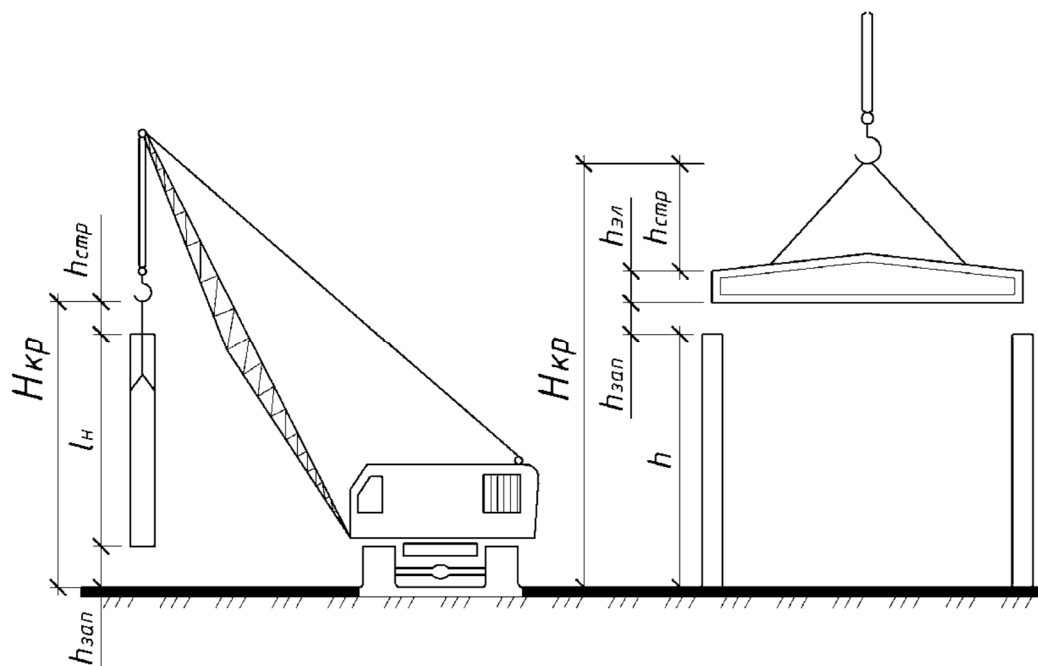


Рисунок 6 – Схеми підйому гака самохідного стрілового крана

Під час монтажу плит покриття (рис. 7) виліт гака самохідного стрілового крана визначають за формулою:

$$L_1 = \frac{\left(c + \frac{a}{2}\right) \cdot (H - h_{ш})}{h_m}, \quad (9)$$

де C – відстань від осі стріли крана до найближчої межі монтованих або раніше змонтованих конструкцій, що вимірюється як половина ширини перетину стріли плюс 0,5...0,7 м (під час вибору крана можна умовно приймати 1,5...2,0 м);

a – крок кроквяних конструкцій, м;

$h_{ш}$ – відстань від рівня стоянки крана до осі шарнірного закріплення стріли, м (для попередніх розрахунків можна умовно прийняти 1,6 м);

h_m – відстань від оголовка стріли до рівня небезпечного зближення стріли з монтованими або раніше змонтованими конструкціями.

$$h_m = h_{стр} + h_{пол} \quad (10)$$

де $h_{стр}$ – висота стропування, м;

$h_{пол}$ – висота вантажного поліспада, яка приймається (за попередніми розрахунками) 1,5...2,5 м.

Під час установалення колон:

$$H_{кр} = h_{зап} + h_{ел} + h_{стр} + h_{пол}, \quad (11)$$

де $h_{зап}$ – запас по висоті в межах 0,5...0,8 м;

$h_{ел}$ – висота монтованого елемента, м.

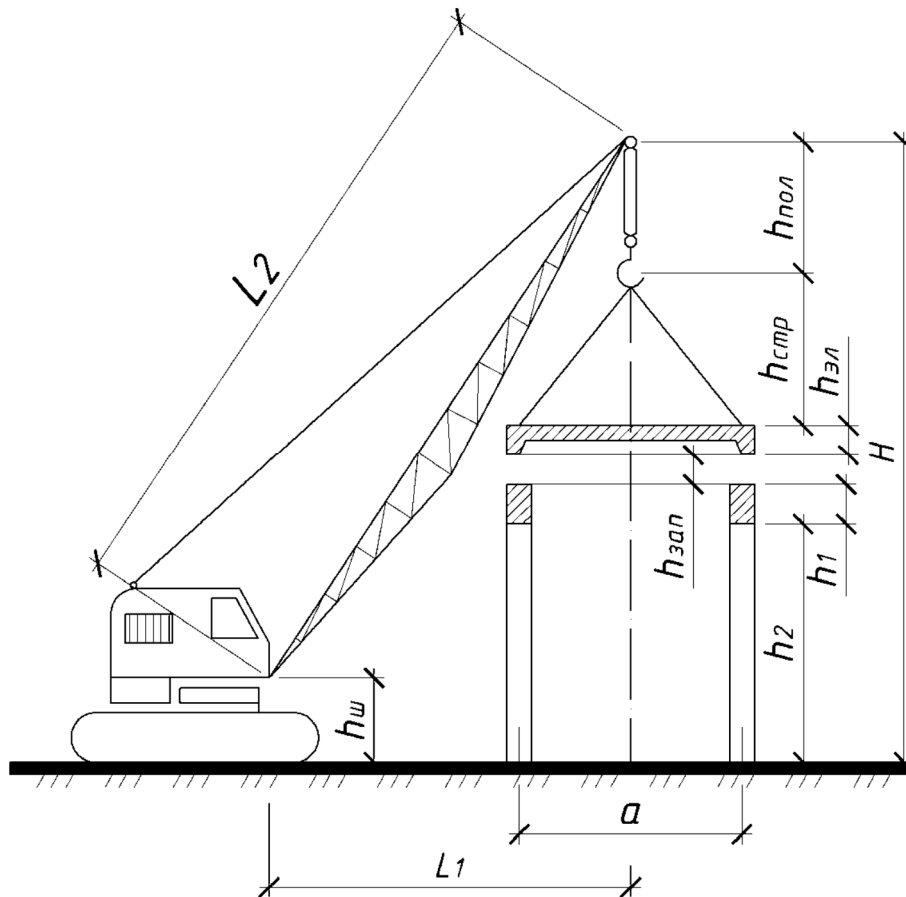


Рисунок 7 – Схеми монтажу плит покриття

Під час монтажу верхніх конструкцій:

$$H_{кр} = h + h_{зап} + h_{ел} + h_{стр} + h_{пол} \quad (12)$$

де $H_{кр}$ – мінімально необхідна відстань від рівня стоянки крана до оголовка стріли;

h – висота до низу конструкцій (монтажний горизонт), м;

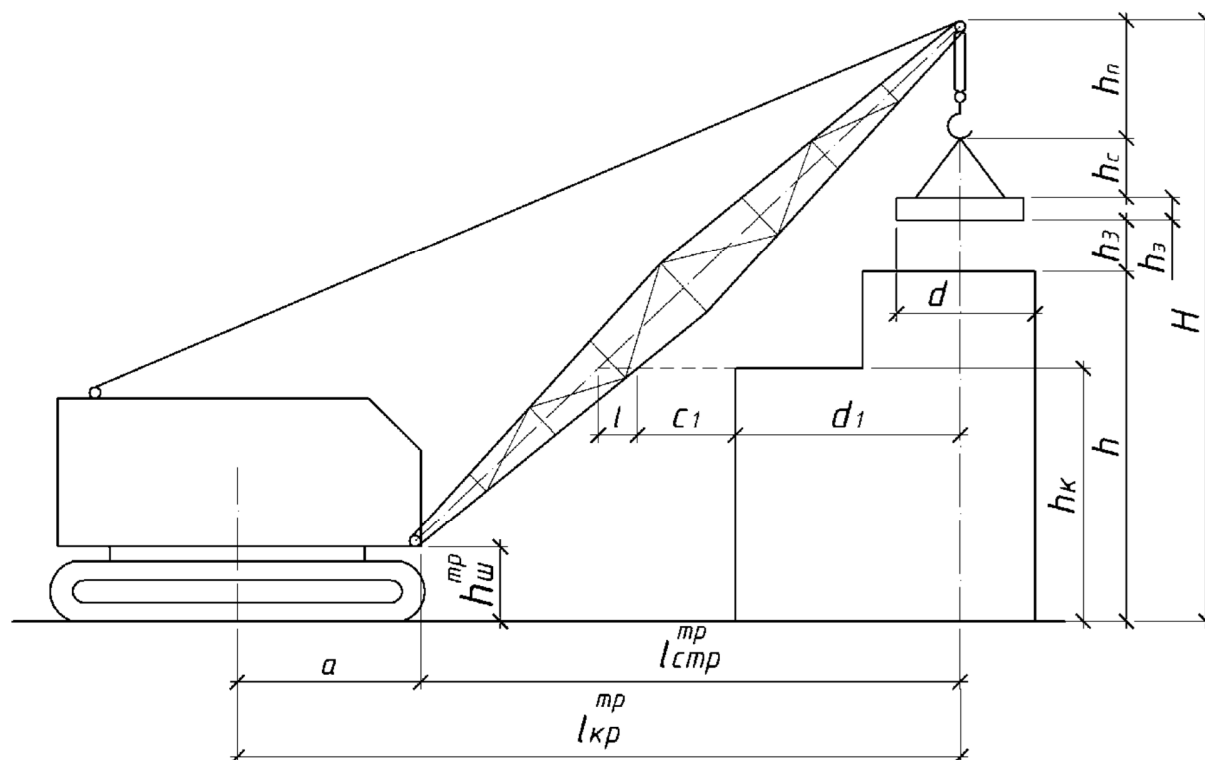
$h_{ел}$ – висота кроквяної конструкції, м.

Мінімально необхідну довжину стріли визначається за формулою:

$$L_2 = \sqrt{(L_1)^2 + (H - h_{ш})^2} \quad (13)$$

Мінімальний виліт стріли за можливого торкання стрілою крана раніше змонтованого елемента (рис. 8) визначають за формулою:

$$L_2 = \frac{(e + c + d_1) \cdot (H - h_{\text{III}})}{h_{\text{II}} + h_{\text{c}} + h_3 + (h - h_{\text{K}})}$$



Під час роботи стрілових самохідних кранів з гусачком можливі такі варіанти:

– у разі застосування змішаного методу монтажу будівель, коли за одне проходження кран монтує елементи як основним гаком, так і гаком на гусачку, найменшу допустиму довжину стріли обирають за умови, що верх її розташований вище монтажного горизонту (рис. 9), і розраховують за формулою для стрілових кранів без гусачка. Довжину гусачка підбирають за умови, що

$$d \leq L_r \cdot \cos(\alpha - \beta), \quad (14)$$

тоді

$$L_{\Gamma} = \frac{d}{\cos(\alpha - \beta)}, \quad (15)$$

де L_{Γ} – довжина гусачка, м;

d – величина частини конструкції, яка виступає від центру стропування в бік стріли крана, м;

β – кут між осями основної стріли і гусачка, градус (для розрахунків приймається $25...30^\circ$);

α – найбільший кут підймання основної стріли (можна прийняти $\alpha = 75...77^\circ$).

За умови монтажу (рис. 10), коли висота верху основної стріли самохідного стрілового крана нижча за монтажний горизонт, її довжину розраховують за формулою:

$$L_2 = \frac{H - h_{\text{ш}}}{\sin \alpha} - \frac{l_{\Gamma} \cdot \tan \gamma}{\sin \alpha}, \quad (16)$$

де H – висота монтажного горизонту, м;

α – найбільший кут підймання стріли ($\alpha = 75...77^\circ$);

γ – кут нахилу гусачка щодо горизонту, градус;

l_{Γ} – довжина горизонтальної проекції частини гусачка від шарніра до позначки, що дорівнює висоті монтажного горизонту, м.

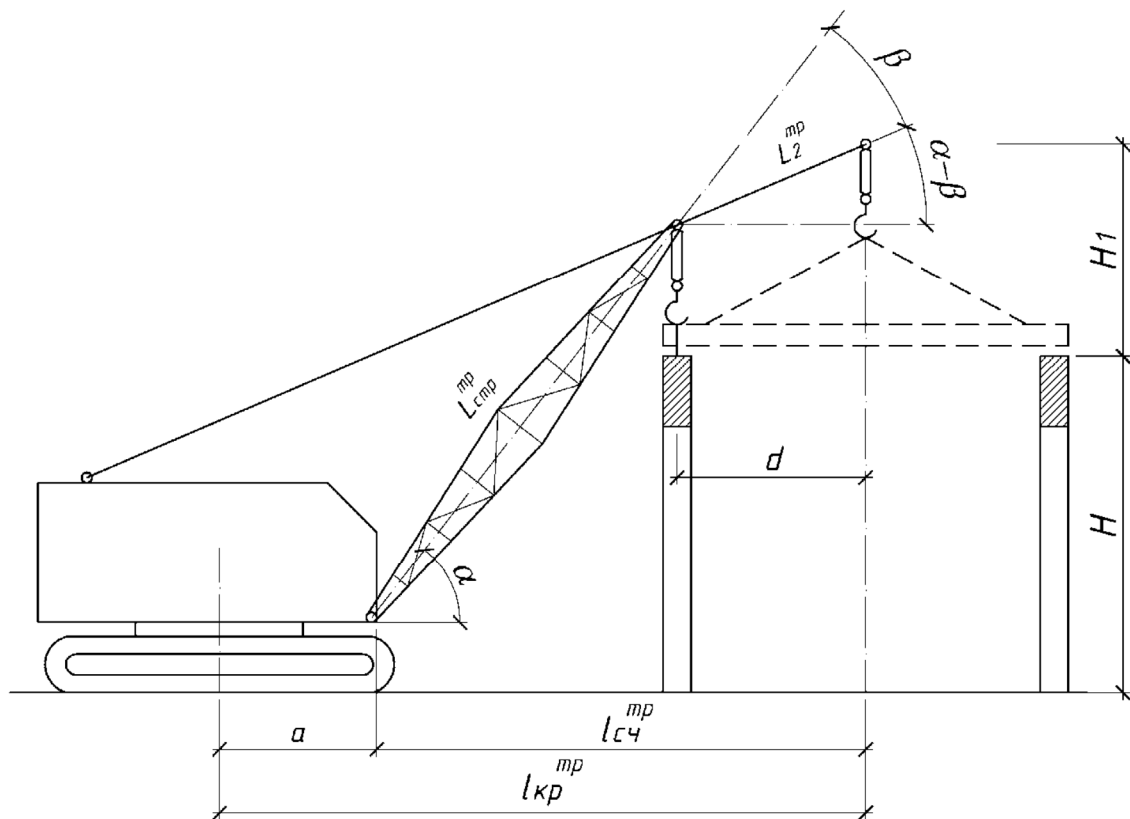


Рисунок 9 – Схема для визначення необхідних параметрів стрілового самохідного крана з гусачком і стрілою, верх якої розташований вище монтажного горизонту

Кут γ знаходимо з трикутника АБВ (див. рис. 10), катети якого відомі:

$$AB = l_1 + c + e \quad BB = H_1 - h_{\text{п}} + h_c + h_3 + h_e,$$

де l_1 – відстань від гака гусачка до краю стріли крана, яка виступає в бік змонтованої частини будівлі, м;

$$l_{\Gamma} = L_{\Gamma} - (l_1 + c + e), \quad (17)$$

де L_{Γ} – довжина горизонтальної проекції гусачка, м;

$$l_{\text{кр}}^{\text{тр}} = l_{\text{с.г}}^{\text{тр}} + a, \quad (18)$$

де a – відстань від осі обертання крана до шарніра п'яти стріли;

$$l_{\Gamma} = L_{\Gamma} \cdot \cos \gamma, \quad (19)$$

де L_{Γ} – довжина гусачка, прийнята відповідно до технічної характеристики крана, м.

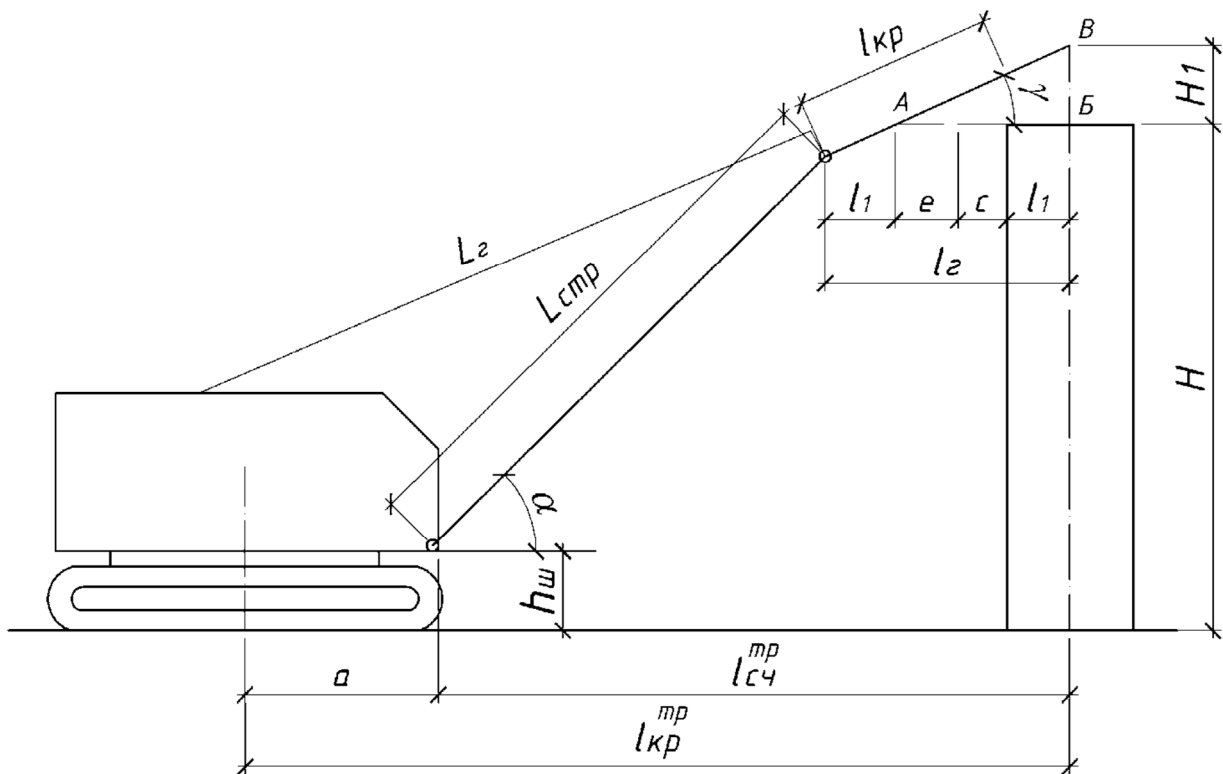


Рисунок 10 – Схема для визначення необхідних параметрів стрілового самохідного крана з гусачком і стрілою, верх якої розташований нижче монтажного горизонту

Мінімальний виліт гака на гусачку крана (рис. 11) визначають за формулою:

$$l_{Г.М} = L_2 \cdot \cos \alpha + L_Г \cdot \cos \gamma, \quad (20)$$

Мінімальна висота головки гусачка крана визначається за формулою:

$$H_{Г.М} = H + H_1, \quad (21)$$

Довжину стріли можна визначити графічним способом (рис. 11). Для цього на висоті $h_{ин}$ від рівня стоянки крана проводять горизонтальну пряму, що визначає положення нижньої точки стріли, потім вертикальну пряму через центр ваги конструкції, що монтується, вона визначає положення оголовка стріли. Вісь стріли має проходити через точку А, розташовану на відстані $(e+c)$ від монтованої або раніше змонтованої конструкції. Початкове положення осі стріли визначають за мінімальною довжиною поліспада в стягнутому положенні, для чого від верху відкладають $h_c + h_n$ і отримують точку Б. Через точки А і Б проводять пряму до перетину з горизонтальною прямою, отримуючи точку В. Відстань між точками Б і В становить необхідну довжину стріли.

Мінімальну довжину стріли знаходять шляхом збільшення кута нахилу прямої БВ і повороту щодо точки А. Отримують нову пряму Б₁В₁, яку порівнюють із БВ. Якщо Б₁В₁ > БВ, то приймають остаточно необхідну довжину стріли, що дорівнює БВ; якщо ж Б₁В₁ ≤ БВ – кут нахилу осі стріли збільшують до мінімальної довжини. До того ж максимальний кут нахилу стріли не повинен перевищувати 75...77°, а всі схеми необхідно виконувати, суворо дотримуючись масштабу.

Визначивши розрахункові параметри кранів, за довідковою літературою обирають такі марки машин, робочі параметри яких дорівнюють або дещо перевершують розрахункові (не більше ніж 20 %).

Підбирають не менше двох варіантів комплектів кранів. Для їх технічної оцінки обчислюють коефіцієнти використання за вантажопідйомністю $K_1^Г$ та $K_2^Г$:

$$K_1^Г = \frac{M_{max}}{Q_{кр}}, \quad K_2^Г = \frac{M_{ср}}{Q_{кр}}$$

де M_{max} – маса найважчого елементу, т;

$M_{ср}$ – середня маса монтованих елементів, т;

$Q_{кр}$ – вантажопідйомність крана на розрахунковому вильоті, т.

4 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

4.1 Комплексна механізація і автоматизація будівельних процесів

Студент повинен знати загальні поняття і положення, механізацію та автоматизації будівельних процесів, вибір комплектів машин, продуктивність рівня механізації робіт, якість будівельної продукції.

Рекомендовані джерела: [9, с. 9...18].

Контрольні запитання:

1. Подайте визначення терміна «Механізація будівництва».
2. Які будівельні процеси виокремлюють за ступенем використання засобів механізації та особливостями роботи будівельників під час виготовлення продукції?
3. На чому ґрунтуються сучасні будівельні технології?
4. Під час яких робіт і процесів використовують роботизовані технологічні комплекси?
5. Чим забезпечується ефективність комплектної механізації?
6. За якими формами впроваджують машини та механізми?

4.2 Комплексна механізація транспортних процесів

Студент повинен знати, що таке механізація доставляння будівельного вантажу, вибір машин, оцінювання рівня механізації, механізація навантажувально-розвантажувальних робіт, продуктивність навантажувальних машин.

Рекомендовані джерела: [9, с. 19...27].

Контрольні запитання:

1. Які різновиди транспорту використовують під час проведення робіт?
2. Від чого значною мірою залежать техніко-економічні показники та ефективність перевезень у сучасному будівництві?
3. Для чого у межах будівельного майданчика використовують внутрішньобудівельний транспорт?
4. Залежно від чого обирають різновид транспорту?
5. Що передбачає комплексна механізація навантажувально-розвантажувальних робіт?
6. На чому ґрунтується вибір найраціональніших схем і способів механізації навантажувально-розвантажувальних та транспортувальних робіт?

4.3 Комплексна механізація й автоматизація земляних робіт

Студент повинен знати способи виконання земляних робіт, що таке механізація підготувальних і планувальних робіт, закриті способи розроблення ґрунту, способи виконання земляних робіт у зимовий період.

Рекомендовані джерела: [9, с. 28...52].

Контрольні запитання:

1. Подайте класифікацію земляних споруд за їхнім функційним призначенням.
2. Перелічіть процеси перероблення ґрунтів.
3. Які особливості ґрунтів необхідно врахувати під час вибору методів проведення земляних робіт?
4. Як розбивають земляні споруди?
5. За допомогою яких методів розробляють мерзлий ґрунт?
6. Назвіть способи штучного закріплення ґрунтів.
7. На яку глибину необхідно забивати шпунтові обгородження?
8. Назвіть різновиди землерийних машин.
9. Охарактеризуйте закриті способи розроблення ґрунту.

4.4 Комплексна механізація пальових робіт

Студент повинен знати способи занурення паль, вибір комплектів машин, влаштування набивних паль, способи механізації робіт, що таке контроль якості виконання робіт.

Рекомендовані джерела: [9, с. 53...68].

Контрольні запитання:

1. На які групи та за якими ознаками розподіляються будівельні палі?
2. На якому принципі базується ударний метод занурення забивних паль?
3. Які механізми використовують для занурення паль?
4. Які різновиди набивних паль застосовують у будівництві?
5. За допомогою чого з'єднують обсадні труби?
6. Охарактеризуйте метод вібраційного формування паль.

4.5 Комплексна механізація та автоматизація бетонних робіт

Студент повинен знати структуру процесу зведення монолітних залізобетонних конструкцій, призначення, різновиди опалубки й вимоги до неї, різновиди арматури, арматурних виробів та способи їхнього монтажу, приготування та транспортування бетонних сумішей, укладання й ущільнення бетонної суміші, механізацію робіт.

Рекомендовані джерела: [9, с. 69...87].

Контрольні запитання:

1. Подайте класифікацію опалубки за видом матеріалу.
2. За яких умов застосовують стаціонарну опалубку?
3. Охарактеризуйте процес приготування бетонної суміші.
4. Перелічіть способи транспортування бетонної суміші.
5. З яких операцій складається процес бетонування?
6. Перелічіть засоби ущільнення бетонної суміші.

4.6 Комплексна механізація спеціальних методів бетонування

Студент повинен знати, що таке вакуумування та торкретування бетону, механізація робіт, способи укладання бетонної суміші під водою, умови виконання бетонних робіт у надзвичайних ситуаціях, що таке контроль якості виконання робіт.

Рекомендовані джерела: [9, с. 88...105].

Контрольні запитання:

1. Під час бетонування яких конструкцій зазвичай застосовують вакуумування?
2. Чим облаштовується для герметизації вакуум-щит по периметру?
3. Від чого залежить час вакуумування?
4. Які два етапи передбачає процес нанесення шару торкрету (набризк-бетону)?
5. Які основні технічні засоби використовують для торкретування сухими сумішами?
6. Який метод застосовують під час бетонування конструкцій на глибині?
7. Назвіть різновиди методу висхідного розчину.

4.7 Комплексна механізація монтажних робіт

Студент повинен знати принципи та методи монтажу будівельних конструкцій, транспортування збірних будівельних конструкцій, вантажопідіймальні монтажні машини та механізми, пристосування та інвентар для монтажних робіт, монтаж будівельних конструкцій в проєктне положення, вибір оптимального варіанта монтажного крана, вивірення елементів та закріплення конструкцій.

Рекомендовані джерела: [9, с. 106...130].

Контрольні запитання:

1. За якими технологічними ознаками класифікують монтажні операції?
2. Які чинники впливають на вибір будівельного транспорту?
3. З якою метою конструкції тимчасово посилюють?
4. У чому полягає обмежено-вільне монтування конструкцій?
5. За допомогою чого забезпечується тимчасове закріплення конструкцій?
6. Які види монтажних з'єднань сталевих конструкцій ви знаєте?

4.8 Сучасні методи механізації робіт з улаштування підлог

Студент повинен знати конструктивні елементи та різновиди підлог, механізацію улаштування монолітних підлог.

Рекомендовані джерела: [9, с. 131...145].

Контрольні запитання:

1. Де використовують бетонні та мозаїкові покриття для підлоги?
2. Якими машинами шліфують поверхні бетонних і мозаїкових покриттів?
3. На яких виробництвах застосовують металоцементні покриття?
4. Які машини застосовують для вирівнювання, ущільнення та попереднього загладжування стяжок і підлог?
5. Який комплекс застосовують під час улаштування та оброблення монолітних бетонних підлог методом вакуумування?
6. Чим насамкінець обробляють поверхні підлог після ущільнення суміші?

4.9 Механізація робіт під час реконструкції будівель і споруд

Студент повинен знати способи розбирання та ліквідації будівель і споруд, убудовані системи під час реконструкції будівель, особливості замінювання збірних конструкцій, підсилення конструкцій, засоби механізації в умовах реконструкції.

Рекомендовані джерела: [9, с. 146...161].

Контрольні запитання:

1. З яким почіпним обладнанням для знесення будівель і споруд використовують обвалювальні екскаватори?
2. За допомогою яких кранів можна здійснювати замінювання конструкцій покриття?
3. За допомогою яких методів під час надбудови будинку усувають і посилюють дефекти наявних фундаментів?
4. Які методи застосовують для посилення цегляного мурування стовпів і простінків?
5. Які роботи включає комплексний технологічний процес влаштування монолітного перекриття?
6. За якими характеристиками визначають технічні можливості застосування навантажувально-підіймальних машин і механізмів?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Жван В. Д. Зведення і монтаж будівель і споруд : навчальний посібник / В. Д. Жван, М. Д. Помазан, О. В. Жван; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2011. – 395 с.
2. Качура А. О. Механізація та автоматизація будівництва та ремонтно-будівельних робіт : конспект лекцій / А. О. Качура, О. М. Болотських ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2010. – 136 с.
3. Кондращенко О. В. Матеріалознавство : навч. посібник / О. В. Кондращенко ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2007. – 182 с.
4. Онищенко О. Г. Механізація опоряджувальних робіт у будівництві / О. Г. Онищенко, Є. Ф. Данченко, О. В. Головін. – Київ : Урожай, 1998. – 315 с.
5. Панченко В. О. Технологія зведення, ремонту і реконструкції спеціальних споруд : підручник / В. О. Панченко ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2007. – 327 с. : іл.
6. Панченко В. О. Технологія і механізація будівельних процесів : навч.-метод. посібник / В. О. Панченко, М. Г. Костюк, А. О. Качура, Л. М. Окуневський ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2005. – 243 с.
7. Технологія і механізація будівельних процесів : навч.-метод. посібник / В. О. Панченко, М. Г. Костюк, А. О. Качура, Л. М. Окуневський ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2005. – 243 с.
8. Якименко О. В. Технологія будівельного виробництва : навч. посібник / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва. ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 411 с.
9. Якименко О. В. Конспект лекцій з дисципліни «Механізація та автоматизація будівництва і ремонтно-будівельних робіт» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напряму 6.060101 – Будівництво, спеціальності «Міське будівництво і господарство») / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва. ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 149 с.

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації до організації самостійної роботи
та виконання практичних завдань
із навчальної дисципліни

**«МЕХАНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА І РЕМОНТНО-
БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ»**

*(для студентів 3 курсу денної форми навчання спеціальності
192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма
«Промислове і цивільне будівництво»)*

Укладачі: **ЯКИМЕНКО** Олег Вікторович,
ЖИГЛО Анна Андріївна

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

План 2020, поз. 343М

Підп. до друку 25.01.2021. Формат 60 × 84/16.
Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 1,7.
Тираж 50 пр. Зам. № .

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.