

І. Н. Дудар, О. М. Лівінський,  
Т. В. Прилипко

**ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО  
ВИРОБНИЦТВА**  
(курсове та дипломне проектування)



Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

І. Н. Дудар, О. М. Лівінський, Т. В. Прилипко

**ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО  
ВИРОБНИЦТВА**  
(курсове та дипломне проектування)

Навчальний посібник

Вінниця  
ВНТУ  
2018

УДК 693.95

Д81

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 3 від 24 вересня 2015 р.)

Рецензенти:

**А. С. Моргун**, доктор технічних наук, професор ВНТУ

**С. Й. Ткаченко**, доктор технічних наук, професор ВНТУ

**М. Ф. Друкований**, доктор технічних наук, професор ВНАУ

**Р. Р. Обертюх**, кандидат технічних наук, доцент ВНТУ

**Ю. В. Булига**, кандидат технічних наук, доцент ВНТУ

**Дудар, І. Н.**  
Д81 Технологія будівельного виробництва (курсове та дипломне проектування) : навчальний посібник / Дудар І. Н., Лівінський О. М., Прилипко Т. В. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 75 с.

В навчальному посібнику міститься інформація, яка буде корисною при проектуванні монтажних робіт та для студентів денної і заочної форм навчання при виконанні курсових та дипломних проектів.

Посібник розроблений відповідно до змісту робочої та навчальної програми дисципліни «Технологія будівельного виробництва» для студентів вузів, які навчаються за напрямом підготовки «Будівництво».

**УДК 693.95**

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| ВСТУП.....  | 4  |
| 1 СКЛАД ПРОЕКТУ .....   | 6  |
| 2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ ПРОЕКТУ .....  | 9  |
| 2.1 Монтаж одноповерхових промислових будівель .....  | 9  |
| 2.2 Приклад розрахунку обсягів робіт і вибір методів<br>монтажу конструкцій одноповерхових промислових будівель.....    | 21 |
| 2.2.1 Визначення необхідних параметрів монтажних кранів .....   | 21 |
| 2.2.2 Вибір вантажозахватних монтажних пристроїв.....   | 29 |
| 2.2.3 Порівняння монтажних кранів за економічними<br>показниками .....  | 34 |
| 2.2.4 Визначення розмірів і кількості монтажних ділянок.....  | 37 |
| 2.2.5 Розрахунок необхідної кількості транспортних засобів<br>для привезення конструкцій на будівельний майданчик ..... | 37 |
| 2.2.6 Техніко-економічні показники.....   | 40 |
| 2.3 Монтаж багатоповерхових будівель .....  | 40 |
| Література .....  | 66 |
| Додатки.....  | 68 |

## ВСТУП

Виконання будівельно-монтажних робіт – один з найвитратніших і трудомістких процесів. Вони потребують ретельної підготовки монтажного майданчика, будівельних конструкцій, монтажних кранів і обладнання та високої кваліфікації фахівців-монтажників.

Монтажні роботи набувають особливої значущості при будівництві висотних будівель. Їх міцність визначається, насамперед, якістю будівельних конструкцій, дотриманням технології при їх монтажі та високою точністю встановлення в проектне положення.

Монтажні роботи починаються з підготовки майданчика для будівництва. До неї входить: завезення та збирання будівельного устаткування і техніки. Фахівці монтують підйомні крани, компресорні та насосні установки, прокладають тимчасові технічні трубопроводи, готують електрообладнання. Монтаж – це не просто збирання і налагодження устаткування, але і його обслуговування протягом усього часу, поки триватиме будівництво.

При проведенні монтажних робіт велику увагу потрібно приділяти дотриманню техніки безпеки. Монтаж будівельних конструкцій входить до переліку небезпечних робіт для безпосередніх працівників, які знаходяться на будівельному майданчику. Відомі випадки падіння висотних підйомних кранів на житлові будинки, обвалення міжповерхових перекриттів. Все це відбувається через порушення технологічних вимог та вимог техніки безпеки. Так і в ході робіт може відбутися зрив і падіння деталей. Один з найважливіших моментів – це огороження будівельного майданчика тимчасовим парканом, неприпустимість проникнення на ділянку сторонніх осіб, місця для попереднього укрупнення конструкцій теж повинні бути обгородженими.

Монтажні роботи – це провідний комплексний процес у зведенні будівель та споруд від характеристик виконання якого в майбутньому залежить якість і довговічність експлуатації будівлі чи споруди.

Вища школа має за мету підготовку інженерів високої кваліфікації в напрямку технології, організації будівництва, які будуть здатні задіяти резерви підвищення ефективності будівельного виробництва та використовувати сучасні розробки в цих галузях знань.

Навчальний посібник призначений для застосування при проектуванні монтажних робіт під час курсового та дипломного проектування і для використання студентами денної та заочної форм навчання напряму підготовки «Будівництво».

Навчальний посібник до виконання курсових та дипломних проектів з монтажу одноповерхової промислової і багатоповерхової будівлі склада-

ється з двох частин. У посібнику містяться вказівки про порядок розробки проекту та наведено приклад і довідкові джерела інформації.

Проекти виконуються на аркушах креслярського паперу стандартного формату (841×594 мм). Нормальна щільність заповнення листа  $\approx 75\%$ . Розрахунково-пояснювальна записка повинна містити 25 – 30 сторінок і виконуватися із дотриманням вимог [1].

Схеми, таблиці, ескізи, що наводяться в записці, викреслюються і нумеруються. У тексті завжди вказуються посилання на використані літературні джерела, список яких наводиться в кінці записки.

## 1 СКЛАД ПРОЕКТУ

До складу проекту входить:

- розрахунково-пояснювальна записка;
- технологічна карта на одному аркуші формату А1 або на декількох аркушах формату А3.

Розрахунково-пояснювальна записка має містити такі розділи:

1. Вступ.
2. Характеристика будівлі:
  - а) план;
  - б) розріз;
  - в) фасад.
3. Специфікація будівельних конструкцій (обсяги робіт).
4. Калькуляція і технологічний розрахунок.
5. Вибір вантажозахватних пристроїв.
6. Вибір і опис методів і технології монтажу промислових будівель.
7. Вибір монтажних кранів.
8. Визначення кількості кранів у варіантах.
9. Порівняння монтажних кранів за техніко-економічними показниками.
10. Визначення розмірів і кількості монтажних ділянок.
11. Вибір транспортних засобів.
12. Підрахунок заробітної плати на виконання монтажу конструкцій.
13. Заходи з техніки безпеки.
14. Техніко-економічні показники проекту виробництва монтажних робіт.
15. Науково-дослідна робота (НДР).

На аркуші мають бути подані нижченаведені графічні матеріали.

1. Монтажний план будівлі (М 1:500, 1:1000) з розбиванням на монтажні ділянки і зі схемами руху кранів, з вказанням місць і номерів стоянок при монтажі всіх елементів каркаса. Шляхи руху кранів при монтажі окремих елементів потрібно позначати кольоровими лініями. Вхід і вихід кранів на об'єкт показують стрілками, над якими пишуть найменування крана. Праворуч від схематичного плану наводяться умовні позначення.

2. Схеми монтажу окремих конструктивних елементів виконуються для трьох-чотирьох процесів в М 1:100, 1:200. На схемах показуються: план двох-трьох чарунок з усіма розмірами і прив'язуванням до осей; план шляхів руху крана із зазначенням місць стоянок; план розміщення крана і транспортних засобів у момент монтажу та розкладання конструкцій на радіусі обертання гака, а також всі монтажні пристрої з виносками їх найменувань. На розрізі біля стріли крана вказуються робочі параметри монтажу ( $Q_{кр}$ ,  $H_{кр}$ ,  $L_{кр}$ ) і монтажні характеристики ( $Q_m$ ,  $H_m$ ,  $L_m$ ). Положення крана і складованих конструкцій прив'язуються до розбивочних осей будівлі.

3. Циклограма відображає процес виконання робіт у просторі і часі.

Побудову циклограми починають з розчленування будівлі на ділянки, прогони, осі по вертикалі і на зміни, дні – по горизонталі. Монтажні та допоміжні процеси зображуються на циклограмі похилими лініями, які позначені номером відповідно до номера цього процесу в таблиці технологічних розрахунків, що позначені на карті. Вхід і вихід крана показують стрілками, над якими пишуть найменування крана.

При побудові циклограми рекомендується стежити, щоб протягом усього періоду монтажу працювала задана кількість кранів.

4. Таблиці.

На технологічній карті необхідно розмістити декілька таблиць:

1) Потреба в конструкціях та допоміжних матеріалах.

Кількість конструкцій приймається за таблицею обсягів робіт (табл. 1), а кількість допоміжних матеріалів – за [2, 3].

Таблиця 1 – Потреба в конструкціях та допоміжних матеріалах

| Найменування | Марка | Одиниця вимірювання | Кількість |
|--------------|-------|---------------------|-----------|
| 1            | 2     | 3                   | 4         |
|              |       |                     |           |
|              |       |                     |           |
|              |       |                     |           |

2) Монтажне обладнання, інвентар та інструменти.

До цієї таблиці вносять крани (табл. 2), транспортні засоби, риштування, огороження, інструмент та зварювальні апарати.

Таблиця 2 – Потреба в обладнанні, інвентарі та інструменті

| Найменування | Марка (тип) крана | Кількість | Основні технічні характеристики |
|--------------|-------------------|-----------|---------------------------------|
| 1            | 2                 | 3         | 4                               |
|              |                   |           |                                 |
|              |                   |           |                                 |
|              |                   |           |                                 |

3) Монтажні пристрої переносяться з пояснювальної записки.

5. Погодинний графік постачання конструкцій.

У ньому має бути узгоджено постачання конструкцій транспортом, що вибраний, у дві зміни. Тривалість монтажу приймається за калькуляцією.

6. Техніко-економічні показники (ТЕП) проекту.

На технологічній карті повинні бути розміщені техніко-економічні показники за обраним варіантом.



#### 7. Вказівки щодо виконання робіт.

Наводяться основні положення, які визначають організацію процесу [4], наприклад:

- а) монтаж будівлі виконується чотирма потоками: перший потік – монтаж фундаментів і фундаментних балок краном К-162 і т. д.
- б) з метою прискорення введення об'єкта і максимального суміщення робіт будівля розбивається на декілька ділянок.

#### 8. Контроль якості.

Необхідно вибрати допустимі відхилення за ДБН, які стосуються конструкцій, що монтуються, і вписати їх на карті, а також ознайомитися зі схемами операційного контролю якості (СОКЯ) монтажних робіт.

#### 9. Основні заходи з техніки безпеки.

На аркуші розміщують головні заходи з тих вказівок, що розроблені в пояснювальній записці відповідно до вимог [5].

#### 10. Сфера застосування.

Потрібно вказати, для монтажу яких конструкцій і умов розроблена ця технологічна карта.

## 2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ ПРОЕКТУ

### 2.1 Монтаж одноповерхових промислових будівель

Розрахунково-пояснювальна записка

#### 1. Вступ.

У цій частині пояснювальної записки коротко викладаються основні шляхи вдосконалення капітального будівництва з врахуванням діючих нормативних документів України в галузі будівництва, а також основні досягнення з технології монтажу одноповерхових промислових будівель.

#### 2. Характеристика будівлі.

У цьому розділі проводиться короткий опис конструктивного та архітектурно-планувального рішення будівлі, в якому зазначаються розміри будівлі в плані і по висоті, поверховість, наявність кранового обладнання, матеріал конструктивних елементів, їх найменування, вирішення конструкції покриття. Також зазначається місце та час будівництва, спосіб постачання збірних конструкцій на будівельний майданчик, дальність їх транспортування.

#### 3. Специфікація монтажних конструкцій.

На підставі каталогів типових конструкцій визначають марку, масу і кількість монтажних конструкцій. Отримані дані записуються до табл. 3.

Таблиця 3 – Специфікація монтажних конструкцій

| Найменування конструкції | Ескіз і основні розміри | Кількість | Марка конструкції | Маса, т            |                  |
|--------------------------|-------------------------|-----------|-------------------|--------------------|------------------|
|                          |                         |           |                   | Однієї конструкції | Всіх конструкцій |
| 1                        | 2                       | 3         | 4                 | 5                  | 6                |
|                          |                         |           |                   |                    |                  |
|                          |                         |           |                   |                    |                  |
|                          |                         |           |                   |                    |                  |

Наприкінці табл. 3 визначається загальна маса монтажних конструкцій.

#### 4. Калькуляція трудових витрат і заробітної плати.

Калькуляція трудових витрат і заробітної плати та технологічний розрахунок є основою для складання циклограми або календарного графіка монтажних робіт, визначення техніко-економічних показників і термінів виконання монтажних робіт. Складається калькуляція відповідно до ДБН (РЕКН) за допомогою програмного комплексу АВК. Рекомендується виписувати найменування як основних, так і допоміжних процесів у технологічній послідовності їх виконання (табл. 4).

Таблиця 4 – Калькуляція трудових витрат і заробітної плати

| 1 | 2 | 3 | Обсяг робіт |             |   |   |   | Норми часу |          | Трудомісткість |             |    |    | 16 | 17 | 18 |                          |
|---|---|---|-------------|-------------|---|---|---|------------|----------|----------------|-------------|----|----|----|----|----|--------------------------|
|   |   |   | 4           | По ділянках |   |   |   | люд.-год   | маш.-год | Всього         | По ділянках |    |    |    |    |    |                          |
|   |   |   |             |             |   |   |   |            |          |                |             |    |    |    |    |    | Розцінка на одиницю, грн |
|   |   |   |             | 5           | 6 | 7 | 8 |            |          |                | 12          | 13 | 14 |    |    |    |                          |
| 1 | 2 | 3 | 4           | 5           | 6 | 7 | 8 | 9          | 10       | 11             | 12          | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18                       |

$n$  – кількість прогонів.

У тих випадках, коли монтуються конструкції одного типу, але різні за вагою (площею), у калькуляції (у графі «Назва робіт») потрібно зробити такі записи:

Монтаж плит покриття площею 18 м<sup>2</sup>;

Монтаж плит покриття площею 36 м<sup>2</sup>.

Для кожної з цих конструкцій необхідно скласти рядки калькуляції.

Трудомісткість робіт визначається за формулою (люд.-дн., маш.-дн.):

$$T = \frac{N_{\text{час}} \cdot V}{T_{\text{зм}}}, \quad (1)$$

де  $N_{\text{час}}$  – норма часу на монтаж одного елемента, люд.-год, маш.-год;

$T_{\text{зм}}$  – тривалість зміни,  $T_{\text{зм}} = 8,2$  год.

Заробітна плата монтажників визначається за формулою, грн:

$$Z = C_{\text{од}} \cdot V. \quad (2)$$

де  $C_{\text{од}}$  – розцінка на один елемент, грн;

$V$  – обсяг робіт.

Після складання всієї калькуляції визначають суму витрат за графою «Трудомісткість» (люд.-дн./маш.-зм.) і за графою «Заробітна плата» (грн).

5. Вибір вантажозахватних пристроїв.

Стропи, траверси, кондуктори та інші монтажні пристрої необхідно вибирати за довідниками та інструкціями. При цьому перевага повинна віддаватися захватам з дистанційним управлінням.

За вибраними монтажними пристроями дають коротку характеристику

принципу їх дії і конструктивним особливостям, а також складають таблицю монтажних вантажозахватних пристроїв (табл. 5).

Таблиця 5 – Монтажні вантажозахватні пристрої

| Найменування і призначення пристрою | Вантажопідйомність, т | Маса пристрою, т | Висота над конструкцією, м |
|-------------------------------------|-----------------------|------------------|----------------------------|
| 1                                   | 2                     | 3                | 4                          |
|                                     |                       |                  |                            |
|                                     |                       |                  |                            |
|                                     |                       |                  |                            |

6. Вибір і описання методів технології монтажу промислових будівель.

У цьому розділі пояснювальної записки до проекту виконання робіт при монтажі одноповерхової промислової будівлі необхідно в стислій формі висвітлити такі питання:

- а) прийнятий метод монтажу та його обґрунтування;
- б) послідовність монтажу будівлі та послідовність монтажу окремих конструкцій;
- в) прийняті монтажні механізми та їх переваги для цього об'єкта і прийнятого методу монтажу порівняно з іншими;
- г) розбивання будівлі на захватки, потоки монтажних робіт та їх обґрунтування;
- д) організація доставки виробів під монтаж, транспортні засоби, складування (у разі монтажу з попереднім розкладанням конструкцій).

Прийняті методи і схеми монтажу конструкцій впливають на величину вильоту стріли крана, а отже, на його марку.

В цілому монтаж конструкцій виконується роздільним, комплексним і комбінованим методами з розкладанням конструкцій в зоні монтажу або прямо «з коліс».

Монтаж конструкцій одноповерхових промислових будівель виконується, як правило, кількома стріловими кранами за різними схемами руху: поздовжньою (посередині і по краях прогонів), поперечною (за відсутності підкранових балок).

За величини прогону до 18 м і невеликої маси конструкцій кран може рухатися посередині прогону і виконувати монтаж з обох боків.

Ферми і плити покриття монтуються комплексно. При кроці колон 6 м і 12 м з наявністю підкранових і підкровоквних балок приймається поздовжня схема монтажу з рухом крана посередині прогону. При кроці колон 12 м та відсутності підкранових і підкровоквних балок приймається поперечна схема монтажу з рухом крана поперек прогону. При кроці колон 12 м і наявності підкранових балок можливий комплексний спосіб монтажу з ру-

хом крана поперек прогону. При поперечних схемах руху кранів значно зменшується виліт їх стріли і вантажопідйомність.

Групування конструкцій для монтажу може бути різним, наприклад:

- а) фундаментні блоки та балки;
- б) колони несучі та фахверкові;
- в) підкранові і підкроквяні балки;
- г) ферми і плити покриття;
- д) стінові панелі.

Монтаж підкроквяних балок, колон, наприклад, виконуємо з попереднім розкладанням, а кроквяних ферм і плит покриття – «з коліс».

Намічаємо варіанти: перший варіант – крани на гусеничній ході; другий – на пневматичній ході.

#### 7. Вибір монтажних кранів.

Вибір комплекту машин для монтажу будівельних конструкцій промислових будівель залежить від їх розмірів, ваги конструкцій, які монтується, умов виконання робіт та термінів будівництва.

Монтаж конструкцій повинен виконуватися комплектом машин, що відповідають конкретним умовам об'єкта і прийнятним способам його зведення.

Вибір монтажних кранів проводиться двома етапами. На першому етапі визначаються необхідні параметри монтажних кранів і за монтажними характеристиками підбираються комплекти машин. На другому – проводиться порівняння монтажних кранів (комплектів) за економічними показниками з метою визначення оптимального варіанта.

Визначення необхідних параметрів монтажних кранів.

Основними параметрами монтажних кранів є: висота підйому гака ( $H_M$ ), вантажопідйомність – (монтажна маса конструкції, що піднімається) ( $Q_M$ ) і виліт стріли ( $l_M$ ).

Висота підйому стрілового крана (рис. 1) визначається за формулою:

$$H_{cm} = H_{zak.} + h_n = h_0 + a + h_{ел.} + h_c + h_n, \quad (3)$$

де  $h_0$  – позначка низу встановлення конструкції, м;

$a$  – висота підйому конструкції над місцем встановлення (0,5 м);

$h_{ел.}$  – довжина (висота) конструкції, м;

$h_c$  – висота стропування (відстань від верхньої межі конструкції, що монтується, до осі гака крана), м;

$h_n$  – розмір поліспасти в стягнутому стані ( $\approx 1,5$  м).

Монтажна маса конструкції визначається за формулою:

$$Q_M = Q_k + \sum q_{в.м}; \quad (4)$$

де  $Q_k$  – маса конструкції, т;

$\sum q_{в.м}$  – маса вантажозахватних і монтажних пристроїв, т.

При монтажі ферм, крім висоти підйому гака, визначається необхідна довжина стріли  $L_{ст}$ .

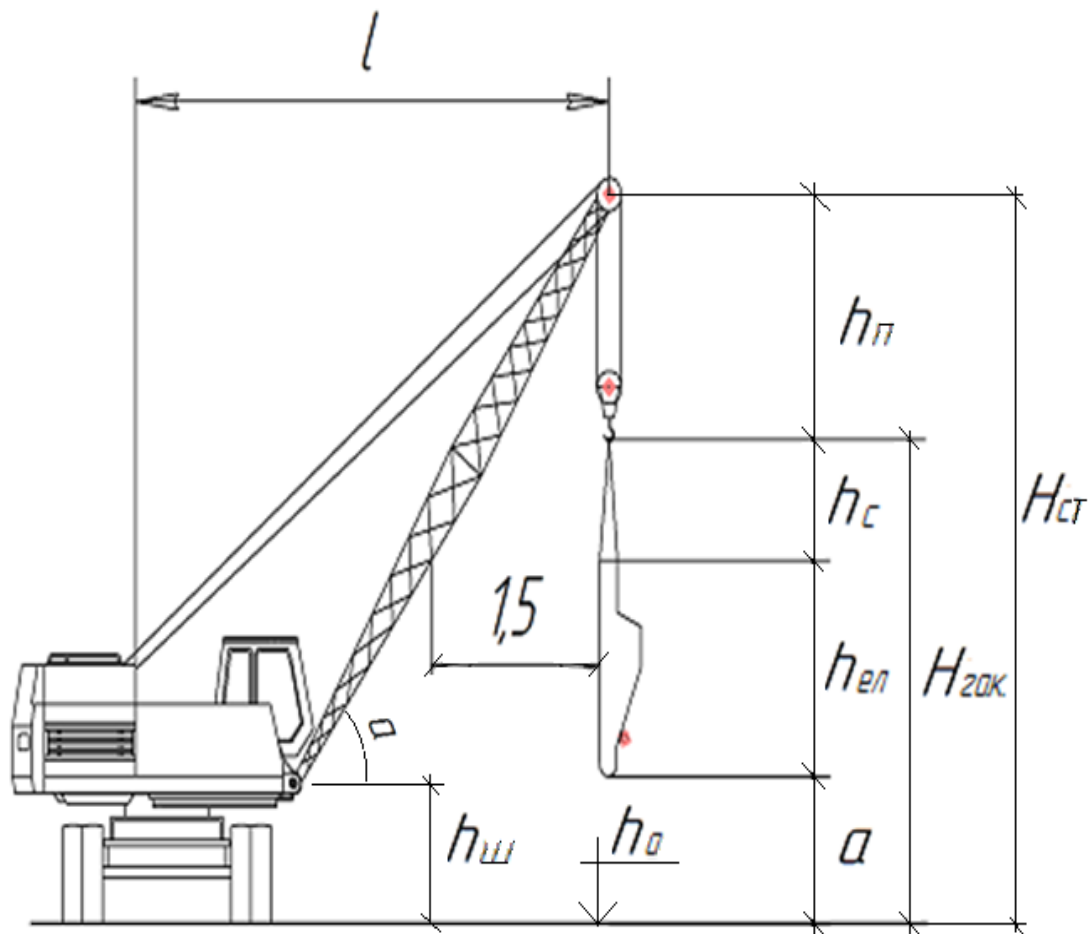


Рисунок 1 – Схема для визначення висоти підйому гака стрілового крана

Необхідна довжина стріли крана при монтажі ферм самохідними кранами (рис. 2) визначається за формулою:

$$L_{cm} = l_1 + l_2 = \frac{H_1 - h_{ш}}{\sin \alpha} + \frac{H_2}{\sin \alpha}, \quad (5)$$

де  $H_1 = h_0 + a$ ;  $H_2 = h_{ел} + h_c + h_n$ ;

$h_{ш}$  – відстань від рівня стоянки крана до осі шарніра підвішування стріли (1,5–2,2 м);

$b$  – габаритні розміри (товщина) ферми, м;

$\alpha$  – кут нахилу стріли (75–78°).

Прийнята довжина стріли крана для монтажу ферм повинна забезпечити можливість одночасного монтажу плит покриття.

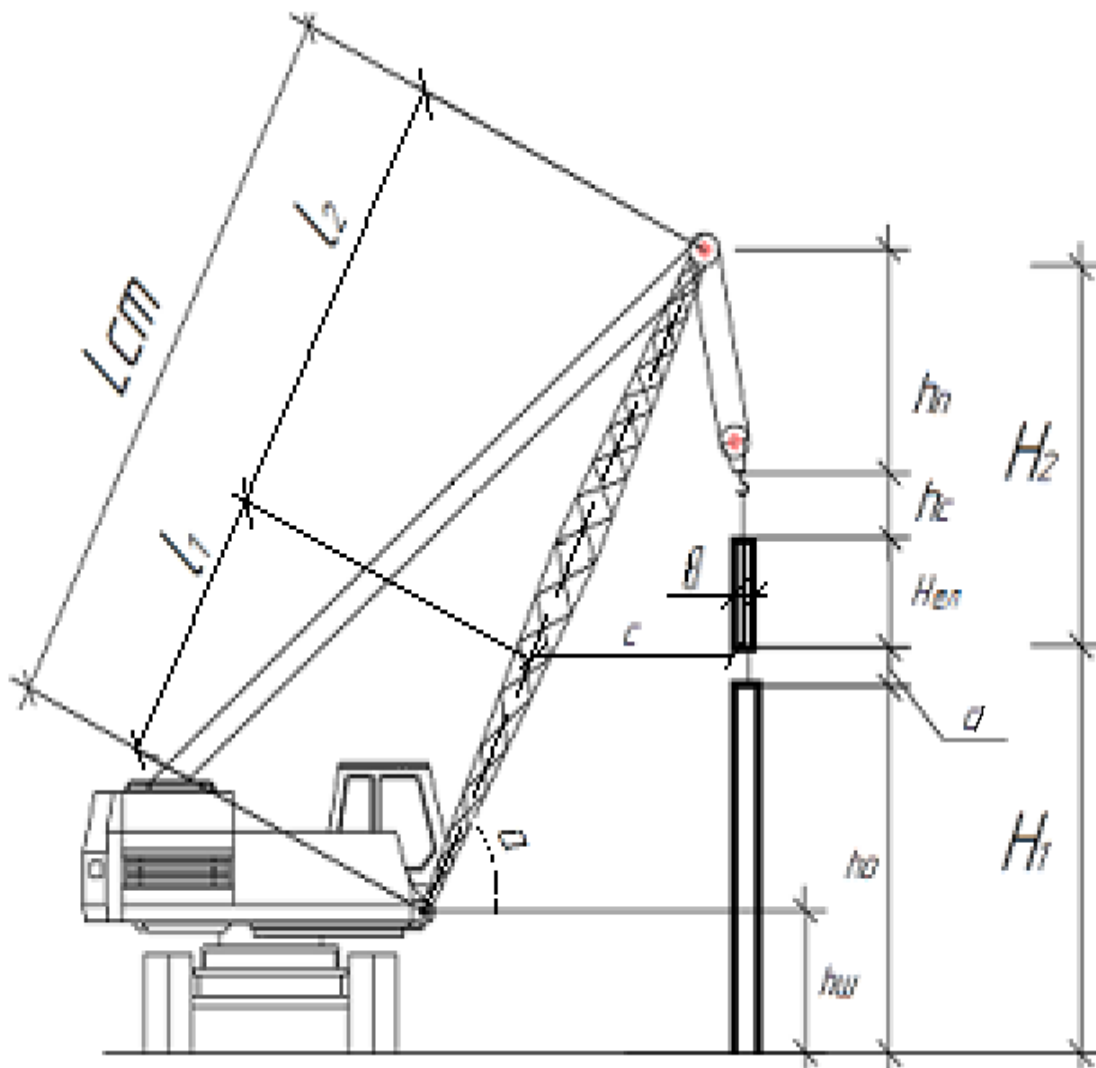


Рисунок 2 – Схема для визначення необхідної довжини стріли крана при монтажі ферм

Необхідна довжина стріли для монтажу плит покриття (рис. 3) визначається за формулою:

$$L_{cm} = l_1 + l_2 = \frac{H_1 - h_{uu}}{\sin \alpha} + \frac{\frac{b}{2} + c}{\cos \alpha}, \quad (6)$$

де  $b$  – габаритні розміри (ширина або довжина) плити покриття, м;  
 $c$  – відстань від осі стріли до конструкції, що монтується ( $c = 1,5$  м);  
 $\alpha$  – кут нахилу стріли ( $75 - 78^\circ$ ).

Оптимальний кут нахилу стріли  $\alpha$  визначається за  $\text{tg } \alpha$ :

$$\text{tg } \alpha = \sqrt[3]{\frac{H_1 - h_{uu}}{\frac{b}{2} + c}}. \quad (7)$$

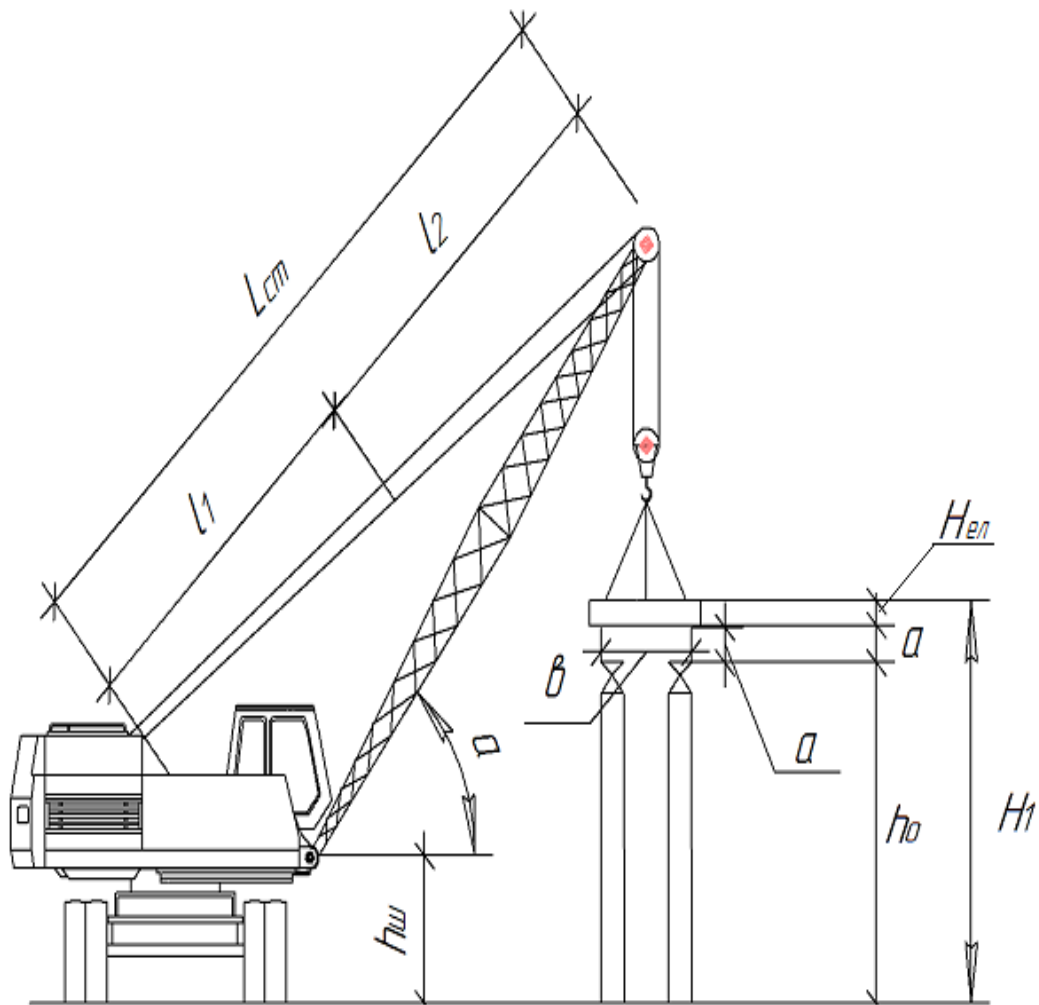


Рисунок 3 – Схема для визначення необхідної довжини стріли крана при монтажі плит покриття

Розрахований оптимальний кут нахилу стріли підставляють у формулу визначення довжини стріли при монтажі плит покриття. У разі, якщо довжина стріли не забезпечує монтажу плит покриття, необхідно приймати велику довжину стріли або стрілу з гусаком.

Довжина гусака (рис. 4) визначається за формулою, м:

$$D = \frac{b/2}{\cos(\alpha - \beta)} \quad (8)$$

де  $b$  – габаритні розміри (ширина або довжина) плити покриття, м;  
 $\alpha$  – найбільший кут підйому стріли (можна прийняти  $\alpha = 75 - 77^\circ$ );  
 $\beta$  – кут між осями основної стріли і гусака (в розрахунках можна прийняти  $\beta = 25 - 30^\circ$ ).



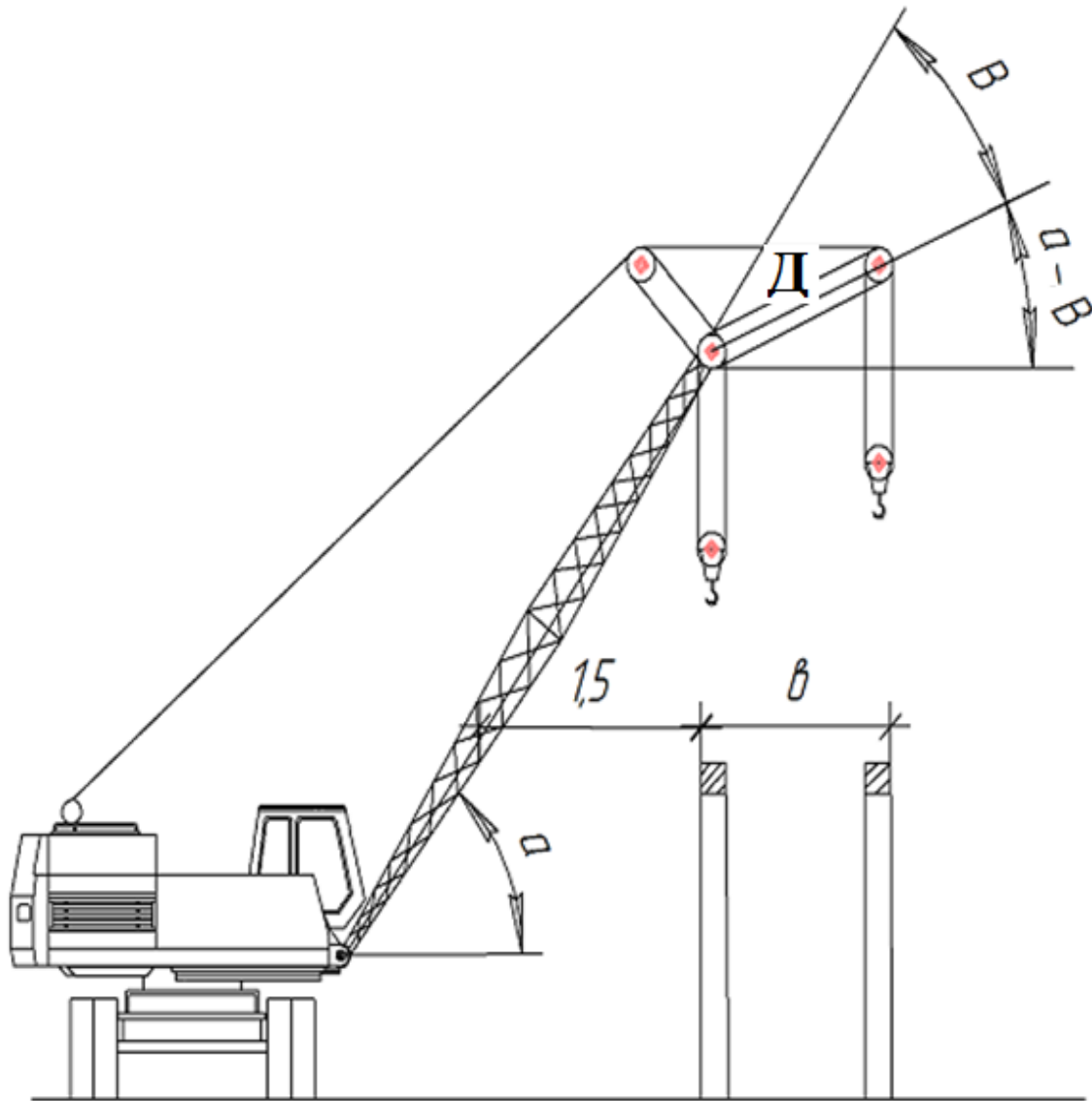


Рисунок 4 – Схема для визначення необхідної довжини гусака крана

Виліт стріли крана визначається за формулою:

$$l = \frac{(\frac{b}{2} + c) \cdot (H_1 + H_2 - h_u)}{h_n + h_c} \quad (9)$$

При монтажі підкранових балок, підкроквяних і кроквяних ферм, фундаментних балок, стінових панелей тощо необхідний виліт гака можна визначати теоретично.

На підставі даних, що отримані при розрахунку необхідних параметрів монтажних кранів, за технічними характеристиками підбираються два-три комплекти машин. Дані щодо вибору монтажних кранів записуються до табл. 6.

Таблиця 6 – Вибір кранів за технічними характеристиками

| Найменування монтажних конструкцій | Монтажні характеристики |       |       | Прийняті механізми |              |              |
|------------------------------------|-------------------------|-------|-------|--------------------|--------------|--------------|
|                                    | $Q_M$                   | $H_M$ | $l_M$ | 1-ий варіант       | 2-ий варіант | 3-ий варіант |
| 1                                  | 2                       | 3     | 4     | 5                  | 6            | 7            |
|                                    |                         |       |       |                    |              |              |
|                                    |                         |       |       |                    |              |              |
|                                    |                         |       |       |                    |              |              |

## 8. Визначення кількості кранів у варіантах.

Кількість кранів у комплекті можна визначити за формулою:

$$n = \frac{T_n}{T_3 \cdot K_M} \quad (10)$$

де  $T_n$ ,  $T_3$  – відповідно нормативна та задана тривалість будівництва, маш.-зм.; (нормативна тривалість приймається за калькуляцією як сума графі «Трудомісткість» в маш.-зм., а задана тривалість – за нормами тривалості будівництва);

$K_M$  – коефіцієнт, що враховує частку монтажу від загальної тривалості будівництва (для промислових будівель приймається 0,25–0,30).

Оскільки всі крани не можуть працювати одночасно, то вводиться коефіцієнт суміщення  $K_C$ :

$$n_K = \frac{T_n \cdot K_C}{T_3 \cdot K_M} \quad (11)$$

де  $K_C = 1,25; 1,3; 1,35$  при  $n_K$  відповідно більше 2, 3, 4.

Під час попереднього вибору кран для кожної конструкції вибирається окремо, але в результаті розрахунку за формулою ( $n_K$ ) може статися так, що потрібна менша кількість кранів, тоді необхідність в кранах відпаде. З вибраних кранів приймається потужніший. При цьому можна переглянути схему руху крана (замість руху по краях прогону – посередині).

## 9. Визначення розмірів і кількості монтажних ділянок.

Після остаточного вибору комплекту кранів складаються ескізи схем їх пересування із зазначенням місць стоянок і кількості елементів, що встановлюються з однієї стоянки.

Під час складання цих схем необхідно прагнути до якнайменшої кількості стоянок крана і найкоротшого шляху його переміщення.

Для потокової організації монтажу конструкцій будівлю розбивають на монтажні ділянки. Розмір монтажної ділянки залежить від ув'язування процесу монтажу колон і технологічної перерви після їх установаження, а також остаточного закріплення і часу, що необхідний для досягнення бетоном в стиках 70% проектної міцності.

Необхідно прагнути розбивати будівлю на якомога більшу кількість монтажних ділянок, тому що з їх збільшенням тривалість будівництва об'єкта в цілому скорочується.

Розмір монтажної ділянки в одноповерхових промислових будівлях визначається кількістю колон, що встановлюються за час від початку установаження перших колон до набирання стиком не менше 70% міцності.

Кількість колон на ділянці визначається за формулою:

$$N_{min} = \frac{t_{3M} \cdot n_{3M} \cdot \varphi \cdot (t_{\phi} + t_b) \cdot t_k}{t_{O.K} \cdot t_K^1} \quad (12)$$

де  $t_{3M}$  – тривалість зміни (8,2 год);

$n_{3M}$  – кількість змін роботи на добу, зм.;

$$\varphi = \frac{t_n}{t_k}, \quad (13)$$

$t_n$  – тривалість монтажу елементів, що встановлюються на колони (підкранових балок), після їх закріплення, маш.-год;

$t_k$  – тривалість монтажу колон у прогоні, дн.;

$t_{\phi}$  – інтервал часу між установаженням колон і замонолічуванням їх стиків (приймається 0,5 дн.);

$t_b$  – тривалість витримування бетону в стиках до отримання ними монтажної міцності (приймається 2 – 5 дн.);

$t_{O.K}$  – середня нормативна тривалість монтажу однієї конструкції, маш.-год;

$t_K^1$  – тривалість монтажу одного ряду колон у прогоні, маш.-год.

За кількістю колон  $N_{min}$  визначають розмір монтажної ділянки. Усі наступні ділянки повинні бути за розмірами приблизно рівними і не меншими розрахункового. Для одноповерхових промислових будівель розмір ділянки найкраще призначати кратним секції (в межах між температурними швами або прогону).

#### 10. Вибір транспортних засобів.

Для перевезення збірних залізобетонних конструкцій при монтажі будівель і споруд в основному використовують автотранспорт.

При виборі автотранспортних засобів необхідно керуватися такими основними вимогами:

– конструкції при перевезенні повинні перебувати в положенні близькому до проектного (крім колон);

– коефіцієнт використання вантажопідйомних машин, рівний відношенню маси завантажених конструкцій до вантажопідйомності машин, повинен наближатися до одиниці;

– довжина платформи повинна відповідати довжині конструкцій, що перевозяться. Величина частини конструкції, що звисає, не повинна перевищувати розмірів, що зазначені у робочих кресленнях.

При монтажі з транспортних засобів кількість одиниць транспортних засобів визначається за формулою:

$$M = \frac{t_{ц}}{t_M}, \quad (14)$$

де  $t_{ц}$  – тривалість транспортного циклу, хв;

$$t_{ц} = t_3 + \frac{2 \cdot L}{V_{сер}} \cdot 60 + t_o, \quad (15)$$

$t_3$  – тривалість перебування машини під завантаженням на заводі (можна прийняти 5–10 хв на одну конструкцію);

$L$  – дальність транспортування конструкцій, км;

$V_{сер}$  – швидкість руху транспорту, км/год (приймається за довідковими даними);

$t_o$  – тривалість перебування транспортного засобу на об'єкті, хв;

$$t_o = t_M^1 \cdot (n_k - 1) + t_p, \quad (16)$$

де  $t_M^1$  – тривалість монтажу однієї конструкції, хв;

$n_k$  – кількість конструкцій, що перевозяться транспортним засобом, шт.;

$t_p$  – тривалість стропування однієї конструкції (можна прийняти 5 – 10 хв);

$t_M$  – тривалість монтажу конструкцій, що привозяться транспортним засобом, хв.

При використанні причепів і роботі транспорту човниковим способом тривалість транспортного циклу визначається за формулою:

$$t_{ц}^ч = t_{n.з} + \frac{2 \cdot L}{V_{сер}} \cdot 60 + t_{n.м}, \quad (17)$$

де  $t_{n.з}$ ,  $t_{n.м}$  – тривалість часу, який необхідний на зміну причепів відповідно на заводі і на будівельному майданчику (приймається до 10 хв на кожну зміну причепа).

Кількість причепів  $K$  з врахуванням одного причепа, що знаходиться на будівельному майданчику і одного – на заводі, дорівнює:

$$K = M + 2 = \frac{t_y^y}{t_M} + 2. \quad (18)$$

Під час монтажу з приоб'єктного складу кількість транспортних засобів визначається за формулою:

$$M = \frac{\Phi}{g \cdot t_M}, \quad (19)$$

де  $\Phi$  – обсяг монтажних робіт, т;  
 $g$  – продуктивність транспортної одиниці за зміну, т;  
 $t_M$  – тривалість монтажу конструкцій, що привозяться транспортним засобом, зм.

$$g = \frac{Q \cdot T_a \cdot K_B}{t_y}, \quad (20)$$

де  $Q$  – вантажопідйомність транспортної одиниці, т;  
 $T_a$  – тривалість робочої зміни транспортної одиниці (7,7 год);  
 $K_B$  – коефіцієнт використання транспортної одиниці за вантажопідйомністю,

$$K_B = \frac{Q_M \cdot N}{Q}, \quad (21)$$

де  $Q_M$  – маса однієї монтажної конструкції, що перевезена транспортним засобом, т;  
 $N$  – кількість перевезених транспортним засобом монтажних конструкцій, шт.;  
 $t_y$  – тривалість циклу транспортного засобу, хв;

$$t_y = t_n + \frac{2L}{V} \cdot 60 + t_p, \quad (22)$$

де  $t_n, t_p$  – тривалість відповідно навантаження і розвантаження, хв (можна прийняти 10 хвилин на одну конструкцію).

#### 11. Заходи з техніки безпеки.

У розділі повинні бути запроектовані основні заходи з охорони праці в літню жарку і зимову холодну пори року, які необхідно здійснювати при виконанні всіх процесів виконання робіт. Ці заходи викладаються у вигляді конкретних вказівок для виконання робіт.

При суміщенні різних процесів необхідно вказати на вжиті заходи, що забезпечують безпеку робіт, а також підкреслити, коли може бути розпочато монтаж тих чи інших конструкцій або виконання робіт.

## 2.2 Приклад розрахунку обсягів робіт і вибір методів монтажу конструкцій одноповерхових промислових будівель

Характеристика будівлі.

Необхідно розробити технологію монтажу одноповерхової промислової будівлі, що має в плані розміри 54×144 м. Будівля складається з двох секцій. Кожна секція має по три прогони шириною 18 м. Перша секція обладнана мостовим краном вантажопідйомністю 10 т, друга – 20 т. Висота до низу кроквяних конструкцій – 12,6 м. Відмітка головки кранової рейки – 9,65. Крок колон і кроквяних ферм – 6 м.

Покриттям є ферми з паралельними поясами. Всі конструкції збірні залізобетонні (рис. 5, 6; табл. 7).

Дальність транспортування монтажних елементів – 10 км. Всі конструкції, що монтуються, доставляються на майданчик автомобільним транспортом.

### 2.2.1 Визначення необхідних параметрів монтажних кранів

1. Висота підймання гака  $H_{гак}$ .

При монтажі крайніх, середніх і фахверкових колон:

$$H_{гак} = 12600 + 500 + 1000 = 14100 \text{ мм.}$$

При монтажі підкранових балок:

$$H_{гак} = 8500 + 1000 + 500 + 3500 = 13500 \text{ мм.}$$

При монтажі ферм покриття:

$$H_{гак} = 12600 + 2700 + 500 + 1800 = 17600 \text{ мм.}$$

При монтажі плит покриття:

$$H_{гак} = 15300 + 500 + 300 + 3000 = 19100 \text{ мм.}$$

При монтажі стінових панелей:

$$H_{гак} = 16500 + 500 + 1200 + 3500 = 21700 \text{ мм.}$$

2. Монтажна маса конструкцій  $Q_m$ .

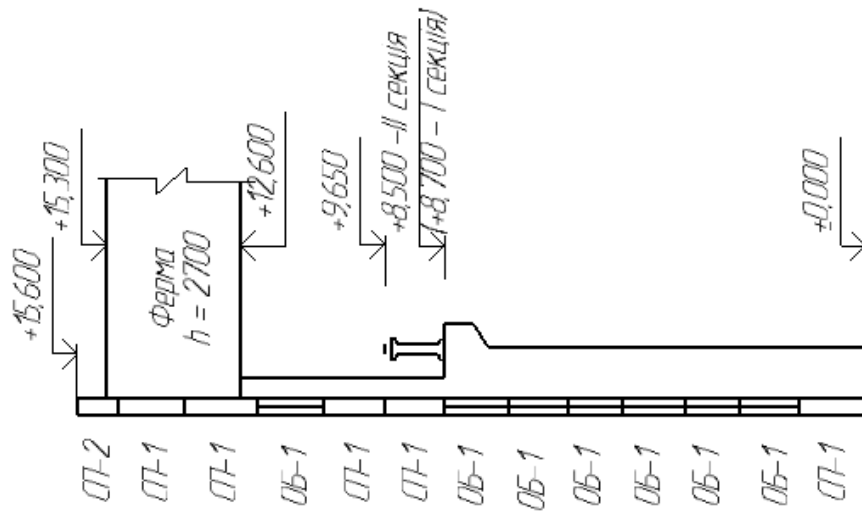
При монтажі фундаментів:

$$Q_m = 9,8 + 0,0907 = 9,89 \approx 9,9 \text{ т.}$$

Фасад в осях 1-26 М 1:1000



Разрив М 1:200



План М 1:1000

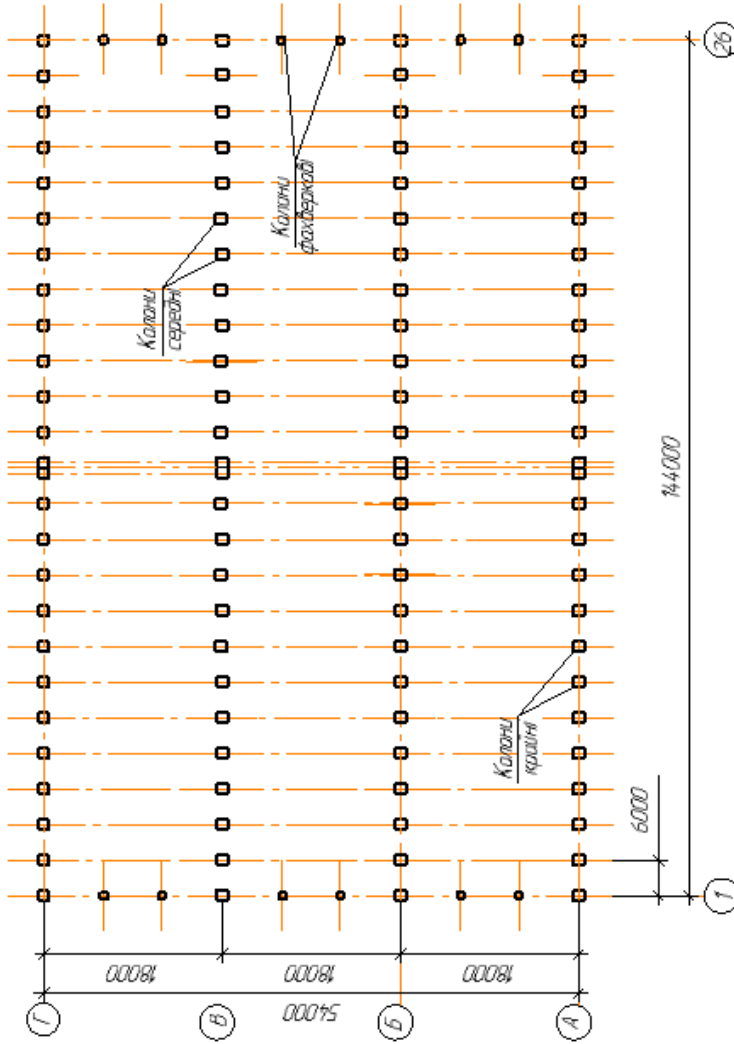


Рисунок 5 – Фасад, план і розріз одноповерхової промислової будівлі

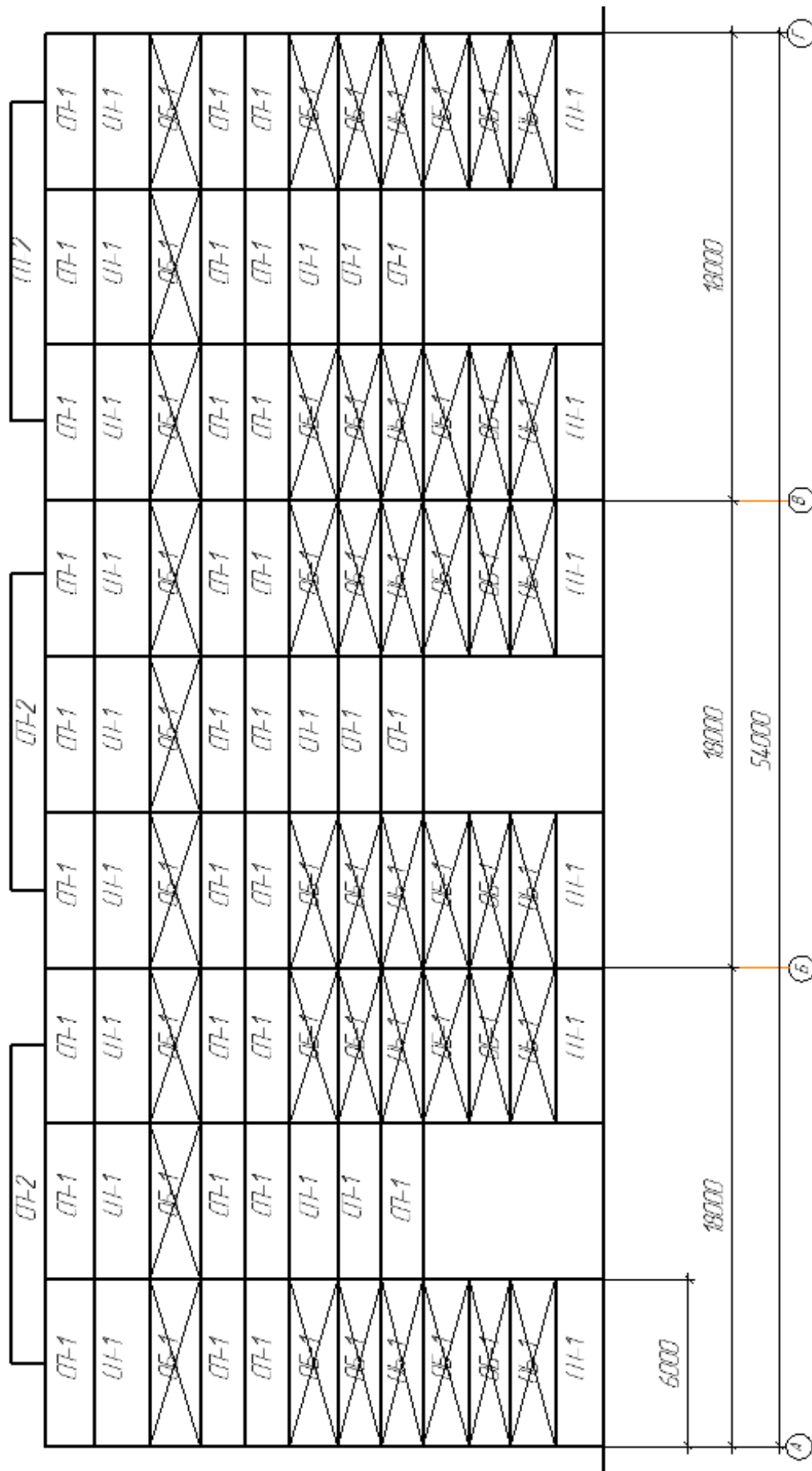
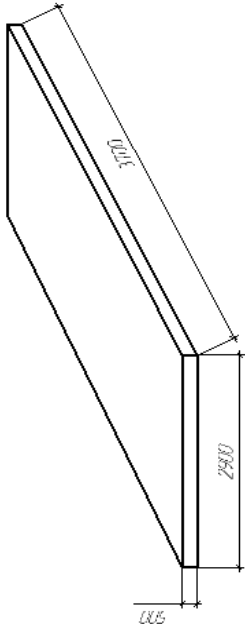
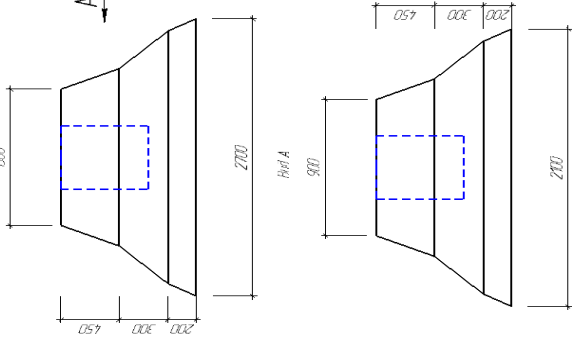


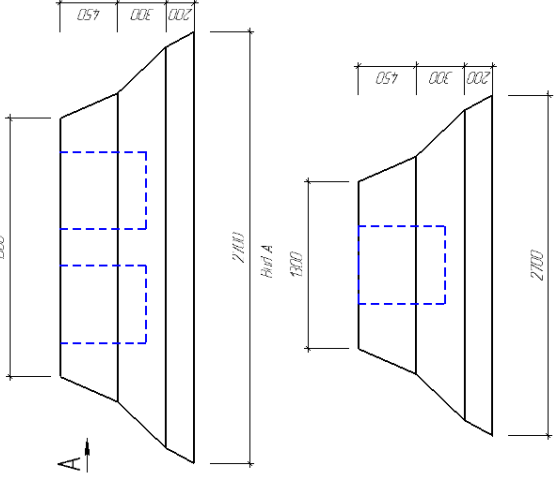
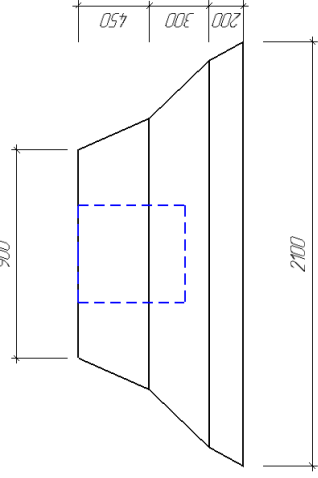
Рисунок 6 – Схема розкладання стінових панелей в осях А-Г



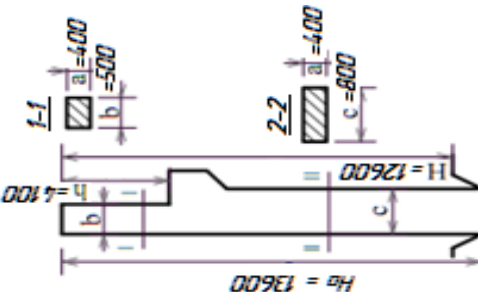
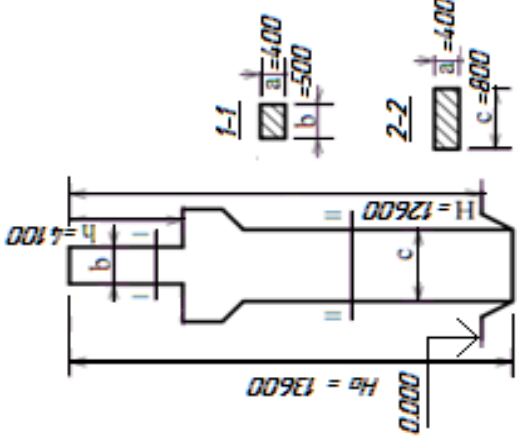
Таблиця 7 – Специфікація монтажних елементів

| Найменування                 | Ескіз та основні розміри, мм   | Кількість, шт. | Марка елемента | Маса, т         |        |
|------------------------------|--|----------------|----------------|-----------------|--------|
|                              |  |                |                | Одного елемента | Всього |
| 1                            | 2  | 3              | 4              | 5               | 6      |
| Фундаментна плита            |    | 4              | ФП-1           | 8               | 32     |
| Фундаменти під рядові колони |  | 96             | Ф-1            | 8,3             | 796,8  |

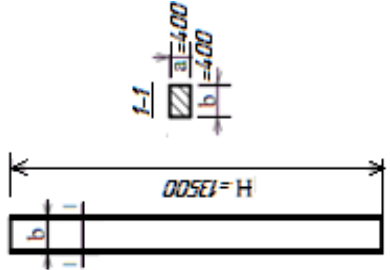
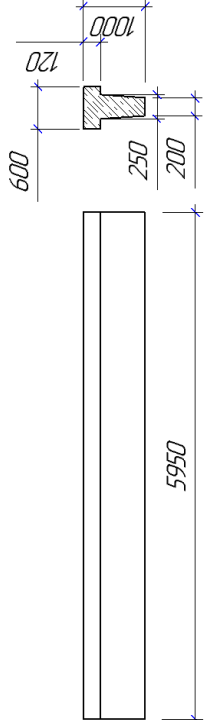
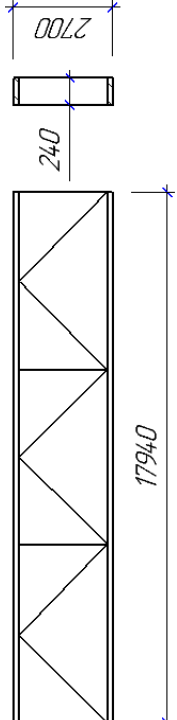
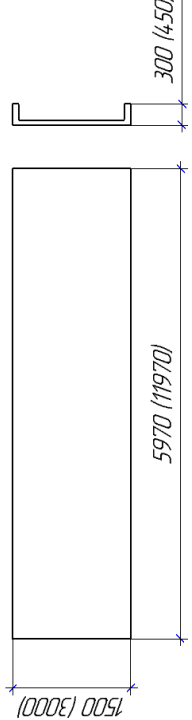
Продовження таблиці 7

| 1   | 2  | 3         | 4           | 5          | 6           |
|---|--|-----------|-------------|------------|-------------|
| <p>Фундаменти під колони температурного шва</p> |   | <p>4</p>  | <p>ФФ-2</p> | <p>9,8</p> | <p>39,2</p> |
| <p>Фундаменти під фахверкові стояки</p>         |  | <p>12</p> | <p>ФФ-1</p> | <p>6,4</p> | <p>76,8</p> |

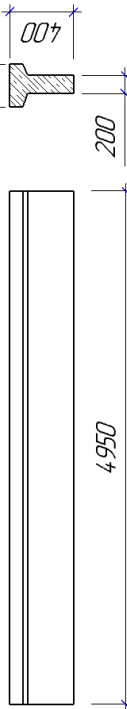
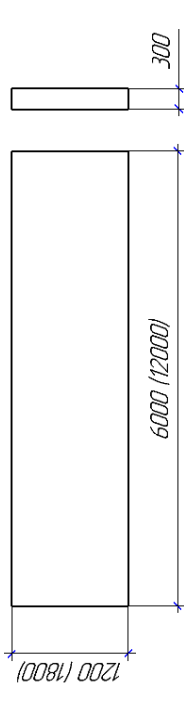
Продовження таблиці 7

| 1                     | 2  | 3         | 4          | 5          | 6            |
|-----------------------|--|-----------|------------|------------|--------------|
| <p>Колони крайні</p>  |   | <p>52</p> | <p>K-1</p> | <p>9,5</p> | <p>494</p>   |
| <p>Колони середні</p> |  | <p>52</p> | <p>K-2</p> | <p>9,6</p> | <p>499,2</p> |

Продовження таблиці 7

| 1                        | 2  | 3   | 4              | 5   | 6      |
|--------------------------|--|-----|----------------|-----|--------|
| <p>Фахверкові стояки</p> |   | 12  | ФС-1           | 5,4 | 64,8   |
| <p>Підкранова балка</p>  |    | 144 | ПБ-1           | 4,0 | 576    |
| <p>Кроковьяна ферма</p>  |   | 78  | КФ-1           | 7,1 | 553,8  |
| <p>Плита покриття</p>    |  | 432 | ПП-1<br>(ПП-2) | 2,4 | 1036,8 |

Продовження таблиці 7

| 1                 | 2  | 3   | 4    | 5   | 6             |
|-------------------|--|-----|------|-----|---------------|
| Фундаментна балка |  | 102 | ФБ-1 | 1,2 | 122,4         |
| Стінові панелі    |  | 408 | СП-1 | 1,0 | 408           |
|                   |  | 6   | СП-2 | 2,0 | 12            |
|                   |  |     |      |     | <b>4711,8</b> |

При монтажі колон:

$$Q_M = 9,6 + 0,159 = 9,759 \approx 9,76 \text{ т.}$$

При монтажі підкранових балок:

$$Q_M = 4,15 + 0,386 = 4,536 \approx 4,54 \text{ т.}$$

При монтажі кроквяних ферм:

$$Q_M = 7,10 + 0,455 = 7,555 \approx 7,56 \text{ т.}$$

При монтажі плити покриття:

$$Q_M = 2,38 + 0,090 = 2,4707 \approx 2,47 \text{ т.}$$

При монтажі фундаментних балок:

$$Q_M = 1,2 + 0,386 = 1,586 \approx 1,59 \text{ т.}$$

При монтажі стінових панелей:

$$Q_M = 2,0 + 0,53 = 2,53 \text{ т.}$$

## 2.2.2 Вибір вантажозахватних монтажних пристроїв

Таблиця 8 – Вибір вантажозахватних монтажних пристроїв

| Найменування пристрою | Призначення пристрою  | Вантажо-підйомність, т | Маса пристрою, кг | Розрахункова висота, м |
|-----------------------|---|------------------------|-------------------|------------------------|
| 1                     | 2   | 3                      | 4                 | 5                      |
| Строп тригілковий     | Монтаж панелей стін довжиною 6 м                                    | 2,5                    | 12                | 2                      |
| Строп чотиригілковий  | Монтаж конструкцій збірних фундаментів і плит покриття довжиною 6 м | 10                     | 90,7              | 3                      |

Продовження таблиці 8

| 1  | 2                                       | 3  | 4   | 5   |
|--|---|----|-----|-----|
| Захват з пристроєм для розстропування із землі | Монтаж колон                            | 10 | 159 | 1   |
| Траверса з напівавтоматичними стропами         | Монтаж підкранових і фундаментних балок | 6  | 386 | 3,5 |
| Траверса                                       | Монтаж ферм                             | 10 | 455 | 1,8 |
| Траверса                                       | Підіймання стінових панелей             | 6  | 530 | 3,5 |

3. Необхідна довжина стріли під час монтажу ферм і плит покриття. При монтажі ферми:

$$L = l_1 + l_2. \quad (23)$$

$$L = \frac{12600+500+2700-1800}{\sin 75^\circ} + \frac{1800+2100}{\sin 75^\circ} = 18531,439 \text{ мм} \approx 18,53 \text{ м.}$$

При монтажі плити покриття визначаємо оптимальний кут нахилу стріли:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \sqrt[3]{\frac{16500+500+300-1800}{\frac{6000}{2}+1500}} = \sqrt[3]{3,4444} = 1,51022; \\ \alpha &= 56^\circ 29'. \end{aligned}$$

Визначаємо необхідну довжину стріли для монтажу плит покриття:

$$L = \frac{16500+500+300-1800}{\sin 56^\circ 29'} + \frac{\frac{6000}{2}+1500}{\cos 56^\circ 29'} = 25541,438 \text{ мм} \approx 25,54 \text{ м.}$$

Таким чином, при монтажі плит покриття довжина стріли повинна бути не меншою 25,54 м або не меншою розрахункової з використанням гусака.

4. Мінімальний виліт гака при монтажі конструкцій.

При монтажі фундаментів:

$$l_{\text{фак}}^{\text{необх}} = 9,0 \text{ м (кран рухається посередині прогону).}$$

При монтажі колон:

$$l_{к\ гак}^{необх} = \frac{\left(\frac{0,8}{2} + 1,5\right) \cdot (13,1 + 3,1 - 1,8)}{3,1} = 8,83 \text{ м.}$$

При монтажі ферм:

$$l_{ф\ гак}^{необх} = \frac{(0,2 + 1,5) \cdot (15,8 + 3,9 - 1,8)}{3,9} = 7,8 \text{ м.}$$

При монтажі плит покриття:

$$l_{п\ гак}^{необх} = 7,8 + \frac{6}{2} = 10,8 \text{ м.}$$

Довжина гусака:

$$D = \frac{3}{\cos(75^\circ - 30^\circ)} = 4,24 \text{ м.}$$

При монтажі стінових панелей:

$$l_{пан\ гак}^{необх} = \frac{(0,2 + 1,5) \cdot (18,20 + 5,6 - 1,8)}{5,6} = 6,68 \text{ м} \approx 6,7 \text{ м.}$$

Таблиця 9 – Дані щодо вибору монтажних кранів

| Найменування<br>конструкцій | Монтажні<br>характеристики |               |               | Прийняті механізми  |                 |
|-----------------------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------------|-----------------|
|                             | $Q_m$ , т                  | $H_{гак}$ , м | $l_{гак}$ , м | 1-ий<br>варіант     | 2-ий<br>варіант |
| 1                           | 2                          | 3             | 4             | 5                   | 6               |
| Фундаменти                  | 9,9                        | 2,0           | 9,0           | МКГ-20              | СКГ-30          |
| Колони                      | 9,76                       | 14,1          | 8,83          | МКГ-20              | СКГ-30          |
| Підкранові балки            | 4,54                       | 13,5          | 6,0           | МКГ-6,3<br>СКГ-30   | МКГ-6,3         |
| Будівельні ферми            | 7,56                       | 17,6          | 7,80          | СКГ-30<br>з гусаком | СКГ-30          |
| Плити покриття              | 2,47                       | 19,1          | 10,80         | СКГ-30<br>з гусаком | СКГ-30          |



| Найменування<br>конструкції | Монтажні<br>характеристики |                             |                             | Прийняті механізми |                 |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------|
|                             | $Q_m, \text{ Т}$           | $H_{\text{гак}}, \text{ М}$ | $l_{\text{гак}}, \text{ М}$ | 1-ий<br>варіант    | 2-ий<br>варіант |
| 1                           | 2                          | 3                           | 4                           | 5                  | 6               |
| Фундаментні балки           | 1,59                       | 2,0                         | 6,0                         | МКГ-6,3            | МКГ-6,3         |
| Стінові панелі              | 2,53                       | 21,7                        | 6,7                         | МКГ-6,3            | МКГ-6,3         |

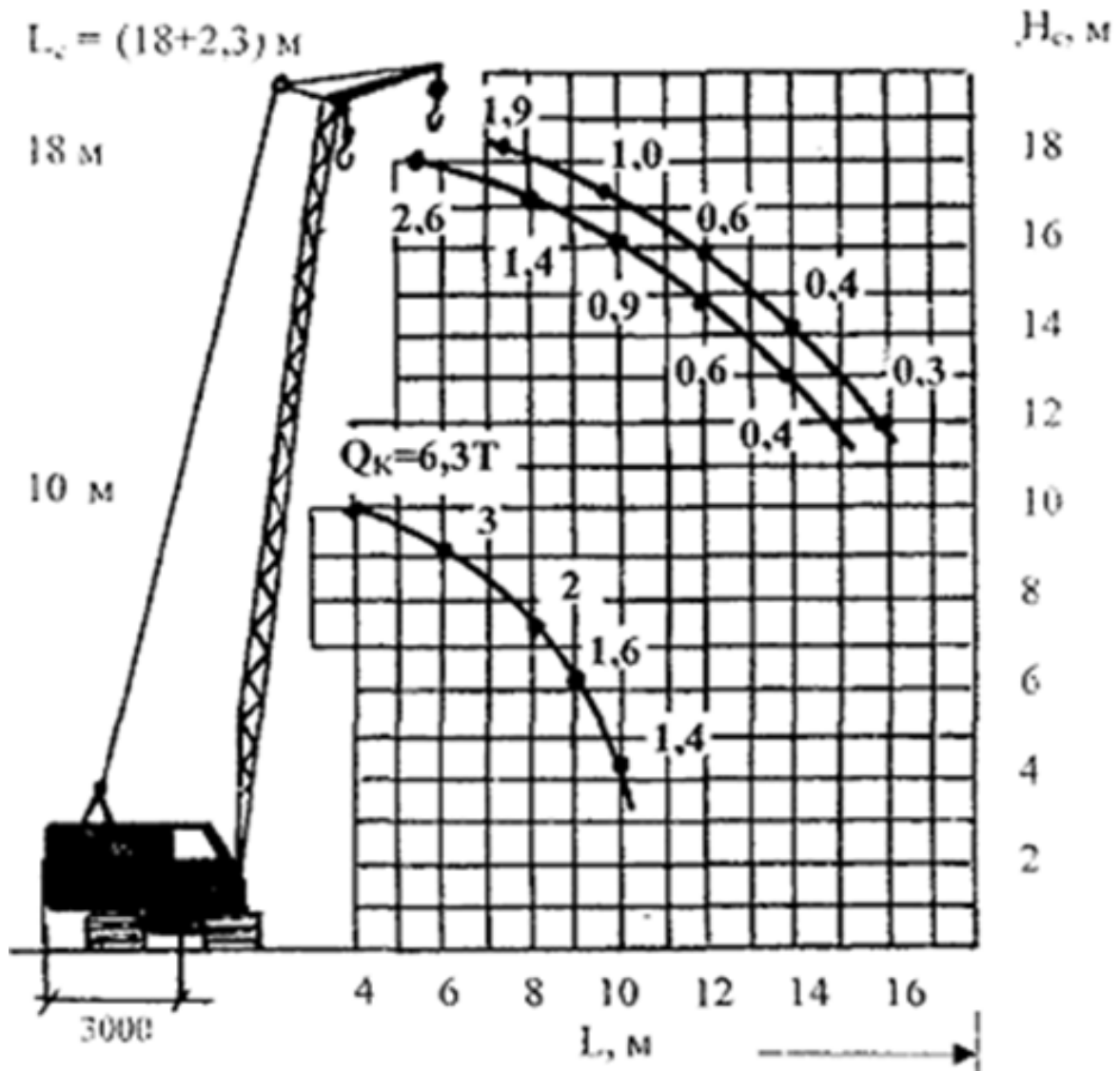


Рисунок 7 – Технічні параметри крана МКГ-6,3

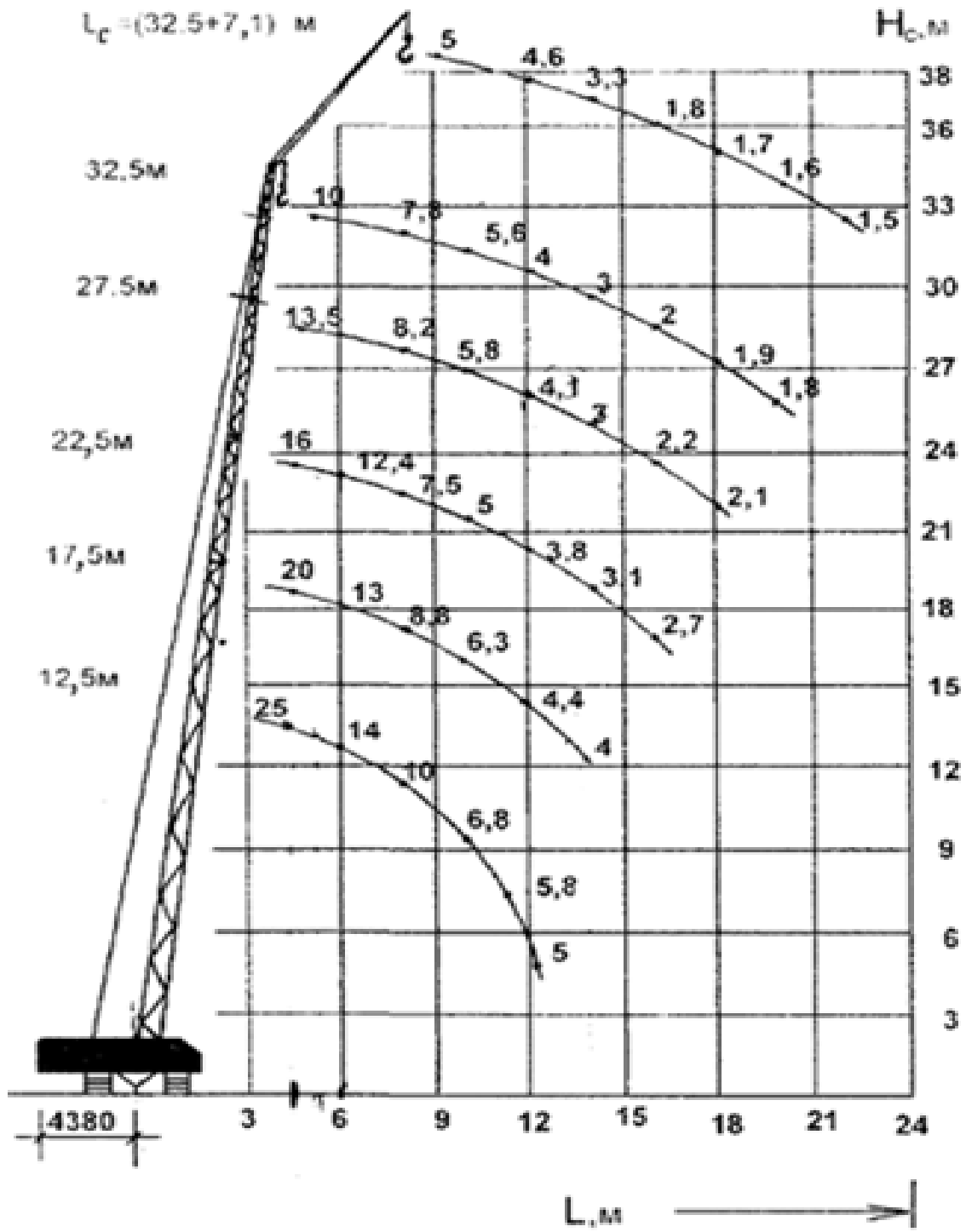


Рисунок 8 – Технічні параметри крана МКГ-25

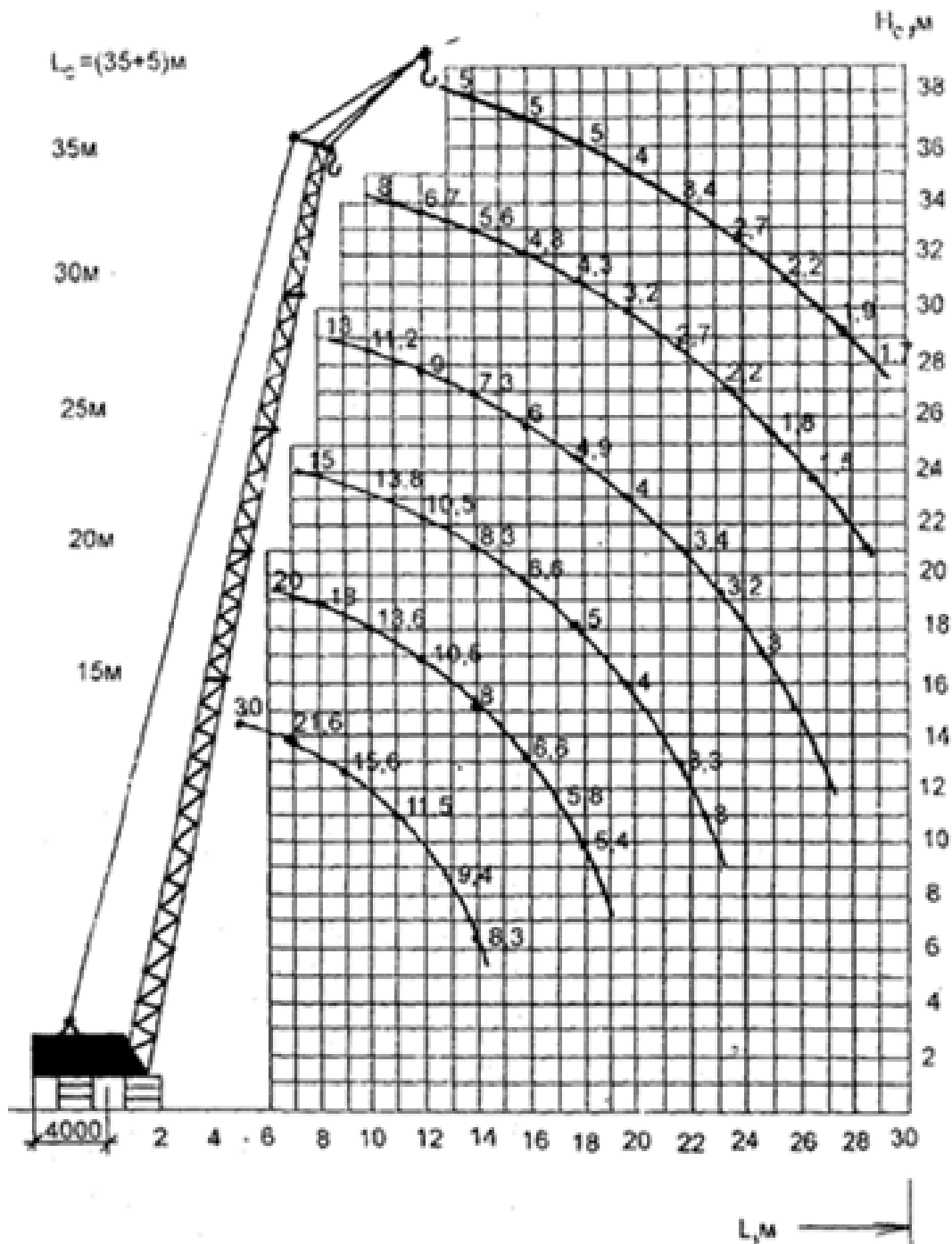


Рисунок 9 – Технічні параметри крана СКГ-30

### 2.2.3 Порівняння монтажних кранів за економічними показниками

1. Згідно з калькуляцією трудових витрат, тривалість роботи кожного крана на будівельному майданчику становить:

1-ий варіант

Кран МКГ-20  $T_{з.м} = 135,1$  зм.

Кран МКГ-6,3  $T_{з.м} = 252,8$  зм.

Кран СКГ-30  $T_{з.м} = 134,9$  зм.

2-ий варіант

Кран СКГ-30  $T_{зм} = 270$  зм.

Кран МКГ-6,3  $T_{зм} = 252,8$  зм.

2. За відомістю ресурсів визначимо виробничу вартість маш.-зм. кожного крана.

1-ий варіант

Кран МКГ-20  $C_{м-зм} = 146,08$  грн.

Кран МКГ-6,3  $C_{м-зм} = 124,35$  грн.

Кран СКГ-30  $C_{м-зм} = 177,23$  грн.

2-ий варіант

Кран СКГ-30  $C_{м-зм} = 177,23$  грн.

Кран МКГ-6,3  $C_{м-зм} = 124,35$  грн.

3. Визначимо собівартість монтажу 1 т конструкції за кожним варіантом механізації робіт.

1-ий варіант

Сума заробітної плати монтажників і електрозварювальників 226186 грн.

Вартість доріг для крана МКГ-20:

$$C_n = 144 \cdot 3 \cdot 0,4 = 172,8 \text{ грн.}$$

Вартість доріг для крана МКГ-6,3:

$$C_n = (144 \cdot 5 + 54 \cdot 2) \cdot 0,4 = 331,2 \text{ грн.}$$

Вартість доріг для крана СКГ-30:

$$C_n = 144 \cdot 3 \cdot 0,52 = 224,64 \text{ грн.}$$

$$C_{од.} = \frac{1,08 (146,08 \cdot 135,1 + 124,35 \cdot 252,8 + 177,23 \cdot 134,9)}{4711,8} + \frac{1,5 \cdot 226186 + 1,08 \cdot (172,8 + 331,2 + 224,64)}{4711,8} = 89,38 \text{ грн./т.}$$

2-ий варіант

Вартість доріг для крана СКГ-30:

$$C_n = 144 \cdot 3 \cdot 0,52 = 224,64 \text{ грн.}$$

Вартість доріг для крана МКГ-6,3:

$$C_n = (144 \cdot 5 + 54 \cdot 2) \cdot 0,4 = 331,2 \text{ грн.}$$

$$C_{од.} = \frac{1,08 \cdot (177,23 \cdot 270 + 124,35 \cdot 252,8) + 1,5 \cdot 226186}{4711,8} + \frac{1,08 \cdot (331,2 + 224,64)}{4711,8} = 90,31 \text{ грн./т.}$$

4. Визначимо трудомісткість монтажу 1 т конструкції за кожним варіантом механізації робіт.

1-ий варіант

Для крана МКГ-20:

$$Q_m = 8,3 + 0,75 \cdot 10 + 47 + 8,2 \cdot 0,47 \cdot 135,1 = 583,48 \text{ люд.-год;}$$

$$Q_p = 9,74 + 451,47 + 852,02 + 867,1 + 155,38 = 2335,71 \text{ люд.-год;}$$

$$Q_n = 144 \cdot 3 \cdot 0,13 = 56,2 \text{ люд.-год.}$$

Для крана МКГ-6,3:

$$Q_m = 7 + 0,5 \cdot 10 + 8,2 \cdot 0,34 \cdot 252,8 = 716,81 \text{ люд.-год.};$$

$$Q_p = 1939,75 + 554,63 + 3330,71 + 77,78 = 5902,87 \text{ люд.-год.};$$

$$Q_n = (144 \cdot 5 + 54 \cdot 2) \cdot 0,13 = 107,6 \text{ люд.-год.}$$

Для крана СКГ-30:

$$Q_m = 46,5 + 1,35 \cdot 10 + 449 + 8,2 \cdot 0,48 \cdot 134,9 = 1039,97 \text{ люд.-год.};$$

$$Q_p = 1345,89 + 1290,38 = 2636,27 \text{ люд.-год.};$$

$$Q_n = 144 \cdot 3 \cdot 0,16 = 69,1 \text{ люд.-год.}$$

$$Q_{од} = \frac{583,48 + 2335,71 + 56,2 + 716,81 + 5902,87 + 107,6 + 1039,97 + 2636,27 + 69,1}{4711,8} = 2,85 \text{ люд.-год.}$$

2-ий варіант

Для крана СКГ-30:

$$Q_m = 46,5 + 1,35 \cdot 10 + 449 + 8,2 \cdot 0,48 \cdot 270 = 1571,72 \text{ люд.-год.};$$

$$Q_p = 9,74 + 451,47 + 852,02 + 867,1 + 155,38 + 1345,89 + 1290,38 = 4971,98 \text{ люд.-год.};$$

$$Q_n = 144 \cdot 0,16 \cdot 3 = 69,1 \text{ люд.-год.}$$

Для крана МКГ-6,3:

$$Q_m = 716,81 \text{ люд.-год.}; Q_p = 5902,87 \text{ люд.-год.}; Q_n = 107,6 \text{ люд.-год.}$$

$$Q_{од} = \frac{1571,72 + 4971,98 + 69,1 + 716,81 + 5902,87 + 107,6}{4711,8} = 2,83 \text{ люд.-год/т.}$$

5. Визначимо приведені витрати за кожним варіантом механізації робіт.

1-ий варіант

$$E_{нит.} = 89,38 + \frac{0,12 \cdot \left( \frac{240000 \cdot 135,1}{400} + \frac{2050000 \cdot 252,8}{300} + \frac{3850000 \cdot 134,9}{400} \right)}{4711,8} = 187,1 \text{ грн/т.}$$

2-ий варіант

$$E_{нит.} = 90,31 + \frac{0,12 \cdot \left( \frac{3850000 \cdot 270}{400} + \frac{2050000 \cdot 252,8}{300} \right)}{4711,8} = 200,5 \text{ грн/т.}$$

Зведемо отримані техніко-економічні показники за порівнюваними варіантами до табл. 10.

Таблиця 10 – Економічні показники варіантів, що порівнюються

| Варіанти механізації | $C_{од.}$ , грн/т | $Q_{од.}$ , люд.-год/т | $E_{нит.}$ , грн/т |
|----------------------|-------------------|------------------------|--------------------|
| 1-ий варіант         | 89,38             | 2,85                   | 187,1              |
| 2-ий варіант         | 90,31             | 2,83                   | 200,5              |

Приймається перший варіант механізації робіт як економічніший.

## 2.2.4 Визначення розмірів і кількості монтажних ділянок

Розглянемо секцію 1, в якій монтуються колони масою: 9,5 т – 26 шт., масою 9,6 т – 26 шт. і масою 5,4 т – 6 шт.

$$t_{ел.} = \frac{2,29 \cdot 52 + 1,61 \cdot 6}{58} = 2,22 \text{ маш.-год};$$
$$t_k = 2,29 \cdot 26 + 1,61 \cdot 2 = 62,76 \text{ маш.-год};$$
$$t_k^1 = 2,29 \cdot 13 = 29,77 \text{ маш.-год};$$
$$t_n = 24 \cdot 1,68 + 13 \cdot 2,295 + 72 \cdot 0,62 = 114,80 \text{ маш.-год};$$
$$\alpha = \frac{62,76}{114,8} < 1, \text{ приймаємо } \alpha = 1;$$
$$N_{\min} = \frac{8,2 \cdot 2 \cdot 1 \cdot (0,5 + 1) \cdot 62,76}{2,22 \cdot 29,77} = 23,36.$$

Приймаємо  $N_{\min} = 24$  шт. (колони).

Кожна секція має 52 колони і три прогони, тому розбиваємо будівлю на дві монтажні ділянки:

Перша ділянка – в осях 1–13 прогін А–Г;

Друга ділянка – в осях 13–26 прогін А–Г.

## 2.2.5 Розрахунок необхідної кількості транспортних засобів для привезення конструкцій на будівельний майданчик

Монтаж виконується з транспортних засобів.

Визначення кількості транспортних засобів.

1. При монтажі фундаментів.

Для привезення фундаментних блоків на будівельний майданчик приймаємо бортовий автомобіль КрАЗ-219:

$$t_o = 10 \text{ хв};$$
$$t_{ц} = 10 \cdot \frac{2 \cdot 10}{30} \cdot 60 + 10 = 60 \text{ хв};$$
$$t_M = 1,15 \cdot 60 = 69 \text{ хв};$$
$$M = \frac{60}{69} = 1 \text{ шт. (автомобіль)}.$$

2. При монтажі крайніх і середніх колон.

Для привезення крайніх і середніх колон на будівельний майданчик приймаємо колоновоз КрАЗ-221Б з напівпричепом-майданчиком:

$$t_o = 137,4 \cdot (2 - 1) + 10 = 147,4 \text{ хв};$$
$$t_{ц} = 2 \cdot 10 \cdot \frac{2 \cdot 10 \cdot 60}{20} + 147,4 = 227,4 \text{ хв};$$
$$t_M = 2,29 \cdot 60 \cdot 2 = 69 \text{ хв};$$
$$M = \frac{227,4}{274,8} = 1 \text{ шт. (колоновоз)}.$$

3. При монтажі фахверкових колон.

Для привезення колон приймаємо колоновоз МАЗ-504 з напівпричепом-розпуском:

$$t_o = 96,6 \cdot (2 - 1) + 10 = 106,6 \text{ хв};$$
$$t_{ц} = 2 \cdot 10 + \frac{2 \cdot 10 \cdot 60}{25} + 106 \cdot 6 = 174,6 \text{ хв};$$

$$t_M = 1,61 \cdot 60 \cdot 2 = 193,2 \text{ хв};$$

$$M = \frac{174,6}{193,2} = 1 \text{ шт. (колоновоз)}.$$

4. При монтажі підкранових балок.

Для привезення підкранових балок приймаємо автопоїзд КрАЗ-219 з підкатним візком, вантажопідйомністю 20 т:

$$t_o = 100,8 \cdot (5 - 1) + 10 = 413,2 \text{ хв};$$

$$t_{ц} = 5 \cdot 10 + \frac{2 \cdot 10 \cdot 60}{20} + 413,2 = 523,2 \text{ хв};$$

$$t_M = 1,68 \cdot 60 \cdot 5 = 504 \text{ хв};$$

$$M = \frac{215,7}{275,4} = 1 \text{ шт. (автопоїзд)}.$$

5. При монтажі кроквяних ферм.

Для привезення кроквяних ферм приймаємо фермовози МАЗ-504 з напівпричепом ХПП1-12АБ вантажопідйомністю 15 т:

$$t_o = 137,7 \cdot (2 - 1) + 10 = 147,7 \text{ хв};$$

$$t_{ц} = 2 \cdot 10 + \frac{2 \cdot 10 \cdot 60}{25} + 147,7 = 215,7 \text{ хв};$$

$$t_M = 2,295 \cdot 60 \cdot 2 = 504 \text{ хв};$$

$$M = \frac{215,7}{275,4} = 1 \text{ шт. (фермовоз)}.$$

6. При монтажі плит покриття.

Для привезення конструкцій покриття приймаємо плитовоз ЗІЛ-130В1 з напівпричепом УПЛ 0906 вантажопідйомністю 9 т:

$$t_o = 37,2 \cdot (3 - 1) + 10 = 84,4 \text{ хв};$$

$$t_{ц} = 3 \cdot 10 + \frac{2 \cdot 10 \cdot 60}{30} + 84,4 = 154,4 \text{ хв};$$

$$t_M = 0,62 \cdot 60 \cdot 3 = 111,6 \text{ хв};$$

$$M = \frac{154,4}{111,6} = 1 \text{ шт. (плитовоз)}.$$

7. При монтажі фундаментних балок.

Для привезення конструкцій фундаментних балок приймаємо балковоз МАЗ-504а з напівпричепом УПР-1212 вантажопідйомністю 12 т:

$$t_o = 21,6 \cdot (6 - 1) + 10 = 118 \text{ хв};$$

$$t_{ц} = 6 \cdot 10 + \frac{2 \cdot 10 \cdot 60}{30} + 118 = 218 \text{ хв};$$

$$t_M = 0,36 \cdot 60 \cdot 6 = 129,6 \text{ хв};$$

$$M = \frac{218}{129,6} = 2 \text{ шт. (балковоз)}.$$

8. При монтажі стінових панелей.

Для привезення стінових панелей на будівельний майданчик приймаємо автопоїзд ЗІЛ-ММЗ-164 АМ з панелевозом УПП-1-8А вантажопідйомністю 8 т:

$$t_o = 75,6 \cdot (8 - 1) + 10 = 539,2 \text{ хв};$$

$$t_{ц} = 8 \cdot 10 + \frac{2 \cdot 10 \cdot 60}{30} + 539,2 = 659,2 \text{ хв};$$

$$t_M = 1,26 \cdot 60 \cdot 8 = 604,8 \text{ хв};$$

$$M = \frac{659,2}{604,8} = 1 \text{ шт. (панелевоз)}.$$

Розрахунок потреби в матеріально-технічних ресурсах для монтажу будівлі.

1. На підставі таблиці обсягів робіт (табл. 7) визначаємо витрати збірних залізобетонних виробів.

2. Використовуючи дані калькуляції, в якій наведено фізичні обсяги робіт та ДБН [2], визначаємо потребу в основних матеріалах та напівфабрикатах: бетоні, розчині, електродах, цинку, ацетилені.

Отримані дані записуємо до таблиці (додаток Б) і розміщуємо на технологічній карті (рис. 10).

3. Машини, обладнання, механізований інструмент, інвентар і пристрої для монтажу будівлі розміщують у вигляді окремих таблиць на технологічній карті на підставі розрахунків, що виконані, та ДБН [6].

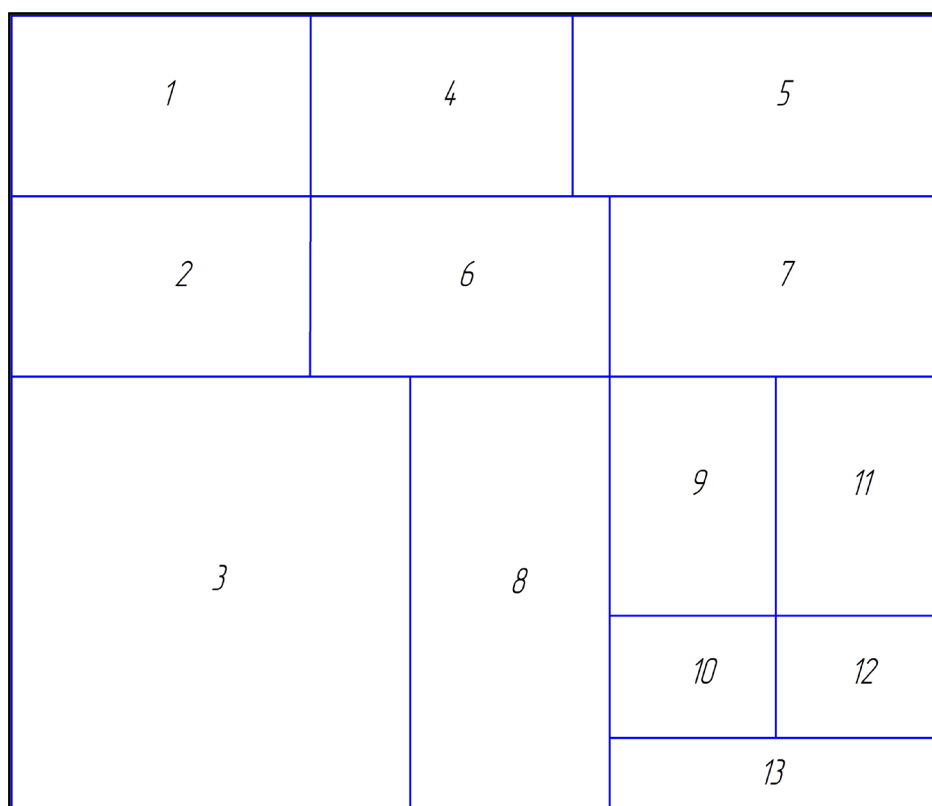


Рисунок 10 – Розміщення графічного матеріалу на аркуші проекту виконання монтажних робіт:

- 1 – схеми монтажу фундаментів, колон і підкранових балок; 2 – схеми руху кранів при монтажі конструкцій покриття і стінових панелей;
- 3 – технологічні схеми монтажу основних конструкцій (колон, підкранових балок, ферм, плит та панелей); 4 – технологічний розрахунок;
- 5 – циклограма монтажу. (4 і 5 календарний план виконання робіт);
- 6 – монтажні пристрої; 7 – монтажне обладнання, інвентар та інструмент;
- 8 – конструкції, напівфабрикати і основні матеріали;
- 9 – вказівки до виконання робіт; 10 – вимоги до якості робіт;
- 11 – техніка безпеки; 12 – ТЕП; 13 – штамп



## 2.2.6 Техніко-економічні показники

1. Тривалість монтажних робіт – 62,5 зм.
2. Трудомісткість монтажних робіт – 10874 люд.-год або 1326,1 люд.-зм.
3. Трудомісткість монтажу 1 т конструкцій:

$$q_{од.} = \frac{10874/8,2}{4711,8} = 0,28 \text{ люд.-зм./т.}$$

4. Вартість монтажу 1 т конструкцій, згідно з прийнятим варіантом монтажу:

$$C_{од.} = 3,06 \text{ грн/т.}$$

5. Виробіток на одного робітника за зміну:

$$B = \frac{4711,8}{10874/8,2} = 3,55 \text{ т/зм.}$$

## 2.3 Монтаж багатоповерхових будівель

В цій частині навчального посібника приведено склад курсового проекту чи технологічної частини дипломного проекту з розроблення монтажу багатоповерхових будівель. Розглянуті питання, які вирішуються в ході проектування технології монтажу конструкцій, дано рекомендації щодо послідовності виконання завдання і оформлення проекту, наведені приклади основних розділів проекту, і т. ін. Методика виконання проекту застосована до конкретного прикладу, що полегшує розуміння матеріалу.

Студенти, виконуючи проект, повинні звертати увагу на те, що монтаж будівельних конструкцій є головним механізованим процесом під час зведення багатоповерхових будівель, за рівнем технології виконання якого часто судять про стан будівельного виробництва в цілому.

Студенти розробляють переважно традиційний крановий метод монтажу, однак необхідно враховувати і те, що сьогодні вводяться і безкранові методи монтажу, що ґрунтуються на використанні домкратів та спеціальних підйомників, дистанційного керування монтажними операціями і т. ін.

1. Коротка характеристика будівлі, що зводиться.

Необхідно розробити проект технології монтажу збірних залізобетонних конструкцій багатоповерхового промислового каркаса будівлі відповідно до завдання.

### *Основні характеристики будівлі*

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| Довжина будівлі в осях, м          | 144 |
| Ширина будівлі, м                  | 24  |
| Кількість прогонів, шт.            | 4   |
| Ширина прогону нижнього поверху, м | 6   |
| Висота, м:                         |     |
| першого поверху                    | 6   |
| другого і третього поверху         | 4,8 |
| Довжина температурного блока, м    | 72  |

|  |     |
|--|-----|
| Кількість блоків, шт.  | 2   |
| Фундаменти під колони стандартного типу:<br>глибина закладання фундаменту, м | 1,5 |

Будинок, що проектується, – безпідвальний. Монтажні роботи виконуються за умови, що будівельний майданчик спланований з відповідними нахилами для відведення атмосферних та інших вод. Рівень ґрунтових вод знаходиться нижче рівня залягання фундаменту. Основою являється жирна глина. З боку входів уздовж будівлі проходить постійна дорога з твердим покриттям. Під фундамент будівлі виритий загальний котлован.

Технологічний процес монтажу конструкцій складається із транспортних, підготовчих, основних та допоміжних процесів.

До транспортних процесів належить привезення на будівельний майданчик збірних залізобетонних конструкцій і напівфабрикатів, монтажного обладнання. У конкретному випадку привезення конструкцій на будівельний майданчик можливе тільки автотранспортом.

## 2. Визначення обсягів монтажних робіт.

Для підрахунку обсягів монтажних робіт необхідно накреслити план типового поверху, поперечний розріз, торцевий і фрагмент бокового фасаду в масштабі 1:500 або 1:200 (рис. 11).

Використовуючи каталоги типових конструкцій, визначають марку, розміри, масу конструкцій каркаса будівлі, а кількість визначають за схемами будівлі (рис. 11, 12). Усі отримані дані записують до специфікації монтажних конструкцій (табл. 11).

Таблиця 11 – Специфікація монтажних конструкцій

| Найменування конструкцій | Марка     | Кількість | Вага, т |       |
|--------------------------|-----------|-----------|---------|-------|
|                          |           |           | Однієї  | Всіх  |
| 1                        | 2         | 3         | 4       | 5     |
| Фундаменти               |           |           |         |       |
|                          | БК 14-9   | 120       | 2,9     | 348,0 |
|                          | БК 16-8   | 5         | 4,25    | 21,2  |
| Колони                   |           |           |         |       |
| крайні, 1-ий поверх      | К 23а-1-1 | 52        | 7,3     | 379,6 |
| крайні, 2-ий поверх      | К 24-1    | 78        | 7,5     | 585,0 |
| крайні, 3-ій поверх      | К 11а-1-3 | 52        | 1,6     | 83,2  |
| крайні, 4-ий поверх      | К 12а-1   | 78        | 1,8     | 140,4 |
| Ригелі                   |           |           |         |       |
| середні                  | ИБ 3-2    | 216       | 4,4     | 950,4 |
| крайні                   | ИБ 13-2   | 144       | 3,3     | 475,2 |

Продовження таблиці 11

| 1                              | 2         | 3   | 4    | 5             |
|--------------------------------|-----------|-----|------|---------------|
| Плити перекриття і покриття    |           |     |      |               |
|                                | П 1-9     | 252 | 2,7  | 680,4         |
|                                | П 2-8     | 846 | 2,9  | 2453,4        |
|                                | П 3-7     | 60  | 2,9  | 174,0         |
| Сходова клітка                 |           |     |      |               |
| Стінові панелі сходової клітки |           |     |      |               |
|                                | СЛК-1     | 30  | 1,4  | 42,0          |
|                                | СЛК-2     | 15  | 1,0  | 15,0          |
|                                | СЛК-3     | 5   | 1,0  | 5,0           |
| Сходові площадки               |           |     |      |               |
|                                | ЛПУ 29-14 | 4   | 1,1  | 4,4           |
|                                | ЛПУ 29-15 | 8   | 1,2  | 9,6           |
| Сходові марші                  |           |     |      |               |
|                                | ЛМ 21-15  | 6   | 2,1  | 12,6          |
|                                | ЛМ 17-15  | 6   | 1,5  | 9             |
| Стінові панелі                 |           |     |      |               |
|                                | Н 60-18   | 168 | 3,2  | 587,6         |
|                                | Н 60-9    | 54  | 1,6  | 86,4          |
| Металеві зв'язки               |           |     |      |               |
|                                | СС-1      | 20  | 0,58 | 11,6          |
|                                | СС-2      | 40  | 0,43 | 17,2          |
| Віконні блоки                  | ПЖ-2      | 166 | 9,55 | 91,3          |
|                                |           |     |      | <b>7069,5</b> |

Об'єм збірного залізобетону 2816,2 м<sup>3</sup>.

На рис. 12 показана схема розкладання плит і влаштування вертикальних зв'язків.

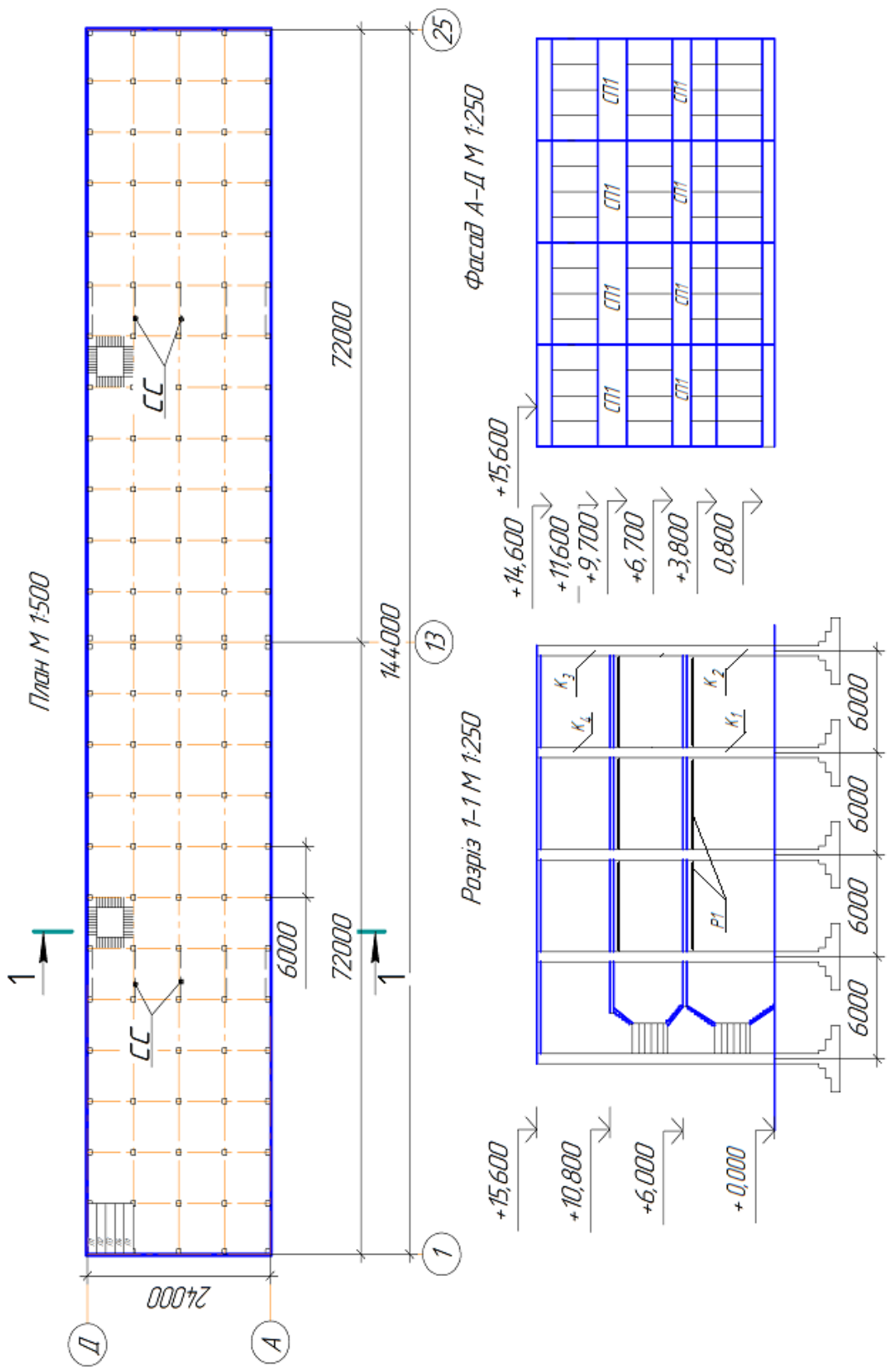


Рисунок 11 – План, розріз і фасад будівлі

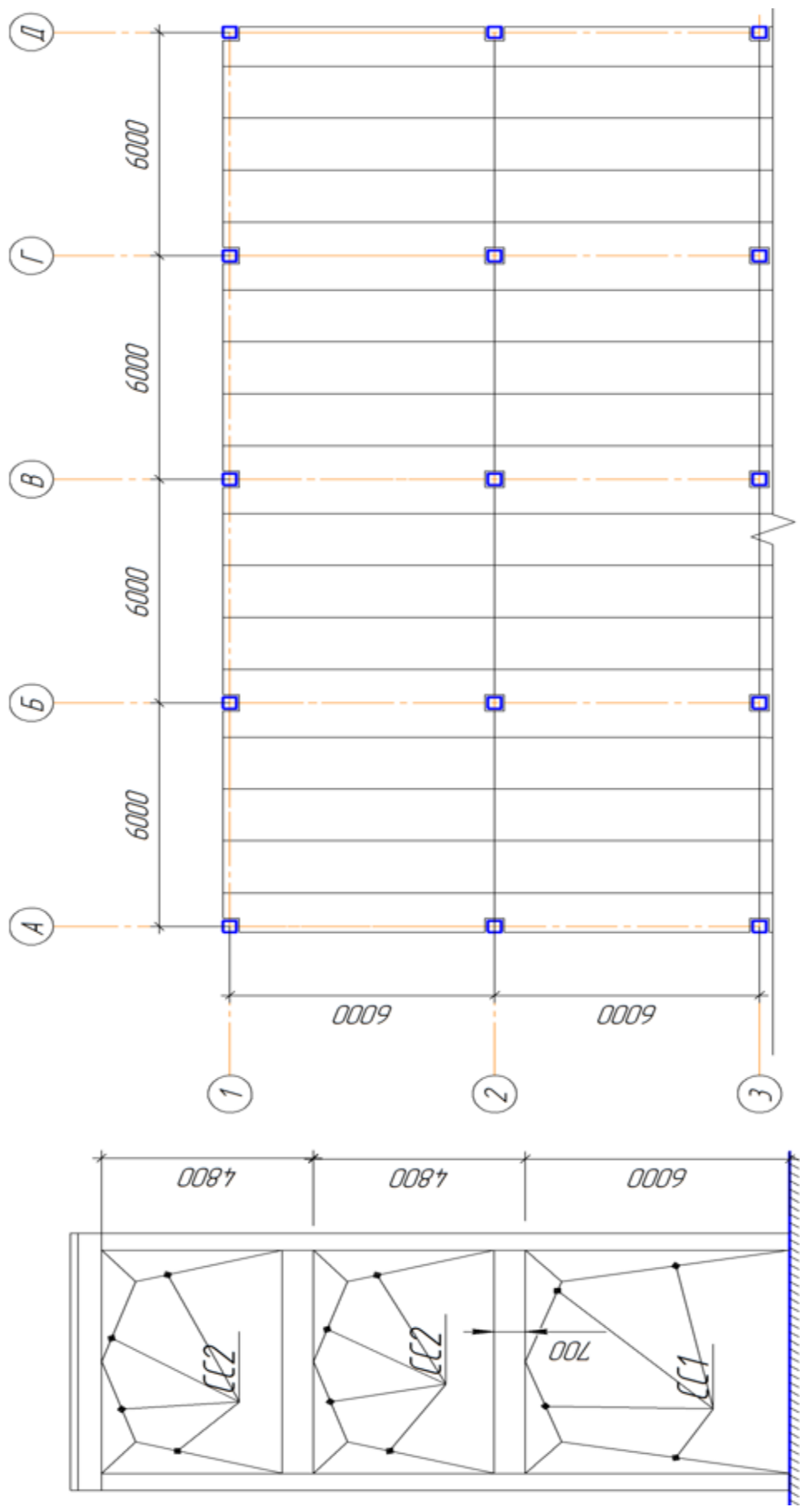


Рисунок 12 – Схема розкладання плит перекриття і встановлення вертикальних зв'язків

### 3. Вибір вантажозахватних пристроїв.

За отриманими габаритними розмірами і масою монтажних конструкцій будівлі із технологічних схем будівництва промислових будівель вибирають монтажні пристрої для підймання конструкцій, а також кондуктори для їх тимчасового закріплення.

При виборі монтажних пристроїв враховують вимоги, що висувуються до них: мінімальна вага, простота конструкції, надійність, зручність в експлуатації, придатність для монтажу різних конструкцій, забезпечення монтажу без витрат на додаткові петлі та отвори в конструкціях, зменшення трудомісткості витрат і забезпечення їх безпеки завдяки дистанційному керуванню.

Наприклад, для монтажу фундаментів стаканного типу масою 2,9 т і 4,25 т можна застосовувати чотиригілкові стропи, які також застосовуються при монтажі плит перекриття і покриття.

Монтаж колон доцільно виконувати за допомогою напівавтоматичного захвату з пристроєм для розстропування із землі.

Для монтажу ригелів можна застосовувати траверсу.

Для тимчасового закріплення і вивірення колон, що встановлюються в стакани фундаментів, застосовують кондуктори. Не потребують часу на тимчасове закріплення ригелі, плити перекриття і покриття, оскільки вони одразу встановлюються в проектне положення. Вибрані пристрої наводяться в табл. 12. В табл. 13 наведена калькуляція трудових витрат і заробітної плати, а в табл. 14 наведено технологічний розрахунок.

#### 4. Калькуляція трудових витрат і заробітної плати.

Калькуляція трудових витрат і заробітної плати, а також технологічний розрахунок (укрупнена калькуляція) – основні документи для складання циклограми і календарного графіка монтажних робіт, визначення техніко-економічних показників, тривалості виконання робіт.

Під час розрахунку калькуляції враховуються всі витрати ручної і механізованої праці, а також заробітна плата на основні, допоміжні процеси і операції, що не враховані в ДБН (РЕКН) [2]. Допоміжні роботи при монтажі враховують за допомогою коефіцієнтів, що наведені у ДБН (РЕКН) [2].

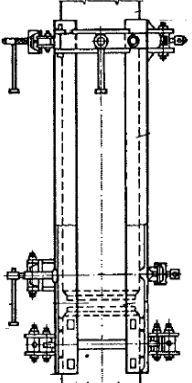
При монтажі склад ланок приймають постійним. Оскільки при монтажі колон і підкранових балок потрібна ланка із п'яти робітників, то при монтажі решти конструкцій приймають ту ж саму ланку.

В результаті виконання калькуляції (табл. 13) визначають суму витрат праці і заробітної плати.

Таблиця 12 – Монтажні пристрої

| Найменування і призначення   | Схема пристроїв   | Вага, т | Розрахункова висота, м | Вантажопідйомність, т | Необхідна кількість |
|--|---|---------|------------------------|-----------------------|---------------------|
| 1  | 2   | 3       | 4                      | 5                     | 6                   |
| Чотиригілкові стропи для монтажу фундаментів, плит покриття і перекриття |    | 0,044   | 4,0                    | 5,0                   | 4                   |
| Двогілкові стропи для монтажу стінових панелей                           |   | 0,012   | 2,2                    | 5,0                   | 4                   |
| Напівавтоматичний захват для монтажу колон                               |  | 0,135   | 0,5                    | 8,0                   | 4                   |
| Траверса для монтажу балок довжиною 6 м                                  |  | 0,386   | 2,8                    | 6                     | 4                   |
| Кондуктор для тимчасового закріплення колон в стаканах фундаментів       |  | 0,48    | 1,25                   | -                     | 50                  |

Продовження таблиці 12

| 1  | 2   | 3     | 4   | 5 | 6  |
|--|---|-------|-----|---|----|
| Кондуктор для монтажу і тимчасового закріплення колон на колонах |  | 0,249 | 1,4 | - | 50 |

5. Визначення монтажних характеристик конструкцій каркаса будівлі.

На основі даних про монтажні пристрої для найхарактерніших конструкцій монтажу (такі, що мають найбільшу вагу, що монтуються на найбільшій висоті і найбільшому віддаленні від крана) визначають монтажні характеристики.

Основні показники монтажних характеристик – монтажна маса і монтажна висота.

Монтажну масу конструкції визначають як масу конструкції, що монтується, і пристроїв монтажного устаткування, що піднімаються разом з нею при встановленні.

Для фундаментів:

$$Q_m = 4,25 + 0,044 = 4,294 \text{ т.}$$

Для колон:

$$Q_m = 1,8 + 0,135 = 1,935 \text{ т.}$$

Для ригелів:

$$Q_m = 4,4 + 0,368 = 4,768 \text{ т.}$$

Для плит перекриття:

$$Q_m = 2,9 + 0,044 = 2,944 \text{ т.}$$

Для сходових майданчиків:

$$Q_m = 2,1 + 0,044 = 2,144 \text{ т.}$$

Для сходових маршів:

$$Q_m = 1,2 + 0,044 = 1,244 \text{ т.}$$

Для стінових панелей:

$$Q_m = 3,2 + 0,012 = 3,212 \text{ т.}$$



Таблиця 13 – Калькуляція трудовитрат і заробітної плати

| Шифр і номер позиції по нормативу | Найменування робіт і витрат, одиниця виміру  | Од. вимір. | Кількість | Розцінка, грн | Заробітна плата, грн | Трудоємність, люд.-год, маш.-год |                     |
|-----------------------------------|--|------------|-----------|---------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|
|                                   |  |            |           |               |                      | На одиницю                       | Всього              |
| 1                                 | 2  | 3          | 4         | 5             | 6                    | 7                                | 8                   |
| E7-1-7                            | Укладання фундаментів під колони при глибині котловану до 4 м, маса конструкцій більше 3,5 т   | 100 шт.    | 1,2       | 5312,86       | 6375                 | <u>403,10</u><br>596,08          | <u>484</u><br>715   |
| E7-5-12                           | Установлення колон прямокутного перерізу у стакани фундаментів будівель за глибини закладання колон більше 0,7 м, маса колон до 6 т і 2 поверху  | 100 шт.    | 1,3       | 17700,60      | 23011                | <u>1294,85</u><br>804,54         | <u>1683</u><br>1046 |
| E7-44-6                           | Укладання ригелів масою до 2 т і 2 поверху   | 100 шт.    | 2,4       | 5161,94       | 12389                | <u>353,80</u><br>219,32          | <u>849</u><br>526   |
| E7-50-7                           | Установлення діафрагм жорсткості висотою до 4,8 м, площею до 10 м <sup>2</sup>   | 100 шт.    | 0,202     | 23503,76      | 4748                 | <u>1610,95</u><br>558,32         | <u>325</u><br>113   |
| E7-21-3                           | Установлення сходових маршів за найбільшої маси монтажних елементів у будівлі до 5 т   | 100 шт.    | 0,42      | 5580,41       | 2344                 | 423,40<br>289,05                 | 178<br>121          |
| E7-21-1                           | Установлення сходових площадок з обпиранням на стіну за найбільшої маси монтажних елементів у будівлі до 5 т   | 100 шт.    | 0,12      | 3344,43       | 401                  | <u>253,75</u><br>189,59          | <u>30</u><br>23     |
| E7-45-2                           | Укладання панелей перекриття з обпиранням по контуру площею до 15 м <sup>2</sup> (для будівництва в районах із сейсмічністю до 6 балів)  | 100 шт.    | 7,72      | 5230,40       | 40379                | 387,15<br>221,10                 | <u>2989</u><br>1707 |
| E7-1-15                           | Укладання фундаментних балок довжиною до 6 м   | 100 шт.    | 0,56      | 7520,06       | 4211                 | 543,75<br>197,02                 | <u>305</u><br>110   |
| E7-17-8                           | Установлення в багатоповерхових будівлях рядових панелей зовнішніх стін довжиною до 6 м, площею до 10 м <sup>2</sup> за найбільшої маси монтажних елементів у будівлі до 8 т                 | 100 шт.    | 0,54      | 11785,25      | 6364                 | 820,70<br>509,58                 | 443<br>275          |
| E7-17-9                           | Установлення в багатоповерхових будівлях рядових панелей зовнішніх стін довжиною до 6 м, площею більше 10 м <sup>2</sup> за найбільшої маси монтажних елементів у будівлі до 8 т і 2 поверху | 100 шт.    | 1,1       | 14783,62      | 16262                | 1029,50<br>696,50                | <u>1132</u><br>766  |
| E7-43-6                           | Установлення колон на колони, що стоять нижче, масою до 4 т 3 поверху  | 100 шт.    | 1,3       | 22060,88      | 28679                | 1490,60<br>466,72                | <u>1938</u><br>607  |

Продовження таблиці ІЗ

|                       |  |         |       |          |        |                   |               |
|-----------------------|--|---------|-------|----------|--------|-------------------|---------------|
| Е7-44-6               | Укладання ригелів масою до 2 т 3 поверх  | 100 шт. | 1,2   | 5161,94  | 6194   | 353,80<br>219,32  | 425<br>263    |
| Е7-50-7               | Установлення діафрагм жорсткості висотою до 4,8 м, площею до 10 м <sup>2</sup>   | 100 шт. | 0,086 | 23503,76 | 2021   | 1610,95<br>558,32 | 139<br>48     |
| Е7-15-3               | Укладання в багатоповерхових будівлях міжколонних плит перекриття і покриття по ригелях з полицками за найбільшої маси монтажних елементів у будівлі до 5 т 3 поверху                          | 100 шт. | 3,84  | 7274,49  | 27934  | 532,15<br>158,14  | 2043<br>607   |
| Е7-17-4               | Установлення в багатоповерхових будівлях рядових панелей зовнішніх стін довжиною більше 6 м, площею більше 10 м <sup>2</sup> за найбільшої маси монтажних елементів у будівлі до 5 т 3 поверху | 100 шт. | 1,12  | 16491,02 | 18470  | 1148,40<br>741,68 | 1286<br>831   |
|                       | Разом  |         |       |          | 199782 |                   | 14249<br>7758 |
| Середній розряд робіт |  |         |       |          | 4,0    | розряд            |               |

Таблиця 14 – Технологічний розрахунок

| Вид робіт  | Одиниця вимірювання | Кількість | Об'єктування (за ДБН (РЕКН)) | Трудо-витрати, люд.-зм., маш.-зм | Тривалість виконання, дн. | Кількість змін за добу | Склад ланки | Машини і механізми |
|--|---------------------|-----------|------------------------------|----------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------|--------------------|
| 1  | 2                   | 3         | 4                            | 5                                | 6                         | 7                      | 8           | 9                  |
| Укладання фундаментів під колони   | 100 шт.             | 1,2       | E7-1-3                       | $\frac{59}{87}$                  | 20                        | 2                      | 6           | 2                  |
| Установлення колон   | 100 шт.             | 1,3       | E7-43-6                      | $\frac{205}{128}$                | 30                        | 2                      | 6           | 2                  |
| Укладання ригелів  | 100 шт.             | 2,4       | E7-44-6                      | $\frac{104}{64}$                 | 15                        | 2                      | 6           | 2                  |
| Установлення діафрагм жорсткості   | 100 шт.             | 0,202     | E7-50-7                      | $\frac{40}{14}$                  | 3,5                       | 2                      | 6           | 2                  |
| Установлення сходових маршів   | 100 шт.             | 0,42      | E7-47-2                      | $\frac{22}{15}$                  |                           |                        |             |                    |
| Установлення сходових площадок з обпиранням на стіну   | 100 шт.             | 0,12      | E7-47-6                      | $\frac{4}{3}$                    | 4,5                       | 2                      | 6           | 2                  |
| Укладання панелей перекриття з обпиранням по контуру площею до 15 м <sup>2</sup>             | 100 шт.             | 7,72      | E7-45-2                      | $\frac{365}{208}$                | 50                        | 2                      | 6           | 2                  |
| Укладання фундаментних балок   | 100 шт.             | 1,1       | E7-17-4                      | $\frac{37}{13}$                  | 3                         | 2                      | 6           | 2                  |
| Установлення рядових панелей зовнішніх стін довжиною до 6 м, площею до 10 м <sup>2</sup>     | 100 шт.             | 0,56      | E7-1-15                      | $\frac{54}{34}$                  |                           |                        |             |                    |
| Установлення рядових панелей зовнішніх стін довжиною до 6 м, площею більше 10 м <sup>2</sup> | 100 шт.             | 0,54      | E7-17-8                      | $\frac{138}{93}$                 | 30                        | 2                      | 6           | 2                  |
| Установлення колон на колони, що стоять нижче  | 100 шт.             | 1,1       | E7-17-9                      | $\frac{236}{74}$                 | 18                        | 2                      | 6           | 2                  |
| Укладання ригелів масою до 2 т 3 поверх  | 100 шт.             | 1,3       | E7-43-6                      | $\frac{52}{32}$                  | 8                         | 2                      | 6           | 2                  |

Продовження таблиці 14

| 1  | 2       | 3     | 4       | 5                  | 6     | 7 | 8 | 9 |
|--|---------|-------|---------|--------------------|-------|---|---|---|
| Установлення діафрагм жорсткості   | 100 шт. | 1,2   | E7-44-6 | $\frac{17}{6}$     | 1,5   | 2 | 6 | 2 |
| Укладання в багатоповерхових будівлях міжколонних плит перекриття і покриття по ригелях з полицками                          | 100 шт. | 1,12  | E7-17-4 | $\frac{249}{74}$   | 18    | 2 | 6 | 2 |
| Установлення в багатоповерхових будівлях рядових панелей зовнішніх стін довжиною більше 6 м, площею більше 10 м <sup>2</sup> | 100 шт. | 0,086 | E7-50-7 | $\frac{157}{101}$  | 25    | 2 | 6 | 2 |
|  |         |       |         | $\frac{1739}{946}$ | 226,5 |   |   |   |

Монтажна висота для кожної конструкції:

$$H_M = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (24)$$

де  $h_1$  – висота монтажної конструкції над відміткою 0.000 (рис. 13);  
 $h_2$  – висота конструкції, що монтується;  
 $h_3$  – висота підймання конструкції над відміткою монтажного горизонту (приймаємо рівною 0,5 м);  
 $h_4$  – висота монтажного пристрою над конструкцією.

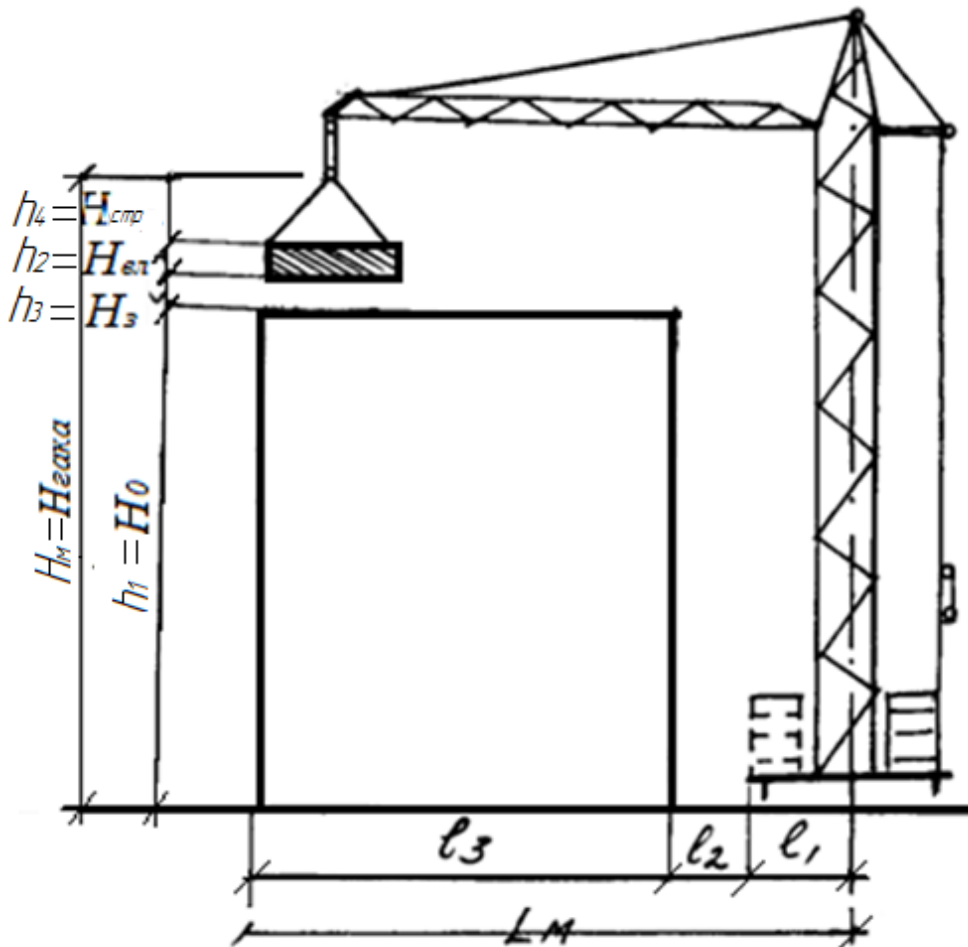


Рисунок 13 – Схема для визначення монтажного вильоту стріли баштового крана

Монтажна висота для колони (3 поверх):

$$H_M = 12,425 + 3,72 + 2,5 + 0,5 = 17,145 \text{ м.}$$

Монтажна висота для фундаменту:

$$H_M = -1,5 + 0,9 + 0,5 + 4 = 3,9 \text{ м.}$$

Монтажна висота для ригеля:

$$H_M = 15,425 + 0,5 + 0,8 + 2,8 = 19,1 \text{ м.}$$

Монтажна висота для плити перекриття:

$$H_M = 12,425 + 3,72 + 0,5 + 4,0 = 20,645 \text{ м.}$$

Монтажна висота для стінової панелі:

$$H_M = 16,5 + 0,5 + 1,8 + 2,2 = 21 \text{ м.}$$

Після складання калькуляції розробляють таблицю технологічного розрахунку (укрупнену калькуляцію), яка використовується для побудови графіка виконання робіт (циклограми, календарного графіка і т. ін.) та для розбиття обсягів робіт по ділянках відповідно до технологічної послідовності виконання монтажу будівлі.

Процеси з монтажу групують в монтажні потоки:

1. Монтаж фундаментів.
2. Установлення колон.
3. Монтаж ригелів, зв'язків і елементів сходових кліток.
4. Монтаж панелей перекриття і покриття.
5. Монтаж стінових панелей і огороження.

Роботи з остаточного заробляння стиків і закріплення монтажних конструкцій передбачаються між процесами, що виконуються, або після їх закінчення.

При виборі кранів важливою монтажною характеристикою являється також виліт стріли. Найбільший виліт стріли залежить від розташування монтажного крана відносно будівлі, що монтується.

Під час монтажу цієї будівлі може бути розглянуто три варіанти розміщення кранів:

а) кран з великим вильотом стріли знаходиться з одного боку будівлі (рис. 14, а);

б) крани з меншим вильотом стріли знаходяться з різних боків будівлі (рис. 14, б);

в) один самохідний кран пересувається по периметру будівлі (рис. 14, в).

Зі схем а, б, в рис. 14 видно, що в цьому випадку найвіддаленішою від крана конструкцією є зовнішня панель стіни з боку, що віддалений від крана.

Для її монтажу, як показано на рис. 14, необхідний виліт стріли, що дорівнює половині товщини панелі, яка монтується, розміру будівлі в осях, товщині стінової панелі найближчої до крана, відстані між зовнішніми площинами стіни і крана (згідно з вимогами техніки безпеки – 0,8 м) і половині ширини бази крана.

Баштові крани з вильотом стріли 25 м мають ширину колії 7,5 м і довжину шпал під кожною рейкою 2,7 м.

Тому в цьому випадку виліт стріли:

$$L_M = 0,2/2 + 24 + 0,2 + 0,8 + 2,7/2 + 7,5/2 = 30,2 \text{ м.}$$

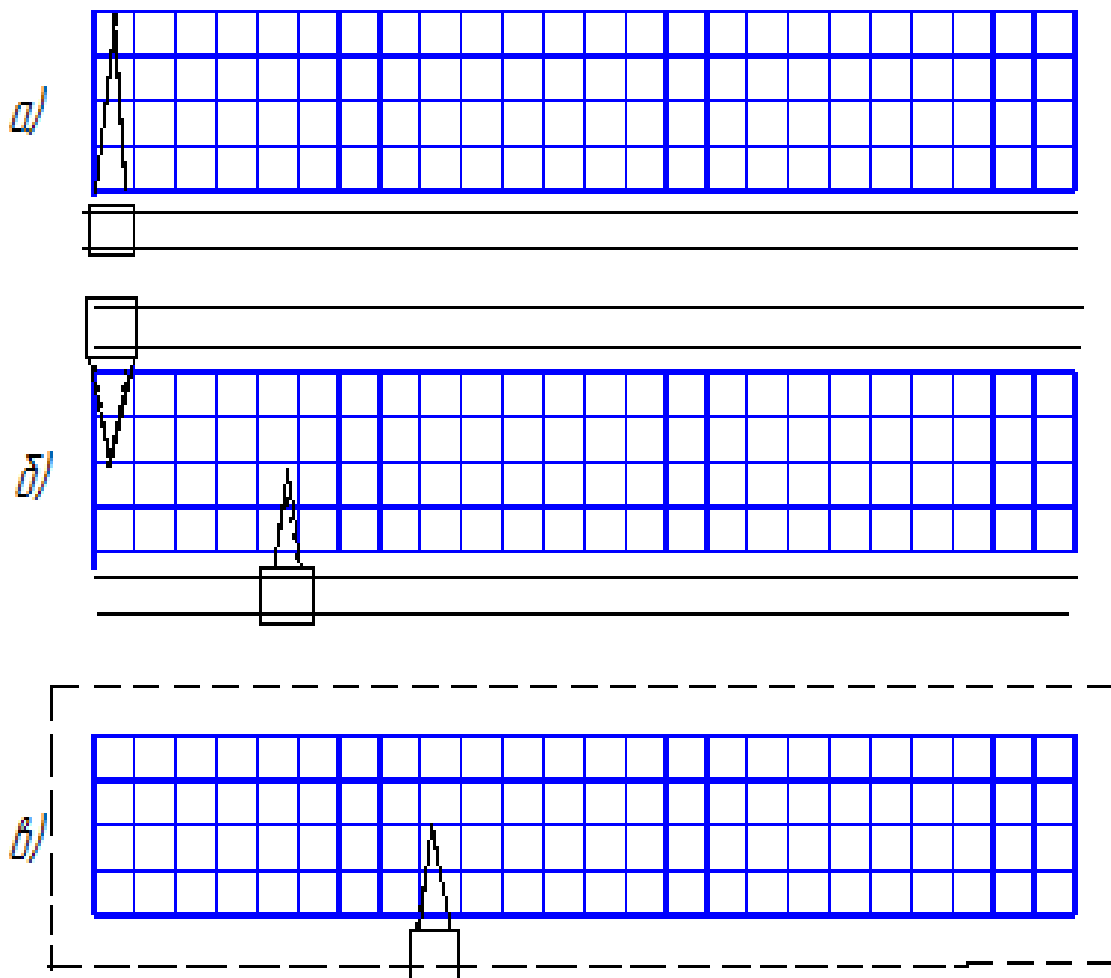


Рисунок 14 – Варіанти розміщення кранів при монтажі:

- а) кран з великим вильотом стріли знаходиться з одного боку будівлі;
- б) кран з меншим вильотом стріли знаходиться з різних боків будівлі;
- в) один самохідний кран пересувається по периметру будівлі

При відкритому котловані додатково враховується половина ширини фундаменту без половини товщини колони, відстань від краю фундаменту до початку укосу (згідно з вимогами техніки безпеки – 0,3 м), сума глибини котловану і товщини баластного шару кранового шляху помножена на котангенс кута природного укосу ґрунту:

$$L_M = 0,25/2 + 24 + 1,4/2 - 0,4/2 + 0,3 + 1,5 + 1,4 / \text{ctg } 45^\circ + 2,7/2 + 7,5/2 = 31,9 \text{ м.}$$

В другому і третьому випадках найвіддаленішою від крана і з найбільшою конструктивною масою є панель покриття третього поверху. Для монтажу цієї панелі кран повинен мати виліт стріли  $L_M$ , що дорівнює половині ширини будівлі в осях, товщині зовнішньої панелі, відстані 0,8 м (згідно з вимогами техніки безпеки) і відстані від осі обертання платформи крана до найбільш виступної його частини:

$$L_M = 24,0/2 + 0,25 + 0,8 + 5,15 = 18,2 \text{ м.}$$

Для самохідного крана:

$$L_M = 24,0/2 + 0,25 + 0,8 + 4 = 17,05 \text{ м.}$$

При відкритому котловані аналогічно першому випадку:

- для баштового крана:

$$L_M = 24,0/2 + 1,4/2 + 0,4/2 - 0,4/2 + 0,3/2 + (1,5 + 0,4) \cdot \text{ctg } 45^\circ + 2,7/2 + 7,5/2 = 18,59 \text{ м;}$$

- для самохідного крана:

$$L_M = 24,0/2 + 1,4/2 - 0,4/2 + 0,3 + 1,5 \cdot \text{ctg } 45^\circ + 4,1/2 + 1,0 = 17,15 \text{ м.}$$

Отримані монтажні характеристики найхарактерніших конструкцій записані в табл. 15.

Таблиця 15 – Монтажні характеристики характерних конструкцій

| Конструкції    | Одиниці |        | Схема розміщення |            |             | Варіант крана |              |                        |
|----------------|---------|--------|------------------|------------|-------------|---------------|--------------|------------------------|
|                | т       | м      | 1                | 2          | 3           | 1             | 2            | 3                      |
| 1              | 2       | 3      | 4                | 5          | 6           | 7             | 8            | 9                      |
| Фундаменти     | 4,29    | 3,9    | 31,9             | 18,60      | 17,80       | Jaso J 600.20 | POTAIN MP610 | Галичанин<br>КС-5713-1 |
| Плити покриття | 2,94    | 20,64  | 30,0/31,9        | 18,2/18,6  | 17,1/17,6   |               |              |                        |
| Стінові панелі | 3,21    | 21,1   | 30,2/31,9        | 10,0/10,0  | 5,0/5,3     | Jaso J 600.20 | POTAIN MP610 | Галичанин<br>КС-5713-1 |
| Колони         | 1,93    | 17,145 | 30,0/31,9        | 18,2/18,6  | 17,05/17,65 |               |              |                        |
| Ригелі         | 4,76    | 19,0   | 27,1/29,0        | 15,3/15,75 | 14,15/14,9  |               |              |                        |

#### 6. Вибір методів монтажу і монтажних кранів.

Процес розроблення варіантів монтажу – один з відповідальних етапів проектування технології монтажу конструкцій будівель, оскільки від правильного науково-обґрунтованого вибору кінцевого рішення великою мірою залежать темпи і собівартість виконання робіт, зазвичай, продуктивність праці, ефективність використання монтажних кранів.

Оцінювання варіантів монтажу, які розглядаються, виконують системою техніко-економічних показників (ТЕП).

Монтажні роботи повинні виконуватися потоковим методом, забезпечуючи безперервність і рівномірність виконання процесів, а також можливість суміщення монтажу конструкцій з іншими будівельними процесами і монтажем технологічного обладнання. Монтаж конструкцій будівлі, що проектується, доцільно виконувати роздільним методом поповерхово [9, 10, 11].

За умовами монтажу конструкції на будівельний майданчик привозять автомобільним транспортом. Враховуючи, що монтаж будівель буде виконуватися із застосуванням передових методів, приймають монтаж



основних конструкцій «з коліс», тобто без розвантаження на при-об'єктному складі.

Крани вибирають за монтажними характеристиками. При визначенні необхідного вильоту стріли розглядають три можливі схеми розміщення кранів.

#### 7. Вибір способу закріплення конструкцій.

На основі конструктивної схеми будівлі, що монтується, за довідниками і схемами монтажу вибирають способи заробляння стиків (табл. 16). При цьому необхідно враховувати, що способи і послідовність їх заробляння суттєво впливають на склад і послідовність виконання монтаж-ного процесу, на просторову жорсткість і стійкість будівлі. Трудомісткість заробляння стиків становить приблизно 75% загальної трудомісткості при монтажі стінових панелей і плит перекриття.

Процес заробляння стиків складається з таких операцій: зварювання і захист закладних деталей від корозії, замонолічування і герметизація.

#### 8. Визначення розмірів і кількості монтажних ділянок.

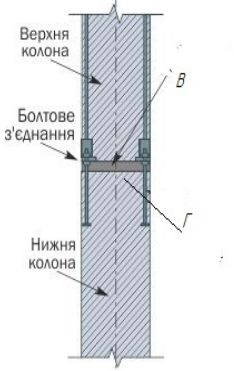
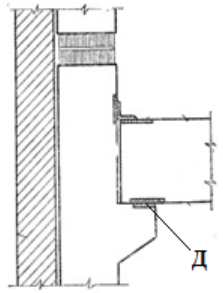
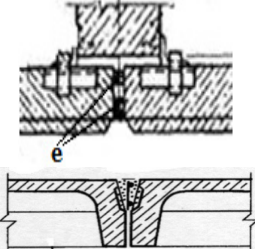
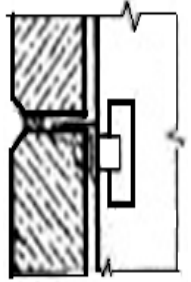
Будівлі розподіляють на монтажні ділянки і яруси для потокової організації монтажу будівельних конструкцій і можливого максимального суміщення робіт.

Як монтажні ділянки рекомендують приймати частину будівлі в плані відповідної секції між температурними швами, на якій можна виконувати поелементний монтаж конструкцій з дотриманням правил техніки безпеки і технологічних перерв.

Таблиця 16 – Способи заробляння стиків конструкцій

| Тип стику   | Місце заробляння                           | Рекомендовані матеріали | Способи        |                       |
|---|--|-------------------------|----------------|-----------------------|
|   |  |                         | укладання      | ущільнення            |
| 1   | 2  | 3                       | 4              | 5                     |
|  | а – зазор між торцем колони і дном стакана | Жорсткий бетон          | Вручну         | Ручною трамбівкою     |
|   | б – площина стику                          | Бетон згідно з проектом | Вібро-бункером | Внутрішнім вібратором |

Продовження таблиці 16

| 1   | 2  | 3   | 4  | 5                            |
|---|--|---|--|------------------------------|
|    | <p>в – зазор між торцем конструкцій, що стикуються</p> | <p>Жорсткий розчин</p>                    | <p>Вручну</p>  | <p>Чеканим молотком</p>      |
|   | <p>г – площина стику</p>                               | <p>Розчин згідно з проектом</p>           | <p>Бетонозмішувачем без опалубки</p>   | <p>Не потрібне</p>           |
|    | <p>д – площина стику</p>                               | <p>Розчин згідно з проектом</p>           | <p>Бетонозмішувачем в опалубку</p>   | <p>Вручну</p>                |
|  | <p>е – поперечні і повздовжні шви</p>                  | <p>Розчин згідно з проектом</p>           | <p>Розчинонасосом</p>  | <p>Внутрішнім вібратором</p> |
|  | <p>Горизонтальні шви</p>                               | <p>Розчин і мастика згідно з проектом</p> | <p>Розчин І. Вібробункером; розшивка ІІ. Вручну; обмащування мастикою ІІІ. Шприцем</p> | <p>Не потрібне</p>           |
|   | <p>Вертикальні шви</p>                                 | <p>Розчин і мастика згідно з проектом</p> | <p>Розчин І. Вібробункером; розшивка ІІ. Вручну; обмащування мастикою ІІІ. Шприцем</p> | <p>Внутрішнім вібратором</p> |

Максимальний розмір ділянки визначають із умови неперервності роботи монтажних кранів. Наприклад, при монтажі з/б колон в стакани фундаментів необхідно враховувати, що встановлювати конструкції на ці колони можна не раніше, ніж після заробляння стиків і витримування бетону до отримання 70% проектної міцності взимку і 50% в літню пору року.

Мінімальна кількість колон (шт.), які встановлюються до початку монтажу на них ригелів, забезпечує таку умову [10, 12]:

$$N_{min} = \frac{C \cdot A \cdot \varphi \cdot (t_{\phi} + t_{\epsilon} + t_{\mu})}{t_{ок}}, \quad (25)$$

де  $C$  – тривалість зміни,  $C = 8,2$  год;

$A$  – кількість змін роботи за добу, приймається рівною 2 зм.;

$\varphi = \frac{t_k}{t_p}$  – коефіцієнт, що показує можливість випередження монтажу

ригелів порівняно з монтажем колон. Якщо  $\varphi < 1$ , то коефіцієнт приймаємо рівним одиниці, якщо більше одиниці – то заданому значенню;

$t_k, t_p$  – тривалість установаження відповідно колон і ригелів на ділянці;

$t_{\phi}$  – інтервал між початком установаження перших колон і бетонуванням стиків, приймається від 0,5 до 1 дн.;

$t_{\epsilon}$  – вистоювання бетону в стиках до отримання 70% проектної міцності, приймається для звичайних бетонів 5–7 дн., а у випадку прогрівання або застосування хімічних добавок-прискорювачів тверднення або швидкотверднучих цементів – 1–3 дн.;

$t_{\mu}$  – тривалість монтажу на ділянці конструкцій, що не обпираються на колони (сходові клітки, зв'язки і т. ін.), приймається за калькуляцією, маш.-зм.;

$t_{ок}$  – тривалість монтажу однієї колони, маш.-год.

В багатоповерхових будівлях кількість ділянок залежить від кількості кранів за умови, що один кран може обслуговувати не менше двох ділянок.

Будівля сконструйована із чітко виражених поповерхових елементів, тому за монтажний ярус приймають один поверх.

Ділянки ділять на захватки за умови послідовності виконання відповідних процесів всього комплексу монтажних робіт і дотримання вимог техніки безпеки.

9. Визначення кількості кранів.

Необхідна кількість кранів в комплекті:

$$K = \frac{\vartheta}{\Pi_e \cdot T_3} \text{ або } K = \frac{T_n}{T_3}, \quad (26)$$

де  $T_n = \frac{\vartheta}{\Pi_e}$ ;

$\vartheta$  – обсяг робіт з монтажу конструкцій, т(м<sup>3</sup>);

$P_e$  – середня експлуатаційна продуктивність крана;  
 $T_3$  – задана тривалість монтажу конструкцій будівлі, зм.;  
 $T_n$  – нормативна тривалість монтажу, приймається за калькуляцією, маш.-зм.

Тривалість монтажу збірних конструкцій будівлі, приймається рівною  $\approx 20\%$  тривалості всього будівництва, що встановлюється для підприємств відповідними нормами.

Видом підприємства необхідно задатися. Наприклад, приймемо, що споруджувана будівля – швейна фабрика. Припустимо, що за нормами тривалість монтажу:

$$T_3 = 0,2 \times 2 \times 22 \times 24 = 211,2 \text{ зм.}$$

де 0,2 – 20% нормативної тривалості на монтаж конструкцій;  
 2 – кількість змін за 1 добу;  
 22 – кількість робочих днів за місяць;  
 8 – тривалість будівництва підприємства за нормами, міс.;

Рекомендується задаватися тривалістю будівництва в таких межах, щоб кількість кранів була не менше двох.

Як видно з табл. 14, тривалість монтажу конструкцій становить 946 зм.

Для того, щоб виконати монтажні роботи за задану тривалість часу, необхідна кількість кранів:

$$K_n = \frac{T_n}{T_3}; \quad (27)$$

$$K_n = \frac{946}{211,2} = 4,4 \text{ шт.}$$

За результатами розрахунку приймаємо чотири крани в кожному комплекті.

10. Визначення техніко-економічних показників і вибір оптимального варіанта.

До техніко-економічних показників, згідно з якими порівнюють варіанти, належать:

- тривалість роботи кранів, зм.;
- трудомісткість монтажу 1 т конструкцій, люд.-год/т;
- приведена вартість монтажу 1 т конструкції, грн/т.

Тривалість роботи кранів:

$$T_j = \sum_{i=1}^{nj} T_i, \quad (28)$$

де  $T_j$  – тривалість зайнятості комплектів кранів кожного варіанта;

$T_i$  – тривалість зайнятості кожного крана,

$$T_i = T_n + T_{м.к} + T_n + T_T, \quad (29)$$

де  $T_{м.к}$  – тривалість монтажу крана, зм.;

$T_n$  – тривалість перестановки крана без демонтажу, зм.;

$T_T$  – тривалість технологічних перерв, зм.

За 1-им варіантом (чотири крани Jaso J 600.20) сумарна тривалість роботи кранів 946 змін, одного крана – 236,5 змін.

Тривалість на підготовку крана до роботи:

$$T_{\text{м.к}} = \frac{220}{8,2 \cdot 6} = 4,47 \text{ зм.}; \quad T_i = 236,5 + 4,47 = 240,97 \text{ зм.}$$

Для 2-го варіанта (чотири крани POTAİN MP610):

$$T_i = 236,5 + \frac{220}{8,2 \cdot 6} = 240,97 \text{ зм.}$$

Для 3-го варіанта (чотири крани Галичанин КС-5713-1):

$$T_i = 236,5 + \frac{220}{8,2 \cdot 6} = 240,97 \text{ зм.}$$

Трудомісткість монтажу 1 т конструкцій, люд.-год:

$$q_{ei} = \frac{Q_p + \sum_{i=1}^{ny} (Q_{Mi} + Q_{Mgi} + Q_{ni} + Q_{gi})}{V}, \quad (30)$$

де  $Q_p$  – витрати праці робітників-монтажників, які виконують роботи за допомогою кранів, люд.-год (приймаються за табл. 14);

$Q_{Mi}$  – витрати праці машиністів і робітників, які обслуговують крани, люд.-год:

$$Q_{Mi} = \sum_{i=1}^{ny} T_{Mi} \cdot m_i, \quad (31)$$

де  $T_{Mi}$  – нормативна кількість годин роботи кожного крана [3, табл. 116], год;

$m_i$  – витрати праці з обслуговування на час роботи крана, люд.-год;

$Q_{Mgi}$  – витрати праці на монтаж і демонтаж кранів, люд.-год;

$Q_{ni}$  – витрати праці на влаштування кранової колії, люд.-год:

$$Q_{ni} = \sum_{i=1}^{ny} Q_n \cdot Z, \quad (32)$$

де  $Q_n$  – витрати праці на влаштування однієї ланки кранової колії довжиною 12,5 м, люд.-год;

$Z$  – кількість ланок кранової колії, шт.;

$Q_{gi}$  – витрати праці на привезення крана до об'єкта, люд.-год;

$V$  – загальна вага монтажних будівельних конструкцій, т.

Для 1-го варіанта:

$$g_e = \frac{1737,7 \cdot 8,2 + 4 \left( \frac{946 \cdot 8,2}{4} \cdot 1,69 + 238 + 48 \cdot 11 + 40 \right)}{7069} = 4,33 \text{ люд.-год/т.}$$

Для 2-го варіанта:

$$g_e = \frac{1737,7 \cdot 8,2 + 4 \left( \frac{946 \cdot 8,2}{4} \cdot 4,12 + 1920 + 87 \cdot 6 + 0,64 \right)}{7069} = 7,92 \text{ люд.-год/т.}$$

Для 3-го варіанта:

$$g_e = \frac{1737,7 \cdot 8,2 + 4 \left( \frac{946 \cdot 8,2}{4} \cdot 2,5 + 158 + 0 + 64 \right)}{7069} = 4,88 \text{ люд.-год/т.}$$

Приведена вартість монтажу 1 т конструкцій:

$$C_{np} = \frac{1,08 \cdot \sum_{i=1}^{ny} [C_{\text{дод.}i} + C_{\text{м-зод.}i} \cdot T_{mi}] + 1,5 \cdot \sum 3_m}{V} + E_m \pm E_m + K_{\text{нит}} \cdot E_n, \quad (33)$$

де 1,08 – коефіцієнт підрахунку накладних витрат крана;

$C_{\text{дод.}i}$  – додаткові витрати на влаштування кранових шляхів, грн:

$$C_{\text{дод.}i} = C_n \cdot Z, \quad (34)$$

де  $C_n$  – вартість влаштування однієї ланки колії крана, грн [3, табл. 117];

$Z$  – кількість ланок кранової колії довжиною 12,5 м;

$C_{\text{м-зод.}i}$  – вартість 1 маш.-год роботи крана, грн [2, 8];

$\sum 3_m$  – сума заробітної плати монтажників з монтажу конструкцій, грн (табл. 12);

$E_n$  – економія умовно-постійних накладних витрат, грн:

$$E_n = 0,6 \cdot H_j \cdot \left( 1 - \frac{T_j}{T_{\text{max}}} \right), \quad (35)$$

$H_j$  – умовно-постійні накладні витрати на прямі витрати монтажних робіт, грн/т:

$$H_j = \frac{0,08 \cdot \sum_{i=1}^{ny} (C_{\text{дод.}i} + C_{\text{м-зод.}i} \cdot T_{mi}) \cdot 0,5 \cdot \sum 3_m}{V}, \quad (36)$$

$T_{\text{max}}$  – тривалість монтажу конструкцій за варіантами, що порівнюються, год;

$E_m$  – економія від зменшення трудомісткості виконання робіт:

$$E_m = 0,6 \cdot \frac{g_{\text{max}} - g_i}{8,2}, \quad (37)$$

$g_{\text{max}}, g_i$  – значення трудомісткості монтажу 1 т конструкцій за порівнюваними варіантами;

$K_{\text{нит}}$  – питомі капіталовкладення, грн/т:

$$K_{\text{нит}} = \sum_{i=1}^n \frac{C_{\text{им.}i}}{n_q \cdot T_{2,4}}. \quad (38)$$

Таблиця 17 – Комплект машин і механізмів

| Перший комплект   |  |
|---|--|
| 1 Баштовий кран Jaso J 600.20<br>3 автомобілі бортових УРАЛ-4320<br>3 автомобілі-самоскиди МАЗ-503А<br>1 зварювальний апарат  |  |
| Нормативні показники вартості експлуатації відповідних машин:   |  |
| $C_{\text{м-год}}^{\text{кр}} = 132,15$ грн;<br>$C_{\text{м-год}}^{\text{авт}} = 43,04$ грн;<br>$C_{\text{м-год}}^{\text{авт.см}} = 48,34$ грн;<br>$C_{\text{м-год}}^{\text{зв}} = 2,15$ грн;<br>$C_{\text{інв}}^{\text{кр}} = 245000$ грн;<br>$C_{\text{інв}}^{\text{авт}} = 22000$ грн;<br>$C_{\text{інв}}^{\text{авт.см}} = 20000$ грн;<br>$C_{\text{інв}}^{\text{зв}} = 3000$ грн.  |  |
| Загальна собівартість   |  |
| $C_3 = 1,08 \cdot (1 \cdot 132,15 + 3 \cdot 43,04 + 3 \cdot 48,34 + 1 \cdot 2,15) \cdot 5939 / 1 + 1,5 \cdot 270127 = 3024973$ грн.   |  |
| Питомі капіталовкладення  |  |
| $K_{\text{пит}} = (245000 \cdot 1 + 22000 \cdot 3 + 20000 \cdot 3 + 3000 \cdot 1) \cdot 5939 / (1 \cdot 2177) = 1020297$ грн/т.   |  |
| Питомі приведені витрати  |  |
| За об'ємом залізобетону   |  |
| $C_{\text{пр}} = (3024973 + 0,15 \cdot 1020297) / 2177 = 1459,8$ грн/м <sup>3</sup> .   |  |
| Другий комплект   |  |
| 1 Баштовий кран РОТАІN МР610<br>3 автомобілі бортових УРАЛ-4320<br>3 автомобілі-самоскиди МАЗ-503А<br>1 зварювальний апарат   |  |
| Нормативні показники вартості експлуатації відповідних машин:   |  |
| $C_{\text{м-год}}^{\text{кр}} = 152,15$ грн;<br>$C_{\text{м-год}}^{\text{авт}} = 45,03$ грн;<br>$C_{\text{м-год}}^{\text{авт.см}} = 49,59$ грн;<br>$C_{\text{м-год}}^{\text{зв}} = 2,15$ грн;<br>$C_{\text{інв}}^{\text{кр}} = 3000000$ грн;<br>$C_{\text{інв}}^{\text{авт}} = 22000$ грн;<br>$C_{\text{інв}}^{\text{авт.см}} = 20000$ грн;<br>$C_{\text{інв}}^{\text{зв}} = 3000$ грн. |  |
| Загальна собівартість   |  |
| $C_3 = 1,08 \cdot (1 \cdot 152,15 + 4 \cdot 45,03 + 4 \cdot 49,59 + 1 \cdot 2,15) \cdot 5939 / 1 + 1,5 \cdot 270127 = 3739378$ грн.   |  |
| Питомі капіталовкладення  |  |
| $K_{\text{пит}} = (300000 \cdot 1 + 22000 \cdot 4 + 20000 \cdot 4 + 3000 \cdot 1) \cdot 5939 / (1 \cdot 2177) = 1284919$ грн/т.   |  |
| Питомі приведені витрати  |  |
| За об'ємом залізобетону   |  |

Продовження таблиці 17

|   |
|---|
| $C_{\text{пр}}=(3739378+ 0,15\cdot1284919)/2177=1806,2 \text{ грн/м}^3$ .   |
| Третій комплект   |
| 1 Автокран Галичанин КС-55713-1<br>3 автомобілі бортових УРАЛ-4320<br>3 автомобілі-самоскиди МАЗ-503А<br>1 зварювальний апарат  |
| Нормативні показники вартості експлуатації відповідних машин:   |
| $C_{\text{м-год}}^{\text{кр}}=117,09 \text{ грн};$<br>$C_{\text{м-год}}^{\text{авт}}=129,86 \text{ грн};$<br>$C_{\text{м-год}}^{\text{бет}}=4,12 \text{ грн};$<br>$C_{\text{м-год}}^{\text{зв}}=2,31 \text{ грн};$<br>$C_{\text{інв}}=293 \text{ тис.грн};$<br>$C_{\text{вст}}=8063 \text{ грн}.$ |
| Загальна собівартість   |
| $C_3=1,08\cdot8063+(117,09\cdot996)+(129,86\cdot150)+(4,12\cdot249)+(2,31\cdot298)+$<br>$+1,5\cdot60865=2\cdot166945,15=237870,3 \text{ грн}.$  |
| Питомі капіталовкладення  |
| $K_{\text{пит}}=(293000\cdot996)/627=465435,4 \text{ грн/т}.$   |
| Питомі приведені витрати  |
| За об'ємом залізобетону   |
| $C_{\text{пр}}=(237870,36+0,15\cdot465435,4)/640=480 \text{ грн/м}^3$ .   |

11. Вибір транспортних засобів.

Під час вибирання засобів для перевезення конструкцій необхідно до-  
могтися:

а) найкращого використання вантажопідйомності, що характеризується  
коефіцієнтом:

$$K_6 = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{P}, \quad (39)$$

де  $\sum_{i=1}^n Q_i$  – вага конструкцій, що завантажуються, т;

$P$  – вантажопідйомність транспортних засобів, т;

б) черговості завантаження, тобто відправлення конструкцій за черго-  
вістю їх установаження;

в) використання найменшої кількості транспортних засобів.

12. Заходи з охорони праці під час виконання монтажних робіт.

1. Роботи з монтажу технологічного обладнання (далі по тексту –  
обладнання) необхідно проектувати і виконувати відповідно до вимог дію-  
чих в Україні нормативних документів.

2. Під час проектування і виконання монтажу обладнання повинні бути  
враховані такі небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

- машини, що рухаються, і механізми, що беруть участь в процесах



монтажу обладнання;

- вантажі, що переміщуються;
- руйнування конструкцій, що використовуються в процесі монтажу обладнання;

- підвищення значення напруги в електричному колі, замикання, що може відбутися через тіло людини, у тому числі пристрої, які застосовуються під час виконання монтажу обладнання, повинні відповідати вимогам безпеки, викладеним у стандартах і технічних умовах на відповідне обладнання.

3. Під час монтажу обладнання в умовах вибухонебезпечного середовища необхідно застосовувати інструмент, пристрої і оснащення, що унеможливають іскроутворення, а освітлення робочих місць має бути виконано вибухозахищеним.

4. Відстані, що обмежують небезпечну зону, у межах якої існує небезпека падіння предметів поблизу місць переміщення устаткування і поблизу споруд або будинку, що споруджується, повинні відповідати ДБН [5].

5. Відповідно до ДБН [5] не допускаються роботи з монтажу устаткування у відкритих місцях при швидкості вітру 15 м/с і більшій, під час ожеледиці, грози, а також при недостатній видимості.

6. Під час монтажу устаткування в багатоповерхових будівлях, які складаються з двох чи більше секцій, не дозволяється виконувати роботи, пов'язані з перебуванням людей в одній секції на поверхах (ярусах), над якими виконують переміщення і монтаж устаткування.

Під час зведення односекційних багатоповерхових будівель одночасне виконання монтажу устаткування та інших будівельних робіт на різних поверхах (ярусах) допускається за наявності між ними надійних (обґрунтованих відповідним розрахунком) міжповерхових перекриттів за письмовим наказом головного інженера після виконання заходів, що забезпечують безпечне виконання, і за умови перебування безпосередньо на місці робіт спеціально призначених осіб, які відповідають за безпечне виконання монтажу і переміщення устаткування, а також за виконання контролю за виконанням ними, хто працює, інструкцій з охорони праці.

7. Під час суміщення робіт по одній вертикалі (крім передбачених у вказівках до виконання робіт) робочі місця, що розташовані нижче, повинні бути обладнані відповідними захисними пристроями (настилами, сітками чи козирками), встановленими на відстані 6 м по вертикалі від робочого місця, що розташоване вище.

8. Порядок оформлення і форма наряду-допуску на виконання робіт підвищеної небезпеки (відповідно до затвердженого головним інженером будівельно-монтажної організації переліку робіт, на виконання яких необхідно видавати наряд-допуск) повинні відповідати ДБН [5].

9. Роботи, пов'язані із застосуванням відкритого вогню, допускається виконувати з письмового дозволу осіб, відповідальних за пожежну безпеку, і відповідно до ДБН [7].

10. Роботи в закритих посудинах треба виконувати відповідно до вимог ДСТУ (ГОСТ 12.1.013-78 та ГОСТ 12.3.002-86) і ДБН [5].

11. Потрібно дотримуватися вимог безпеки при виконанні таких робіт:

- електрозварювальних – за ДСТУ (ГОСТ 12.3.003-86);
- газополум'яних – за ДСТУ (ГОСТ 12.2.008-75);
- антикорозійних – за ДСТУ (ГОСТ 12.3.016-87);
- фарбувальних – за ДСТУ (ГОСТ 12.3.035-84);
- вантажно-розвантажувальних – за ДСТУ (ГОСТ 12.3.000-76);
- транспортування вантажів – за ДСТУ (ГОСТ 12.3.020-80);
- з установками ультразвукової дефектоскопії – за ДСТУ (ГОСТ 12.1.001-89);
- з установками радіоізотопної дефектоскопії – відповідно до «Санітарних норм радіоізотопної дефектоскопії» № 1171-74;
- з рентгенівськими апаратами – за ДСТУ (ГОСТ 26140-84; ГОСТ 26141-84; ГОСТ 26015-83; ГОСТ 26221-84; ГОСТ 24745-81; ГОСТ 25113-86);
- з абразивним і ельборовим інструментом – за ДСТУ (ГОСТ 12.3.028-82);
- з лазерними установками – за ДСТУ (ГОСТ 12.1.040-83) і відповідно до «Санітарних норм і правил будови і експлуатації лазерів»;
- з обслуговування електроустановок, управління машинами чи устаткуванням з електроприводом і управління ручними електромашинами – за ДСТУ (ГОСТ 12.1.013-78; ГОСТ 12.2.013-91);
- з вантажопідйомними кранами відповідно до вимог «Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів», затверджених Держнаглядохоронпраці України.

12. На монтажному майданчику має бути забезпечене дотримання усіма працівниками, які зайняті на монтажі устаткування, правил внутрішнього розпорядку для робітників та службовців. Допуск сторонніх осіб, а також працівників у нетверезому стані, на територію монтажного майданчика, у виробничі, санітарно-побутові приміщення і на робочі місця забороняється.

13. До початку монтажних робіт на об'єкті всі, хто працює, повинні бути забезпечені санітарно-побутовими приміщеннями відповідно до ДБН [5].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Методичні вказівки до оформлення курсових проектів (робіт) у Вінницькому національному технічному університеті / Уклад. Лисенко Г. Л., Буда А. Г., Обертюх Р. Р. – Вінниця : ВНТУ, 2006 – 60 с.
2. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Бетонні та залізобетонні конструкції збірні. Збірник 7. ДБН Д.2.2–7–99 [Чинний від 2000-01-01]. – К. : Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики, 2000. – 97 с. – (Національні стандарти України).
3. Дудар І. Н. Довідник нормативно-технічних даних для проектів виконання комплексу робіт зі зведення надземної частини будівель та споруд : довідник / Дудар І. Н., Потапова Т. Е., Прилипка Т. В. – Вінниця. : ВНТУ, 2005. – 137 с.
4. Методические указания к выполнению курсового проекта «Технология монтажа строительных конструкций одноэтажных промышленных зданий» (для студентов специальности 7.092101 «Промышленное и гражданское строительство») / Сост. Пермяков Ю. В. – Макеевка : ДонГАСА, 1998 . – 46 с.
5. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. ДБН А.3.2-2-2009. [Чинний від 2012-04-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2012. – 116 с. – (Національні стандарти України).
6. Будівельна техніка, оснастка, інвентар та інструмент : ДБН Г.1-5-96 [Чинний від 1996-01-09]. – К.: Держкоммістобудування України, 1997. – 161 с. – (Національні стандарти України).
7. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва : ДБН В.1.1.7-2002 [Чинний від 2003-01-05]. – К.: Держбуд України, 2003. – 42 с. – (Національні стандарти України).
8. Ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин та механізмів : ДБН Д.2.7-2000 [Чинний від 2001-01-01]. – К.: Держбуд України, 2001. – 239 с. – (Національні стандарти України).
9. Литвинов О. О. Технологія будівельного виробництва / Литвинов О. О. – Київ : Вища шк., 1977.– 456 с.
10. Литвинов О. О. Технология строительного производства / О. О. Литвинов, Ю. И. Беляков. – Киев : Вища школа, 1989. – 480 с.
11. Технология строительного производства / [Атаев О. С., Данилов Н. Н., Прыкин Б. В. и др.]. – М. : Стройиздат, 1984. – 560 с.
12. Кузнецов Ю. П. Проектирование земляных и монтажных работ / Кузнецов Ю. П., Прыкин Б. В., Резниченко П. Т. – Киев-Донецк : «Вища школа», 1981. – 149 с.

13. Черненко В. К. Технология и организация монтажа строительных конструкций : справочник / В. К.Черненко, В. Ф. Баранникова. – Київ : «Будівельник», 1988. – 250 с.
14. Снежко А. П. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование / А. П. Снежко, Г. М. Батура. – К. : Вища школа, 1991. – 200 с.
15. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень : ДСТУ Б А.2.4-7:2009 [Чинний від 2010-01-01]. – К : Мінрегіонбуд України, 2009. – 71 с. – (Національні стандарти України).
16. Основні вимоги до проектної та робочої документації : ДСТУ Б А.2.4-4:2009 [Чинний від 2010-01-01]. – К : Мінрегіонбуд України, 2009. – 66 с. – (Національні стандарти України).
17. Соколов Г. К. Выбор кранов и технических средств для монтажа строительных конструкций : учеб. пособие / Соколов Г. К. – Москва : МГСУ, 2002. – 180 с.
18. Драченко Б. Ф. Технология строительного производства / Драченко Б. Ф. – М. : Стройиздат, 1978. – 464 с.
19. Дикман Л. Г. Организация жилищно-гражданского строительства / Дикман Л. Г. – [2-е изд.]. – М. : «Стройиздат», 1990. – 495 с.
20. Дударь И. Н. Методические указания к выполнению курсового проекта «Монтаж конструкций многоэтажных зданий» / Дударь И. Н. – Винница : ВПИ, 1986. – 36 с.
21. Дударь И. Н. Методические указания к курсовому проекту «Монтаж строительных конструкций одноэтажных промышленных зданий» / Дударь И. Н. – Винница : ВПИ, 1985. – 56 с.

## ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1 – Локальний кошторис № 2-1-1/1 на зведення одноповерхової промислової будівлі

| №  | Об'єднання (шифр норми) | Найменування робіт і витрат   | Одиниця виміру | Кількість | Вартість одиниць, грн  |                      | Загальна вартість, грн                   |                  |                    | Витрати праці робітників, люд.-год |                                   |
|----|-------------------------|---|----------------|-----------|------------------------|----------------------|--|------------------|--------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
|    |                         |   |                |           | Всього                 | Експлуатації машин   | Всього                                   | Заробітної плати | Експлуатації машин | на всього                          | не зайнятих обслуговуванням машин |
|    |                         |   |                |           | 6                      | 7                    | 8  | 9                | 10                 | 11                                 | 12                                |
| 1  | 2                       | 3   | 4              | 5         | 6                      | 7                    | 8  | 9                | 10                 | 11                                 | 12                                |
| 1  | E7-1-4                  | Укладання блоків і плит стрічкових фундаментів за глибини котловану до 4 м, маси конструкцій більше 3,5 т   | 100 шт.        | 0,04      | 80582,94<br>4850,08    | 12665,86<br>3784,13  | 3223                                     | 194              | 507<br>151         | 243,6<br>199,9962                  | 9,74<br>8                         |
| 2  | E7-1-7                  | Укладання фундаментів під колони за глибини котловану до 4 м, маси конструкцій більше 3,5 т   | 100 шт.        | 1,12      | 108805,24<br>7832,23   | 21105,01<br>6248,37  | 121862                                   | 8772             | 23638<br>6998      | 403,1<br>320,4169                  | 451,47<br>358,87                  |
| 3  | E7-5-14                 | Установлення колон прямокутного перерізу у стакани фундаментів будівель за глибини закладання колон більше 0,7 м, маси колон до 10 т  | 100 шт.        | 0,52      | 238196,45<br>32999,39  | 42756,46<br>12611,80 | 123862                                   | 17160            | 22233<br>6558      | 1638,5<br>644,946                  | 852,02<br>335,37                  |
| 4  | E7-6-7                  | Установлення двовіткових суцільних колон, що закінчуються 2-ма вітками, у стакани фундаментів, за бази колон більше 1,1 м до 1,5 м, глибини закладання більше 0,95 м, маси колон до 10 т      | 100 шт.        | 0,52      | 281263,40<br>33199,93  | 45240,77<br>13306,20 | 146257                                   | 17264            | 23525<br>6919      | 1667,5<br>673,4182                 | 867,1<br>350,18                   |
| 5  | E7-5-12                 | Установлення колон прямокутного перерізу у стакани фундаментів будівель за глибини закладання колон більше 0,7 м, маси колон до 6 т   | 100 шт.        | 0,12      | 210450,61<br>26078,28  | 31086,99<br>9124,98  | 25254                                    | 3129             | 3730<br>1095       | 1294,85<br>460,0522                | 155,38<br>55,21                   |
| 6  | E7-9-10                 | Укладання в одноповерхових будівлях і спорудах підкранових балок масою до 5 т, за маси колон до 10 т і висоти будівель до 15 м  | 100 шт.        | 1,44      | 181949,14<br>28517,05  | 39011,37<br>10082,66 | 262007                                   | 41065            | 56176<br>14519     | 1347,05<br>501,936                 | 1939,75<br>722,79                 |
| 7  | E7-12-9                 | Установлення в одноповерхових будівлях кроквяних балок і ферм прогоном до 18 м, масою до 10 т, за довжини плит покриття до 6 м, при висоті будівель до 25 м                                   | 100 шт.        | 0,78      | 1716454,19<br>38168,06 | 57500,11<br>15271,01 | 1338834                                  | 29771            | 44850<br>11911     | 1725,5<br>763,0463                 | 1345,89<br>595,18                 |
| 8  | E7-13-1                 | Укладання в одноповерхових будівлях і спорудах плит покриття довжиною до 6 м, площею до 10 м <sup>2</sup> , за маси кроквяних і підкроквяних конструкцій до 10 т, при висоті будівель до 25 м | 100 шт.        | 4,32      | 35810,30<br>5878,42    | 8504,22<br>2305,71   | 154700                                   | 25395            | 36738<br>9961      | 298,7<br>118,2193                  | 1290,38<br>510,71                 |
| 9  | E7-1-15                 | Укладання фундаментних балок довжиною до 6 м  | 100 шт.        | 1,02      | 172698,18<br>11081,63  | 6604,81<br>2055,45   | 176152                                   | 11303            | 6737<br>2097       | 543,75<br>105,8823                 | 554,63<br>108                     |
| 10 | E7-16-1                 | Установлення в одноповерхових будівлях панелей зовнішніх стін довжиною до 7 м, площею до 10 м <sup>2</sup> при висоті будівель до 25 м  | 100 шт.        | 4,08      | 77880,26<br>17282,13   | 19556,43<br>5932,22  | 317751                                   | 70511            | 79790<br>24203     | 816,35<br>295,9845                 | 3330,71<br>1207,62                |
| 11 | E7-16-7                 | Установлення в одноповерхових будівлях панелей зовнішніх стін довжиною більше 7 м, площею більше 15 м <sup>2</sup> при висоті будівель до 25 м  | 100 шт.        | 0,06      | 128505,72<br>27040,82  | 36398,19<br>11195,21 | 7710                                     | 1622             | 2184<br>672        | 1296,3<br>575,1915                 | 77,78<br>34,51                    |
|    |                         |   |                |           |                        |                      | 2677612                                  | 226186           | 300108<br>85084    | 10874,85<br>4286,44                |                                   |
|    |                         |   |                |           |                        |                      | Разом прями витрати по надземній частині |                  |                    |                                    |                                   |

**Додаток Б**

**Таблиця Б.1 – Відомість ресурсів до локального кошторису № 2-1-1/1 на зведення одноповерхової промислової будівлі**

| №   | Шифр ресурсу | Найменування   | Одиниця виміру | Кількість | Поточна ціна за одиницю, грн | у тому числі:       |                           |                                     |
|-----|--------------|--|----------------|-----------|------------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------------------|
|     |              |  |                |           |                              | Відпускна ціна, грн | Транспортна складова, грн | Заготівельно-складські витрати, грн |
| 1   | 2            | 3  | 4              | 5         | 6                            | 7                   | 8                         | 9                                   |
|     |              | <b>I. Витрати праці</b>  |                |           |                              |                     |                           |                                     |
| 1   | 1            | Витрати праці робітників-будівельників   | люд.-год       | 10874,85  | 20,80                        |                     |                           |                                     |
| 2   |              | Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками               | розряд         | 4,0       |                              |                     |                           |                                     |
| 3   |              | Витрати праці робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин         | люд.-год       | 4286,44   | 19,85                        |                     |                           |                                     |
| 4   |              | Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин | розряд         | 5,2       |                              |                     |                           |                                     |
| 5   |              | Витрати праці робітників, заробітна плата яких враховується в складі:          |                |           |                              |                     |                           |                                     |
| 5.1 |              | загальновиробничих витрат  | люд.-год       | 1819,34   | 32,33                        |                     |                           |                                     |
|     |              | <b>Разом кошторисна трудомісткість</b>   | люд.-год       | 16980,63  |                              |                     |                           |                                     |
|     |              | <b>Середній розряд робіт</b>   | розряд         | 4,0       |                              |                     |                           |                                     |
|     |              | <b>II. Будівельні машини і механізми</b>                                       |                |           |                              |                     |                           |                                     |
| 6   | СН201-12     | Автомобілі бортові, вантажопідйомність 5 т                                     | маш.-год       | 924,8684  | 71,30                        |                     |                           |                                     |
| 7   | СН202-1243   | Крани на гусеничному ходу, вантажопідйомність до 16 т                          | маш.-год       | 544,7766  | 124,35                       |                     |                           |                                     |
| 8   | СН202-1244   | Крани на гусеничному ходу, вантажопідйомність 25 т                             | маш.-год       | 363,1496  | 146,08                       |                     |                           |                                     |
| 9   | СН202-1245   | Крани на гусеничному ходу, вантажопідйомність 40 т                             | маш.-год       | 604,0584  | 177,23                       |                     |                           |                                     |
| 10  | СН204-502    | Установка для зварювання ручного дугового (постійного струму)                  | маш.-год       | 812,9644  | 7,77                         |                     |                           |                                     |

## Продовження таблиці Б.1

| 1  | 2          | 3   | 4              | 5        | 6        | 7        | 8     | 9      |
|----|------------|---|----------------|----------|----------|----------|-------|--------|
|    |            | <b>III. Будівельні машини, враховані в складі загальноновиробничих витрат</b>   |                |          |          |          |       |        |
| 11 | CN270-50   | Вібратори для усіх видів будівництва, крім гідротехнічного  | маш.-год       | 105,1308 |          |          |       |        |
| 12 | C111-180   | <b>IV. Будівельні матеріали, виробі і конструкції</b>   |                |          |          |          |       |        |
|    |            | Цвяхи будівельні з плоскою головкою 1,8×50 мм   | т              | 0,002815 | 8383,93  | 8184,22  | 35,32 | 164,39 |
| 13 | C111-822   | Дріт сталевий низьковуглецевий різного призначення чорний, діаметр 1,6 мм   | т              | 0,064956 | 8682,31  | 8483,32  | 28,75 | 170,24 |
| 14 | C111-857   | Руберойд підкладний з пиловидною засипкою РПП-300Б  | м <sup>2</sup> | 242,784  | 6,75     | 6,57     | 0,05  | 0,13   |
| 15 | C111-962   | Мастило, солідол жировий «Ж»  | т              | 0,009527 | 4199,27  | 4067,53  | 49,40 | 82,34  |
| 16 | C111-987   | Фасонний гарячекатаний прокат із сталі вуглецевої звичайної якості марки Ст3кп, кутовий рівнополічковий, товщина 11-30 мм, ширина полицки 180-200 мм  | т              | 0,507    | 6385,63  | 6309,34  | 28,75 | 47,54  |
| 17 | C111-1529  | Електроди, діаметр 6 мм, марка Э42  | т              | 1,12888  | 11908,33 | 11638,87 | 35,96 | 233,50 |
| 18 | C111-1757  | Рядно   | м <sup>2</sup> | 228,528  | 18,26    | 17,89    | 0,01  | 0,36   |
| 19 | C112-58    | Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 32,40 мм, IV сорт   | м <sup>3</sup> | 1,72788  | 1148,75  | 1105,54  | 20,69 | 22,52  |
| 20 | C112-62    | Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 44 мм і більше, IV сорт   | м <sup>3</sup> | 0,051    | 1047,36  | 1006,13  | 20,69 | 20,54  |
| 21 | C121-777   | Деталі кріплення рейок, елементи кріплення підвісних стель, трубопроводів, повітроводів, закладні деталі, деталі кріплення стінових панелей, вентиль, рама, траг тощо масою не більше 50 кг, з перевагою профільного прокату, такі, що складаються з двох та більше деталей, з отворами та без отворів, які з'єднуються на зварюванні | т              | 5,7312   | 20219,32 | 20034,87 | 33,93 | 150,52 |
| 22 | C123-514-У | Щити опалубки, ширина 300-750 мм, товщина 25 мм   | м <sup>2</sup> | 5,763    | 117,65   | 114,87   | 0,47  | 2,31   |
| 23 | C1411-9    | Блоки та плити фундаментні розміром менше 3×3 м прямокутні плоскі, об'єм більше 4 м <sup>3</sup> , маса понад 5 до 15 т, клас бетону В15  | м <sup>3</sup> | 4        | 630,67   | 556,80   | 61,50 | 12,37  |
| 24 | C1411-12   | Блоки та плити фундаментні розміром 3×3 м та більше прямокутні плоскі, об'єм більше 1 до 4 м <sup>3</sup> , маса понад 5 до 15 т, клас бетону В15   | м <sup>3</sup> | 112      | 798,68   | 714,22   | 68,80 | 15,66  |
| 25 | C1411-9132 | Балки фундаментні таврового перерізу, довжина до 6 м, клас бетону В22,5   | м <sup>3</sup> | 102      | 1522,40  | 1423,75  | 68,80 | 29,85  |
| 26 | C1412-332  | Колони, стояки, опори, рами прямокутні суцільні, довжина більше 12 до 13,77 м, об'єм більше 1 до 4 м <sup>3</sup> , маса понад 5 до 15 т, клас бетону В22,5   | м <sup>3</sup> | 12       | 1406,28  | 1292,58  | 86,13 | 27,57  |



Продовження таблиці Б.1

| 1  | 2           | 3  | 4              | 5       | 6        | 7        | 8      | 9      |
|----|-------------|--|----------------|---------|----------|----------|--------|--------|
| 27 | C1412-356   | Колони, стояки, опори, рами прямокутні пустотлі, прямокутні з консолями до 1 м в один бік, прямокутні змінного перерізу, циліндричні суцільні, багатогранні, довжина понад 12 до 13,77 м, об'єм більше 1 до 4 м <sup>3</sup> , маса понад 5 до 15 т, клас бетону B22,5 | м <sup>3</sup> | 52      | 1469,19  | 1354,25  | 86,13  | 28,81  |
| 28 | C1412-380   | (Колони)(стояки)(опори)(рама) прямокутні суцільні та пустотлі з консолями до 1 м у два боки, циліндричні порожнисті, довжина понад 12 до 13,77 м, об'єм більше 1 до 4 м <sup>3</sup> , маса понад 5 до 15 т, клас бетону B22,5   | м <sup>3</sup> | 52      | 1484,17  | 1368,94  | 86,13  | 29,10  |
| 29 | C1412-517   | Балки підкранові для середніх та крайніх чарунок та біля температурних швів, прогін 6 м, вантажопідйомність крана 5; 10; 12,5 т  | м              | 144     | 738,94   | 708,49   | 15,96  | 14,49  |
| 30 | C1412-841   | Ферми кроквяні з паралельними поясами для плоскої покрівлі, прогін 18,0 м, ФПП12-18-1  | шт.            | 78      | 15679,28 | 14975,66 | 396,18 | 307,44 |
| 31 | C1413-921   | Елементи зовнішніх стін одношарові із легкого бетону щільністю 600 кг/м <sup>3</sup> , товщина 30 см, маса до 5 т  | м <sup>2</sup> | 414     | 358,07   | 345,27   | 5,78   | 7,02   |
| 32 | C1414-7718  | Плити покриттів ребристі із важкого, а також легких бетонів щільністю 1600 кг/м <sup>3</sup> та більше, ширина 1,5 м, довжина 6 м, розрахункове навантаження 801–1000 кгс/м <sup>2</sup>   | м <sup>2</sup> | 432     | 142,32   | 134,85   | 4,68   | 2,79   |
| 33 | C1424-11621 | Суміші бетонні готові важкі, клас бетону B15 (M200), крупність заповнювача більше 10 до 20 мм  | м <sup>3</sup> | 3,111   | 601,39   | 529,91   | 59,69  | 11,79  |
| 34 | C1424-11632 | Суміші бетонні готові важкі, клас бетону B10 (M150), крупність заповнювача 10 мм і менше   | м <sup>3</sup> | 28,512  | 583,41   | 512,28   | 59,69  | 11,44  |
| 35 | C1424-11635 | Суміші бетонні готові важкі, клас бетону B22,5 (M300), крупність заповнювача 10 мм і менше   | м <sup>3</sup> | 48,508  | 695,83   | 622,50   | 59,69  | 13,64  |
| 36 | C1425-11681 | Розчин готовий кладковий важкий цементний, марка M50   | м <sup>3</sup> | 0,4284  | 328,29   | 267,14   | 54,71  | 6,44   |
| 37 | C1425-11702 | Розчин готовий опоряджувальний цементно-вапняковий 1:1:6   | м <sup>3</sup> | 0,864   | 382,77   | 320,55   | 54,71  | 7,51   |
|    |             | Енергоносії машин, врахованих в складі загальновиборничих витрат   |                |         |          |          |        |        |
| 38 | C1999-9001  | Електроенергія   | кВт-год        | 21,0262 | 0,956    | 0,956    |        |        |
| 39 | C1999-9005  | Мастильні матеріали  | кг             | 2,1026  | 13,00    | 13,00    |        |        |

Поточні ціни матеріальних ресурсів прийняті станом на 3 березня 2015 р.

Склад

(посада, підпис, ( ініціали, прізвище ))

Перевірив

(посада, підпис, ( ініціали, прізвище ))

Додаток В

Таблиця В.1 – Розрахункова вартість експлуатації 1 машино-години

| Шифр машини | Найменування машин та механізмів                                    | Вартість експлуатації 1 машино-години  |  |   |                          |                                      |                                   |   |                               |                              |  |  |
|-------------|---|--|--|---|--------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------------|------------------------------|--|--|
|             |   | (M1)<br>Заробітна плата<br>всього, грн | (M2)<br>Амортизаційні<br>відрахування, грн | (M3)<br>Частини, що швидко<br>спрацьовують, грн | (M4)<br>Енергоносії, грн | (M4г)<br>Гідрравлічна рідина,<br>грн | (M5)<br>Масляні матеріали,<br>грн | (M6)<br>Ремонт,<br>техобслуговування,<br>податки, грн | (M7)<br>Перебазування,<br>грн | (M9)<br>Інші витрати,<br>грн | Вартість експлуатації<br>1 маш.-год, грн |  |
| 1           | 2   | 3                                      | 4  | 5   | 6                        | 7                                    | 8                                 | 9   | 10                            | 11                           | 12                                       |  |
| СН201-12    | Автомобілі бортові,<br>вантажопідйомність 5 т                       | 22,21                                  | 1,03                                       | 1,10  | 36,63                    | -                                    | 1,56                              | 8,77  | -                             | -                            | 71,30                                    |  |
| СН202-1243  | Крани на гусеничному ході,<br>вантажопідйомність до 16 т            | 38,68                                  | 3,05                                       | 12,87   | 36,32                    | -                                    | 2,86                              | 18,83   | 11,74                         | -                            | 124,35                                   |  |
| СН202-1244  | Крани на гусеничному ході,<br>вантажопідйомність 25 т               | 42,28                                  | 4,13                                       | 14,70   | 41,96                    | -                                    | 3,38                              | 24,11   | 15,52                         | -                            | 146,08                                   |  |
| СН202-1245  | Крани на гусеничному ході,<br>вантажопідйомність 40 т               | 46,09                                  | 5,55                                       | 15,32   | 51,92                    | -                                    | 4,16                              | 34,78   | 19,41                         | -                            | 177,23                                   |  |
| СН204-502   | Установка для зварювання<br>ручного дугового<br>(постійного струму) | 0,34                                   | 0,23                                       | 1,10  | 5,07                     | -                                    | 0,52                              | 0,44  | 0,07                          | -                            | 7,77                                     |  |
|             |   | -                                      | -  | -   | -                        | -                                    | -                                 | -   | -                             | -                            | -  |  |

В знаменнику граф 3–12 вказані витрати замовника (у тому числі), грн

*Навчальне видання*

**Дудар Ігор Никифорович  
Лівінський Олександр Михайлович  
Прилипко Тетяна Володимирівна**

# **ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА** (курсове та дипломне проектування)

Навчальний посібник

Редактор Є. Плетньова

Оригінал-макет підготовлено Т. Прилипко

Підписано до друку 02.01.2018.  
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 4,26.  
Наклад 50 (1-й запуск 1-20) пр. Зам. № 2018-010

Видавець та виготовлювач  
інформаційний редакційно-видавничий центр.  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Хмельницьке шосе, 95,  
м. Вінниця, 21021.  
Тел. (0432) 65-18-06.  
**press.vntu.edu.ua;**  
*E-mail: kivc.vntu@gmail.com.*

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.