

# КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Будівельний факультет  
Кафедра: Промислове, цивільне та міське будівництво  
Спеціальність: Будівництво та цивільна інженерія – 192  
Освітньо-професійна програма: Промислове і цивільне будівництво

## ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА

Динніков Ігор Валерійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи: "Дослідження і порівняльний аналіз сучасних технологій улаштування пальових фундаментів"  
затверджена наказом по університету від " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ р. № \_\_\_\_\_
- Термін здачі студентом закінченої роботи \_\_\_\_\_
- Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_  
Місце будівництва – м. Кривий Ріг.  
Розміри будівлі: довжина - 124 м, ширина - 55 м.  
Висота будівлі – 15,16 м.  
Конструктивна схема будівлі – каркасного типу з металевих конструкцій.  
Стінове огороження – навісні сендвіч-панелі.  
Фундаменти – монолітні залізобетонні.  
Покрівля – профлист.
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік розділів, що їх належить розробити): Архітектурно-будівельний розділ (об'ємно-планувальне і конструктивне рішення будівлі, опис генплану, теплотехнічний розрахунок).  
Розрахунково-конструктивний розділ (розрахунок металевих колони і ферми).  
Основи і фундаменти. Технологія і організація будівництва (порівняння варіантів, технологічна карта на монтаж колон, технологічна карта на монтаж конструкцій покриття, технологічна карта на улаштування монолітних фундаментів, сітьовий графік, будгенплан). Економіка будівництва. Охорона праці і безпека життєдіяльності. Екологія будівництва. Науковий розділ.
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Архітектурно-будівельний розділ (генплан, фасади, плани, розрізи, вузли) – 3 листи. Розрахунково-конструктивний розділ (проекування металевих колони

і ферми) – 2 листи. Технологія і організація будівництва (порівняння варіантів, технологічна карта на монтаж колон, технологічна карта на монтаж конструкцій покриття, технологічна карта на улаштування монолітних фундаментів, сітьовий графік, бюджетплан) – 6 листів. Науковий розділ - 1 лист.

6. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис)

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва розділів магістерської роботи	Термін виконання розділів роботи	Примітка
1.	Науковий розділ	04.03.25-31.05.25	
2.	Архітектурно-будівельний	02.09.25-22.09.25	
3.	Розрахунково-конструктивний	23.09.25-13.10.25	
4.	Основи та фундаменти	14.10.25-20.10.25	
5.	Технологія та організація	21.10.25-16.11.25	
6.	Економіка будівництва	17.11.25-23.12.25	
7.	Охорона праці та безпека життєдіяльності	24.11.25-30.11.25	
8.	Екологія будівництва	01.12.25-07.12.25	

Студент-дипломник \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

## 1.1 Вихідні дані для проектування

Темою магістерської роботи є: «Дослідження і порівняльний аналіз сучасних технологій улаштування пальових фундаментів». Ділянка будівництва знаходиться в м.Кривий Ріг по вул. Купріна.

Характеристика району будівництва:

- район будівництва м. Кривий Ріг, Дніпропетровської обл.
- снігове нормативне навантаження -IV район
- глибина промерзання 1,5 м
- середньорічна швидкість вітру в районі м. Кривий Ріг складає -5,0 м/с
- ґрунтові води знаходяться на глибині - 3,9 м
- ґрунти суглинки
- природний рельєф ділянки частково порушено і спланований насипними ґрунтами, в центрі майданчика є пагорб, майданчик має невеликий ухил.

## 1.2 Опис технологічного процесу

Проектуєма будівля – окремо розташована двоповерхова будівля. Планування даного торгового центру пов'язане з плануванням прилеглих вулиць та інженерних мереж. Торговий центр розташований в зоні масової забудови міста та призначений для забезпечення жителів довколишніх районів будівельними матеріалами.

Основну площу займають торговий зал, складські приміщення, офісні приміщення, передбачений буфет для відвідувачів і санітарно-гігієнічних приміщення.

Торгівельний зал самообслуговування призначений для оптової і роздрібною торгівлі будівельними матеріалами. У складських приміщеннях йде відвантаження оптових партій товару та складування габаритних будівельних матеріалів. Прольоти будинку запроектовані залежно від розмірів будівельних матеріалів і з сучасними вимогами до розмірів торгових центрів, буфет і санвузли для відвідувачів запроектовані відповідно до норм по даному типу будівлі.

### 1.3. Опис генерального плану

Проектована будівля – окремо розташована двоповерхова будівля з центральним фасадом 1-22, орієнтованим на північ, з цієї сторони має центральний ганок, пандус і ганок з запасним виходом. Фасад А-К орієнтується на східну сторону і з цієї сторони так само є ганок, пандус і пожежна драбина. Фасад 22-1 розташований на південний бік і на неї виходить два ганка.

Головні проходи та проїзди знаходяться зі сторони вулиці Купріна. Транспортний зв'язок будівлі здійснюється по магістральним автодорогам регульованого руху.

Проектними рішеннями передбачається:

- забезпечення протипожежних вимог до розташування будівлі по відношенню до існуючої забудови;
- забезпечення стоку дощової та талої води забезпеченням планування проїздів та тротуарів;
- забезпечення безпечного руху автотранспорту та пішоходів;
- забезпечення під'їзду вантажного автотранспорту до зони розвантаження товарів;
- благоустрій території з метою виконання функціональних вимог будівлі;
- забезпечення екологічних вимог;
- інженерний захист будови від підвищення ґрунтової води.

Проектними рішеннями передбачається озеленення та благоустрій території. Основними елементами озеленення є розміщення дерев вздовж тротуарів та чагарників рядової посадки, а також організація газонів.

Водовідведення ливневих стоків організовано нормативними ухилами до існуючих проїздів з ухилами доріг 0,5% до приймальних решіток існуючої дощової каналізації.

Генеральний план виконано відповідно до вимог ДБН 360-92\*\*

„Містобудівництво. Планування й забудова міських й сільських поселень”.

## Техніко-економічні показники до генерального плану

Таблиця 1

№ п/п	Найменування	Од. виміру	Кількість
1	Площа ділянки	га	2,46
2	Площа забудови	м <sup>2</sup>	7260
3	Площа замощення	м <sup>2</sup>	11334,6
4	Площа озеленення	м <sup>2</sup>	2579,48
5	Коефіцієнт озеленення		0,105
6	Коефіцієнт забудови		0,29

### 1.4. Об'ємно - планувальні рішення

Запроектована будівля по площі приміщень, кількості працівників і товарообігу відноситься до великих магазинів.

Відповідно до технологічного процесу запроектовано наступні основні групи приміщень – адміністративні, основні робочі, службові, допоміжні.

Приймаємо будівлю з розмірами в осях 124×55 м. Прольоти по осях А-Б та І-К розмірами 9 м, а по осях Б-І розміром 36 м. Будівля має металевий каркас, крок рам в каркасі дорівнює 6 м.

При розробці об'ємно-планувального рішення були враховані наступні вимоги:

- забезпечення технологічного процесу
- забезпечення природного освітлення
- забезпечення зручностей для працюючого персоналу.

Основні об'ємно-планувальні показники:

Будівельний об'єм  $V=55300 \text{ м}^3$

Загальна площа будівлі  $S=8090 \text{ м}^2$

Корисна площа будівлі  $S=6990 \text{ м}^2$

Планувальний коефіцієнт  $K_1=0,86$

Об'ємний коефіцієнт  $K_2=6,92$ .

## 1.5 Конструктивне рішення будівлі та її елементів

Будівля торгового центру має каркасно-панельну конструктивну схему.

Для проектуємої будівлі використовуються металеві колони двотаврового перерізу. Колони встановлюються на обріз фундаменту і кріпляться за допомогою анкерних болтів, що зашпаровуються в бетоні. Верх фундаменту розташовується на позначці -0,15 м.

Зовнішні стіни виконані з панелей "Вентал" типу "сендвіч", навішуються на поперечні ригелі, прикріплені до колон зварюванням.

Внутрішні стіни виконані в мокрих приміщеннях з керамічної червоної цегли з армуванням через 2 ряди сіткою  $\frac{4Bpl - 50}{4Bpl - 50}$ .

Перегородки виконані з гіпсокартонних аркушів на металевому каркасі з серії 1.231.9-10 (тип перегородок ПГКМ-7м).

В якості кровляних і підкровляних конструкцій покриття в будівлі застосовані сталеві ферми з кутиків з ухилом 8 %.

Монолітне перекриття - з профлисту, армується стрижнями, залите бетоном класу В12,5.

Покриття передбачається легке з прогонів, покривається профлистом С44 t=0,7, утеплюється утеплювачем "ISOVER" OL-P.

Вікна виконані зі склопакетів ПВХ.

Двері. Ворота фірми HORMANN.

Покриття підлог з керамічної плитки, лінолеуму. Як гідроізоляція застосовується гідроізол марки ГІ-1.

Всі металеві конструкції зачищаються від бруду, знежирюються, обробляються 2 шарами емалі ГФ-021 і забарвлюються 2 шарами емалі ХВ-124.

Передбачена приточно-витяжна вентиляція.

Мережа водопостачання прийнята кільцевою. Системи внутрішньої каналізації будинків включають в себе: приймачі стічних вод, відвідні трубопроводи, каналізаційні стоки, емісію для оглядового колодезя, гідравлічні

затвори, засувки, ревізії, а також насосні установки і місцеві установки для очищення стічних вод, розташовані всередині будівлі.

### 1.6 Зовнішнє оздоблення

Зовнішні стіни будівлі виконані з тришарових панелей "Вентал" типу "сендвіч" жовтого і відтінків сірого. У центрі розташований вітраж для забезпечення гарного освітлення і так само він доповнює художню композицію будівлі.

Цоколь виконаний із залізобетонних панелей з бетону класу В 25.

### 1.7 Внутрішнє оздоблення

Внутрішня обробка приміщень - стіни з пінобетонних блоків і колони обшиваються ГКЛ і пофарбовуються водоемульсійними складами, а в технологічних і допоміжних приміщеннях - обштукатурюються цементно-вапняним розчином і забарвлюються водоемульсійними складами.

Стіни приміщень з вологим режимом роботи, які вимагають дотримання особливих санітарно-гігієнічних вимог (санвузли, душові, виробничі приміщення) виконані з червоної керамічної цегли.

Підлоги - з керамічної плитки та лінолеуму.

Оздоблення проводять з використанням матеріалів за протипожежними вимогами ДБН В.1.1-7-2002 "Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва".

### 1.8 Інженерно – технічне обладнання

#### 1.8.1 Водопостачання

Норми водопостачання прийняті на господарчі і питні потреби по ДБН В.2.5-64:2012.

Джерелом водопостачання служить діюча свердловина. Зовнішня водопровідна мережа запроектована з чавунних напірних труб Ø 0,5 м, 100 мм та азбестоцементних напірних труб марки ВТ-9 Ø100 мм та укладають на глибину 1,8 м від верха труби до планової відмітки землі на мережі установлюють колодязі із з/б елементів.

Для регулювання нерівномірності водопостачання протягом дня та підтримання необхідного напору в мережі служить діюча водонапірна башта.

### 1.8.2 Каналізація

Норми водовідведення прийняті від санітарних приборів по ДБН В.2.5-64:2012.

Система каналізацій прийнята самотічна з керамічних труб Ø 150, 250 мм.

В мережі встановлюються колодязі зі збірних з/б елементів по типу 902-3-0.72.87.

Відвід дощових стоків з території об'єкту обумовлена вертикальним плануванням.

### 1.8.3 Теплопостачання.

Джерелом теплопостачання будівлі оптової торгівлі служить котельня з 4-ма котлами.

### 1.8.4 Електропостачання.

Електропостачання надається з міської мережі.

## 1.9 Теплотехнічний розрахунок стінової огорожі

Вихідні дані готувались на основі завдання на проектування огорожуючої конструкції.

№ п/п	Найменування	Символ	Значення	Джерело пошуку даних
1	Район будівництва	<i>м. Кривий Ріг</i>		по завданню
2	Кліматичний район	<i>I</i>		дод. 2
3	Температура внутрішнього повітря	$t_v$	+ 20°C	[3]
4	Розрахункова температура зовнішнього повітря	$t_n$	-32°C	[2]
5	Відносна вологість внутрішнього повітря	$\phi$	55%	[3]
6	Вологісний режим в середині приміщень	<i>нормальний</i>		[1]
7	Зона вологості району будівництва	<i>суха</i>		[1]

8	Умови експлуатації стінового огородження	$A$		[1]
9	Коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни	$\alpha_e$ $Bm/m^2 \text{ } ^\circ C$	8,7	[1]
10	Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни	$\alpha_z$ $Bm/m^2 \text{ } ^\circ C$	23	[1]
	Матеріал, товщина шару, щільність і коефіцієнт теплопровідності			
	- 1 шар ( $\delta=0,07\text{мм}$ )	$\lambda_1$	$0,58 Bm/(m \text{ } ^\circ C)$	[1]
	-2 шар ( $\delta=150\text{мм}$ )	$\lambda_2$	$0,04 Bm/(m \text{ } ^\circ C)$	[1]
	-3 шар ( $\delta=0,07\text{мм}$ )	$\lambda_2$	$0,58 Bm/(m \text{ } ^\circ C)$	[1]
	Нормативне значення термічного опору зовнішніх огорожень.	$R_{он}$	2,2 $(m^\circ C)/Bm$	Табл. №3 [1]

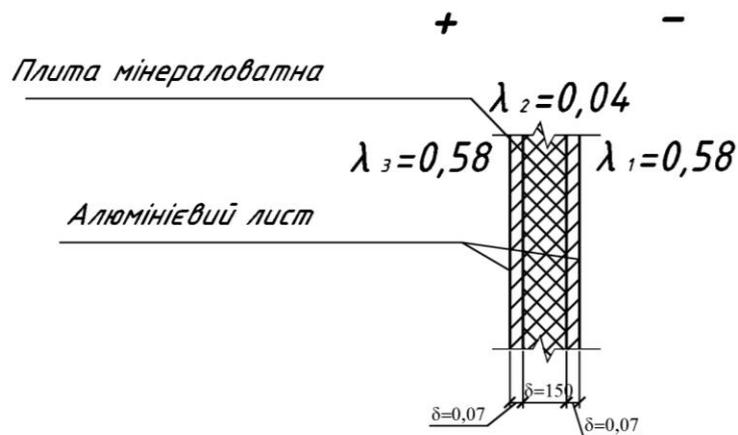


Рис. 1. 1 Сендвіч панель стінового огородження.

1. Визначаємо термічний опір  $R_k$  ( $m \cdot ^\circ C$ )/Вт з послідовно розташованими однорідними шарами (3 шари), як суму термічних опорів окремих шарів:

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

де  $R_1, R_2, R_3$ — термічні опори окремих шарів.

2. Визначаємо термічні опори окремих шарів

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,07 / 0,58 = 0,12 (m^2 \text{ } ^\circ C) / Bm$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,15 / 0,04 = 3,75 (m^2 \text{ } ^\circ C) / Bm$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,07 / 0,58 = 0,12 (m^2 \text{ } ^\circ C) / Bm$$

3. Визначаємо  $R_k$

$$R_k = 0,12 + 3,75 + 0,12 = 3,99 (\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})/\text{Вт}$$

4. Визначаємо  $R_o$  за формулою:

$$R_o = 1/\alpha_6 + R_k + 1/\alpha_3;$$

$$R_o = 1/8,7 + 3,99 + 1/23 = 4,15 (\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт})$$

5. Порівнюємо значення нормативного опору  $R_{он}$  з розрахунковим -  $R_o$ :

$$R_{он} < R_o = 2,2 (\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}) < 4,15 (\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт})$$

Умова виконується.

## 2.1. Компонування конструктивної схеми каркаса будівлі

Вихідні дані: проліт будівлі  $L = 55$  м, довжина будівлі 124 м; крок рам  $B = 6$  м. Сполучення ферми з колонами рами жорстке. Покрівля тепла по прогонах. Стіни - панелі «Вентал». Матеріал конструкцій: колони зі сталі С235, ферми із сталі С255. Місце будівництва - III район по сніговому навантаженню, III район по вітровому навантаженню. Для міста Кривий Ріг нормативні значення вітрового та снігового навантаження становлять відповідно 440 Па та 1110 Па.

Розбивка сітки колон. Крок колон в плані  $B = 6$  м,  $L = 54$  м. Розміщення колон в плані показано на рисунку 2.1.

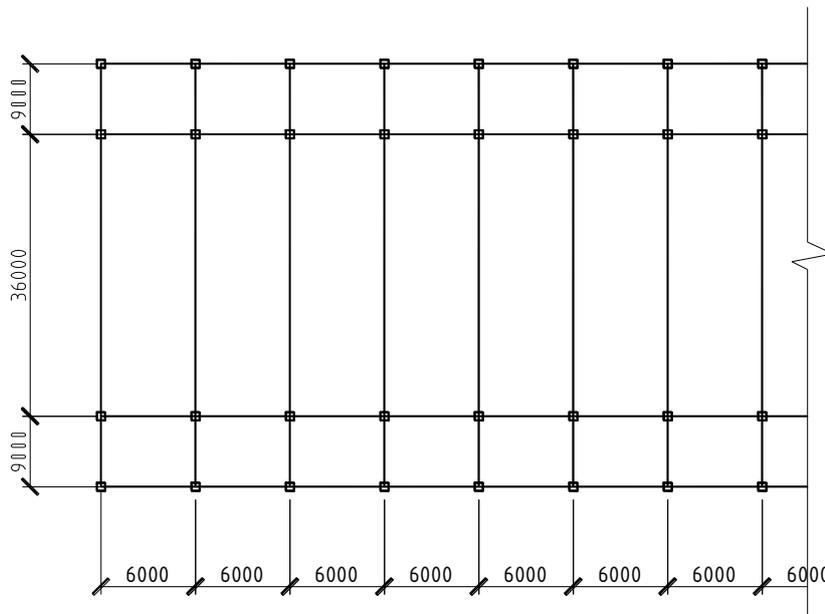


Рисунок 2.1

### 2.1.2 Навантаження на поперечну раму

Всі навантаження на поперечну раму підраховуються з урахуванням коефіцієнта надійності за призначенням  $\gamma_n = 0,95$ .

В таблиці 2.1 виконано підрахунок інтенсивності всіх навантажень, що діють на розглядаєму раму. В даному проекті III сніговий район  $S_0 = 1,11$  кПа та III вітровий район  $\omega = 0,44$  кПа.

2.2.1. Постійні та тимчасові навантаження

Таблиця 2.1

Номер конструктив. елементів	Характеристики будівлі і конструкції покриття	Коеф. надійності за навантаж.	Навантаження, кН/м <sup>2</sup>	
			норматив-не, g <sub>n</sub>	розрахункове g
1	Профлист С 44 t=0.7 мм.	1,05	0,055	0,058
2	Утеплювач «ISOVER» t=150 мм.	1,3	0,06	0,08
3	Профнастил Н75-750-0,9 t=0,9 мм.	1,05	0,085	0,089
4	Зв'язки покриття	1,05	0,09	0,095
5	Прогони	1,05	0,115	0,121
6	Кроквяні ферми	1,05	0,19	0,20
	Ітого		g <sub>n</sub> = 0,6	0,64
7	Тимчасове: - снігове	1,14	1,11	1,27
	Всього		0,595	1,9
Стінове оогородження	Стінові панелі «Вентал» прогони	1,05	0,25	0,26
		1,05	0,05	0,053
	Ітого		0,30	0,313

Розрахункове рівномірно розподілене погонне навантаження на ригель рами:

$$q = \gamma_n \cdot g \cdot b_{\phi} / \cos \alpha = 0,95 \cdot 0,643 \cdot 6 / 1 = 3,67 \text{ кН/м.}$$

Розрахункове погонне навантаження від ваги колони (вага колони орієнтовно приймається у відповідності з рекомендаціями табл. П4.1 [2]): розраховуємо зовнішню колону К1

$$q_1 = \frac{\gamma_n \cdot \gamma_f \cdot g_k \cdot B \cdot L}{2} = \frac{0,95 \cdot 1,05 \cdot 0,2 \cdot 6 \cdot 4,5}{2} = 2,69 \text{ кН / м;}$$

Зосереджене зусилля від конструкцій покриття для внутрішньої колони К2

$$F = \frac{\gamma_n \cdot \gamma_f \cdot g_e \cdot B \cdot L}{2} = \frac{0,95 \cdot 1,05 \cdot 0,2 \cdot 6 \cdot 22,5}{2} = 13,47 \text{ кН};$$

Розрахункове навантаження від ваги стінового огороження

Погонне навантаження на колону від маси стін:

$$q_2 = g \cdot h_1 \cdot b \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f = 0,313 \cdot 6 \cdot 0,95 = 1,78 \text{ кН/м};$$

Повне постійне погонне навантаження F на колону К1:

$$q_3 = q_1 + q_2 = 2,69 + 1,78 = 4,47 \text{ кН/м}.$$

### 2.2.2. Снігове навантаження

Розрахункове снігове навантаження для статичного розрахунку рами приймається рівномірно розподіленим по довжині ригеля. За [3] розрахункове значення ваги снігового покриву  $s$  на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальної поверхні для III снігового району складає  $1,11 \text{ кПа}$ . Лінійне розподілене навантаження від снігу на ригель:

$$S = \gamma_n \cdot \mu \cdot s \cdot B_\phi = 0,95 \cdot 1 \cdot 1,11 \cdot 6 = 6,33 \text{ кН/м}$$

### 2.2.3. Вітрове навантаження.

Нормативне значення вітрового тиску для III-го вітрового району [5]  $\omega = 0,44 \text{ кПа}$ . Для типу місцевості В коефіцієнти  $k$ , що враховують зміну вітрового тиску по висоті  $z$ , (табл.6 [5]), складають:

$$z = 5 \text{ м} - k = 0,5;$$

$$z = 10 \text{ м} - k = 0,65;$$

Розрахункові значення середніх складових вітрового навантаження  $\omega_m$  на висоті  $z$  над поверхнею землі визначаються за формулою:

$$\omega_m = \gamma_n \cdot \gamma_f \cdot \omega_0 \cdot k \cdot c \cdot B = 0,95 \cdot 1,4 \cdot 0,44 \cdot k \cdot 0,8 \cdot 6 = 2,3 \cdot k \text{ кН/м},$$

де  $c$  - аеродинамічний коефіцієнт, для навітряної сторони -  $c = +0,8$ , для підвітряної сторони -  $c = -0,6$ ;

$B = 6$  – крок поперечних рам;

$\gamma_f$  – коефіцієнт надійності за вітровим навантаженням, п.6.11 [5].

Лінійне розподілене навантаження при висоті:

$$z = 5 \text{ м} - \omega_5 = 2,3 \cdot 0,5 = 1,15 \text{ кН/м};$$

$$z = 10 \text{ м} - \omega_{10} = 2,3 \cdot 0,65 = 1,5 \text{ кН/м};$$

$$z = 8,15 \text{ м} - \omega_{10} = 1,42 \text{ кН/м};$$

Згинальний момент в затиснутій стійці (колоні) від фактичного вітрового навантаження (рисунок 2.2):

$$\dot{I} = \sum \dot{A}_i \cdot y_i = \frac{1,15 \cdot 8,15^2}{2} + \frac{(1,42 - 1,15)}{2} \cdot 5 \cdot \left(5 + 0,15 + \frac{2}{3} \cdot 3\right) = 43,1 \text{ еі} \cdot \dot{i}.$$

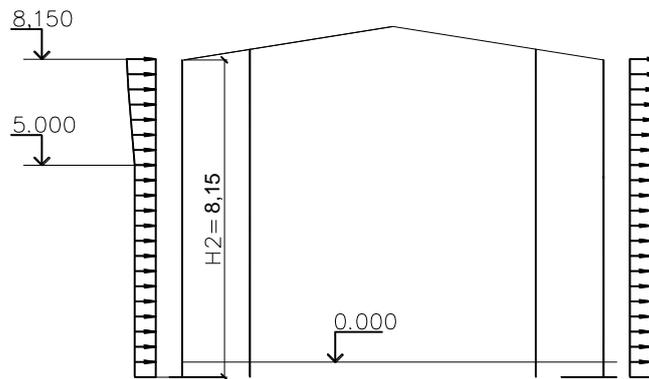


Рисунок 2.2 - Згинальний момент від фактичного вітрового навантаження  
Еквівалентне рівномірно розподілене навантаження з навітряної сторони:

$$q_y = \frac{2 \cdot M}{H^2} = \frac{2 \cdot 43,1}{8,15^2} = 1,3 \text{ еі} / \dot{i}.$$

Еквівалентне рівномірно розподілене навантаження з підвітряної сторони:

$$q'_y = q_y \cdot \frac{0,6}{0,8} = 1,3 \cdot \frac{0,6}{0,8} = 0,98 \text{ еі} / \dot{i}.$$

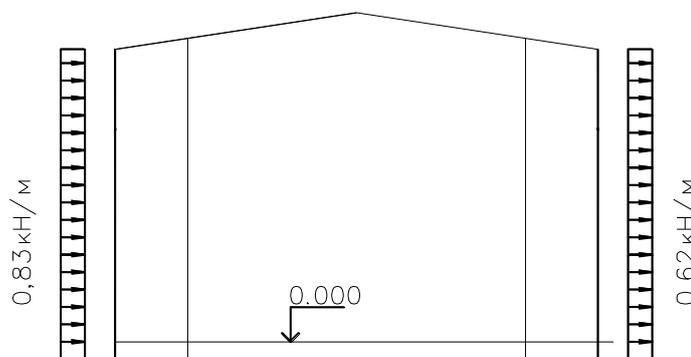


Рисунок 2.3 - Еквівалентне рівномірно розподілене вітрове навантаження  
2.3. Статичний розрахунок поперечної рами

Величини навантажень на поперечну раму:

1 – розрахункове рівномірно розподілене постійне навантаження на ригель,  $q=3,67$  кН/м;

2 – розрахункове рівномірно розподілене постійне навантаження на зовнішню колону  $q=2,69$  кН/м; на внутрішню колону  $q=4,47$  кН/м;

3 - розрахункове рівномірно розподілене навантаження на ригель від снігу,  $s =6,33$  кН/м;

4 – еквівалентне рівномірно розподілене навантаження на раму з навітряної сторони,  $q_e = 1,3$  кН/м;

5 – те ж, з підвітряної сторони,  $q_e' = 0,98$  кН/м,

6 – зосереджені зусилля на середню колону від власної ваги колони

$F=13,5$  кН;

7 – зосереджені зусилля від балок Б1 та Б2 відповідно.....

Розрахунки поперечної рами виконані в програмному комплексі «Лира 9.6». В результаті розрахунку визначені зусилля в елементах рами. На рис 3.1 – 3.15 наведено епюри внутрішніх зусиль  $M$ ,  $N$ ,  $Q$  при різних завантаженнях, а у таблиці 2.2 наведені значення визначених зусиль.

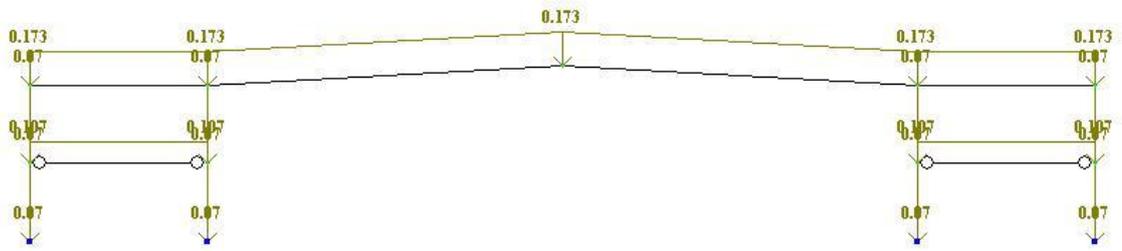
Таблиця 2.2

№ элем	№ сечен	Тип РСУ	Состав РСУ	Критерий	Усилия			№№ загруз
					N (т)	M <sub>y</sub> (т*м)	Q <sub>z</sub> (т)	
1	1	1	длит	1	-0.003	0.914	-0.436	1 4
1	1	2	длит	2	-5.892	-2.827	1.182	1 2 3
1	1	1	длит	17	3.350	-2.073	0.868	1 3
1	1	1	длит	18	-9.473	-1.407	0.587	1 2
1	2	1	длит	1	0.137	0.302	-0.176	1 4
1	2	2	длит	2	-5.410	-0.464	1.182	1 2 3
1	2	1	длит	5	3.490	-0.338	0.868	1 3
1	2	2	длит	6	-8.427	0.112	0.243	1 2 4
1	2	1	длит	18	-8.973	-0.233	0.587	1 2
1	3	2	длит	1	-4.928	1.900	1.182	1 2 3
1	3	1	длит	17	3.630	1.397	0.868	1 3
1	3	1	длит	18	-8.473	0.941	0.587	1 2
2	1	2	длит	1	4.960	1.900	-1.093	1 2 3

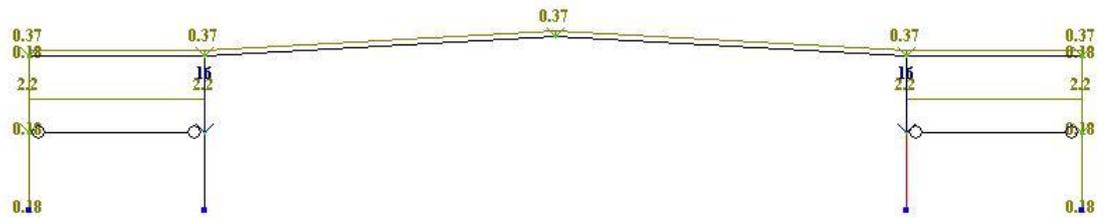
2	1	2	длит	14	5.055	1.822	-1.415	1 2 3 4
2	2	1	длит	2	0.899	-0.590	-0.270	1 4
2	2	2	длит	5	5.537	-0.774	-1.181	1 2 3 4
2	3	2	длит	2	6.019	-2.901	-0.947	1 2 3 4
2	3	2	длит	14	5.924	-2.474	-1.093	1 2 3
3	1	1	длит	1	-6.743	0.965	-0.348	1 4
3	1	2	длит	2	-61.309	-1.358	0.063	1 2 3
3	1	2	длит	6	-61.397	-0.301	-0.259	1 2 3 4
3	2	2	длит	2	-61.169	-1.233	0.063	1 2 3
3	2	2	длит	6	-61.257	-0.818	-0.259	1 2 3 4
3	2	1	длит	14	-6.603	0.268	-0.348	1 4
3	3	2	длит	2	-61.117	-1.336	-0.259	1 2 3 4
3	3	1	длит	5	-6.463	-0.429	-0.348	1 4
3	3	2	длит	6	-61.029	-1.108	0.063	1 2 3
4	1	2	длит	2	-36.029	-1.336	2.248	1 2 3 4
4	1	1	длит	5	-5.981	-0.429	0.266	1 4
4	1	2	длит	6	-35.942	-1.108	2.338	1 2 3
4	2	2	длит	1	-35.802	3.568	2.338	1 2 3
4	2	1	длит	2	-5.841	0.103	0.266	1 4
4	2	2	длит	18	-35.889	3.160	2.248	1 2 3 4
4	3	2	длит	1	-35.661	8.243	2.338	1 2 3
4	3	2	длит	18	-35.749	7.655	2.248	1 2 3 4
5	1	1	длит	1	-6.525	1.317	-0.333	1 4
5	1	2	длит	2	-61.309	1.358	-0.063	1 2 3
5	1	2	длит	6	-61.200	2.355	-0.354	1 2 3 4
5	2	1	длит	1	-6.385	0.652	-0.333	1 4
5	2	2	длит	2	-61.169	1.233	-0.063	1 2 3
5	2	2	длит	6	-61.060	1.646	-0.354	1 2 3 4
5	3	2	длит	2	-60.920	0.937	-0.354	1 2 3 4
5	3	2	длит	6	-61.029	1.108	-0.063	1 2 3
6	1	2	длит	2	-35.833	0.937	-2.455	1 2 3 4
6	1	2	длит	6	-35.942	1.108	-2.338	1 2 3
6	2	2	длит	2	-35.693	-3.973	-2.455	1 2 3 4
6	2	2	длит	18	-35.802	-3.568	-2.338	1 2 3
6	3	2	длит	2	-35.553	-8.883	-2.455	1 2 3 4
6	3	2	длит	18	-35.661	-8.243	-2.338	1 2 3
7	1	2	длит	1	-6.008	3.946	-1.652	1 2 3 4
7	1	1	длит	17	3.350	2.073	-0.868	1 3
7	1	1	длит	18	-9.473	1.407	-0.587	1 2
7	2	2	длит	1	3.028	0.665	-1.093	1 3 4
7	2	1	длит	2	-8.973	0.233	-0.587	1 2
7	2	2	длит	6	-5.526	0.818	-1.476	1 2 3 4
7	2	1	длит	17	3.490	0.338	-0.868	1 3
7	3	2	длит	2	-5.044	-1.957	-1.299	1 2 3 4
7	3	1	длит	17	3.630	-1.397	-0.868	1 3
7	3	1	длит	18	-8.473	-0.941	-0.587	1 2
8	1	2	длит	2	4.843	-1.957	0.801	1 2 3 4
8	1	2	длит	13	4.960	-1.900	1.093	1 2 3
8	1	1	длит	14	0.524	-0.361	-0.151	1 4
8	2	2	длит	1	5.442	0.287	1.093	1 2 3
8	2	1	длит	2	0.664	-0.467	0.045	1 4
8	2	1	длит	6	4.252	0.233	0.815	1 3

8	3	2	длит	1	5.924	2.474	1.093	1 2 3
8	3	1	длит	2	0.804	-0.181	0.241	1 4
8	3	2	длит	13	5.807	1.955	1.154	1 2 3 4
9	1	2	длит	2	-2.506	0.000	9.887	1 2 3 4
9	1	1	длит	13	-1.121	0.000	10.382	1 2
9	2	1	длит	1	-1.121	23.360	0.000	1 2
9	2	2	длит	18	-2.506	22.246	0.000	1 2 3 4
9	3	2	длит	2	-2.506	0.000	-9.887	1 2 3 4
9	3	1	длит	14	-1.121	0.000	-10.382	1 2
10	1	2	длит	2	-2.275	0.000	9.887	1 2 3
10	1	1	длит	13	-1.121	0.000	10.382	1 2
10	2	1	длит	1	-1.121	23.360	0.000	1 2
10	2	2	длит	18	-2.275	22.246	0.000	1 2 3
10	3	2	длит	2	-2.275	0.000	-9.887	1 2 3
10	3	1	длит	14	-1.121	0.000	-10.382	1 2
11	1	2	длит	1	0.947	2.901	-6.019	1 2 3 4
11	1	2	длит	17	1.093	2.474	-5.924	1 2 3
11	2	2	длит	2	0.947	-35.324	-10.970	1 2 3 4
11	2	2	длит	5	1.093	-35.323	-10.875	1 2 3
11	3	2	длит	2	0.947	-95.830	-15.921	1 2 3 4
11	3	2	длит	17	1.093	-95.401	-15.826	1 2 3
12	1	2	длит	2	1.093	-95.401	15.826	1 2 3
12	1	2	длит	17	1.154	-94.873	15.710	1 2 3 4
12	2	2	длит	2	1.093	-35.323	10.875	1 2 3
12	2	2	длит	5	1.154	-35.319	10.759	1 2 3 4
12	3	2	длит	1	1.093	2.474	5.924	1 2 3
12	3	1	длит	2	0.241	-0.181	0.804	1 4
12	3	2	длит	17	1.154	1.955	5.807	1 2 3 4
13	1	2	длит	2	-2.343	-103.644	19.736	1 2 3
13	1	2	длит	18	-2.399	-103.485	19.725	1 2 3 4
13	2	2	длит	1	-1.849	29.684	9.823	1 2 3 4
13	2	2	длит	13	-1.793	29.622	9.833	1 2 3
13	3	2	длит	1	-1.242	73.629	-0.069	1 2 3
13	3	2	длит	14	-1.298	73.596	-0.080	1 2 3 4
14	1	2	длит	1	-1.242	73.629	0.069	1 2 3
14	1	2	длит	18	-1.299	73.596	0.065	1 2 3 4
14	2	2	длит	1	-1.793	29.622	-9.833	1 2 3
14	2	2	длит	14	-1.849	29.549	-9.838	1 2 3 4
14	3	2	длит	2	-2.400	-103.756	-19.740	1 2 3 4

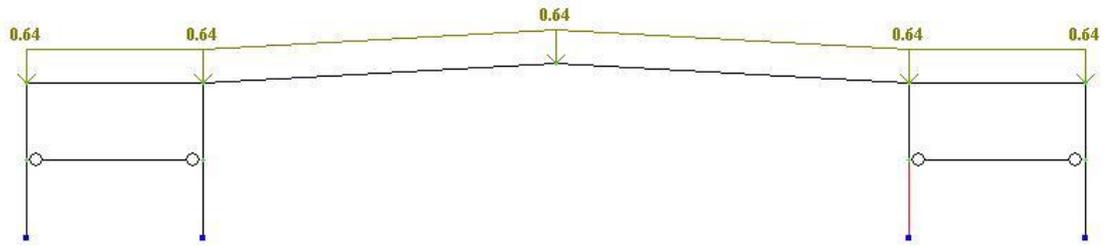
Загружение 1



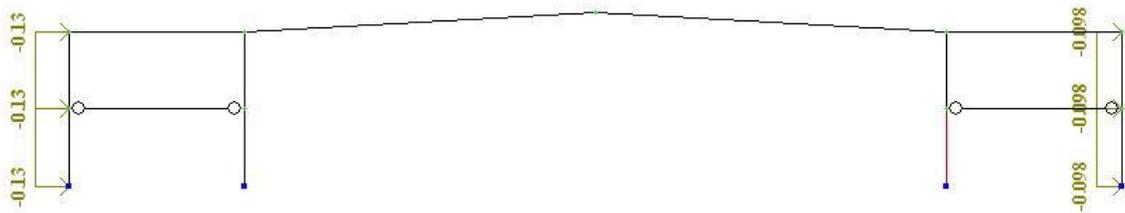
Загружение 2



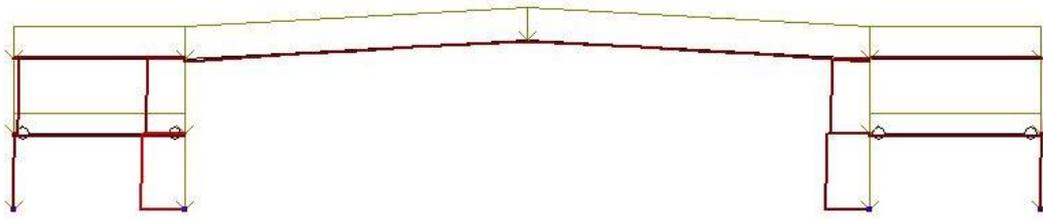
Заружение 3



Заружение 4

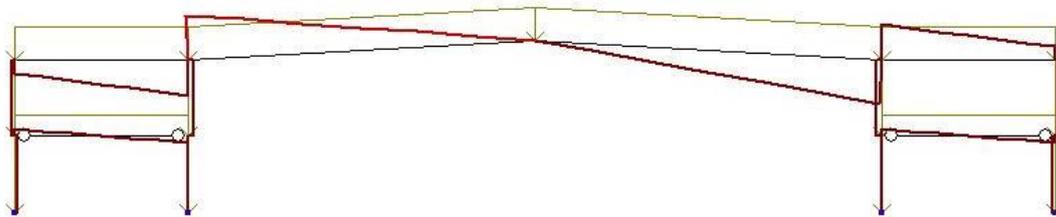


Загрузка 1  
Эпюра N  
Единицы измерения - т



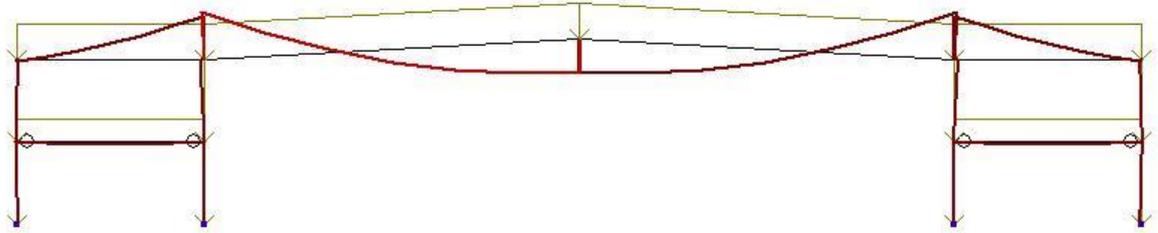
З  
Y  
X  
Минимальное усилие -6.64576  
Максимальное усилие 0.933687

Загрузка 1  
Эпюра Dz  
Единицы измерения - т



З  
Y  
X  
Минимальное усилие -3.09904  
Максимальное усилие 3.09904

Загружение 1  
Элора Му  
Единицы измерения - т\*м

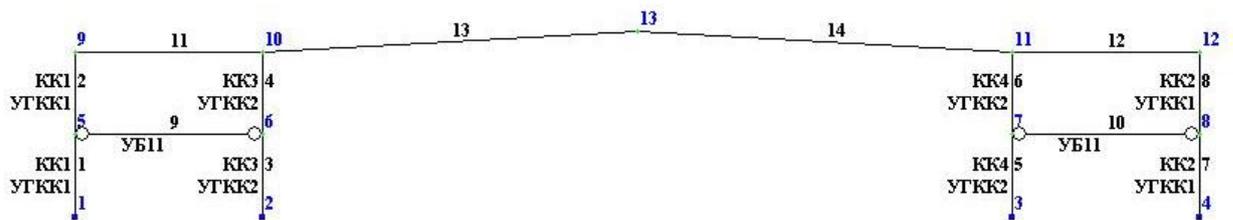


Минимальное усилие -16.2928  
Максимальное усилие 11.5451

Підбір перерізу колон К1 та К2.

Підбір перерізу колон К1 та К2 виконано у модулі «Лир-СТК».

Маркувальна схема наведена на рис. 2.3



## 2.4. Розрахунок і конструювання кроквяної ферми

### 2.4.1. Розрахункова схема ригеля. Визначення навантажень на ригель.

#### Визначення зусиль у стержнях ферм

Постійне навантаження. Склад покрівлі наведено в таблиці 2.1.

Розрахункове рівномірно розподілене погонне навантаження на ферму -

$$q = 3,72 \text{ кН / м.}$$

Вузлові сили на ферму від розрахункового навантаження при розмірах панелей верхнього пояса ферм  $d = 3 \text{ м}$ :

$$F_{1-6} = d \cdot q = 3,72 \cdot 3 = 11,16 \text{ кН};$$

Снігове навантаження. Повне нормативне значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття  $S = 13,68 \text{ кН / м}$  (п.3.2).

Вузлові сили на ферму від навантаження:

$$F_{1-6} = d \cdot S = 13,68 \cdot 3 = 41,04 \text{ кН};$$

Дивись рисунок 2.4.

- а) розрахункове постійне рівномірно розподілене погонне навантаження на ферму;
- б) вузлові сили на ферму від постійної розрахункового навантаження;
- в) снігове рівномірно розподілене погонне навантаження на ферму;
- г) вузлові сили на ферму від снігового навантаження.

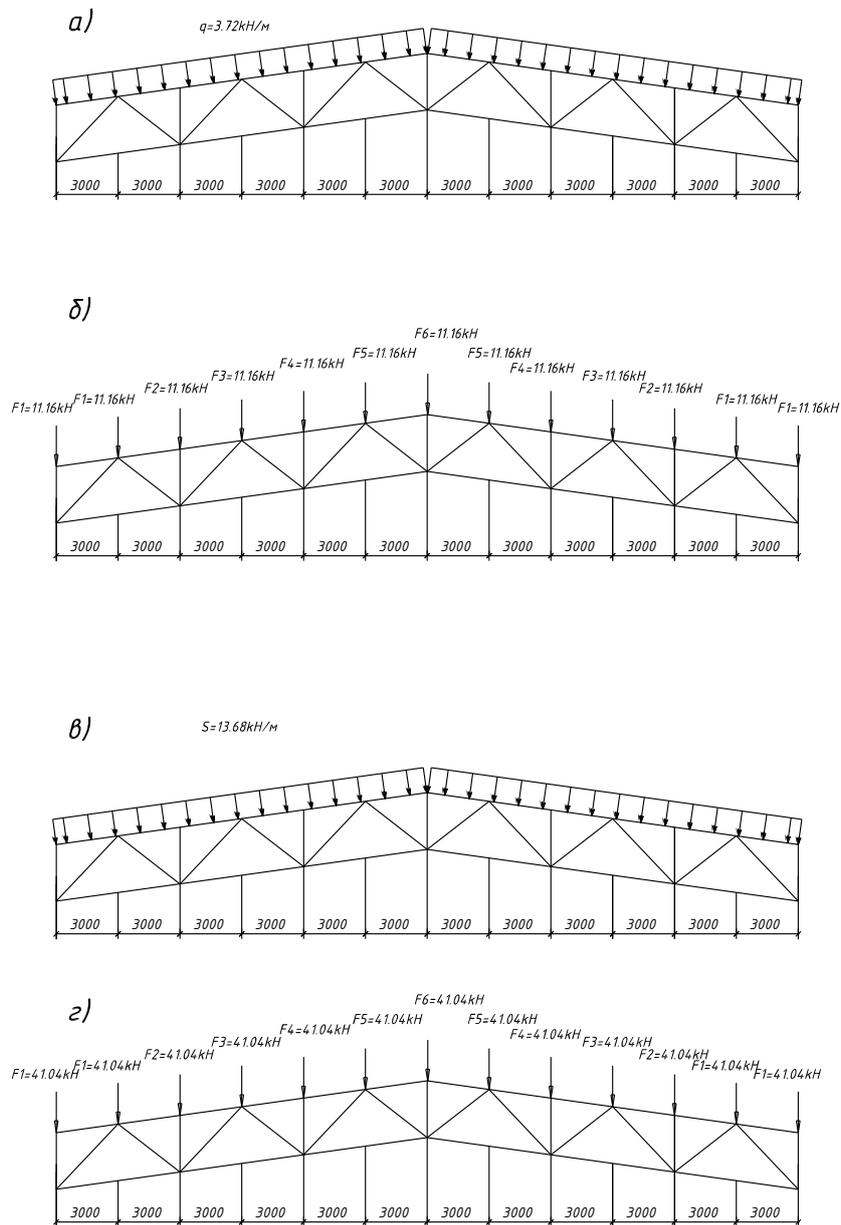


Рисунок 2.4.

## 2.4.2. Підбір перерізів елементів ферм

### 2.4.2.1. Підбір перерізу верхнього пояса

Максимальне зусилля верхнього пояса в стержні 10-11-10 ( $N = 1058,7$  кН, таблиця 2.3). Розрахункова довжина в площині ферми  $l_{ox} = 300$  см, з площини -  $l_{oy} = 600$  см. Сталь С275 ( $R_y = 260$  МПа). Задається  $\lambda = 60$ ; тоді  $\varphi = 0,795$  по таблиці 72 [4].

За таблицями сортаменту (кутики сталеві гарячекатані рівнополочні по ГОСТ 8509-93) приймаються 160×12 з геометричними характеристиками:  $A = 74,78$  см<sup>2</sup>;  $i_x = 4,94$  см;  $i_y = 7,09$  см (при зусиллі в опорному розкосі 467,2 кН товщина фасонки приймається рівною 14 мм).

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{4,94} = 60,7;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{600}{7,09} = 84,6;$$

$$\varphi_{\min} = 0,627; \quad \sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \frac{1058,7 \cdot 10^3}{0,627 \cdot 0,95 \cdot 74,78 \cdot (100)} =$$

$$= 237,7 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

Максимальне зусилля верхнього пояса в стрижні 8-9-10 (N = 946,4 кН, табл. 2.3). Розрахункова довжина в площині ферми  $l_{ox} = 300$  см, з площини -  $l_{oy} = 600$  см. Сталь С275 ( $R_y = 260$  МПа). Задається  $\lambda = 60$ ; тоді  $\varphi = 0,795$  по табл. 72 [4]

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \gamma_c} = \frac{946,4 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,95(100)} = 48,2 \text{ см}^2.$$

За табл. сортаменту (кутики сталеві гарячекатані рівнополочні по ГОСТ 8509-93) приймаються 160×12 з геометричними характеристиками:  $A = 74,78$  см<sup>2</sup>;  $i_x = 4,94$  см;  $i_y = 7,09$  см

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{4,94} = 60,7;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{600}{7,09} = 84,6;$$

$$\varphi_{\min} = 0,627; \quad \sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \frac{946,4 \cdot 10^3}{0,627 \cdot 0,95 \cdot 74,78 \cdot (100)} =$$

$$= 212,5 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

Максимальне зусилля верхнього пояса в стержні 6-7-8 (N = 585,6 кН, табл. 2.3). Розрахункова довжина в площині ферми  $l_{ox} = 300$  мм, з площини -  $l_{oy} = 600$  см. Сталь С275 ( $R_y = 260$  МПа). Задається  $\lambda = 60$ ; тоді  $\varphi = 0,795$  по табл. 72 [4]

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \gamma_c} = \frac{585,6 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,95(100)} = 29,82 \text{ см}^2.$$

За табл. сортаменту (кутики сталеві гарячекатані рівнополочні по ГОСТ 8509-93) приймаються 125×12 з геометричними характеристиками:  $A = 57,78 \text{ см}^2$ ;  $i_x = 3,82 \text{ см}$ ;  $i_y = 5,7 \text{ см}$ .

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{3,82} = 78,5;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{600}{5,7} = 105,3;$$

$$\varphi_{\min} = 0,486; \quad \sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \frac{585,6 \cdot 10^3}{0,486 \cdot 0,95 \cdot 57,78 \cdot (100)} =$$

$$= 220 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

Максимальне зусилля верхнього пояса в стержні 6-5 ( $N = 25,0 \text{ кН}$ , табл. 2.3). Розрахункова довжина в площині ферми  $l_{0x} = 300 \text{ мм}$ , з площини -  $l_{0y} = 600 \text{ см}$ . Сталь С275 ( $R_y = 260 \text{ МПа}$ ). Задається  $\lambda = 60$ ; тоді  $\varphi = 0,795$  по табл. 72 [4]

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{25,0 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,95(100)} = 1,3 \text{ см}^2.$$

За табл. сортаменту (кутики сталеві гарячекатані рівнополочні по ГОСТ 8509-93) приймаються 125×12 з геометричними характеристиками:  $A = 57,78 \text{ см}^2$ ;  $i_x = 3,82 \text{ см}$ ;  $i_y = 5,7 \text{ см}$

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{3,82} = 78,5;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{600}{5,7} = 105,3;$$

$$\varphi_{\min} = 0,486; \quad \sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \frac{25,0 \cdot 10^3}{0,486 \cdot 0,95 \cdot 57,78 \cdot (100)} =$$

$$= 9,37 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

#### 2.4.2.2. Підбір перерізів нижнього пояса

Максимальне зусилля нижнього пояса в стрижні 3-4 ( $N = 998,6 \text{ кН}$ , табл. 2.3).

$$A_{mp} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{998,6 \cdot 10^3}{260 \cdot 0,95(100)} = 40,4 \text{ см}^2$$

Приймаємо переріз з  120×12 з геометричними характеристиками:  $A = 55,2 \text{ см}^2$ ;  $i_x = 3,67 \text{ см}$ ;  $i_y = 5,51 \text{ см}$

$$\lambda_x = \frac{\ell_{ox}}{i_y} = \frac{600}{3,67} = 163,5 < 250; \quad \lambda_y = \frac{\ell_{oy}}{i_x} = \frac{1200}{5,51} = 217,8 < 250.$$

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot A} = \frac{998,6 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 55,2 \cdot (100)} = 190,4 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

Максимальне зусилля нижнього пояса в стрижні 2-3 ( $N = 763,4$  кН, табл. 2.3).

$$A_{mp} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{763,4 \cdot 10^3}{260 \cdot 0,95(100)} = 30,9 \text{ см}^2.$$

Приймаємо переріз з  $\perp\perp$  120×12 з геометричними характеристиками:

$$A = 55,2 \text{ см}^2; \quad i_x = 3,67 \text{ см}; \quad i_y = 5,51 \text{ см}$$

$$\lambda_x = \frac{\ell_{ox}}{i_y} = \frac{600}{3,67} = 163,5 < 250; \quad \lambda_y = \frac{\ell_{oy}}{i_x} = \frac{1200}{5,51} = 217,8 < 250.$$

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot A} = \frac{763,4 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 55,2 \cdot (100)} = 145,6 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

Максимальне зусилля нижнього пояса в стрижні 2-1 ( $N = 287,0$  кН, табл. 2.3).

$$A_{mp} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{287 \cdot 10^3}{260 \cdot 0,95(100)} = 11,6 \text{ см}^2.$$

Приймаємо переріз з  $\perp\perp$  120×12 з геометричними характеристиками:

$$A = 55,2 \text{ см}^2; \quad i_x = 3,67 \text{ см}; \quad i_y = 5,51 \text{ см}.$$

$$\lambda_x = \frac{\ell_{ox}}{i_y} = \frac{600}{3,67} = 163,5 < 250; \quad \lambda_y = \frac{\ell_{oy}}{i_x} = \frac{1200}{5,51} = 217,8 < 250.$$

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot A} = \frac{763,4 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 55,2 \cdot (100)} = 145,6 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

#### 2.4.2.3. Підбір перерізів розкосів і стійок

Максимальне зусилля в розкосі 1-6 ( $N = 467,2$  кН, табл. 2.3).

Розрахункова довжина в площині ферми  $l_{ox} = 352$  мм, з площини -  $l_{oy} = 440$  см.

Сталь С275 ( $R_y = 260$  МПа). Задається  $\lambda = 60$ ; тоді  $\varphi = 0,795$  по табл. 72 [4].

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \gamma_c} = \frac{467,2 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,8(100)} = 23,8 \text{ см}^2$$

За табл. сортаменту (кутики сталеві гарячекатані рівнополочні по ГОСТ 8509-93) Приймаємо переріз з  $\perp$  100×12 з геометричними характеристиками:  
 $A = 45,6 \text{ см}^2$ ;  $i_x = 3,03 \text{ см}$ ;  $i_y = 4,71 \text{ см}$

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{352}{3,03} = 116;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{440}{4,71} = 93,4;$$

$$\varphi_{\min} = 0,423; \quad \sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \frac{467,2 \cdot 10^3}{0,423 \cdot 0,8 \cdot 45,6 \cdot (100)} =$$

$$= 255 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

Максимальне зусилля в розкосі 2-6 ( $N = 334,9 \text{ кН}$ , табл. 2.3). Розрахункова довжина в площині ферми  $l_{ox} = 304 \text{ мм}$ , з площини -  $l_{oy} = 380 \text{ см}$ . Сталь С275 ( $R_y = 260 \text{ МПа}$ ). Задається  $\lambda = 60$ ; тоді  $\varphi = 0,795$  по табл. 72 [4].

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{334,9 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,95(100)} = 17,1 \text{ см}^2$$

Приймаємо переріз із  $\perp$  80×5 з геометричними характеристиками:  
 $A = 17,26 \text{ см}^2$ ;  $i_x = 2,47 \text{ см}$ ;  $i_y = 3,78 \text{ см}$ .

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_y} = \frac{304}{2,47} = 123 < 250; \quad \lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_x} = \frac{380}{3,78} = 100,5 < 250.$$

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot A} = \frac{334,9 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 17,26 \cdot (100)} = 204,2 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

Максимальне зусилля в розкосі 8-2 ( $N = 303,0 \text{ кН}$ , табл. 2.3). Розрахункова довжина в площині ферми  $l_{ox} = 352 \text{ мм}$ , з площини -  $l_{oy} = 440 \text{ см}$ . Сталь С275 ( $R_y = 260 \text{ МПа}$ ). Задається  $\lambda = 60$ ; тоді  $\varphi = 0,795$  по табл. 72 [4].

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{303 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,8(100)} = 15,4 \text{ см}^2$$

За табл. сортаменту (кутики сталеві гарячекатані рівнополочні по ГОСТ 8509-93) Приймаємо переріз з  $\perp$  100×12 з геометричними характеристиками:  
 $A = 45,6 \text{ см}^2$ ;  $i_x = 3,03 \text{ см}$ ;  $i_y = 4,71 \text{ см}$ .

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{352}{3,03} = 116;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{440}{4,71} = 93,4;$$

$$\varphi_{\min} = 0,423; \quad \sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \frac{303 \cdot 10^3}{0,423 \cdot 0,8 \cdot 45,6 \cdot (100)} =$$

$$= 165,4 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

Максимальне зусилля в розкосі 8-3 ( $N = 190,9$  кН, табл. 2.3). Розрахункова довжина в площині ферми  $l_{ox} = 304$  мм, з площини -  $l_{oy} = 380$  см. Сталь С 275 ( $R_y = 260$  МПа). Задається  $\lambda = 60$ ; тоді  $\varphi = 0,795$  по табл. 72 [4].

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{190,9 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,95(100)} = 9,7 \text{ см}^2$$

Приймаємо переріз із  $\perp\perp$  60×5 з геометричними характеристиками:  
 $A = 11,6 \text{ см}^2$ ;  $i_x = 1,84 \text{ см}$ ;  $i_y = 2,99 \text{ см}$ .

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_y} = \frac{304}{1,84} = 165 < 250; \quad \lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_x} = \frac{380}{2,99} = 127 < 250.$$

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot A} = \frac{190,9 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 11,66 \cdot (100)} = 172 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

Максимальне зусилля в розкосі 3-10 ( $N = 121,9$  кН, табл. 2.3). Розрахункова довжина в площині ферми  $l_{ox} = 352$  мм, з площини -  $l_{oy} = 440$  см. Сталь С 275 ( $R_y = 260$  МПа). Задається  $\lambda = 60$ ; тоді  $\varphi = 0,795$  по табл. 72 [4].

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{121,9 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,8(100)} = 6,2 \text{ см}^2$$

За табл. сортаменту (кутики сталеві гарячекатані рівнополочні по ГОСТ 8509-93) Приймаємо переріз із  $\perp\perp$  80×7 з геометричними характеристиками:  
 $A = 21,7 \text{ см}^2$ ;  $i_x = 2,45 \text{ см}$ ;  $i_y = 3,82 \text{ см}$ .

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{352}{2,45} = 143,7;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{440}{3,82} = 115;$$

$$\varphi_{\min} = 0,276; \quad \sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \frac{121,9 \cdot 10^3}{0,276 \cdot 0,8 \cdot 21,7 \cdot (100)} =$$

$$= 214,2 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

Максимальне зусилля в розкосі 10-4 ( $N = 36,4$  кН, табл. 2.3). Розрахункова довжина в площині ферми  $l_{ox} = 304$  мм, з площини -  $l_{oy} = 380$  см. Сталь С 275 ( $R_y = 260$  МПа). Задається  $\lambda = 60$ ; тоді  $\varphi = 0,795$  по табл. 72 [4].

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{36,4 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,95(100)} = 1,86 \text{ см}^2$$

Приймаємо переріз із  $\perp\!\!\!\perp$  50×5 з геометричними характеристиками:  
 $A = 9,6 \text{ см}^2$ ;  $i_x = 1,53$  см;  $i_y = 2,61$  см.

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x} = \frac{304}{1,53} = 198,7 < 250; \quad \lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_y} = \frac{380}{2,61} = 145,6 < 250.$$

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot A} = \frac{36,4 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 9,6 \cdot (100)} = 39,9 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

Максимальне зусилля в стійці 1-5 ( $N = 63$  кН, табл. 2.3). Розрахункова довжина в площині ферми  $l_{ox} = 202$  мм, з площини -  $l_{oy} = 253$  см. Сталь С 275 ( $R_y = 260$  МПа). Задається  $\lambda = 60$ ; тоді  $\varphi = 0,795$  по табл. 72 [4].

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{63 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,8(100)} = 3,2 \text{ см}^2$$

За табл. сортаменту (кутики сталеві гарячекатані рівнополочні по ГОСТ 8509-93) Приймаємо переріз із  $\perp\!\!\!\perp$  50×5 з геометричними характеристиками:  
 $A = 9,6 \text{ см}^2$ ;  $i_x = 1,53$  см;  $i_y = 2,61$  см.

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{202}{1,53} = 132;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{253}{2,61} = 96,9;$$

$$\varphi_{\min} = 0,339; \quad \sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \frac{63 \cdot 10^3}{0,339 \cdot 0,8 \cdot 9,6 \cdot (100)} =$$

$$= 203,8 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

Максимальне зусилля в стійці 4-11 ( $N = 236,4$  кН, табл. 2.3). Розрахункова довжина в площині ферми  $l_{ox} = 202$  мм, з площини -  $l_{oy} = 253$  см. Сталь С 275 ( $R_y = 260$  МПа). Задається  $\lambda = 60$ ; тоді  $\varphi = 0,795$  по табл. 72 [4].

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{236,4 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,8(100)} = 12,0 \text{ см}^2$$

За табл. сортаменту (кутики сталеві гарячекатані рівнополочні по ГОСТ 8509-93) Приймаємо переріз із  $\text{—} \perp \text{—}$  80×7 з геометричними характеристиками:  $A = 21,7 \text{ см}^2$ ;  $i_x = 2,45$  см;  $i_y = 3,82$  см.

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{202}{2,45} = 82,4;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{253}{3,82} = 66,2;$$

$$\varphi_{\min} = 0,651; \quad \sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \frac{236,4 \cdot 10^3}{0,651 \cdot 0,8 \cdot 21,7 \cdot (100)} =$$

$$= 176,2 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

#### 2.4.3 Розрахунок зварних швів кріплення розкосів і стійок до фасонки і поясів ферми

При розрахунку вузлів ферми визначають розміри зварних швів і призначають габарити фасонки з таким розрахунком, щоб на них розміщувалися всі зварні шви стрижнів.

На зварний шов біля обушка кутика передається більша частина сили, ніж на шов біля пера. Для рівнополочних кутиків розподіл сили  $N$  приймають так: на обушок  $0,7N$ , на перо  $0,3N$ . Задаючись товщиною зварного шва  $k_f$ , довжину його на один кутик обчислюють за формулою (в перерізі по металу шва):

на обушок

$$l_{w.с} \geq \frac{k \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} + 1 \dots 2 \text{ см};$$

біля пера

$$l_{w.p} \geq \frac{(1-k) \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} + 1 \dots 2 \text{ см}.$$

При розрахунку по металу межі зварювання формули мають такий вигляд:

$$l_{w.с} = \frac{k \cdot N}{2 \cdot \beta_z \cdot k_f \cdot R_{zf} \cdot \gamma_c} + 1 \dots 2 \text{ см};$$

біля пера

$$l_{w.p} = \frac{(1-k) \cdot N}{2 \cdot \beta_z \cdot k_f \cdot R_{zf} \cdot \gamma_c} + 1 \dots 2 \text{ см},$$

де  $k$  - коефіцієнт розподілу зусилля на обушок і перо;

$\beta_f$  і  $\beta_z$  - коефіцієнти, що приймаються при зварюванні елементів із сталі з межею текучості до 530 МПа за табл. 34 \* [3];

$wf\gamma$  і  $wz\gamma$  - коефіцієнти умов роботи шва, рівні 1;

$k_f$  - катет шва; по обушку слід приймати не більше товщини кутика, що приварюється, а по перу - по таблиці.

Для зварювання вузлів ферми приймається напівавтоматичне зварювання дротом Св-08Г2С  $d = 1,4 \dots 2$  мм; коефіцієнти  $\beta_f$ ,  $\beta_z$  по табл. 34 \* [4];  $wf\gamma = wz\gamma = 1$ ;  $R_{wf}$  по табл. 56 [4];  $R_{wz} = 0,45 R_u \dots$

Несуча здатність швів визначається по межі зварювання.

Несуча здатність зварних швів визначається міцністю по межі зварювання, якщо  $(\beta_f \cdot R_{wf}) > (\beta_z \cdot R_{wz})$  і міцністю по металу зварного шва якщо  $(\beta_f \cdot R_{wf}) < (\beta_z \cdot R_{wz})$ .

Переріз 1-6

на обушок

$$l_{w.с} \geq \frac{k \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} + 1 \dots 2 \text{ см} = \frac{327,0 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 215 \cdot 100} + 2 = 14 \text{ см};$$

біля пера

$$l_{w.p} \geq \frac{(1-k) \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} + 1..2cm. = \frac{140,2 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 215 \cdot 100} + 2 = 8cm.$$

### Переріз 6-2

на обушок

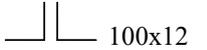
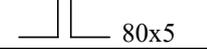
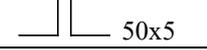
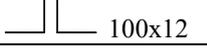
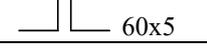
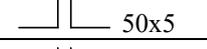
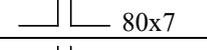
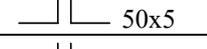
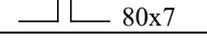
$$l_{w.6} \geq \frac{k \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} + 1..2cm = \frac{234,4 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 100} + 2 = 13cm;$$

біля пера

$$l_{w.p} \geq \frac{(1-k) \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} + 1..2cm. = \frac{100,5 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 215 \cdot 100} + 2 = 9cm.$$

Розрахунок для інших перерізів проводиться аналогічно, розрахунок зварних швів зводимо в таблицю (див. табл. 2.2.).

Таблиця 2.2 - Таблиця розрахунку зварних швів

№ стрижня	Переріз	Розрахункове зусилля, кН	Шов по обушку			Шов по перу		
			N <sub>об</sub> , кН	k <sub>f</sub> , см	l <sub>w</sub> , см	N <sub>п</sub> , кН	k <sub>f</sub> , см	l <sub>w</sub> , см
1-6	 100x12	467,2	327,0	0,9	14	140,2	0,8	8
6-2	 80x5	334,9	234,4	0,7	13	100,5	0,5	9
2-7	 50x5	56,0	39,2	0,5	6	16,8	0,4	4
2-8	 100x12	303,0	212,1	0,9	12	90,9	0,8	7
3-8	 60x5	190,9	133,6	0,5	13	57,3	0,4	8
3-9	 50x5	56,0	39,2	0,5	5	16,8	0,4	4
3-10	 80x7	121,9	85,3	0,7	8	36,6	0,5	5
4-10	 50x5	36,4	25,5	0,5	5	10,9	0,4	4
4-11	 80x7	236,4	165,5	0,5	5	70,9	0,4	4

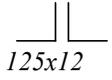
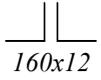
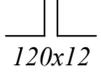
Таблиця 2.3.

Елемент ферми	№ стрижня	Зусилля в елементах при шарнірному примиканні ферми до колон			Зусилля в елементах при жорсткому примиканні ферми до колон				Розрахункові зусилля			
		Від постійн. навантаження	Від снігового навантаження		Від постійн. навантаження	Від снігового навантаження		Вітер	Розтяг		Стиск	
			$\gamma_c=1$	$\gamma_c=0,9$		$\gamma_c=1$	$\gamma_c=0,9$		№ зусилля	зусилля	№ зусилля	зусилля
		1	2	3	4	5	6	7				
Верхній пояс	5-6	0	0	0	1,16	0,38	0,34	-32,24 34,08	4,6,7,	25,0	4,6,7,	-42,36
	6-7-8	-584,76	-198,67	-178,80	-582,67	-197,98	-178,18	-36,53 39,7	-	-	1,2	-585,6
	8-9-10	-945,52	-308,19	-277,37	-943,42	-307,5	-276,75	-17,47 20,65	-	-	1,2	-946,4
	10-11-10	-1038,81	-332,57	-299,31	-1036,72	-331,88	-298,69	1,59 1,59	-	-	1,2	-1058,7
Нижній пояс	1-2	320,38	110,48	99,43	102,7	-125,4	-112,86	46,06 -49,23	1,2	287	4,7	-63,2
	2-3	793,11	264,57	238,11	321,34	28,7	25,83	27,0 -30,17	1,2	763,4	-	-
	3-4	1038,81	332,57	299,31	799,8	96,7	87,03	7,94 -11,12	1,2	998,6	-	-
Розкоси	1-6	-467,51	-160,18	-144,16	-463,91	-159,98	-143,98	2,29 -3,21	-	-	4,6,7	-467,2
	6-2	383,35	127,88	115,09	383,35	127,88	115,09	2,29 -3,21	4,6,7	334,9	-	-
	2-8	-302,15	-95,56	-86,00	-302,15	-95,56	-86,00	2,29 -3,21	-		4,6,7	-303
	8-3	220,95	63,25	56,93	220,95	63,25	56,93	2,29 -3,21	4,6,7	190,9	-	-
	3-10	-135,26	-35,35	-31,82	-135,26	-35,35	-31,82	2,29 -3,21	-	-	4,6,7	-121,9
	10-4	0	0	0	0	0	0	2,29 -3,21	7	36,4	7	-16,63

Продовження таблиці 2.3.

Елемент ферми	№ стрижня	Зусилля в елементах при шарнірному примиканні ферми до колон			Зусилля в елементах при жорсткому примиканні ферми до колон				Розрахункові зусилля				
		Від постійн. навантаження	Від снігового навантаження		Від постійн. навантаження	Від снігового навантаження		Вітер	Розтяг		Стиск		
			$\gamma_c=1$	$\gamma_c=0,9$		$\gamma_c=1$	$\gamma_c=0,9$		№ зусилля	зусилля	№ зусилля	зусилля	
		1	2	3	4	5	6	7					
Стійки	1-5												-63
	2-7	-58,8	-23,4	-21,06	-58,8	-23,4	-21,06	0			4,5		-56
	3-9	-62,05	-20,2	-18,18	-62,05	-20,2	-18,18	0			1,2		-56
	4-11	0	0	0	0	0	0	0					-236,4

Т а б л и ц я 2.4 - Таблиця перевірки перерізів стрижнів ферм

Елемент	№ стрижня	Розрахункові зусилля, кН		Переріз	Площа перерізу, см <sup>2</sup>	$\frac{l_x}{l_y}$ , см	$\frac{i_x}{i_y}$ , см	$\frac{\lambda_x}{\lambda_y}$	[λ]	$\varphi_{\min}$	$\gamma_c$	Перевірка перерізів ( $R_y = 260$ МПа)	
		Розтяг	Стиск									Міцність $\frac{N}{A_n \cdot \gamma_c} \leq R_y$	Стійкість $\frac{N}{\varphi A \gamma_c} \leq R_y$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Верхній пояс	5-6	25,0	-	 125x12	57,78	$\frac{300}{600}$	$\frac{3,82}{5,7}$	$\frac{78,5}{105,3}$	120	0,486	0,95	9,33	
	6-7-8	-	-585,6										220
	8-9-10		-946,4	 160x12	74,78	$\frac{300}{600}$	$\frac{4,94}{7,09}$	$\frac{53,7}{75,9}$	120	0,627	0,95		212,5
	10-11	-	-1058,7										
Нижній пояс	1-2	287	-	 120x12	55,2	$\frac{600}{1200}$	$\frac{3,67}{5,51}$	$\frac{164,5}{217,8}$	250	-	0,95	145,6	
	2-3	763,4	-						250	-	0,95	145,6	
	3-4	998,6	-						250	-	0,95	190,4	

Продолжение табл. 2.4.

Элемент	№ стержня	Розрахункові зусилля, кН		Переріз	Площа перерізу, см <sup>2</sup>	$\frac{l_x}{l_y}$ , см	$\frac{i_x}{i_y}$ , см	$\frac{\lambda_x}{\lambda_y}$	[λ]	$\varphi_{\min}$	$\gamma_c$	Перевірка перерізів $R_y=260\text{МПа}$	
		Розтяг	Стиск									Міцність $\frac{N}{A_n \cdot \gamma_c} \leq R_y$	Стійкість $\frac{N}{\varphi A \gamma_c} \leq R_y$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Раскосы	1-6	-	-467,2		45,6	$\frac{352}{440}$	$\frac{3,03}{4,71}$	$\frac{116}{93,4}$	150	0,423	0,8		255
	2-6	334,9			17,26	$\frac{304}{380}$	$\frac{2,47}{3,78}$	$\frac{123}{100,5}$	400		0,95	204,2	
	2-8	-	-303		45,6	$\frac{352}{440}$	$\frac{3,03}{4,71}$	$\frac{116}{93,4}$	150	0,423	0,8		165,4
	3-8	190,9	-		11,6	$\frac{304}{380}$	$\frac{3,67}{2,99}$	$\frac{165}{127}$	400		0,95	172	
	3-10	-	-121,9		21,7	$\frac{352}{440}$	$\frac{2,45}{3,82}$	$\frac{143,7}{115}$	150	0,276	0,8		214,2
	4-10	36,4	-		9,9	$\frac{304}{380}$	$\frac{1,53}{2,61}$	$\frac{198,7}{145,6}$	400		0,95	39,9	
Стойки	1-5	-	-63		9,9	$\frac{202}{253}$	$\frac{1,53}{2,61}$	$\frac{132}{96,9}$	150	0,339	0,8		203,8
	2-7	-	-56				$\frac{2,45}{3,82}$	$\frac{82,4}{66,2}$					
	3-9	-	-56										
	4-11	-	-236,4		21,7				150	0,651	0,8		176,2

### 3.1 Вихідні дані

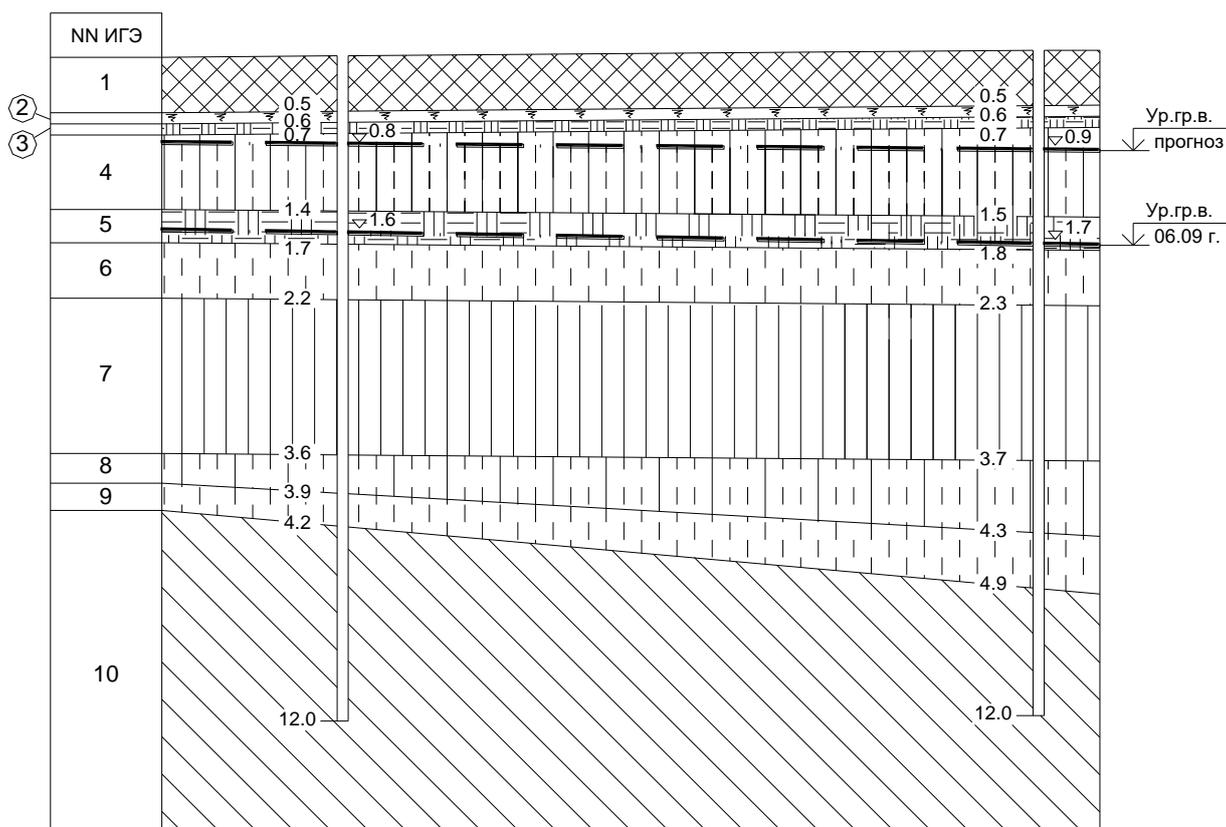
Район будівництва: м. Кривий Ріг

Рівень підземних вод: 1,6м

Глибина сезонного промерзання ґрунтів: 0,9 м

Навантаження на фундамент під колону:  $N = 1050 \text{ кН}$

За даними інженерно-геологічної розвідки та лабораторних досліджень виділені 10 інженерно-геологічних елементів (ІГЕ) (рис. 3.1). Фізико-механічні властивості ґрунтів представлені у таблиці 3.1.



Абсолютная отметка устья скважины, м	95.10	95.20
Расстояние, м	25.0	
Номер скважины	C1	C2

Рисунок 3.1 – Інженерно-геологічний розріз

На час проведення будівельних робіт по влаштуванню фундаментів проводяться заходи по водовідведенню за допомогою спеціальних дренажних систем.

Таблиця 3.1 – Фізико-механічні властивості ґрунтів

NN ИГЭ	Наименование слоев	Мощность слоя, м	Расчетные характеристики								Нормативные характеристики					
			Удельный вес грунта				Удельное сцепление		Угол внутреннего трения		Модуль деформации грунта $E_e / E_v$ мПа	Показатель текучести $I_L$ доли единиц.	Относит. просадочность			Начальное просадочное давление $P_{sl}$ мПа
			в природном состоянии		при полном водонасыщении		C 1 мПа	C 2 мПа	$\varphi_1$ градус	$\varphi_2$ градус			Нагрузка, мПа			
			j 1 кН/м <sup>3</sup>	j 2 кН/м <sup>3</sup>	j 1sat кН/м <sup>3</sup>	j 2sat кН/м <sup>3</sup>							0,1	0,2	0,3	
1и	Искусственное основание	0,5...0,7	20,0	20,0	-	-	0,002	0,002	45	45	20,0	-	-	-	-	-
1	Насыпной слой представленный черноземом, перемешанным с суглинком	см. соответствующую связину	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Почвенный слой		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Суглинок серовато-бурый, лессовидный, карбонатный, гумусированный, твердый (подпочвенный слой)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Суглинок желто-бурый светлый, лессовидный, карбонатный, с зернами карбонатов, твердый и полутвердый		17,7	17,8	-	-	0,013	0,015	18,96	19,81	14,7 / 11,0	<0	0,007	0,012	0,016	0,175
5	Суглинок серовато-бурый, лессовидный, карбонатный, сильно неоднородный по составу, от туго- до мягкопластичного		18,0	18,1	-	-	0,005	0,006	22,0	23,0	8,0	0,73	-	-	-	-
6	Суглинок светло-желтый, лессовидный, карбонатный, с налетами Мп, макропористый, легкий, мягко- и текучепластичный		18,2	18,3	-	-	0,004	0,005	22,6	23,6	6,0	1,22	-	-	-	-
7	Суглинок желто-бурый коричневатый, лессовидный, карбонатный, слаботрешиноватый с налетами Мп, твердый и полутвердый		18,6	18,7	-	-	0,014	0,016	20,87	21,82	16,0	0,15	-	-	-	-
8	Суглинок темно-бурый, лессовидный карбонатный, неравномерно гумусированный, легкий, обводненный		18,9	19,0	-	-	-	-	-	-	11,0	0,90	-	-	-	-
9	Суглинок светло-желтый, лессовидный карбонатный, с налетами Мп, легкий, обводненный		18,2	18,3	-	-	-	-	-	-	8,0	0,89	-	-	-	-
10	Суглинок коричнево-бурый, карбонатный, в начале слоя трещиноватый ниже - плотный, твердый		19,3	19,4	-	-	0,021	0,025	20,0	20,91	21,0	<0	-	-	-	-

### 3.2 Визначення глибини закладання фундаменту

Враховуючі інженерно-геологічні умови, навантаження на фундамент та конструктивні особливості будівлі приймаємо фундаменти на палях. Палі забивні, суцільного перерізу довжиною 3 м, марки ПНдр3-30 за ДСТУ А А.2.6-65:2008. Глибину закладання ростверку приймаємо 2,5 м від поверхні планування.

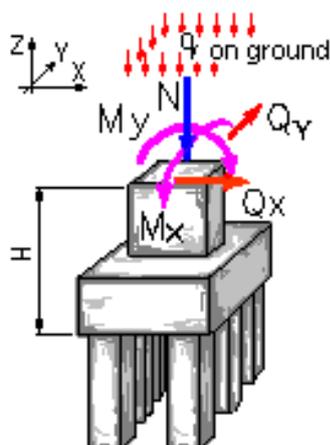
Подальші розрахунки проводимо з використанням програми "Foundation"-v.13.2

### 3.3 Результаты розрахунку

Тип фундамента:

Столбчатый на свайном основании

1. - Исходные данные:



Способ определения несущей способности сваи

Расчётом (коэф. надёжности по грунту  $G_k=1.4$ )

Тип сваи

Висячая забивная

Тип расчёта

Подобрать оптимальный

Способ расчёта

Расчет на вертикальную нагрузку и выдергивание

С расчетом осадки и крена (по отдельной свае)

Исходные данные для расчёта:

Несущая способность сваи (без учета  $G_k$ ) ( $F_d$ ) 793,74 кН

Несущая способность сваи на выдергивание (без  $G_k$ ) ( $F_{du}$ ) 71,24 кН

Упругость (жесткость) сваи-опоры ( $K_i$ ) 40416 кН/м

Диаметр (сторона) сваи 0,3 м

Длина сваи 3 м

Высота фундамента ( $H$ ) 2,5 м

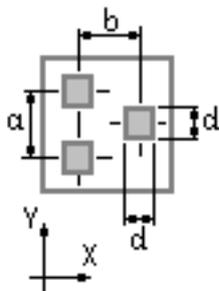
Максимальные габариты (по осям крайних свай) по длине ростверка ( $b_{max}$ ) 2 м

Максимальные габариты (по осям крайних свай) по ширине ростверка ( $a_{max}$ ) 2 м

### Расчетные нагрузки:

Наименование	Величина	Ед. измерения	Примечания
N	1050	кН	
M <sub>y</sub>	0	кН*м	
Q <sub>x</sub>	0	кН	
M <sub>x</sub>	0	кН*м	
Q <sub>y</sub>	0	кН	
q	10	кПа	

### 2. - Выводы:



Требуемые характеристики ростверка:  $a = 0,9$  м  $b = 0,9$  м Количество свай (n) 3 шт.

Максимальная нагрузка на сваю 489,21 кН

Минимальная нагрузка на сваю 489,21 кН

Принятый коэффициент надежности по грунту  $G_k = 1,4$

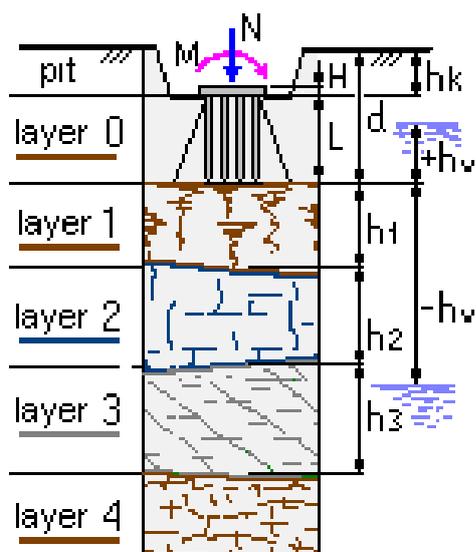
Расчетные моменты на уровне подошвы фундамента:  $M_x = 0$  кН\*м,  $M_y = 0$  кН\*м

### 3. Результаты расчета осадки

Тип расчета:

Расчет осадки свайного куста

3.1. - Исходные данные:



Тип фундамента:  
Прямоугольный

Способ расчета:  
Расчет осадки

Исходные данные для расчета:

Размеры куста в осях свай

вдоль X (b) 0.9 м

вдоль Y (a) 0.9 м

Длина сваи (L) 3 м

Диаметр (сторона) сваи 0.3 м

Расстояние между сваями 0.9 м

Количество свай 3 шт.

От поверхности до низа свай (d) 5,5 м

Ширина подошвы условного фундамента (b) 1,8 м

Длина подошвы условного фундамента (a) 1,8 м

Уровень грунтовых вод (Hv) 0,9 м

Характеристики грунтов по слоям

Номер слоя	Тип грунта	Толщина, м	Модуль E	Ед.измерения
Слой 1	Суглинки	не определено	21000	кПа

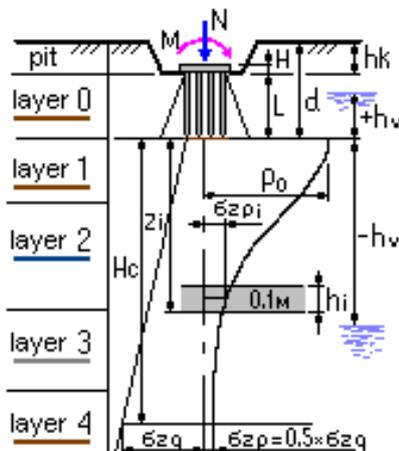
Имеется котлован

Глубина котлована (hk) 2.5 м

Нормативная нагрузка на фундамент:

Обозначение	Величина	Ед.измерений	Примечания
N	1050	кН	
My	0	кН*м	
Mx	0	кН*м	
q	10	кПа	

3.2. - Выводы:



Осадка основания  $S = 33,76$  мм

Крен фундамента в направлении оси  $X = 0$

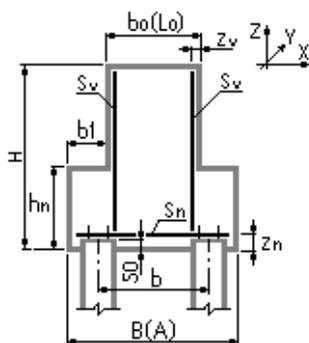
Крен фундамента в направлении оси  $Y = 0$

Нижняя граница сжимаемой толщи (считая от подошвы) ( $H_c$ ) 3,2 м

Расчет осадки выполнен по схеме линейно-деформируемого полупространства

$E_{mid} = 21000$  (кПа) (Средний модуль деформации рассчитан пропорционально площадям эпюры вертикальных напряжений в грунте)

4. - Результаты конструирования:



### Геометрические характеристики конструкции:

Наименование	Обозначение	Величина	Ед.измерения
Заданная длина подошвы	(A)	1,4	м
Заданная ширина подошвы	(B)	1,4	м
Ширина сечения подколонника	(b0)	0,9	м
Длина сечения подколонника	(L0)	1	м
Высота ступеней фундамента	(hn)	0,6	м
Защитный слой подколонника	(zv)	3,5	см
Защитный слой арматуры подошвы	(zn)	7,0	см
Длина ступени верхней вдоль X	(b1)	0,25	м
Длина ступени верхней вдоль Y	(a1)	0,2	м
Расстояние между анкерными болтами вдоль X	(ba)	0,5	м
Расстояние между анкерными болтами вдоль Y	(aa)	0,8	м
Количество болтов	(n)	4	шт.
Сталь	С 235		
Класс бетона	(Rb)	B15	

Ростверк ступенчатого вида

Расчет на продавливание подколонником и верхней ступенью при заданной геометрии не требуется.

Подошва столбчатого ростверка

Рабочая арматура вдоль X 7D 10 A 400

Подошва столбчатого ростверка

Рабочая арматура вдоль Y 7D 10 A 400

Подколонник столбчатого фундамента, грани вдоль X

Вертикальная рабочая арматура 4D 10 A 400

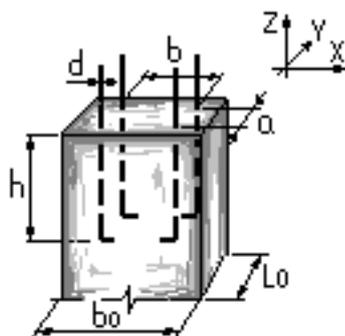
Подколонник столбчатого фундамента, грани вдоль Y

Вертикальная рабочая арматура 4D 10 A 400

Рекомендуем анкерные болты с отгибами, заделка в бетон (h) не менее 22,06 мм

Требуемые по расчету анкерные болты 4 D 10 мм

Расчетные нагрузки: Основные сочетания



## 4.1 Вибір способів виконання основних БМР

### 1. Земляні роботи

Розробку ґрунту виконують за допомогою екскаваторів, обладнаних зворотною лопатою. Під усю будівлю виконується розробка котловану.

### 2. Улаштування фундаментів

Улаштування монолітних фундаментів під колони ведуть за допомогою розбірно-переставної опалубки.

### 3. Монтаж каркаса будівлі

Монтаж каркаса відповідно ведуть двома кранами способом "на себе".

4. Оздоблювальні роботи виконують в готових приміщеннях, не чекаючи закінчення монтажних робіт, що дозволить скоротити терміни будівництва.

Виконують вибір ефективних технічних засобів і механізмів у рамках однієї технології виробництва робіт (конструктивне рішення, склад процесів і послідовність їх виконання, об'єми робіт незмінні при різних варіантах оснащення процесів механізмами, пристосуваннями і устаткуванням).

Таблиця 4.1

Відомість об'ємів робіт

N п/п	Найменування робіт та комплекс робіт	Об'єм робіт	
		од. вим.	кільк.
1	2	3	4
1	Планування майданчиків	1000 м <sup>2</sup>	7,36
2	Зрізання рослинного шару товщ. 15 см	1000 м <sup>3</sup>	1,1
3	Розробка ґрунту екскаватором з ємк. ковш. 0,5 м <sup>3</sup> у відвал	1000 м <sup>3</sup>	9,71
4	Те ж з погрузкою в автосамосвали	1000 м <sup>3</sup>	0,18

5	Розробка ґрунту вручну (підчистка 5 см)	100 м <sup>3</sup>	3,53
6	Занурення з/б паль довжиною 7 м	шт/ м <sup>3</sup>	206/130
7	Бетонна підготовка під фундаменти (10 см)	100 м <sup>3</sup>	0,28
8	Влаштування монолітних фундаментів (В 20)	100 м <sup>3</sup>	2,45
9	Гідроізоляція фундаменту	100 м <sup>2</sup>	5,79
10	Зворотня засипка бульдозером 80 л.с.	1000 м <sup>3</sup>	9,71
11	Ущільнення ґрунту при зворотній засипці	1000 м <sup>3</sup>	9,71
12	Монтаж металевих колон	1 т/шт	71,32/103
13	Монтаж металевих балок перекриття	1 т/шт	35,05/38
14	Монтаж металевих ферм покриття	1 т/шт	175,05/66
15	Монтаж конструкцій покриття (профнастил Н75)	м <sup>2</sup>	6975
16	Монтаж конструкцій огорожі (сендвіч «Вентал»)	м <sup>2</sup>	4308
17	Влаштування утеплювача мінераловатного	100 м <sup>2</sup>	69,75
18	Влаштування профлисту покриття С 44	100 м <sup>2</sup>	69,75
19	Оздоблення покрівельною сталлю	100 м <sup>2</sup>	3,7
20	Улаштування перегородок з гіпсокартону	м <sup>2</sup>	470
21	Улаштування внутрішніх стін з цегли (120 мм)	м <sup>2</sup>	444
22	Улаштування монолітного перекриття на відм. +4.000 (В 12,5)	м <sup>3</sup>	130,6
23	Оздоблювальні роботи (штукатурка цементно-вапняним розчином)	100 м <sup>2</sup>	9,28
24	Оздоблювальні роботи (водоемульсійне фарбування)	100 м <sup>2</sup>	9,1
25	Ущільнення ґрунту щебенем	100 м <sup>2</sup>	67,84
26	Влаштування чорної бетонної підлоги (В 7,5, h=75 мм)	100 м <sup>3</sup>	5,5
27	Влаштування чистої підлоги з керамічної плитки	100 м <sup>2</sup>	53,43
28	Влаштування чистої підлоги (лінолеум, h=10 мм)	100 м <sup>2</sup>	14,21
29	Монтаж склопакетів (профіль ПВХ)	100 м <sup>2</sup>	4,6

Відомість потреби в матеріалах, напівфабрикатах і конструкціях

Таблиця 4.2

№ п/п	Найменування конструкцій	Ед. ізм. Объе -ма	Об'єм робіт на будівлю	§СН иП IV - 2-82	Найменування матеріалів	Норма на ед. об'єму	Витрата матеріа- лов на будівлю
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Колони металеві	1 т	72, 22	Сб.9 §2	1. кран на гусеничному ході до 16т 2. сталеві конструкції 3. сталеві конструкції приспособувань для монтажу 4. електроди 5. болти грубої, нормальної і підвищеної точності	0,0,99 маш.-г 1,0т 2,3 кг 1,6кг	281,2 284 655,27 455,84
2.	Профільований настил	100 м <sup>2</sup>	69, 85	Сб.9 §4	1. кран гусеничний 25 т 2. кран гусеничний 40 т 3. сталеві конструкції	0,00,02 маш.-г 1,88 маш.-г 1,0т	1,64 154,4 82,14

					4. сталеві конструкції пристосовань для монтажу 5. болти грубої, нормальної і підвищеної точності	5,0 кг	410,7
3.	Сендвіч панелі	100 м <sup>2</sup>	43,18	Сб.9 §4	1. кран гусеничний 40 т 3. націлинники, сливи і інші конструкції обрамлення 4. болти грубої, нормальної і підвищеної точності	14,8 маш.-г 273 кг 12,3 кг	1084,99 20013,6 901,7

## Картка-визначник робіт

Таблиця 4.3

Шифр робіт	Найменування робіт по графіку	Трудо-місткіст, люд.-зм.	Машино-місткість, маш.-зм.	Кіль-ть робіт-ників, чол.	Число змін в день	Трива-лість роботи, дн.
1-2	Підго-товка тери-торії	190,9	38,2	5	2	19
2-3	Земляні роботи	36,8	18,5	5	2	4
3-4	Монтаж фунда-ментів	264,13	1,49	5	2	27
4-5	Гідроізо-ляція підземної частини будівлі	8,89	1,1	8	2	2
5-6	Монтаж надземної частини будівлі	499,2	126,43	10	2	25
6-7 7-8 8-12	Зварні роботи	25,662	-	1	2	13
7-9 10-11 12-16	Заливка стиків	28,86	-	8	2	2
9-13 14-15 16-20	Заповнен-ня віконних, дверних, комірних отворів	68,56	7,55	5	2	7
13-17 18-19 20-2	Скління вікон	42,55	4,73	5	2	5
17-21 22-23 24-26	Улашт. підлог	319,7	30,76	8	2	20
21-25 25-26 26-27	Оздobl. роботи	557,27	56,23	10	2	28
51-52	Покрів. роботи	268,8	-	8	2	17
6-28	Благо-пристрій	378,54	76,7	5	2	38
1-28	Неврах. р.	600	80,9	10	2	30

По сітвовому графіку загальна тривалість будівництва склала 257 днів.

Графіки складені на підставі розподілу об'єкту будівництва на 3 захватки.

## 4.2 Техніко - економічне порівняння варіантів механізації робіт

### 4.2 Вибір крану для монтажу конструкцій та подачі матеріалів

#### 4.2.1 Визначення потрібних технічних параметрів монтажних кранів

Вибір типу крану для використання при зведенні будівлі оптової та роздрібною торгівлі вибираємо в залежності від конфігурації та розмірів будівлі (розміри будівлі в плані і по висоті, вага основних матеріалів та конструкцій, габарити та розташування елементів в будівлі). На основі цих даних визначаємо необхідні технічні характеристики крану: монтажну висоту підймання крюка, довжину стріли, необхідний виліт стріли і монтажну вагу.

Монтажна висота підймання крюка:

$$H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = 8 + 0,5 + 2,6 + 3 + 2 = 16,1 \text{ м, де}$$

$h_1$  - висота від рівня розміщення крана до відмітки опори, на яку виконується подача матеріалу або елементів, м;

$h_2$  - підвищення нижнього торця вертикального елемента або подаваного матеріалу над рівнем опори перед його опусканням (0,5-1,0 м);

$h_3$  - висота монтуємого елемента або подаваних матеріалів, м;

$h_4$  - конструктивна висота захватних пристроїв, м;

$h_5$  – висота поліспасти (1,5-2 м).

$$\text{Довжина стріли: } L = \frac{h_1 + h_5 + h_2}{\sin \alpha} + \frac{h_3 + h_4 + h_5}{\sin \alpha} = 11,79 + 8,96 = 20,74 \text{ м.}$$

$$\text{Виліт стріли } L_{\text{вп}} = 20,74 \cdot \cos 64,5^\circ = 10,98 \text{ м.}$$

Вантажопідйомність крана на певному вильоті стріли повинна забезпечувати подачу матеріалів в робочу зону:

$$g = P_1 + P = 5,4 + 0,256 = 5,66 \text{ т, де}$$

$P_1$  - максимальна вага одночасно підіймаємих матеріалів і конструкцій;

$P$  – вага вантажозахватного пристосування.

Приймаємо для розрахунку по орендній вартості: пневмоколісний кран марки МКТ-6-45 з довжиною стріли 28 м та гусеничний кран марки ДЭК-251 з довжиною стріли 24 м.

#### 4.2.2 Вибір крану по економічним параметрам

Вибір найбільш економічно вигідного варіанту на основі розрахунку вартості його орендної плати:

- кран МКТ-6-45:  $A_{\text{ц}} = C_{\text{маш-ч}} \cdot T_{\text{ч}} + \sum E = 63,7 \cdot 270 + 1890 + 59,7 + 123,3 = 19272$

грн.;

- кран ДЭК-251:  $A_{\text{ц}} = C_{\text{маш-ч}} \cdot T_{\text{ч}} + \sum E = 47,3 \cdot 270 + 360 + 268 = 13399$  грн., де

$C_{\text{маш-ч}}$  – вартість маш-год експлуатації крана, грн.

$T_{\text{ч}}$  – час роботи крана на об'єкті, год. (приймаємо по калькуляції)

$$\sum E = E_1 + E_2 \cdot X + E_3 \cdot D, \text{ де}$$

$E_1$  – вартість перебазування крану, грн.;

$E_2$  – вартість заміни основної стріли крану, грн.;

$X$  – кількість замін та установок;

$E_3$  – вартість улаштування 1 п.м. підкранового шляху;

$D$  – протяжність підкранового шляху.

Виходячи з даних розрахунків для монтажу конструкцій та подачі будівельного матеріалу приймаємо гусеничний кран марки ДЭК-251.

#### 4.3. Технологічна картка на влаштування монолітних фундаментів

##### 4.3.1 Характеристика будівлі та її конструктивних елементів

Технологічна карта розроблена на влаштування монолітних фундаментів під окремі колони для будівлі з розмірами в плані 55.000×124.000м (в осях). Висота будівлі 15.160 м.

До складу робіт, що розглядаються картою, входять наступні технологічні процеси:

- пристрій опалубки і армування фундаменту;
- використання автобетононасосу;
- бетонування фундаменту;
- витримка бетону і оборотність опалубки;
- техніка безпеки при виконанні робіт.

#### 4.3.2 Відомість робіт по влаштуванню фундаментів

Таблиця 4.4

##### Відомість робіт

№	Назва робіт	Одиниці виміру	Обсяг робіт
1	Влаштування бетонної підготовки під фундамент	1 м <sup>3</sup>	13,44
2	Влаштування опалубки фундаменту	1 м <sup>2</sup>	60,9
3	Укладання арматурних сіток масою до 300 кг	1 шт	56
4	Укладка бетонної суміші в конструкцію	1 м <sup>3</sup>	243
5	Влаштування горизонтальної гідроізоляції	100м <sup>2</sup>	1,34
6	Влаштування вертикальної гідроізоляції	100м <sup>2</sup>	3,5
7	Зняття опалубки фундаменту	1 м <sup>2</sup>	60,9

#### 4.3.3 Відомість потреби матеріалів

Таблиця 4.5

##### Відомість потреби а матеріалах

№	Назва робіт	Один. виміру	Кільк	Назва потр.мат	Один. виміру	Норма витрат	Заг. потр.
1	Влаштування бетонної підготовки	м <sup>3</sup>	13,44	Бетон	м <sup>3</sup>	1	13,44
2	Влаштування опалубки фундаментів	м <sup>3</sup>	60,9	Опалубка	м <sup>2</sup>	1	56,41
				Цвяхи	кг	0,008	0,451
				Мастика	м <sup>3</sup>	0,0005	0,0282
				Кріплення	шт	1	57
3	Укладання арматурних сіток	шт	52	Арматура	кг	9,52	495,04
				Електроди	кг	0,38	19,76
4	Укладання бетонної суміші	м <sup>3</sup>	88	Бетон	м <sup>3</sup>	1	88
5	Горизонтальна гідроізоляція	100м <sup>2</sup>	1,34	Бітум	т	0,016	0,021
				Керосин	т	0,024	0,032
				Мастика	т	0,24	0,32
6	Вертикальна гідроізоляція	100м <sup>2</sup>	3,5	Бітум	т	0,016	0,056
				Керосин	т	0,024	0,084
				Мастика	т	0,24	0,84

#### 4.3.4 Вибір механізмів

Для доставки бетонної суміші, використовуються автобетонозмішувачі КамАЗ-581470, місткістю барабана 10 м<sup>3</sup>. Для забезпечення безперервного бетонування під час роботи автобетононасоса приймаємо 5 автобетонозмішувачів. Бетонна суміш подається до місця бетонування за допомогою автобетононасосу Hanwoo HCP36X з максимальною

продуктивністю 150 м<sup>3</sup>/год та довжиною горизонтального вильоту стріли на 35,6 м.

#### 4.3.5 Відомість потреби в машинах, обладнанні і пристосуваннях

Таблиця 4.6

#### Відомість потреби в машинах, обладнанні і пристосуваннях

№	Найменування	Тип, марка, ГОСТ	Технічні характеристики	Призначення	Кільк., шт
1	Кран на автомобільному шасі	МКГ-6,3	Q= 6,3 т	Подача матеріалу	1
2	Авто бетонозмішувач	КамаЗ-581470	Місткість «груші» 10 м <sup>3</sup>	Підвезення бетону до бетононаосу	5
3	Бетононасос на автомобільному шасі	Нanwoo НСР36Х	Продуктивність 140 м <sup>3</sup> /год	Подача бетонної суміші до місця укладання	1
4	Строп шестигілковий	907-300.000		Піднімання сіток і щитів опалубки	1
5	Глибинний вібратор	ИВ-47	1,2кВт	Ущільнення бетонної суміші	2
6	Понижуючий трансформатор	ТД-500 4-V-2		Забезпечення електрикою	1
7	Теодоліт	Т-15		Контроль виконаних робіт	1
8	Нівелір	Н-10		Нівелювання поверхонь	1
9	Нівелірна рейка				2
10	Рулетка вимірювальна	ГОСТ 7520-89*	Довжина 20м	Вимірювання	2
11	Лопата для розчину	ГОСТ 3620-63		Навантаження розчину	4
12	Зубило	ГОСТ 1211-86*Е			2
13	Лом монтажний	ГОСТ 1405-83			1
14	Відвіс	ГОСТ 7948-80		Вимірювання	2
15	Молоток	ГОСТ 2310-77*Е		Забивання	2
16	Рівень будівельний	ГОСТ 9416-83		Вимірювання	1
17	Кувалда	ГОСТ 11402-90		Забивання	1
18	Кельма	ГОСТ 9533-81			3
19	Скребок металевий				2

4.3.6 Калькуляція витрат на влаштування фундаментів

Таблиця 4.7

Калькуляція

№	ЕНіР	Назва роботи	Обсяг робіт		На одиницю виміру		На весь обсяг		Склад ланки
			Одиниця виміру	Кількість	Норма часу, люд-год	Розцінка, грн	Трудомістк., люд-год	Вартість, грн	
1	E1-5	Розвантаження елементів	100 т	1,32	<u>22</u> 11	200,2	<u>29,04</u> 14,52	264,26	Маш.4р.-1 Такелаж. 2р-2
2	E4-1-37	Монтаж щитів опалубки	1 м <sup>2</sup>	868	<u>0,35</u> 0,17	3,72	<u>303,8</u> 147,56	3228,96	Маш.4р.-1 Тесляр 4р-1 3р-1
3	E4-1-44	Встановлення арматурних сіток та каркасів краном	1 шт	226	<u>0,42</u> 0,105	4,01	<u>94,92</u> 23,73	906,26	Маш.4р.-1 Арм-щик 4р-1 2р-3
4	Розр.	Приймання бетонної суміші із кузова автобетонозмішувача в бункер автобетононасосу	100 м <sup>3</sup>	2,43	3,32	30,21	8,07	73,41	Бетонщик 2р-1
5	Розр.	Подавання бетонної суміші до місця укладання бетононасосом	100 м <sup>3</sup>	2,43	<u>6,4</u> 6,4	58,24	<u>15,55</u> 15,55	141,52	Маш. 4р-1 Бетонщик 2р-1
6	E4-1-49	Укладка бетонної суміші в конструкцію	1 м <sup>3</sup>	243	0,33	3,29	80,19	799,47	Бетонщик 4р-1 2р-1
7	E4-1-54	Догляд за бетоном (поливання)	100 м <sup>2</sup>	53,16	0,14	1,27	7,44	67,51	Бетонщик 2р-1
8	E4-1-37	Демонтаж щитів опалубки	1 м <sup>2</sup>	868	<u>0,35</u> 0,17	3,34	<u>303,8</u> 147,56	2899,12	Маш.4р.-1 Тесляр 3р-1 2р-1

795,35 7927,38  
337,06

Норма часу на одиницю конструкції

$$N_{вр} = 795,35 / 243 = 3,27 \text{ люд-год/м}^3$$

#### 4.3.7 Опалубочні роботи

Опалубка на будівельний майданчик повинна поступати комплектно, придатною до монтажу і експлуатації, без доробок і виправлень.

Елементи опалубки, що поступили на будівельний майданчик, розміщують в зоні дії монтажного крана. Всі елементи опалубки повинні зберігатися в положенні, відповідному транспортному, розсортовані по марках і типорозмірам. Зберігати елементи опалубки необхідно під навісом в умовах, що виключають їх псування. Щити укладають в штабелі заввишки не більше 1 - 1,2 м на дерев'яних прокладках; сутички по 5 - 10 ярусів загальною висотою не більше 1 м з установкою дерев'яних прокладок між ними; решта елементів залежно від габаритів і маси укладаються в ящики.

Дрібнощитова опалубка складається з наступних складових частин:

- лінійні щити виконані з гнutoго профілю (швелер), палуба в щитах виконана з фанери завтовшки 12 мм;
- несучі елементи - стяжки призначені для сприйняття навантажень, що діють на опалубку, а також для об'єднання окремих щитів в панелі або блоки. Вони виготовлені з гнutoго профілю (швелера);
- щити кутові - служать для об'єднання плоских щитів в замкнуті контури;
- кутик монтажний - служить для з'єднання щитів і панелей в замкнуті опалубні контури;
- крюк натяжний - застосовують для кріплення стяжок до щитів;
- кронштейн.

Монтаж і демонтаж опалубки ведуть за допомогою автомобільного крана.

До початку монтажу опалубки проводять укрупнюючу збірку щитів в панелі в наступній послідовності:

- на майданчику складування збирають короб;
- на ребро щитів панелі наносять фарбою риски, що позначають положення осей.

Влаштування опалубки фундаментів проводять в наступному порядку:

- встановлюють і закріплюють укрупнені панелі опалубки нижньої ступені;
- встановлюють зібраний короб точно по осях і закріплюють опалубку нижньої ступені металевими штирями до підстави;
- наносять на ребра укрупнених панелей коробка риски, що фіксують положення коробка;
- наносять на ребра укрупнених панелей верхнього коробка риски, що фіксують положення коробка підколоники;
- встановлюють короб підколоники;
- встановлюють і закріплюють опалубку.

Змонтована опалубка приймається по акту майстром або виконробом.

За станом опалубки повинне вестися безперервне спостереження в процесі бетонування. У разі непередбачених деформацій окремих елементів опалубки

або неприпустимого розкриття щілин слід встановити додаткові кріплення і виправляти деформовані місця.

Демонтаж опалубки дозволяється проводити тільки після досягнення бетоном потрібної міцності і з дозволу виробника робіт.

В процесі відриву опалубки поверхня бетонної конструкції не повинна ушкоджуватися. Демонтаж опалубки проводиться в порядку, зворотному монтажу.

Після зняття опалубки необхідно:

- провести візуальний огляд опалубки;
- очистити від налиплого бетону всі елементи опалубки;
- перевірити і нанести мастило на гвинтові з'єднання.

#### *4.3.8 Арматурні роботи*

Арматурні сітки доставляють на будівельний майданчик і розвантажують на майданчику укрупненої складки.

Сітки масою понад 50 кг встановлюють автомобільним краном в наступному порядку:

- укладають арматурні сітки на фіксатори, що забезпечують захисний шар за проектом.
- влаштовують опалубку ступеней фундаменту.

Приймання змонтованої арматури здійснюється до установки опалубки і оформляється актом огляду прихованих робіт. У акті приймання змонтованих армоконструкцій повинні бути вказані номери робочих креслень, відступи від креслень, оцінка якості змонтованої арматури.

#### *4.3.9 Бетонування фундаментів*

До початку укладання бетонної суміші повинні бути виконані наступні роботи:

- перевірена правильність встановленої арматури і опалубки;
- усунені всі дефекти опалубки;
- перевірена наявність фіксаторів, що забезпечують необхідну товщину захисного шару бетону;
- прийняті по акту всі конструкції і їх елементи, доступ до яких з метою перевірки правильності установки після бетонування неможливий;
- очищені від сміття, бруду і іржі опалубка і арматура;
- перевірена робота всіх механізмів, справність пристосувань оснащення і інструментів.

Доставка на об'єкт бетонної суміші передбачається автобетонозмішувачами.

Подача бетонної суміші до місця укладання виконується за допомогою автобетононасоса.

При бетонуванні монолітних фундаментів автобетононасосом радіус дії розподільної стріли дозволяє проводити укладання бетонної суміші в декілька фундаментів. Нормальна експлуатація автобетононасосів забезпечується в тому випадку, якщо по бетоноводу перекачують бетонну суміш рухливістю 4 - 22 см, що сприяє транспортуванню бетону на граничні відстані без розшарування і утворення пробок.

Бетонну суміш укладають горизонтальними шарами завтовшки 0,3 - 0,5 м.

Кожен шар бетону ретельно ущільнюють глибинними вібраторами. При ущільненні бетонної суміші кінець робочої частини вібратора повинен занурюватися в раніше укладений шар бетону на 5 – 10 см. Крок перестановки вібратора не повинен перевищувати 1,5 радіусу його дії. У кутках і у стінок опалубки бетонну суміш додатково ущільнюють вібраторами або штикуванням ручними штиковками. Вібрація на одній позиції закінчується при припиненні осідання і появи цементного молока на поверхні бетону. Витягувати вібратор при перестановці слід поволі, не вимикаючи, щоб порожнеча під наконечником рівномірно заповнювалася бетонною сумішшю.

Перерва між етапами бетонування (або укладанням шарів бетонної суміші) повинна бути не менше 40 хвилин, але не більше 2 годин.

Після укладання бетонної суміші в опалубку необхідно створити сприятливі температурно-вологісні умови для твердіння бетону. Горизонтальні поверхні забетонованого фундаменту вкривають вологою мішковиною, брезентом, тирсою, листовими, рулонними матеріалами на термін, залежний від кліматичних умов, відповідно до вказівок будівельній лабораторії.

#### *4.3.10 Догляд і витримка бетону*

Догляд за бетоном повинен забезпечувати збереження належної температури тверднення і оберігання свіжоукладеного бетону від швидкого висихання. Свіжоукладений бетон, перш за все, укривають рогожею (брезентом, мішками, тирсою) і систематично поливають водою в суху погоду протягом 7 діб (одноразовий полив водою 0,5...1,0 кг/м<sup>2</sup>). При температурі повітря нижче 5 °С полив не проводиться. Рух людей по забетонованих конструкціях і установка на них лісів і опалубки для зведення вище розташованих конструкцій допускається тільки після досягнення бетоном міцності не меншого 1,2 МПа.

#### *4.3.11 Техніка безпеки при виконанні бетонних робіт*

Безпека виробництва робіт повинна бути забезпечена:

- вибором раціонального відповідного технологічного оснащення;
- підготовкою і організацією робочих місць виробництва робіт;
- застосуванням засобів захисту працівників;
- проведенням медичного огляду осіб, допущених до роботи;

- своєчасним навчанням і перевіркою знань робочого персоналу і ІТР по техніці безпеки при виробництві будівельно-монтажних робіт.

Особливу увагу необхідно звертати на наступне:

- способи строповки елементів конструкцій повинні забезпечувати їх подачу до місця установки в положенні, близькому проектному;

- елементи конструкцій під час переміщення повинні утримуватися від розгойдування і обертання гнучкими відтяжками;

- при переміщенні краном вантажів відстань між зовнішніми габаритами вантажів, що проносяться, і виступаючими частинами конструкцій і перешкод по ходу переміщення повинно бути по горизонталі не менше 1 м, по вертикалі не менше 0,5 м;

- монтаж і демонтаж опалубки може бути початий з дозволу технічного керівника будівництва і повинен проводитися під безпосереднім спостереженням спеціально призначеного обличчя технічного персоналу;

- не допускається торкання вібратором;

- до управління автобетононасосами допускаються тільки особи, що мають посвідчення на право роботи на даному типі машин.

При роботі на висоті більше 1,5 м всі робочі зобов'язані користуватися запобіжними поясами з карабінами.

Розбирання опалубки допускається після набору бетоном необхідної міцності і з дозволу виробника робіт.

Відрив опалубки від бетону проводиться за допомогою домкратів. В процесі відриву бетонна поверхня не повинна ушкоджуватися.

Робочі місця електрозварників повинні бути захищені спеціальними переносними огорожами. Перед початком зварки необхідно перевірити справність ізоляції зварювальних проводів, а також щільність з'єднання всіх контактів. При перервах в роботі свар очний апарат необхідно відключати від мережі.

Навантажувально-розвантажувальні роботи, складування і монтаж арматурних сіток повинні виконуватися інвентарними вантажозахватними пристроями і з дотриманням заходів, що виключають можливість падіння, ковзання і втрати стійкості вантажів.

Очищення лотка автобетонозмішувача і завантажувального отвору від залишків бетонної суміші проводять тільки при нерухомому барабані.

#### *4.3.12 Контроль якості готових виробів*

Вимоги до якості матеріалів та виробів, операційний контроль якості та технологічні процеси, що підлягають контролю представлені в таблиці 4.8.

## Вимоги до якості матеріалів та виробів

Найменування технологічного процесу	Предмет контролю	Спосіб контролю та інструмент	Час проведення контролю	Технічні характеристики оцінки якості
Приймання арматури	Відповідність арматурних стержнів проекту	Візуально	До початку монтажу	
	Діаметри та відстані між робочими стержнями	Штангенциркуль, лінійка	До початку монтажу сіток	
Монтаж арматури	Відхилення проектних розмірів товщини захисного шару	Лінійка	В процесі роботи	Допустиме відхилення при товщині захисного шару більше 5 мм – 5 мм, при товщині 15 мм і менше – 3 мм.
	Зсув арматури при монтажі в опалубку, а також при виготовленні сіток	Лінійка	В процесі роботи	Допустиме відхилення не повинне бути більше 1/5 найбільшого діаметру стержня
Приймання опалубки та її сортування	Наявність комплектів опалубки. Маркування елементів	Візуально	В процесі роботи	
Монтаж опалубки	Зміщення осей опалубки від проектного положення	Лінійка	В процесі монтажу	Допустиме відхилення -15 мм
	Відхилення площини опалубки від вертикалі на всю висоту фундаменту	Відвіс, лінійка	В процесі монтажу	Допустиме відхилення -20 мм
Укладання бетонного розчину	Товщина шару бетонної суміші	Візуально	В процесі роботи	Товщина шару не більше 1,25 довжини робочої частини вібратора
	Ущільнення бетонної суміші	Візуально	В процесі роботи	Крок перестановки вібратора не повинен бути більше 1,5 радіусу його дії
Зняття опалубки конструкції	Перевірка часу зняття опалубки та наявність пошкоджень	Візуально	Після набору міцності бетоном	

## 4.2.13 Техніко-економічні показники

Тривалість будівництва – 11 днів;

Питома собівартість – 24,35 грн/м<sup>3</sup>;Питома трудомісткість – 3,27 люд.год./м<sup>3</sup>;

## 4.4 Технологічна карта на монтаж колон

### 4.4.1 Визначення обсягів робіт

Таблиця 4.9

Відомість розрахунку об'ємів робіт

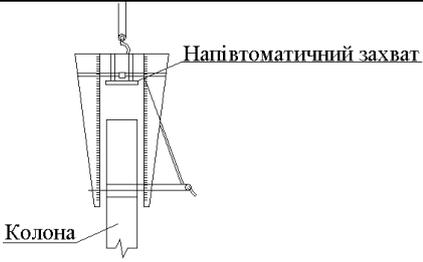
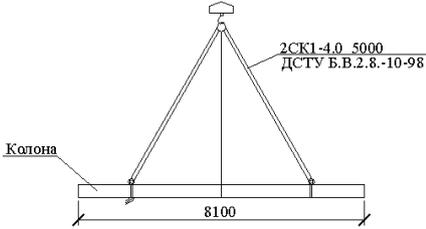
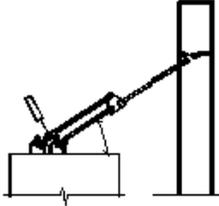
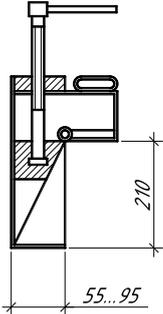
№	Найменування робіт	Формула підрахунку	Одиниця	Об'єм робіт
1	2	3	4	5
1	Розвантаження колон	-	100 т	0,64
2	Монтаж колон	-	шт	103

### 4.4.2 Вибір монтажного та такелажного обладнання

Для розвантаження колон масою до 1 т приймаємо двогілковий строп 2СК1-4.0 5000.

Для монтажу колон приймаємо штирьовий захват 1608. Тимчасове кріплення верху колон забезпечуємо трьома розчалками. Тимчасове кріплення та вивірку низу колон здійснюємо клиновими вкладишами.. Данні по підбору монтажного та такелажного оснащення наведені в таблиці 4.10.

## Відомість монтажного та такелажного оснащення

№	Монтуємий елемент	Пристосування	Ескіз	Вантажопідйомність, т	Вага Q пр., т	Висота строповки, м	Кількість
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Монтаж колон	Полуавтоматичний захіп для колон (ПІ Промстальконструкція № 419М – 9)		8	0,135	0,5	1
2	Розвантаження колон	Двохвершечковий строп 2СК1-4.0 5000		5	0,02	2,2	1
3	Тимчасове кріплення колон	Розчалка, ПІ Промстальконструкція, 2008-09		-	0,1	-	3
4	Вивірка і тимчасове кріплення колон в стаканах фундаментів	Клиновий вкладиш, ЦНПОМТП, №7		-	0,01	-	-

## 4.4.3 Визначення транспортних засобів

Для вибору транспортних засобів для монтажу колон приймаємо метод монтажу з приоб'єктного складу, транспортування конструкцій здійснюємо автопоїздами. Дані наводимо в табл. 4.11

Таблиця 4.11

Таблиця транспортних засобів

Транспортуємий елемент	Вага 1 Ел-ту, т	Лінійні розміри, м			Вид транспортного засобу	Марка тягача	Вантажопіомність, т	Кількість транспортуємих елементів	Загальна вага елементів
		Довжина	Ширина	Товщина					
Колона	0,317	9,1	0,38	0,38	Балковоз УПР 1212	МАЗ-504А	12	30	9,51

Таблиця 4.12

Калькуляція трудових витрат та заробітної плати на монтаж колон

№	ЕНіР	Назва роботи	Обсяг робіт		На одиницю виміру		На весь обсяг		Склад ланки
			Одиниця виміру	Кількість	Норма часу, л-години	Розцінка, грн	Трудомістк., л-год/м-год	Зарплата, грн	
1	E1-5	Розвантаження колон	100 т	0,64	$\frac{22}{11}$	200,2	$\frac{14,08}{7,04}$	128,13	Машиніст 5р-1 Такелаж.2р-2
2	E5-1-8	Монтаж колон	шт	103	$\frac{3,33}{0,67}$	39,83	$\frac{342,99}{69,01}$	4102,16	Машиніст 6р-1 Монтаж.6р-1, 5р-1,4р-2,3р-1
3	E22-1-6	Електрозварювання з'єднань «колона-фундамент»	10 шва	10,3	5,6	72,74	57,68	749,22	Електрозвар. 5р-1

414,75

76,05 4979,51

#### 4.4.4 Визначення ТЕП

1. Собівартість робіт визначають за формулою:

$$C_o = 1,08 \times \left( \sum C_{\text{маш.-зм.}} \cdot T \right) + 1,53_{\text{пл}}, \text{ грн.},$$

де  $C_{\text{маш.-зм.}}$  – собівартість зміни роботи крану, грн.;

$T$  – тривалість роботи механізму, год.

$Z_{пл.}$  - заробітна плата робітників зайнятих виключно на ручних операціях, грн.

2. Трудомісткість одиниці продукції від виконаного загального обсягу робіт:

$$q = \frac{Q_{руч.}}{V}, \text{ грн./ м}^3,$$

де  $Q_{руч.}$  - загальна трудомісткість усіх ручних операцій на монтажі колон, люд.-год.;

$V$  - обсяг робіт, т.

$Z$  визначаємо собівартість машино-години роботи гусеничного крану

$$C_{\text{маш.-год}}^{\text{МКГ-6,3}} = 36,2 \text{ грн.}$$

Визначаємо собівартість робіт

$$C_0 = 1,08 \left( \sum 36,2 \times 76,05 \right) + 1,5 \times 4979,51 = 10442,52 \text{ грн}$$

Питома собівартість робіт

$$C_e = C_0 / V = 10442,52 / 103 = 101,38 \text{ грн./шт}$$

Питома трудомісткість монтажу колон складає

$$q = \frac{Q_{руч.}}{V} = \frac{414,75}{103} = 4,03_{\text{люд.-год./шт}}$$

#### 4.4.5. Вказівки до виконання робіт з монтажу колон

До початку монтажу колон повинні бути виконані наступні роботи:

- виконано роботи нульового циклу;
- оформлен акт прийомки робіт на влаштування фундаментів;
- виконано тимчасове освітлення монтажної зони.
- монтаж колон здійснювати за допомогою стрілового крану ДЕК-251 із використанням захвату шпирьового 1608 для монтажу та двохверщверчкового стропу 2СК1-4.0 5000 для розвантаження колон. Транспортування колон здійснювати балковозом УПР 1212.

- перед монтажем конструкцій, на фундаментах та колонах нанести масляною фарбою установчі риси, підлити (при потребі) до потрібної відмітки бетоном стакани фундаментів.

- монтаж колон, здійснювати потоково з приоб'єктного складу, у

послідовності щодо напрямку розгортання фронту робіт встановленому на кресленні ТК. Для монтажу конструкцій прийняти дискретний метод ведення робіт у наступній послідовності: облаштовують колону розчалками, монтують методом обертання у просторі, тимчасово кріплять трьома розчалками по верху та клиновими вкладишами понизу колон, вивіряють та при потребі

- рихтують по установчим рискам, перевіряють проектне положення рейкою-віском, далі другу. Після монтажу ряду колон розташування колон перевіряють двома теодолітами які розташовують перпендикулярно.

#### *4.4.6 Контроль якості робіт*

- при зведенні будівлі керуються загальними вимогами, що ставляться до приймання, підготовки до підймання (монтажу), технології монтажу конструкцій покриття.

- приймаючи збірні конструкції, що поставляють до монтажу перевіряють їх паспортні данні та роблять зовнішній огляд конструкцій, а в разі потреби – обмірюють їх. Відхилення лінійних розмірів та спотворення геометричних форм збірних елементів та їх частин не повинні перевищувати допустимих величин.

- перевірку виконання робіт здійснюють візуально і вибірково за допомогою геодезичних приладів. Правильність положення змонтованих конструкцій, якість закріплення конструкцій відповідно вимогам проекту контролюють із застосуванням контрольно-вимірювальних інструментів регулярно до початку встановлення нового виду конструкцій. Цю перевірку здійснюють ланкові і бригадири монтажників. Майстри разом з бригадирами і ланковими приймають змонтовані конструкції захватками. Допустимі відхилення змонтованих конструкцій від проектного положення винесені в окремій таблиці на кресленні ТК.

#### *4.4.7 Заходи з ТБ*

- Роботи виконувати з суворим дотриманням до вимог ДБН.
- Роботи з монтажу колон (напрямок, послідовність, організація тощо) виконувати відповідно до проекту виконання робіт та ТК.

- Перед початком робіт і періодично під час робіт оглядати усі застосовані такелажні і монтажні пристрої (стропи, траверси, розчалки, засоби підмащування) інвентар та тару.

- Забороняється працювати і перебувати робітникам на захватках де ведеться монтаж, а також в зоні переміщення вантажів краном.

- У вечірню зміну проїзди, проходи, склади і робочі місця повинні бути добре освітлені.

## 4.5 Технологічна карта на монтаж конструкцій покриття

### 4.5.1 Визначення обсягів робіт

Таблиця 4.13

#### Відомість розрахунку об'ємів робіт

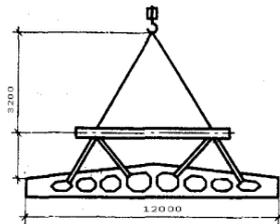
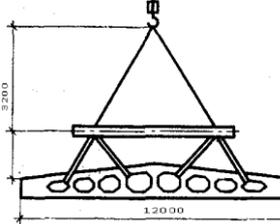
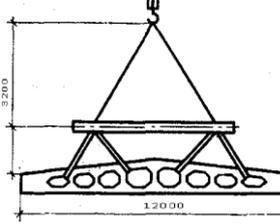
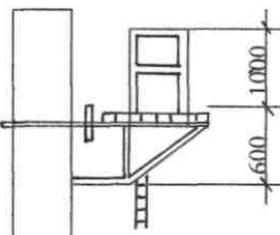
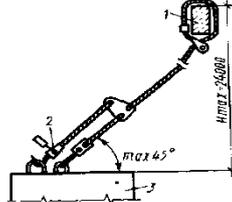
№	Найменування робіт	Формула підрахунку	Одиниця	Об'єм робіт
1	2	3	4	5
1	Розвантаження кроквяних ферм та прогонів	-	100 т	1,77
2	Монтаж ферм	-	шт	66
3	Монтаж прогонів і балок	-	шт	546
4	Електрозварювання стиків ферм з колонами	-	10 п.ш.	21,6
5	Влаштування покрівлі з профнастилу	-	100 м <sup>2</sup>	64
6	Зняття монтажних гойдалок	-	м	5,4

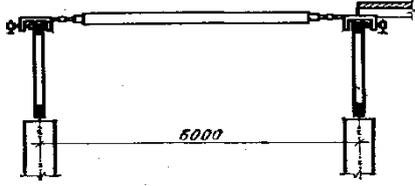
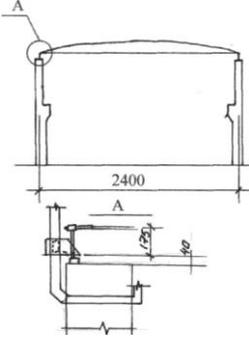
### 4.5.2 Вибір монтажного обладнання для монтажу конструкцій покриття

Для монтажу кроквяних і підкроквяних ферм довжиною  $l = 12, 15$  та  $22,2$  м підбираємо траверси. Тимчасове кріплення ферм забезпечуємо: для першої ферми двома відтяжками, для наступних тимчасовою розпіркою. Для забезпечення робочого місця монтажника на висоті більш 6 м приймаємо монтажні навесні площадки з підвісними драбинами. Для забезпечення безпечної роботи на покритті встановлюємо тимчасову огорожу. Прийняті пристрої або пристосування приведені в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14

## Відомість монтажного та такелажного оснащення

№	Монтуємий елемент	Пристосування	Ескіз	Вантажопідій- ність, т	Вага Q пр., т	Висота строповки, м	Кількість
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Кроквяна ферма 12 м	Траверса ПИ Промстальконс- трукція № 1968Р-9		9	0.94	3.2	1
2	Кроквяна та підкрोकвяна ферма 15 м	Траверса ПИ Промстальконс- трукція № 15946 Р-П		10	0.46	1.8	1
3	Підкрोकвяна ферма 22,2 м	Траверса ПИ Промстальконс- трукція № 50627Т-9		20	1.35	4.3	1
4	Забезпечення робочого місця на висоті	Навісна площадка з підвісною драбиною. ПК Главстальконс- струкція 22.9		-	0.12	-	-
5	Тимчасове кріплення ферм	Розчалк			0.06		2

6	Тимчасове кріплення кроквяних ферм при кроці 6 м	Інвентар розпірка ПИ		0.11			
7	Забезпечення робочого місця на висоті	Тимчасова огорожа ПИ Промсталько-струкція 4570Р-2		-	-		

#### 4.5.3 Визначення транспортних засобів

Для вибору транспортних засобів для монтажу конструкцій покриття приймаємо метод монтажу з приоб'єктного складу, транспортування конструкцій здійснюємо автопоїздами. Дані для розрахунку:

Таблиця 4.15

Таблиця транспортних засобів

Транспортуємий елемент	Вага 1 ел-ту, т	Лінійні розміри, м			Вид транспортного засобу	Марка тягача	Вагжопідйомність,	Кількість транспортуємих елементів	Загальна вага елементів
		Довжина	Ширина	Товщина					
Кроквяні та пфдкряні ферми	2,47	22,2	2,55	0,2	Фермовоз УПФ-1218	МАЗ-504А	10,6	3	7,41

Таблиця 4.16

Калькуляція трудових витрат та заробітної плати на монтаж конструкцій  
покриття

№	ЕНіР	Назва роботи	Обсяг робіт		На одиницю виміру		На весь обсяг		Склад ланки
			Одиниця виміру	Кількість	Норма часу, л-год/м-год	Розцінка, грн	Трудомістк., л-год/м-год	Зарплата, грн	
1	E1-5	Розвантаження ферм	100 т	1,77	$\frac{22}{11}$	200,2	$\frac{38,94}{19,47}$	354,35	Машиніст 5р-1 Такелаж.2р-2
2	E5-1-3	Укрупнювальне збирання 36 м ферм	шт	22	$\frac{7,56}{1,49}$	90,42	$\frac{166,32}{32,78}$	1989,24	Машиніст бр-1 Монтаж.6р-1, 5р-1,4р-2,3р-1
3	E5-1-6	Монтаж укрупнених 36 м ферм	шт	22	$\frac{5,74}{1,17}$	66,69	$\frac{126,28}{25,74}$	1467,37	Машиніст бр-1 Монтаж.6р-1, 4р-3,3р-1
4	E5-1-6	Монтаж 9 м ферм	шт	44	$\frac{3,62}{0,73}$	42,06	$\frac{159,28}{32,12}$	1850,83	Машиніст бр-1 Монтаж.6р-1, 4р-3,3р-1
5	E22-1-6	Електрозварювання з'єднань «колона-ферма»	10 шва	6,6	5,6	72,74	36,96	480,08	Електрозвар. 5р-1
6	E5-1-6	Монтаж прогонів покриття	шт	546	$\frac{0,44}{0,15}$	4,96	$\frac{240,24}{81,9}$	2708,16	Машиніст бр-1 Монтаж.5р-1, 4р-1,3р-1
7	E5-1-20	Укладання профнастилу по прогонам	100 м <sup>2</sup>	69,85	$\frac{11,52}{0,03}$	122,57	$\frac{804,67}{2,09}$	8561,51	Машиніст бр-1 Монтажник 4р-2 3р-2

1572,69

194,10 17411,54

#### 4.5.4 Визначення ТЕП

1. Собівартість робіт визначають за формулою:

$$C_o = 1,08 \times \left( \sum C_{\text{маш.-зм.}} \cdot T \right) + 1,53_{\text{пл}}, \text{ грн.},$$

де  $C_{\text{маш.-зм.}}$  – собівартість зміни роботи крану, грн.;

$T$  – тривалість роботи механізму, год., визначаємо калькуляції;

$Z_{пл.}$ - заробітна плата робітників зайнятих виключно на ручних операціях,  
грн.

2. Трудомісткість одиниці продукції від виконаного загального обсягу робіт:

$$q = \frac{Q_{руч}}{V}, \text{ грн./ м}^3,$$

де  $Q_{руч}$ - загальна трудомісткість усіх ручних операцій на монтажі колон,  
люд.-год.;

$V$  - обсяг робіт, т.

Визначаємо собівартість машино-години роботи баштового крану

$$C_{\text{маш.-год}}^{\text{ДЕК-251}} = 38,6 \text{ грн}$$

Визначаємо собівартість робіт

$$C_0^{\text{ДЕК-251}} = 1,08 \left( \sum 194,1 \times 38,6 \right) + 1,5 \times 17411,54 = 34208,95 \text{ грн}$$

Питома собівартість робіт

$$C_e = C_0 / V = 34208,95 / 66 = 518,3 \text{ грн./шт}$$

Питома трудомісткість монтажу конструкцій покриття складає

$$q = \frac{Q_{руч.}}{V} = \frac{1572,69}{66} = 23,83_{\text{люд.-год./т}}$$

#### 4.5.5 Вказівки до виконання робіт з монтажу конструкцій покриття

До початку монтажу конструкцій покриття повинні бути виконані наступні роботи:

- змонтовані колони;
- міцність замоноличених стиків колон повинна бути не менш 70 % від проектної;
- оформлен акт прийомки колон;
- виконано тимчасове освітлення монтажної зони.

Монтаж конструкцій покриття здійснювати за допомогою стрілового крану ДЕК-251 із використанням універсальної траверси 1811. Транспортування кроквяних балок здійснювати фермовозом УПФ-1218. Зварювання стиків конструкцій виконувати зварним трансформатором СТЭ-24.

Перед монтажем конструкцій, по верху колон та на торцях балок нанести масляною фарбою установчі риси, очистити (при потребі) закладні деталі від напливів бетону, встановити до колон приставні монтажні драбини та навесні монтажні майданчики, прив'язати до кінців балки відтяжки, на плити покриття встановити інвентарне огороження.

Монтаж конструкцій покриття, здійснювати потоково з приоб'єктного складу, у послідовності "на кран" відповідно до напряму розгортання фронту робіт встановленому на кресленні ТК. Для укладання конструкцій покриття прийняти комбінований метод ведення робіт у наступній послідовності: монтують у напряму на себе першу балку, тимчасово кріплять двома розчалками, далі другу, тимчасово кріплять розпіркою; вивіряють розташування конструкцій та виконують приварку проектними швами закладних деталей балок та колон; монтують плити покриття, одразу ж закріплюючи їх приваркою проектними швами неменше ніж в трьох точках, операції надалі повторюються. Для монтажників та електрозварювальника при організації монтажу ферм використовують приставні до колон драбини та монтажні майданчики.

#### *4.5.6 Контроль якості робіт*

При зведенні будівлі керуються загальними вимогами, що ставляться до приймання, підготовки до підймання (монтажу), технології монтажу конструкцій покриття.

Приймаючи конструкції, що поставляють до монтажу перевіряють їх паспортні данні та роблять зовнішній огляд конструкцій, а в разі потреби – обмірюють їх. Відхилення лінійних розмірів та спотворення геометричних форм збірних елементів та їх частин не повинні перевищувати допустимих величин.

Перевірку виконання робіт здійснюють візуально і вибірково за допомогою геодезичних приладів. Відповідність положення змонтованих конструкцій, якості їх закріплення і обробки швів (стиків) вимогам проекту контролюють із застосуванням контрольно-вимірювальних інструментів регулярно до початку встановлення нового виду конструкцій. Цю перевірку

здійснюють ланкові і бригадири монтажників. Майстри разом з бригадирами і ланковими приймають змонтовані конструкції захватками. Допустимі відхилення змонтованих конструкцій від проектного положення винесені в окремій таблиці на кресленні ТК.

#### 4.5.7 Заходи з ТБ

Роботи виконувати з суворим дотриманням до вимог ДБН А.3.2-2-2009.

Роботи з монтажу конструкцій покриття (напрямок, послідовність, організація тощо) виконувати відповідно до проекту виконання робіт та ТК.

Перед початком робіт і періодично під час робіт оглядати усі застосовані такелажні і монтажні пристрої (стропи, траверси, розчалки, засоби підмащування) інвентар та тару.

Забороняється працювати і перебувати робітникам на захватках де ведеться монтаж, а також в зоні переміщення вантажів краном.

У вечірню зміну проїзди, проходи, склади і робочі місця повинні бути добре освітлені.

Під час електрозварних робіт ділянки робіт, електропроводи й електрообладнання мають бути огорожені, конструкції добре заземлені.

Не дозволяється вести роботи під час дощу, грози або сильного снігопаду, а також на висоті при силі вітру 6 балів і вище.

Забороняється вести зварні роботи безпосередньо поблизу вогнебезпечних та легкозаймистих матеріалів.

Під час роботи на висоті робітники повинні бути забезпечені перевіреними та випробуваними запобіжними поясами.

### 4.6 Проектування БГП

#### 4.6.1 Визначення площ тимчасових будівель

Площа підсобних будівель :  $S_{mp} = S_n \cdot N$ , де  $S_n$  - нормативний показник площі будівель, м<sup>2</sup>/чел., N - число тих, що працюють в найбільш численну зміну, 52чел.

Розрахунок площ тимчасових будівель та споруд

Таблиця 4.17

№ п/п	Найменування будівлі	Чисельність персоналу	Нормативний показник	Розрах. площа, м2	Прийм. площа, м2	Кіл-ть будівель, шт.
1	Контрольно-пропускний пункт	2	8	16	16	1
2	Виконроб	6	6	36	36	1
3	Медпункт	6	6	36	36	1
4	Їдальня	18	6	108	108	1
5	Вбиральня	36	3	108	108	1
6	Приміщення для обігріву	24	3	72	72	1
7	Туалет	12	3	36	36	1
8	Душова, умивальна	24	3	72	72	1

Визначення площ відкритих складів

Таблиця 4.18

№ п/п	Найменування елементу марка елементу марка бетону	Кількість штук	Площа, м2
1	2	3	4
1	Колони металеві	6	520×2
2	Профнастил	210	
3	Металеві конструкції	133,4	
4	Стінові панелі	62	

4.6.2 Розрахунок потреби у воді

Розрахункова витрата води :  $Q_{\text{рас}} = 0,5(Q_1 + Q_2 + Q_3) + Q_{\text{пож}}$  ,

де Q1 - витрата води на виробничі потреби,

Q2 - витрата води для будівельних машин і транспортних засобів

Q3 - витрата води на господарчо-побутові потреби.

Витрата води на виробничі потреби:  $Q_1 = \frac{\sum Vq_1K_1}{3600t}$  ,

де V - об'єм цього виду робіт в зміну

q1 - витрата води в літрах на одиницю виміру об'єму робіт

K1 - коефіцієнт нерівномірності споживання води, рівний

Таблиця 4.19

Вид роботи	Од. вим.	Середня норма в л	V
Промивання гравію, щебеня	1 м3	800	2,48
Поливання цегли	1 тис. шт.	225	69,5
Поливання бетону	1 м3	300	64
Приготування бетону	1 м3	250	64

$$\text{Отримали: } Q_1 = \frac{\sum (2,48 \cdot 800 + 69,5 \cdot 225 + 64 \cdot 300 + 64 \cdot 250) \cdot 1}{3600 \cdot 8} = 1,83 \text{ л/с.}$$

Витрата води для будівельних машин: ,

де M - кількість будівельних машин і транспортних засобів, при експлуатації яких вимагається вода

q2 - витрата води в зміну в літрах по кожній машині, приймаємо 350 л на одну машину

K2 - коефіцієнт нерівномірності споживання води.

$$\text{Отримали } Q_2 = \frac{\sum 10 \cdot 350 \cdot 1}{3600 \cdot 8} = 0,122 \text{ л/с.}$$

$$\text{Витрата води на господарчо-побутові потреби: } Q_3 = \frac{\sum Nq_3 K_3}{3600t},$$

де N - максимальне число тих, що працюють в зміну,

q3 - витрата води на того, що одного працює в літрах, приймаємо 30 л

K3 - коефіцієнт нерівномірності споживання води.

$$\text{Отримали } Q_3 = \frac{\sum 114 \cdot 30 \cdot 1}{3600 \cdot 8} = 0,12 \text{ л/с.}$$

Розрахункова витрата води :  $Q_{\text{рас}} = 0,5(1,83 + 0,122 + 0,12) + 10 = 11,04 \text{ л/с.}$

Діаметр труб : Розрахункова витрата води :  $Q_{\text{рас}} = 0,5(Q_1 + Q_2 + Q_3) + Q_{\text{пож}}$ ,

$$D = \sqrt{\frac{4Q_{\text{рас}} \cdot 1000}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 11,04 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 96,83 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр труб 100 мм.

#### 4.6.3 Розрахунок потреби в електроенергії

Електрична потужність для усього майданчика:

$$P = K \left( \sum \frac{P_c k_1}{\cos \varphi} + \sum \frac{P_{в.о.} k_2}{\cos \varphi} + \sum \frac{P_{н.о.} k_3}{\cos \varphi} \right),$$

де  $K$  - коефіцієнт, що враховує втрати потужності в мережі, приймається рівним 1,1,

$P_c$  - потужність окремих машин і установок,

для крану ДЕК-251  $P_c=65\text{кВт}$ ,  $k_1=0,2$ ,  $\cos\varphi=0,6$

для зварювального трансформатора СКТП- 580 -  $P_c=49,6\text{кВт}$ ,  $k_1=0,3$ ,  $\cos\varphi=0,5$ .

$P_{в.о.}$  - потужність для внутрішнього освітлення тимчасових будівель і пристроїв,  $P_{в.о.}=3\text{кВт}$ ,  $k_2=1$ ,  $\cos\varphi=1$

$P_{н.о.}$  - потужність для зовнішнього освітлення будівельного майданчика,  $P_{н.о.}=4,8\text{кВт}$ ,  $k_3=1$ ,  $\cos\varphi=1$

$\cos\varphi$ - коефіцієнт потужності, залежний від характеру навантаження і кількості споживачів

$k_1, k_2, k_3$  - коефіцієнти попиту, залежні від кількості споживачів і міри їх завантаження.

Отримуємо:

$$P = 1,1 \left( \sum \left( \frac{65 \cdot 0,2}{0,6} + \frac{49,6 \cdot 0,3}{0,5} \right) + \sum \frac{3 \cdot 1}{1} + \sum \frac{4,8 \cdot 1}{1} \right) = 70,4 \text{кВт}$$

На тимчасове опалювання необхідно додати 10%: .

$$P_o = 0,1 \cdot 70,4 = 7,04 \text{кВт}$$

Резерв 5% :  $P_p = 0,05 \cdot 70,4 = 3,52 \text{кВт}$  .

Електрична потужність для усього майданчика:

$$P_{об} = 70,4 + 7,04 + 3,52 = 80,96 \text{кВт} .$$

#### 4.6.4 Техніко-економічні показники

1. Трудомісткість БМР 3282 люд.-дн.
2. Трудомісткість БМР на одиницю кінцевої продукції  
0,060 люд.-дн./м<sup>3</sup>
3. Тривалість будівництва 257 днів.

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Найменування об'єкту будівництва: "Дослідження і порівняльний аналіз сучасних технологій улаштування пальових фундаментів».

Договірна ціна складена відповідно до "Настанови з визначення вартості будівництва", Наказ від 1.11.2021 №281, в поточних цінах станом на 4 грудня 2025 р.

Кошторисна документація складена з застосуванням:

- Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи;
- Ресурсних елементних кошторисних норм на монтажні роботи;
- Ресурсних елементних кошторисних норм на ремонтно-будівельні роботи;
- Ресурсних елементних кошторисних норм на пусконаладжувальні роботи;
- Ресурсних кошторисних норм експлуатації будівельних машин та механізмів.

Вартість матеріальних ресурсів прийнята за даними замовника, вартість машино-години машин та механізмів за усередненими даними Мінрегіону України.

Поточні ціни на матеріально-технічні ресурси, які відсутні в даних замовника, приймалися за цінними даними виробників.

\*

Загальновиробничі витрати розраховані у відповідності з усередненими показниками (Настанова, Додаток 18, Наказ від 1.11.2021 №281)

Середньомісячна заробітна плата на 1 робітника в режимі повної зайнятості:

1. Будівельні, монтажні і ремонтні роботи - 20 329,09 грн. за 174 години за розрядом 3,8
2. ЗП робітників, зайнятих на керуванні та обслуговуванні машин - 20 329,09 грн. за 174 години за розрядом 3,8

При складанні розрахунків прийняті наступні показники та нарахування:

1. Витрати на тимчасові будівлі та споруди.
2. Настанова, Дод.25 п.2 Кошторисний прибуток (П) Настанова, Дод.25 п.2 Об'єкти, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з середніми наслідками СС2 - 18,11 грн./люд.-г. Додаток 25, Настанова п.6 Пусконаладжувальні роботи - 1,99 грн./люд.-г. Встановити межу кошторисного прибутку 15% від прямих витрат і ЗВВ ( Настанова п 5.30)
3. Настанова, Дод.27 п.2 Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) Настанова, Дод.27 п.2 Об'єкти, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з середніми наслідками (СС2) - 5,06 грн./люд.-г. Додаток 27, Настанова п.5 Пусконаладжувальні роботи - 3,26 грн./люд.-г.
4. Податок на додану вартість (ПДВ)\*

Загальна вартість будівництва	87827,586	тис. грн.
в тому числі:		
будівельних робіт	571486,661	тис. грн.
інші витрати	16340,395	тис. грн.
в тому числі:		
податок на додану вартість (ПДВ)	14637,931	тис. грн.
Кошторисні трудовитрати	328,35131	тис. люд.г.
Кошторисна заробітна плата	8787,398	тис. грн.

# ЗАТВЕРДЖЕНО

Зведений кошторисний розрахунок в сумі

87 827,586 тис. грн.

В тому числі зворотних сум

239,237 тис. грн.

## ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА № \_\_\_\_\_

Дослідження і порівняльний аналіз сучасних технологій улаштування пальових фундаментів  
(найменування об'єкта будівництва)

Складений в поточних цінах станом на 4 грудня 2025 р.

№ Ч.ч.	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	інших витрат	загальна вартість
1	2	3	4	5	6	7
<b>Глава 2. Об'єкти основного призначення</b>						
1	02-001	Будівельні роботи	63 796,642			63 796,642
2	02-001-001	Загальнобудівельні роботи	50 771,642			50 771,642
3	02-001-002	Сантехнічні роботи	6 300,000			6 300,000
4	02-001-003	Електротехнічні роботи	5 460,000			5 460,000
5	02-001-004	Благоустрій, різне	1 265,000			1 265,000
		<b>Разом за главою № 2</b>	63 796,642			63 796,642
		<b>Разом за главами № 1 - 7</b>	63 796,642			63 796,642
<b>Глава 8. Тимчасові будівлі і споруди</b>						
6	Розрахунок №2 (Додаток 8, Настанова п.25)	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проєктом (робочим проєктом)	1 594,916			1 594,916
		<b>Разом за главою № 8</b>	1 594,916			1 594,916
		в т.ч. зворотні суми				239,237

		<b>Разом за главами № 1 - 8</b>	65 391,558			65 391,558
		в т.ч. зворотні суми				239,237
		<b>Разом за главами № 1 - 12</b>	65 391,558			65 391,558
		в т.ч. зворотні суми				239,237
	Настанова, Дод.25 п.2	Кошторисний прибуток (П) (18,11 грн./люд.-г.)	6 095,103			6 095,103
	Настанова, Дод.27 п.2	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) (5,06 грн./люд.-г.)			1 702,994	1 702,994
		<b>Разом</b>	71 486,661		1 702,994	73 189,655
		Податок на додану вартість			14 637,931	14 637,931
		<b>Всього по зведеному кошторисному розрахунку</b>	71 486,661		16 340,925	87 827,586
		у тому числі зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд, без ПДВ	239,237			239,237
		Податок на додану вартість			47,847	47,847
		Всього зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд з ПДВ	239,237		47,847	287,084

Склав

Динніков І. В.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

Кадол Л.В.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Дослідження і порівняльний аналіз сучасних технологій улаштування паливових фундаментів  
(найменування об'єкта будівництва)

**Об'єктний кошторис № 02-001**

на будівництво

Будівельні роботи

(найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість 63 796,642 тис. грн.  
Кошторисна трудомісткість 328,35131 тис. люд.-год  
Кошторисна заробітна плата 8 787,398 тис. грн.  
Вимірник одиничної вартості

Складений в поточних цінах станом на 4 грудня 2025 р.

№ Ч.ч.	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Кошторисна трудо-місткість, тис. люд.год	Кошторисна заробітна плата, тис.грн.	Показники одиничної вартості
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	02-001-001	Загальнобудівельні роботи	50 771,642		50 771,642	63,35131	7 877,398	
2	02-001-002	Сантехнічні роботи	6 300,000		6 300,000	120,00000	460,000	
3	02-001-003	Електротехнічні роботи	5 460,000		5 460,000	110,00000	250,000	
4	02-001-004	Благоустрій, різне	1 265,000		1 265,000	35,00000	200,000	
		Всього по кошторису	63 796,642		63 796,642	328,35131	8 787,398	

Розробив Динніков І.В.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Консультант Кадол Л.В

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Замовник: ПАТ "Кривбаспроект "  
(назва організації)

Підрядник: ПАТ "Батьківщина"  
(назва організації)

**ДОГОВІРНА ЦІНА № 1**

на будівництво Дослідження і порівняльний аналіз сучасних технологій улаштування пальових фундаментів  
(найменування об'єкта будівництва, черги, пускового комплексу, будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

що здійснюється в 2026 році  
Вид договірної ціни: "тверда"  
Договір № 77/5 від 04.12.2025  
Визначена згідно з Настановою, Наказ від 1.11.2021 №281  
Складена в поточних цінах станом на 4 грудня 2025 р.

№ ч.ч.	Обґрунтування	Найменування витрат	Вартість, тис.грн.		
			Всього	у тому числі:	
				будівельних робіт	інших витрат
1	2	3	4	5	6
		<b>Розділ I. Будівельні роботи</b>			
1	Розрахунок №1-1	Прямі витрати у тому числі Заробітна плата будівельників, монтажників Вартість матеріальних ресурсів Вартість експлуатації будівельних машин	47 253,081  5 165,891 37 866,450 4 220,740	47 253,081  5 165,891 37 866,450 4 220,740	
2	Розрахунок №1-2	Загальновиробничі витрати	3 518,561	3 518,561	
3		Всього прями і загальновиробничі витрати	50 771,642	50 771,642	
4	Розрахунок №2 (Додаток 8, Настанова п.25)	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проєктом (робочим проєктом)	1 269,291	1 269,291	
		<b>Разом</b>	52 040,933	52 040,933	
5	Настанова, Дод.25 п.2	Кошторисний прибуток (П) (18,11 грн./люд.-г.)	1 175,974	1 175,974	
6	Настанова, Дод.27 п.2	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) (5,06 грн./люд.-г.)	328,572		328,572
		<b>Разом по розділу I</b>	53 545,479	53 216,907	328,572
7		Податок на додану вартість	10 709,096		10 709,096
		<b>Всього по розділу I</b>	64 254,575	53 216,907	11 037,668
8		у тому числі зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд, без ПДВ	190,394	190,394	
9		Податок на додану вартість	38,079		38,079
10		Всього зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд з ПДВ	228,473	190,394	38,079
		<b>Розділ II. Устаткування</b>			

11		Витрати з придбання та доставки устаткування, що монтується	-		
12		Витрати з придбання та доставки устаткування, що не монтується, меблів, інвентарю	-		
		<b>Разом по розділу II</b>	-		
13		Податок на додану вартість	-		
		<b>Всього по розділу II</b>	-		
		<b>Всього договірної ціни (р.І+р.ІІ)</b>	64 254,575		

Дослідження і порівняльний аналіз сучасних технологій улаштування пальових фундаментів  
(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторисний розрахунок на будівельні роботи № 02-001-001

на Загальнобудівельні роботи. Будівельні роботи  
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА:	Кошторисна вартість	50 771,642	тис. грн.
креслення(специфікації)№	Кошторисна трудомісткість	63,35131	тис. люд.-год
	Кошторисна заробітна плата	7 877,398	тис. грн.
	Середній розряд робіт	3,4	розряд

Складений в поточних цінах станом на 4 грудня 2025 р.

№ Ч.ч	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслуговуванням машин	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Розділ № 1 Земляні роботи</b>											

1	КБ1-30-2	Планування площ бульдозерами потужністю 79 кВт (108 к.с.) за 1 прохід	1000м2 спланованої поверхні за 1 прохід бульдозеру	7,36	322,50	322,50	2 374	-	2 374	-	-
					-	80,29			591	0,5148	3,79
2	КБ1-24-5	Зрізання рослинного шару бульдозерами потужністю 79 кВт (108 к.с.) з переміщенням ґрунту до 10 м, група ґрунтів 1	1000 м3 ґрунту	1,1	7 731,70	7 731,70	8 505	-	8 505	-	-
					-	1 924,79			2 117	12,3420	13,58
3	КБ1-12-13	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами 'драглайн' або 'зворотна лопата' з ковшом місткістю 0,5 (0,5-0,63) м3, група ґрунтів 1	1000 м3 ґрунту	9,71	25 000,11	23 505,79	242 751	14 510	228 241	15,4900	150,41
					1 494,32	7 265,51			70 548	49,4802	480,45
4	КБ1-17-13	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 0,5 (0,5-0,63) м3, група ґрунтів 1	1000 м3 ґрунту	0,18	40 026,72	38 247,80	7 205	313	6 885	18,0200	3,24
					1 738,39	11 171,14			2 011	75,0057	13,50
5	С311-3-1	Перевезення ґрунту	т	378,0	41,84	41,84	15 816	-	15 816	-	-

		до 3 км (без урахування вартості навантажувальних робіт)			-	9,79			3 701	0,0740	27,97
6	КБ1-166-1	Розробка ґрунту вручну пазух котлованів, група ґрунтів 1	100м3 ґрунту	3,53	13 975,30	-	49 333	49 333	-	150,4500	531,09
7	КБ1-27-1	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт (80 к.с.) з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 1	1000 м3 ґрунту	9,71	7 408,14	7 408,14	71 933	-	71 933	-	-
8	КБ1-27-7	Додавати на кожні наступні 5 м переміщення ґрунту (понад 5 м) для засипки траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт (80 к.с.), група ґрунтів 1	1000 м3 ґрунту	9,71	20 742,79	20 742,79	201 412	-	201 412	-	-
9	КБ1-131-1	Ущільнення ґрунту	1000м3	9,71	40 866,74	40 866,74	396 816	-	396 816	-	-
					-	5 614,06			54 513	42,4410	412,10

		причіпними кулачковими котками масою 8 т за перший прохід по одному сліду при товщині шару 10 см	ущільненого ґрунту		-	10 435,60			101 330	67,4508	654,95
		<b>Разом прямих витрат по розділу № 1</b>					996 145	64 156	931 982	684,74	
									254 280	1 753,52	
		<b>Розділ № 2 Фундаменти</b>									
10	КБ5-1-3	Заглиблення дизель-молотом на тракторі залізобетонних паль довжиною до 8 м у ґрунті групи 1	1м3 паль	130,0	4 441,94	3 838,36	577 452	65 185	498 987	4,2400	551,20
					501,42	538,34			69 984	3,6324	472,21
11	К58-1721-К704	Палі забивні залізобетонні марки С7-30 ГОСТ 19804.1-79	шт	206,0	5 142,59		1 059 374				
12	КБ6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі	0,28	337 158,59	3 167,03	94 404	4 270	887	150,7000	42,20
					15 250,84	1 429,76			400	10,6641	2,99
13	КБ6-1-7	Улаштування	100м3	2,45	409 471,20	11 826,26	1 003	99 104	28 974	367,6000	900,62

		залізобетонних фундаментів загального призначення під колони, об'єм понад 5 м3 до 10 м3	бетону, бутобетону і залізобетону в ділі		40 450,70	5 244,94	204		12 850	39,1882	96,01
14	П160-17	Арматура	т	8,085	28 500,00	-	230 423				
15	КБ8-3-1	Гідроізоляція стін, фундаментів горизонтальна цементна з рідким склом	100 м2 поверхні, що ізолюється	5,0	13 202,02	-	66 010	15 083	-	26,7400	133,70
					3 016,54	-			-	-	-
16	КБ8-3-4	Гідроізоляція стін, фундаментів бокова цементна з рідким склом	100 м2 поверхні, що ізолюється	0,79	22 627,03	-	17 875	10 323	-	115,8300	91,51
					13 066,78	-			-	-	-
<b>Разом прямих витрат по розділу № 2</b>							3 048 742	193 965	528 848		1 719,23
									83 234		571,21
<b>Розділ № 3 Колони, перекриття, покриття</b>											
17	КБ9-17-1	Монтаж колон одноповерхових і багатоповерхових будівель і кранових естакад висотою до 25 м суцільного перерізу масою до 1,0 т 103 шт	1 т конструкцій	71,32	4 676,39	2 481,87	333 520	121 792	177 007	14,9600	1 066,95
					1 707,68	979,46			69 855	6,8778	490,52
18	КБ9-22-1	Монтаж металевих	1 т	35,05	10 079,27	5 403,78	353 278	140 206	189 402	36,8000	1 289,84

19	КБ9-22-1	балок перекриття на висоті до 25 м прогоном до 24 м, масою до 3 т - 38 шт Монтаж металевих ферм покриття на висоті до 25 м прогоном до 24 м, масою до 3 т - 66 шт	конструкцій  1 т конструкцій	175,05	4 000,16 10 079,27 4 000,16	2 193,15 5 403,78 2 193,15	1 764 376	700 228	76 870 945 932 383 911	15,4292 36,8000 15,4292	540,79 6 441,84 2 700,88
20	П171-663	Стальні конструкції колон, балок та ферм	т	281,42	29 000,00		8 161 180				
21	КБ9-42-1	Монтаж покрівельного покриття з профільованого листа при висоті будівлі до 25 м	100м2 покриття	69,75	11 243,40 5 513,26	3 654,65 1 352,54	784 227	384 550	254 912 94 340	50,7200 9,3275	3 537,72 650,59
22	С111-1807	Профнастил Н75	т	7,2	58 751,43		423 010				
23	КБ6-22-2	Улаштування перекриттів на відм.+4,00	100 м3 залізобетону в ділі	1,306	674 725,13 189 880,62	21 027,74 9 026,94	881 191	247 984	27 462 11 789	1 704,8000 67,7750	2 226,47 88,51
24	П160-17	Арматура	т	10,004	29 000,00		290 116				
		<b>Разом прямих витрат по розділу № 3</b>			12 990 898			1 594 760	1 594 715		14 562,82
									636 765		4 471,29
		<b>Розділ № 4 Стіни зовнішні</b>									
25	КБ9-15-2	Монтаж стінових сендвіч панелей "Вентал"	100м2	43,08	35 283,54 13 877,28	18 348,64 7 735,63	1 520 015	597 833	790 459 333 251	120,1600 51,2448	5 176,49 2 207,63

26	С121-258	Панелі стінові "Вентал"	м2	4 308,0	4 108,30		17 698 556					
		<b>Разом прямих витрат по розділу № 4</b>						19 218 571	597 833	790 459	5 176,49	
										<u>333 251</u>	<u>2 207,63</u>	
		<b>Розділ № 5 Внутрішні стіни, перегородки</b>										
27	КБ8-5-7	Конструкції з цегли. Мурування стін внутрішніх при висоті поверху до 4 м (120мм)	1 м3 мурування	53,28	1 973,75	173,44	105 161	50 773	9 241	8,6600	461,40	
					952,95	82,05			4 372	0,6120	32,61	
28	С1422-10934	Цегла керамічна одинарна повнотіла, розміри 250х120х65 мм, марка М150	1000шт	21,045	10 312,88		217 035					
29	КБ10-92-3		Улаштування перегородок на дерев'яному каркасі з гіпсокартонних листів або гіпсоволокнистих плит у будівлях промислових підприємств з ізоляційною прокладкою товщиною 100 мм	100 м2 перегородок за вирахування м прорізів	4,7	31 335,57	879,25	147 277	136 965	4 132	261,6400	1 229,71
					29 141,46	403,92			1 898	2,9240	13,74	
30	П2016-3073	Листи гіпсокартонні для перегородок, товщина 12,5 мм	м2	987,0	130,00		128 310					
		<b>Разом прямих витрат по розділу № 5</b>						597 783	187 738	13 373	1 691,11	
										<u>6 270</u>	<u>46,35</u>	

<b>Розділ № 6 Покрівля</b>											
31	КБ12-18-3	Утеплення покриттів плитами з мінеральної вати або перліту на бітумній мастиці в один шар	100 м2 покриття, що утеплюється	69,75	22 284,66	646,87	1 554 355	525 190	45 119	63,6700	4 440,98
					7 529,61	255,14			17 796	1,8756	130,82
32	КБ9-42-1	Монтаж покрівельного покриття з профільованого листа при висоті будівлі до 25 м С44	100м2 покриття	69,75	11 243,40	3 654,65	784 227	384 550	254 912	50,7200	3 537,72
					5 513,26	1 352,54			94 340	9,3275	650,59
33	С111-1807	Профлист С44	т	7,2	49 683,93		357 724				
34	КБ12-15-1	Улаштування дрібних покриттів (брандмауери, парапети, звіси і т.п.) із листової оцинкованої сталі	100 м2 покриття	3,7	58 464,90	227,41	216 320	52 050	841	132,8000	491,36
					14 067,50	76,57			283	0,5247	1,94
<b>Разом прямих витрат по розділу № 6</b>							2 912 626	961 790	300 872		8 470,06
									112 419		783,35
<b>Розділ № 7 Прорізи</b>											
35	КБ10-20-4	Заповнення віконних прорізів готовими блоками площею більше 3 м2 з металопластику в кам'яних стінах	100 м2 прорізів	2,2	11 493,37	756,46	25 285	23 502	1 664	86,6700	190,67
					10 682,94	535,58			1 178	4,2229	9,29
36	П2016-2245	Блоки віконні металопластикові	м2	220,0	2 800,00		616 000				

37	КБ10-28-2	Заповнення дверних прорізів готовими дверними блоками площею понад 2 до 3 м2 з металлопластику у кам'яних стінах	100 м2 прорізів	2,4	14 536,16	5 175,14	34 887	22 229	12 420	79,2800	190,27	
						9 262,28	1 699,37			4 078	11,0550	26,53
38	П2016-951	Двірні блоки з металлопластику	м2	240,0	2 800,00		672 000					
		<b>Разом прямих витрат по розділу № 7</b>					1 348 172	45 731	14 084		380,94	
									5 256		35,82	
<b>Розділ № 8 Оздоблювальні роботи</b>												
39	КБ15-36-1	Поліпшене штукатурення цементно-вапняним розчином по каменю стін механізованим способом	100 м2 поверхні штукатуренн я	9,28	16 045,13	477,94	148 899	90 898	4 435	77,2300	716,69	
						9 795,08	385,46			3 577	3,7044	34,38
40	КБ15-152-1	Поліпшене фарбування приміщень клейовими розчинами стін	100 м2 поверхні фарбування	9,1	3 271,52	1,55	29 771	14 444	14	14,0700	128,04	
						1 587,24	1,37			12	0,0111	0,10
41	П2016-3053	Фарба малярська клейова	т	0,2223	4 500,00		1 000					
		<b>Разом прямих витрат по розділу № 8</b>					179 670	105 342	4 449		844,73	
									3 589		34,48	
<b>Розділ № 9 Підлоги</b>												
42	КБ11-1-2	Ущільнення ґрунту	100 м2	67,84	8 153,31	415,32	553 121	57 040	28 175	8,0800	548,15	

		щебенем	площі, що ущільнюєтьс я		840,80	135,36			9 183	1,1053	74,98	
43	КБ11-2-9	Улаштування підстиляючих бетонних шарів	1 м3 підстильного шару	550,0	4 234,38	5,71	2 328 909	325 100	3 141	5,5800	3 069,00	
					591,09	1,66			913	0,0139	7,65	
44	КБ11-28-2	Улаштування покриттів із плиток керамічних	100 м2 покриття	53,43	45 715,20	196,70	2 442 563	943 003	10 510	160,3900	8 569,64	
		багатокольорових			17 649,32	153,64			8 209	1,2489	66,73	
45	КБ11-39-1	Улаштування покриттів з лінолеуму	100 м2 покриття	14,21	10 068,81	9,28	143 078	89 433	132	55,7900	792,78	
		полівінілхлоридног о на клеї 'Бустилат'			6 293,67	8,21			117	0,0666	0,95	
46	П2016-3004	Лінолеум полівінілхлоридний	м2	1 449,42	340,00		492 803					
		<b>Разом прямих витрат по розділу № 9</b>						5 960 474	1 414 576	41 958		12 979,57
									18 422		150,31	
		<b>Разом прямих витрат по кошторису</b>						47 253 081	5 165 891	4 220 740		46 509,69
		<b>Разом прями витрати</b>					грн.	47 253 081				10 053,96
		в тому числі:										
		вартість матеріалів, виробів і комплектів					грн.	37 866 450				
		вартість ЕММ					грн.	4 220 740				

	в т.ч. заробітна плата в ЕММ	грн.	1 453 486	
	заробітна плата робітників	грн.	5 165 891	
	всього заробітна плата	грн.	6 619 377	
	Загальновиробничі витрати	грн.	3 518 561	
	трудоємність в загальновиробничих витратах	люд-г		6 787,66
	заробітна плата в загальновиробничих витратах	грн.	1 258 021	
	<b>Всього по кошторису</b>	грн.	50 771 642	
	Кошторисна трудоємність	люд-г		63 351,31
	Кошторисна заробітна плата	грн.	7 877 398	

Дослідження і порівняльний аналіз сучасних технологій улаштування паливних фундаментів  
(найменування об'єкта будівництва)

**РОЗРАХУНОК**  
**загальновиборничих витрат до локального кошторису № 02-001-001**

K1 - Усереднений коефіцієнт переходу від нормативно-розрахункової трудомісткості робіт у прямих витратах, до витрат труда робітників, заробітна плата яких враховується в загальновиборничих витратах

K2 - Усереднений показник для визначення коштів на покриття решти статей загальновиборничих витрат, грн/люд.год.

Складений в поточних цінах станом на 4 грудня 2025 р.

№ поз. лк	Шифр і № позиції нормативу	Кіл-сть	Норматив но-розр. кошторис на трудо місткість прямих витрат,  люд.год.	K1	Трудомі сткість [4x5]  люд.год.	Вартість люд.год. робітників, заробітна плата яких враховується в ЗВВ  грн.	I блок заробіт на плата [6x7]  грн.	Заробіт на плата в прямих витратах  грн.	II блок Єдиний внесок на загально обов'язкове держ. соц. страхування [(8+9) x 22,00%]  грн.	K2	III блок кошти на покриття решти статей [4x11]  грн.	Всього [8+10+12]  грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	<b>02-001-001</b>	<b>Загальнобудівельні роботи</b>										
	<b>Розділ № 1</b>	<b>Земляні роботи</b>										
1	КБ1-30-2	7,36	0,5148	0,12	0,0618	185,34	11,45	80,29	20,18	7,48	3,85	35,48
			3,79		0,45		84	591	149		28	261
2	КБ1-24-5	1,1	12,3420	0,12	1,4810	185,34	274,50	1 924,79	483,84	7,48	92,32	850,66
			13,58		1,63		302	2 117	532		102	936
3	КБ1-12-13	9,71	64,9702	0,12	7,7964	185,34	1 444,99	8 759,83	2 245,06	7,48	485,98	4 176,03
			630,86		75,70		14 031	85 058	21 799		4 719	40 549
4	КБ1-17-13	0,18	93,0257	0,12	11,1631	185,34	2 068,97	12 909,53	3 295,27	7,48	695,83	6 060,07
			16,74		2,01		372	2 324	594		125	1 091
5	С311-3-1	378,0	0,0740	0,12	0,0089	185,34	1,65	9,79	2,52	7,48	0,55	4,72
			27,97		3,36		624	3 701	952		208	1 784

6	КБ1-166-1	3,53	150,4500	0,12	18,0540	185,34	3 346,13	13 975,30	3 810,71	7,48	1 125,37	8 282,21
			531,09		63,73		11 812	49 333	13 451		3 973	29 236
7	КБ1-27-1	9,71	15,1575	0,12	1,8189	185,34	337,11	2 005,02	515,27	7,48	113,38	965,76
			147,18		17,66		3 273	19 469	5 004		1 101	9 378
8	КБ1-27-7	9,71	42,4410	0,12	5,0929	185,34	943,92	5 614,06	1 442,76	7,48	317,46	2 704,14
			412,10		49,45		9 165	54 513	14 009		3 083	26 257
9	КБ1-131-1	9,71	67,4508	0,12	8,0941	185,34	1 500,16	10 435,60	2 625,87	7,48	504,53	4 630,56
			654,95		78,59		14 567	101 330	25 497		4 899	44 963
		<b>Разом</b>	2 438,26		292,58		54 230	318 436	81 987		18 238	154 455
<b>Розділ № 2</b>		<b>Фундаменти</b>										
10	КБ5-1-3	130,0	7,8724	0,12	0,9447	185,34	175,09	1 039,76	267,27	7,48	58,89	501,25
			1 023,41		122,81		22 762	135 169	34 745		7 656	65 163
12	КБ6-1-1	0,28	161,3641	0,12	19,3637	185,34	3 588,87	16 680,60	4 459,28	7,48	1 207,00	9 255,15
			45,19		5,42		1 005	4 670	1 248		338	2 591
13	КБ6-1-7	2,45	406,7882	0,12	48,8146	185,34	9 047,29	45 695,64	12 043,44	7,48	3 042,78	24 133,51
			996,63		119,60		22 166	111 954	29 506		7 455	59 127
15	КБ8-3-1	5,0	26,7400	0,12	3,2088	185,34	594,72	3 016,54	794,48	7,48	200,02	1 589,22
			133,70		16,04		2 974	15 083	3 972		1 000	7 946
16	КБ8-3-4	0,79	115,8300	0,12	13,8996	185,34	2 576,15	13 066,78	3 441,44	7,48	866,41	6 884,00
			91,51		10,98		2 035	10 323	2 719		684	5 438
		<b>Разом</b>	2 290,44		274,85		50 942	277 199	72 190		17 133	140 265
<b>Розділ № 3</b>		<b>Колони, перекриття, покриття</b>										
17	КБ9-17-1	71,32	21,8378	0,12	2,6205	185,34	485,69	2 687,14	698,02	7,48	163,35	1 347,06
			1 557,47		186,90		34 639	191 647	49 783		11 650	96 072
18	КБ9-22-1	35,05	52,2292	0,12	6,2675	185,34	1 161,62	6 193,31	1 618,08	7,48	390,67	3 170,37
			1 830,63		219,68		40 715	217 076	56 713		13 693	111 121
19	КБ9-22-1	175,05	52,2292	0,12	6,2675	185,34	1 161,62	6 193,31	1 618,08	7,48	390,67	3 170,37
			9 142,72		1 097,13		203 342	1 084 139	283 244		68 387	554 973
21	КБ9-42-1	69,75	60,0475	0,12	7,2057	185,34	1 335,50	6 865,80	1 804,29	7,48	449,16	3 588,95
			4 188,31		502,60		93 151	478 890	125 849		31 329	250 329
23	КБ6-22-2	1,306	1 772,5750	0,12	212,7090	185,34	39 423,49	198 907,56	52 432,83	7,48	13 258,86	105 115,18
			2 314,98		277,80		51 487	259 773	68 477		17 316	137 280
		<b>Разом</b>	19 034,11		2 284,11		423 334	2 231 525	584 066		142 375	1 149 775

<b>Розділ № 4</b>		<b>Стіни зовнішні</b>										
25	КБ9-15-2	43,08	171,4048	0,12	20,5686	185,34	3 812,18	21 612,91	5 593,52	7,48	1 282,11	10 687,81
			7 384,12		886,09		164 229	931 084	240 969		55 233	460 431
		<b>Разом</b>	7 384,12		886,09		164 229	931 084	240 969		55 233	460 431
<b>Розділ № 5</b>		<b>Внутрішні стіни, перегородки</b>										
27	КБ8-5-7	53,28	9,2720	0,12	1,1126	185,34	206,22	1 035,00	273,07	7,48	69,35	548,64
			494,01		59,28		10 987	55 145	14 550		3 695	29 232
29	КБ10-92-3	4,7	264,5640	0,12	31,7477	185,34	5 884,12	29 545,38	7 794,49	7,48	1 978,94	15 657,55
			1 243,45		149,21		27 655	138 863	36 634		9 301	73 590
		<b>Разом</b>	1 737,46		208,49		38 642	194 008	51 184		12 996	102 822
<b>Розділ № 6</b>		<b>Покрівля</b>										
31	КБ12-18-3	69,75	65,5456	0,12	7,8655	185,34	1 457,79	7 784,75	2 033,36	7,48	490,28	3 981,43
			4 571,80		548,62		101 681	542 986	141 827		34 197	277 705
32	КБ9-42-1	69,75	60,0475	0,12	7,2057	185,34	1 335,50	6 865,80	1 804,29	7,48	449,16	3 588,95
			4 188,31		502,60		93 151	478 890	125 849		31 329	250 329
34	КБ12-15-1	3,7	133,3247	0,12	15,9990	185,34	2 965,25	14 144,07	3 764,05	7,48	997,27	7 726,57
			493,30		59,20		10 971	52 333	13 927		3 690	28 588
		<b>Разом</b>	9 253,41		1 110,42		205 803	1 074 209	281 603		69 216	556 622
<b>Розділ № 7</b>		<b>Прорізи</b>										
35	КБ10-20-4	2,2	90,8929	0,12	10,9071	185,34	2 021,53	11 218,52	2 912,81	7,48	679,88	5 614,22
			199,96		24,00		4 447	24 680	6 408		1 496	12 351
37	КБ10-28-2	2,4	90,3350	0,12	10,8402	185,34	2 009,12	10 961,65	2 853,57	7,48	675,71	5 538,40
			216,80		26,02		4 822	26 307	6 848		1 622	13 292
		<b>Разом</b>	416,76		50,02		9 269	50 987	13 256		3 118	25 643
<b>Розділ № 8</b>		<b>Оздоблювальні роботи</b>										
39	КБ15-36-1	9,28	80,9344	0,12	9,7121	185,34	1 800,05	10 180,54	2 635,73	7,48	605,39	5 041,17
			751,07		90,13		16 704	94 475	24 460		5 618	46 782
40	КБ15-152-1	9,1	14,0811	0,12	1,6897	185,34	313,17	1 588,61	418,39	7,48	105,33	836,89
			128,14		15,38		2 850	14 456	3 807		959	7 616
		<b>Разом</b>	879,21		105,51		19 554	108 931	28 267		6 577	54 398
<b>Розділ № 9</b>		<b>Підлоги</b>										
42	КБ11-1-2	67,84	9,1853	0,12	1,1022	185,34	204,29	976,16	259,70	7,48	68,71	532,70

43	КБ11-2-9	550,0	623,13 5,5939	0,12	74,78 0,6713	185,34	13 859 124,41	66 223 592,75	17 618 157,78	7,48	4 661 41,84	36 138 324,03
44	КБ11-28-2	53,43	3 076,65 161,6389	0,12	369,20 19,3967	185,34	68 426 3 594,98	326 013 17 802,96	86 779 4 707,55	7,48	23 012 1 209,06	178 217 9 511,59
45	КБ11-39-1	14,21	8 636,37 55,8566	0,12	1 036,36 6,7028	185,34	192 080 1 242,30	951 212 6 301,88	251 524 1 659,72	7,48	64 600 417,81	508 204 3 319,83
			793,73		95,25		17 653	89 550	23 585		5 937	47 175
		<b>Разом</b>	13 129,88		1 575,59		292 018	1 432 998	379 506		98 210	769 734
		<b>Разом по кошторису</b>	56 563,65		6 787,66		1 258 021	6 619 377	1 733 028		423 096	3 414 145
	Кошти на оплату перших п`яти днів тимчасової непрацевдатності (1 258 021,00 + 6 619 377,00) * 0,007800										61 444	
	Кошти на сплату єдиного внеску, нарахованого на суму оплати перших п`яти днів тимчасової непрацевдатності (1 258 021,00 + 6 619 377,00) * 0,007800 * 0,220000										13 518	
	Кошти на сплату єдиного внеску, нарахованого на суму допомоги з тимчасової непрацевдатності (понад 5 днів) (1 258 021,00 + 6 619 377,00) * 0,003739										29 454	
	<b>Всього загальноновиробничі витрати по кошторису</b>										<b>3 518 561</b>	

Склав

Динніков І.В.  
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

Кадол Л.В.  
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Техніко – економічні показники проекту

№ пп .	Найменування показників	Од. виміру	Значення показника
1	Площа забудови	м <sup>2</sup>	7260
2	Загальна площа будівлі	м <sup>2</sup>	8090
3	Будівельний об'єм	м <sup>3</sup>	55300
4	Вартість будівництва об'єкта	тис. грн.	87827,586
	із неї: будівельно-монтажних робіт	тис. грн.	71486,661
5	Вартість будівництва об'єкта:		
	на 1м <sup>2</sup> загальної площі	тис.грн/м <sup>2</sup>	10,856
	на 1м <sup>3</sup> будівельного об'єму	тис.грн/м <sup>3</sup>	1,588
6	Вартість загальнобудівельних робіт:		
	всього	тис. грн.	50771,642
	на 1м <sup>2</sup> загальної площі	тис.грн/м <sup>2</sup>	6,276
	на 1м <sup>3</sup> будівельного об'єму	грн/м <sup>3</sup>	0,918
7	Трудомісткість будівельно-монтажних робіт по об'єкту		
	кошторисна	тис. люд.- год.	328,351
8	Витрати праці при виконання БМР на 1м <sup>2</sup> загальної площі		
	кошторисні	люд.-дн.	5,073
9	Витрати праці при виконанні БМР на 1м <sup>3</sup> будівельного об'єму		
	кошторисні	люд.-дн.	0,742
10	Кошторисна заробітна плата:		
	на виконання БМР	тис. грн.	8787,398
	на виконання загальнобудівельних робіт	тис. грн.	7877,398
11	Договірна ціна:		
	на будівництво об'єкта	тис. грн.	87827,586
12	Кошторисна заробітна плата на 1грн.договірної ціни при виконанні БМР	грн.	0,17
	при виконанні загальнобудівельних робіт	грн.	0,16
13	Рентабельність:		
	загальнобудівельних робіт	%	14
	БМР по об'єкту будівництва	%	13

Питання охорони праці й безпечного виконання робіт були враховані в розділі "Технологія та організація будівництва". Усі рішення магістерської роботи ґрунтувалися на нормативній і законодавчій базі охорони праці:

1. Закон України « Про охорону праці» від 1992 р.
2. ДБН А.3.2-2-2009
3. «Перелік нормативних документів в області будівництва, які діють на території України», затверджені Мінбудархітектури України від 10.03.94 г. №45.
4. «Правила пристрою й безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів».
5. Закон України « Про пожежну безпеку» від 1993 р.
6. Закон України « Про забезпечення санітарного й епідеміологічного благополуччя населення» від 1994 р.
7. Закон України « Про загальнообов'язкове державне страхування від нещасних випадків на виробництві й професійних захворювань, що спричинили втрату працездатності» від 2001 р.
8. СНиП 3.08-01-85 «Механізація будівельного виробництва. Рейкові шляхи баштових кранів».
9. ДЕРЖСТАНДАРТ 12.1.004-75 при виробництві зварювальних і інших вогненебезпечних робіт.
10. ДЕРЖСТАНДАРТ 12.1.004-85 для зберігання шкідливих і небезпечних речовин.

#### 6.1 Характеристика небезпек, очікуваних під час будівництва об'єкта

Безпека праці при розробці котлованів і траншей повинна бути забезпечена шляхом:

- улаштування укосів згідно ДБН А.3.2-2-2009;
- улаштуванням водовідливу поверхневих вод;
- розміщенням ґрунту, що залишається після розробки котловану для зворотної засипки, на безпечній відстані від подошви виїмки;

- улаштуванням огорож, позначень і світлової сигналізації в небезпечній зоні біля виїмки;
- організація нагляду за безпекою ведення робіт і станом стійкості стінок виїмки.

Додаткові заходи щодо збільшення стійкості укосів котлованів:

- зменшення зовнішнього навантаження на брівку котловану;
- улаштування поверхневого водовідводу.

При експлуатації екскаватора зі зворотною лопатою й автосамоскидів, можливе обвалення укусу котловану й падіння в котлован при мимовільному переміщенні екскаватора і його рухливих частин (ковша), через несправний стан екскаватора або автосамоскида, недостатню кваліфікації робітників, що керують машинами. Для запобігання подібних факторів необхідно вести постійний контроль лінійними інженерно-технічними працівниками на будівельному майданчику (виконроб, майстер, лінійний механік). Згідно ДБН А.3.2-2-2009 найменша припустима відстань до підшови котловану 2,0 м при глибині котловану до 2 м.

Загазованість повітря робочої зони може виникнути від роботи двигуна внутрішнього згоряння екскаватора й автосамоскида. У повітрі може втримуватися до 300 мг/м<sup>3</sup> відпрацьованих газів бензину, дизельного палива, які можуть викликати отруєння. Шум, що виникає від роботи двигунів, може досягати 80 – 95 дб, що у свою чергу впливає на зниження слуху.

#### 6.2 Монтаж будівельних конструкцій:

У процесі монтажу будівельних конструкцій розглядаються два найнебезпечніші випадки: при підйомі й після установки на опорах, але до установки постійних зв'язків і закріплень. При виборі й обґрунтуванні монтажу окремих конструкцій необхідно зробити розрахункову перевірку конструкцій на умови, які можуть виникнути на різних стадіях монтажу. Такі як втрата несучої здатності (загальну втрату стійкості, руйнування, якісна зміна конфігурації) і поява неприпустимих прогинів, осадок, тріщин.

При розрахунках конструкцій на монтажні умови слід урахувувати:

- постійні навантаження ( власна вага);
- тимчасові навантаження (вітрові, від монтажних пристосувань, механізмів, динамічних впливів при переміщенні й ударах у момент підйому й опускання або стикування монтуємих конструкцій).

По ДБН А.3.2-2-2009 виробництво монтажних робіт дозволяється при швидкості вітру не більш 15 м/с, а при монтажі конструкцій, що мають велику парусність – не більш 10 м/с.

Небезпечними факторами є:

- гравітація, яка характеризується можливістю падіння робітників з висоти (монтажних майданчиків, сходів, риштувань);
- обрив вантажу, що піднімається, у результаті виходу з робочого стану монтажного пристосування;
- вітрова й грозова метеообстановка на майданчику. При вітрі 16 м/с і більш робота на висоті більш 5 м припиняється, тому що при посиленому вітрі більш 5 м/с відбувається розгойдування вантажу, руйнування раніше змонтованих конструкцій, падіння робітників з висоти, перекидання монтажного крана з великою парусністю стріли;
- прохід електричного струму через тіло людини.

Розрахунки очікуваного числа уражень блискавкою в рік будинків не обладнаних захистом від блискавок.

$$N = (S + 6 h) (L + 6 h) n \cdot 10^{-6}$$

де: S, L, h – ширина, довжина, висота будинку; n – середньо річне число ударів блискавки н 1 км<sup>2</sup> у місці розташування будинку; n = 1 при інтенсивності грозової діяльності r у рік 10 – 20.

$$N = (43,46+6 \cdot 20,4) \cdot (50,34+6 \cdot 20,4) \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,03$$

Джерелом враження людини електричним струмом може бути незаземлений електрозварювальний апарат з напругою 380/220В.

### 6.3 Покрівельні роботи:

Небезпечними й шкідливими факторами є:

- гравітація (падіння з даху);
- вітрова й грозова метеорологічна обстановка;
- висока температура (до 1800 °С) гарячої бітумної мастики (опіки, можливість виникнення пожежі);
- токсична загазованість (при роботі з розчинниками, мастиками, ґрунтовками).

Наслідки є: опіки, отруєння, які впливають на склад крові людини, викликаючи порушення режиму живлення організму киснем і т.д.

### 6.4 Рішення по забезпеченню безпеки найнебезпечніших видів БМР

#### 6.4.1 Монтаж будівельних конструкцій

Під час монтажних робіт можна чекати:

- обрив стропів;
- обвалення змонтованих конструкцій;
- падіння з висоти;
- поразка електричним струмом при виконанні електрозварювальних робіт;
- перекидання монтажного крана.

Для попередження обриву троса 4-х гілкового стропа для підйому конструкцій виконаємо його розрахунки й вибір перерізу однієї гілки стропа:

$$S = P / (\cos\varphi \cdot n) = 2860 / (0,632 \cdot 4) = 1131,3 \text{ кг}$$

Розривне зусилля в стропі:

$$S_p = S_k = 1131,3 \cdot 1,2 = 1357,6 \text{ кг}$$

Приймаємо строп з канату ТК 6 х 37 з межею міцності дротів 1700 т/м<sup>2</sup>.

Для попередження травмування робітників при падінні конструкцій під час підйому або монтажу необхідно дотримання розмірів небезпечної зони роботи монтажного крана по всьому радіусу вильоту стріли. У межах розміщення тимчасових споруд і місць частого перебування людей не

дозволяється переміщувати стрілу крана. Небезпечна зона роботи крана дорівнює робочій зоні крана плюс 10 м. Перебування людей у цій зоні небезпечне й обмежується шляхом установки попереджувальних знаків.

Для запобігання падіння робітників з висоти передбачається наявність у монтажників запобіжних поясів, касок і захисного огороження по периметру поверху будівлі й у монтуємих прольотах.

Для попередження враження електричним струмом при зварювальних роботах передбачається застосування зниженої напруги, при якій дотик людини до електромережі не перевищує припустимого значення. Передбачається заземлення електрозварювального апарата, електрозварювальник має індивідуальні засоби захисту (щиток, рукавиці, спецодяг, спец взуття).

#### 6.5 Вказівки по техніці безпеки

1. Забороняється виконувати будівельно-монтажні роботи, пов'язані зі знаходженням людей в одній секції, над якою проводиться переміщення, установка або тимчасове закріплення елементів і конструкцій краном.

2. Забороняється підйом збірних залізобетонних конструкцій, що не мають монтажних петель, а також маркування або міток, що забезпечують їхнє правильне закріплення й монтаж:

- вантажозахватні пристрої повинні мати клеймо й міцно закріплену бирку із вказівкою номера пристосування, його вантажопідйомності й дати випробування;
- вантажні гаки вантажозахватних засобів повинні бути оснащені запобіжними пристроями, що запобігають мимовільному випадінню вантажу.

3. Під час перерв у роботі не допускається залишати підняті елементи конструкцій у висячому положенні. Розстроповку конструкцій робити після надійного закріплення їх постійними або тимчасовими в'язями.

4. Прорізи в перекриттях, призначені для монтажу устаткування, улаштування ліфтів, сходових кліток і т.п., до яких можливий доступ людей,

повинні бути закриті суцільними настилами або мати огороження. Прорізи в стінах при однобічному примиканні до них настилу (перекриття) повинні захищатися, якщо відстань від рівня настилу до низу прорізу менше 0,7 м.

5. У тих випадках коли зона, що обслуговується краном, повністю не знаходиться в зоні огляду машиніста, який знаходиться в кабіні, для передачі сигналів такелажника машиністу, наказом призначають сигнальника із числа досвідчених такелажників.

6. Підйом сипучих і дрібноштучних вантажів робити в спеціально призначеній тарі. При цьому заповнювати тару не вище встановленої норми.

7. Швидкість руху автотранспорту поблизу місць виконання робіт не повинна перевищувати 10 км/год на прямих ділянках і 5 км/год на поворотах.

#### 6.6 Заходи щодо підвищення електробезпеки:

1. Шафа розподільного пристрою повинна бути забезпечена замком.

2. Заземлити підкранові колії баштового крану.

3. Усі металеві частини електроустановок, що не перебувають під напругою, заземлити.

4. Щоб уникнути швидкого зношення кабелю, що постачає електроенергію до баштового крану, уздовж рейкового шляху виконують піщану підсипку.

5. Усі пускові пристрої повинні бути розміщені так, щоб виключити можливість пуску машин і механізмів сторонніми особами.

6. Робочі місця, проїзди, проходи й склади на будівельному майданчику в темний час доби повинні бути освітлені.

#### 6.7 Протипожежні заходи:

1. Будівельний майданчик повинен мати в'їзд і виїзд.

2. Обладнати на майданчику два протипожежні пости первинних засобів, що складаються зі щита пожежогасіння, ящика з піском і бочки з водою. Не допускається використання первинних засобів пожежогасіння не за призначенням.

3. Не заходащувати під'їзди, проїзди, входи в будівлю, а також підходи до складів.

4. Відстань від місця виконання електрозварювальних робіт до місця розташування електрозварювального апарата повинне бути не менш 0,5м.

5. Зварювальні роботи ведуться на висоті з риштувань. При цьому зварювальник забезпечується сумкою для електродів і ящиком для недогарків. При роботі в сиру погоду, зварювальник повинен мати діелектричні рукавички й взуття.

## 7.1 Загальні відомості

Цей розділ розроблений на основі "Положення про склад і зміст матеріалів оцінки впливів запроєктованої діяльності на стан навколишнього середовища і природних ресурсів (ОВНС) на різних стадіях вирішення завдань будівництва нових, розширення, реконструкції, технічного переозброєння діючих промислових та інших об'єктів", затвердженого наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 59 від 8.07.1992 р. та ДБН А.2.2-1-95 "Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд".

Метою ОВНС є екологічне обґрунтування доцільності будівництва і забезпечення вимог екологічної безпеки, виявлення і, відповідно, попередження можливих негативних екологічних наслідків, які можуть виникнути при будівництві і експлуатації проєктованого об'єкту.

Основними завданнями ОВНС є:

- загальна характеристика існуючого стану території району і майданчика будівництва або їх варіантів, де планується здійснити проєктовану діяльність;
- розгляд і оцінка екологічних, соціальних і техногенних факторів, санітарно-епідемічної ситуації конкретно-можливих альтернатив (у тому числі технологічних і територіальних) планованої діяльності та обґрунтування переваг обраної альтернативи та варіанта розміщення;
- визначення переліку можливих екологічно небезпечних впливів і зон впливів планованої діяльності на навколишнє середовище за варіантами розміщення;
- визначення масштабів і рівнів впливів планованої діяльності на навколишнє середовище;
- прогноз змін стану навколишнього середовища відповідно до переліку впливів;

- визначення комплексу заходів щодо попередження та обмеження небезпечних віз-дій планованої діяльності на навколишнє середовище, необхідних для дотримання вимог природоохоронного та санітарного законодавства та інших законодавчих і нормативних документів, що стосуються безпеки навколишнього середовища;

- визначення прийнятності очікуваних залишкових впливів на навколишнє середовище, які можуть мати місце за умови реалізації всіх передбачених заходів;

- складання Заяви про екологічні наслідки діяльності.

У матеріалах ОВНС визначено сучасний стан території, яка вибрана для здійснення запланованої діяльності, повітряного і водного середовища, ґрунту, рослинного і тваринного світу, соціального і техногенного середовища, розглянуто питання зберігання та утилізації виробничих відходів.

## 7.2. Аналіз джерел забруднення навколишнього середовища

При будівництві відбувається процес забруднення навколишнього середовища, основними джерелами якого є:

- земляні роботи (порушення рослинного шару ґрунту під час будівництва котловану);

- рух автотранспорту – виділення вихлопних газів при роботі автомобільного транспорту будівельних машин та механізмів; пиловиділення при русі автотранспорту по будівельному майданчику;

- зварювальні роботи у період будівництва.

Зведення будівель – це пряме втручання у навколишнє середовище, що призводить до ландшафтних змін на невеликій території (локальних ландшафтних змін). Це зумовлено трансформаціями ґрунту як верхнього поверхневого горизонту літосфери в межах суші. Порушення ґрунтового покриву при виконанні земляних робіт веде до втрати його родючості,

первинної структури, погіршення фізико-хімічних та біологічних властивостей верхнього горизонту порід .

Атмосферні води на території будівельного майданчика також можуть бути забруднені піском, мулом, оліями, хімікатами і т.п.

Але найбільшого забруднення атмосфера зазнає при роботі автомобілів і автомобільних пристроїв. У відмінності від промислових організованих джерел забруднення атмосфери, що знаходяться на нерухомих площадках і відокремлені від житлових районів санітарно-захисними зонами, автомобіль є рухомих нестационарним джерелом забруднення атмосфери. Автомобільні гази - це дуже складна суміш компонентів (біля 180...240 складових). Основними з них є: азот, кисень, пари води, бенз-а-пірен, оксиди вуглецю та азоту, вуглеводні й інші

. Так, при спалюванні однієї тонни бензину в повітря потрапляють 39,5 кг оксиду вуглецю, 34 кг вуглеводню, 20 кг оксидів азоту, 1,55 кг діоксиду сірки, 0,93 кг альдегідів. При спалюванні 1 т дизельного палива в повітря потрапляють: 21 кг оксиду вуглецю, 20 кг вуглеводню, 34 кг оксиду азоту, 1,8 кг альдегідів, 2 кг сажі .

1. Викид шкідливих речовин розраховується за формулою:

$$G = g \cdot N \cdot K \cdot c, \quad (7.1)$$

де G - питома кількість шкідливих речовин, що становиться до одного виїзду з помешкання й умовної потужності двигуна на одну кінську силу г/к/с на 1 виїзд;

N - потужність двигуна, к.с:

K - число виїздів автомобілів із помешкання протягом однієї години, виїзд/год; c - коефіцієнт, що враховує інтенсивність руху автомобілів.

Значення питомої кількості шкідливих речовин на один виїзд: g (CO) = 1,2 г/л.с, g (NO<sub>2</sub>)=0,02, г/л.с.

Коефіцієнт C для урахування інтенсивності руху: для парковок C = 1.

Тоді, за формулою (7.1):

$$G (CO) = 1,2 \cdot 60 \cdot 1 \cdot 1 = 72 \text{ г на один виїзд};$$

$$G(\text{NO}_2) = 0,02 \cdot 60 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2 \text{ г на один виїзд.}$$

2. Маса шкідливих газів, що відпрацювали, за один рік визначається за формулою:

$$M_j^T = \sum^i \sum^K m_{j,i,k} \cdot z_{i,k} \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (7.2)$$

де  $i$  - число груп автомобілів;

$m_{j,i,k}$  - питомий викид  $j$ -ї шкідливої речовини автомобілем  $i$ -ї групи з двигуном  $k$ -го типу за розрахунковий період, г/км;

$z_{i,k}$  - пробіг автомобілем  $i$ -ї групи з двигуном  $k$ -го типу за розрахунковий період, млн. км;

$k_1, k_2$  - коефіцієнти впливу технічного стану і середнього віку на викиди  $i$ -ї групи з двигуном  $k$ -го типу.

Питомі викиди шкідливих речовин:  $m(\text{CO}) = 16,1$  г/км;  $m(\text{CH}) = 1,6$  г/км;  $m(\text{NO}_2) = 2,19$  г/км.

Коефіцієнт впливу технічного стану  $k_1$  і середнього віку автомобіля  $k_2$  на об'єм викидів:  $k_1(\text{CO}) = 1,28$ ;  $k_2(\text{CO}) = 1,62$ ;  $k_1(\text{CH}) = 1,17$ ;  $k_2(\text{CH}) = 1,78$ ;  $k_1(\text{NO}_2) = 1$ ;  $k_2(\text{NO}_2) = 0,9$ .

За формулою (7.2) визначаємо масу шкідливих газів, що відпрацювали, за рік для 233 легкових автомобілів з річним пробігом 15 тис. км:

$$M(\text{CO}) = 289 \cdot 16,1 \cdot 1500 \cdot 1,28 \cdot 1,62 = 14,47 \text{ т;}$$

$$M(\text{CH}) = 289 \cdot 1,6 \cdot 1500 \cdot 1,17 \cdot 1,78 = 1,44 \text{ т;}$$

$$M(\text{NO}_2) = 289 \cdot 2,19 \cdot 1500 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,85 \text{ т.}$$

3. Плата за викиди забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення впроваджується з метою екологічної мотивації атмосфероохоронних заходів, упорядкування джерел їхнього фінансування, кредитування і стимулювання, відшкодування народногосподарського збитку, завданого забрудненням атмосферному повітрю.

Розміри платежів за викиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення встановлюються на основі нормативів платежів за ці викиди і кількості використовуваного пального.

Розмір платежів за викиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами ( $P_{aa}$ ) визначається по формулі:

$$P_{aa} = \sum_{i=1}^n (N_i \cdot M_i) \cdot k_t, \quad (7.3)$$

де  $N_i$  - норматив плати за викиди забруднюючих речовин, що утворюються в результаті спалювання однієї тонни  $i$ -го пального, грн./т;

$M_i$  - річний обсяг використання пального  $i$ -го виду, т;  $k_t$  - коефіцієнт, що враховує територіальні екологічні особливості

Визначаємо розмір платежів за викид забруднюючих речовин автотранспортом: легкові автомобілі (на не етиловому бензині) з річною витратою палива 1,35 т/рік.

Норматив плати за викиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення:  $N_i = 0,2$  грн./т;

Значення коефіцієнта, що враховує територіальні та екологічні особливості міста:  $k_t = 2,0$

Тоді розмір платежів буде складати:

$$P_{aa} = 289 \cdot 0,2 \cdot 2 \cdot 1,35 = 156,06 \text{ грн./рік.}$$

### 7.3. Методи боротьби з факторами забруднення території

Відповідно до вимог діючого природоохоронного законодавства, усі порушені в результаті антропогенного впливу землі, підлягають відновленню. Тому виконується комплекс робіт, направлених на відновлення продуктивності та народногосподарської цінності порушених земель, на покращення умов оточуючого середовища.

Для забезпечення можливості забудови території та покращення навколишнього середовища, необхідно провести такі підготовчі роботи:

- провести інженерну підготовку території; - провести геологічні дослідження та аналіз ґрунтів на відповідність їх якості гігієнічним нормативам і виконати, при необхідності, відповідні роботи по покращенню їх якості ;

- провести роботи по благоустрою водоймища і прилеглої території для організації зони відпочинку.

Після завершення планувальних робіт передбачено нанесення (з резерву) на поверхню ділянки будівництва ґрунтового шару завтовшки 30 см. Далі проводяться біомеліоративні роботи щодо відновлення родючості нанесеного шару ґрунту та створення його необхідної структури.

Наступним негативним явищем для навколишнього середовища є транспорт. Рух автотранспорту по будівельному майданчику спричиняє, особливо в суху погоду, підіймання пилу. Тому, потрібно приймати заходи боротьби з пиловиділенням, а саме – зволоження тимчасових доріг звичайною водою або хімічними розчинами (взимку) 1,5–2 л/м<sup>2</sup>.

Треба зазначити, що основна частина будівельної техніки працює на паливі. Це призводить до того, що відбувається активне забруднення атмосфери продуктами спалювання. Щоб запобігти цьому процесу, необхідно правильно спланувати тимчасові дороги, які повинні бути максимально короткими. Ця умова має виконуватися для того, щоб транспорт не робив зайвих маневрів, бо максимально зменшений шлях руху машин по території будівництва зменшує час їх роботи, а отже, прямо пропорційно зменшується викид шкідливих речовин до атмосфери.

Основні фактори зниження вихлопів шкідливих речовин є використання та експлуатація машин зі справною паливною та газорозподільною системами, від яких прямо пропорційно залежить шкідливість вихлопних газів.

У місцях зупинки машин та механізмів можливе попадання в ґрунт машинних мастил та інших речовин. Для того, щоб попередити це негативне явище, передбачені збірники для мастил та інших рідин, котрі можливо видалити шляхом відкачки до резервуару для відправки на переробку. Улаштування гідроізоляції підлоги попереджує потрапляння забруднюючих рідин у ґрунт.

Ще одним фактором забруднення є зварювальні роботи. Вони проводяться, в основному, на відкритому повітрі досить нетривало у різних частинах комплексу, який будується, тому попередити забруднення атмосфери майже неможливо. Зварювальний пил – аерозоль, який складається з часток оксидів металів та мінералів у газовому середовищі. Основні складові цієї суміші: оксиди заліза (ГДК = 6 мг/м<sup>3</sup>), оксиди марганцю (ГДК = 10 мг/м<sup>3</sup>), оксиди кремнію (ГДК = 6 мг/м<sup>3</sup>), хрому, фтору. Найбільш шкідливими при зварюванні є токсичні гази, що виділяються при цьому: оксиди азоту (ГДК = 5 мг/м<sup>3</sup>), вуглецю та фтористого водню.

Доцільно використовувати автоматичне зварювання, при якому відбувається значно менше виділення шкідливих газів і пилу.

З урахуванням впливу будівництва на навколишнє середовище розробляються природоохоронні заходи, які направлені на виконання нормативних вимог до стану навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів.

Отже, з усього вище викладеного можна зробити деякі узагальнення, які допоможуть захистити навколишнє середовище від забруднення.

Таким чином при виконанні будівельно-монтажних робіт необхідно:

- не допускати забруднення ПММ, фарбами і розчинами;
- вивозити будівельне сміття;
- дотримуватись заходів попередження загазованості повітря;
- всі працюючі на будівельному майданчику машини з двигунами

внутрішнього згорання мають бути перевірені на токсичність вихлопних газів;

- з метою боротьби з шумом робота механізмів «вхолосту» на території будівельного майданчика забороняється.

Також слід передбачати заходи по зменшенню забруднення атмосфери пилом, шкідливими газами та відходами в період будівництва на період виконання таких робіт:

- скидання будівельного сміття – виконувати по закритим лоткам або

опускати краном в спеціальних ємностях;

- проведення зварювальних робіт – здійснювати на добре вентиляльованих ділянках для запобігання отруєння газами, які утворюються при зварюванні;

- рух транспорту – тільки по обладнаним внутрішньо майданчиковим автомобільним дорогам, які слід підтримувати в належному стані.

Після завершення будівництва на території об'єкта виконується планувальна робота, ліквідуються виїмки та насипи, прибирається будівельне сміття, здійснюється благоустрій земельної ділянки.

Для попередження затоплення ділянки зливними і талими водами на її поверхні передбачено організацію системи зливної каналізації та водовідводу, а також дренажу. При експлуатації будівлі немає загрози для навколишнього середовища.

#### 7.4. Роль зелених насаджень

Після завершення планувальних робіт проводиться озеленення території.

Зелені насадження збагачують повітря киснем, сприяють розсіюванню шкідливих речовин та поглинають їх. Недаремно кажуть, що вони є легенями нашої планети.

Деревинно-чагарникова рослинність – ефективний фільтр, який має властивості забирати з повітря тверді частки пилу, сажі, поглинати з повітря, та ефективно засвоювати газоподібні речовини такі як: сірковий ангідрид, хлор, фенол, мікрочастки марганцю, заліза, свинцю, алюмінію та інші. 1 га зелених насаджень фільтрує з повітря до 50-70 т пилу в рік, зменшує гранично допустимі концентрації шкідливих речовин на 30-40%. З цією метою передбачається влаштування газонів, а також висадки дерев та кущів. Зелені насадження збагачують повітря киснем, допомагають розсіювати шкідливі речовини і поглинають їх. При озелененні території навколо будівлі, обочин доріг треба вибирати дерева, кущі, газонні рослини в

залежності від кліматичного району, характеру будівлі і ефективності даної породи для очищення повітря, а також їх газостійкість.

Зелені насадження також знижують рівень вуличного шуму на 1- 10 дБ, завдяки поглинанню звукової енергії листям. Завдяки підібраним рослинам, збагачуватиметься атмосфера. Повітря навколо комплексу стане більш свіжим та очищеним. Будуть створені умови для комфортного відпочинку. Для озеленення будуть використані наступні види рослин:

1. Туя західна "Колумна" (вік 5 років), кількість – 29;
2. Дуб звичайний (вік 5 років), кількість – 70;
3. Дуб червоний (вік 7 років), кількість – 17;
4. Ялина Олендорфа (вік 5 років), кількість – 424;
5. Сакура (вік 5 років), кількість – 9;
6. Ялина сиза (вік 5 років), кількість – 22;
7. Горіх волоський (вік 7 років), кількість – 10;
8. Береза (вік 5 років), кількість – 8;
9. Туя декоративна (вік 5 років), кількість – 20;
10. Лох вузьколистий (вік 5 років), кількість – 28;
11. Ясен (вік 5 років), кількість – 19;
12. Клен гостролистий (вік 5 років), кількість – 8;

У результаті виконання всіх вищевказаних заходів із захисту атмосфери, ґрунтового шару та водного середовища екологічні умови в районі розташування нового будівництва не будуть порушені. Будівництво не суттєво вплине на екологію навколишнього середовища, а можливі викиди шкідливих речовин не перевищать гранично допустимих концентрацій.

### 8.1. Технологія влаштування буронабивних паль

Процедура формування фундаментів, що базуються на буронабивних палях та стовпах, охоплює послідовну реалізацію низки технологічних етапів. Цей комплексний процес передбачає:

1. Підготовку будівельної ділянки для виконання бурових робіт.
2. Буріння проектних свердловин у ґрунтовому масиві.
3. Монтаж арматурного каркаса всередину свердловини та її подальше заповнення бетонною сумішшю.
4. Влаштування фундаментної плити (див. рис. 8.1).

Згідно з нормативною класифікацією, армовані та бетоновані свердловини диференціюються за геометричними параметрами: конструкції з діаметром 1 метр і більше визначаються як бурові стовпи, тоді як елементи з діаметром до 1 метра класифікуються як буронабивні палі.



Рисунок 8.1 – Влаштування фундаментів на бурових палях

Нормативно-технічна документація визначає диференціацію методів імплементації буронабивних паль за технологією формування свердловини та способом бетонування:

- Набивні бетонні (НБ) та залізобетонні (НЗБ) палі:
  - Метод: ці конструкції формуються безпосередньо у ґрунтовому масиві будівельної ділянки. Процес утворення свердловин відбувається шляхом примусового витіснення ґрунту, після чого у звільнений простір укладається бетонна суміш .
  - Принцип: технологія базується на зміні структури ґрунту в зоні контакту з мінімізацією вилучення матеріалу.
- Бурові залізобетонні (БЗБ) палі:
  - Метод: влаштовуються у ґрунті шляхом заповнення бетонною сумішшю заздалегідь підготовлених (пробурених) свердловин.
  - Принцип: технологія передбачає попереднє механічне руйнування та видалення ґрунту з проектної зони.

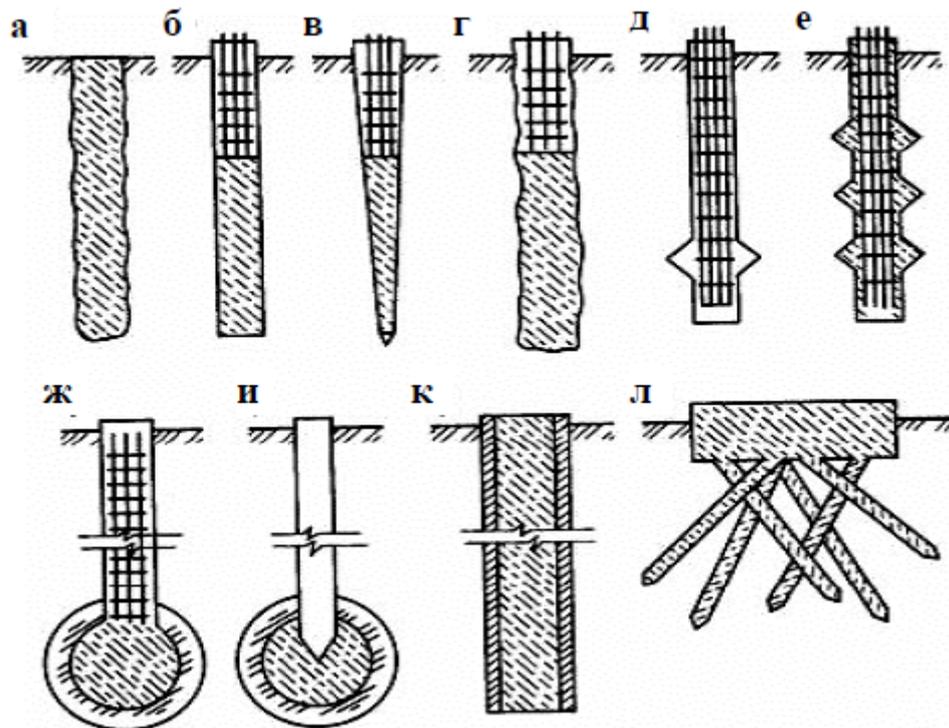


Рисунок 8.2 – Набивні палі: а – бетонна; б – залізобетонна циліндрична; в – конічна; г – із профільованою поверхнею; д – з одним розширенням; е – з декількома розширеннями; ж – із камуфлетним розширенням; и – комбінована камуфлетна; к – в залізобетонній оболонці; л – коренеподібні палі

Набивні палі класифікуються відповідно до способу формування порожнини та технології бетонування:

- Палі, утворені зануренням інвентарних труб:
  - Метод: реалізується шляхом занурення інвентарних обсадних труб, нижній торець яких герметизовано металевим башмаком (що залишається в ґрунті) або бетонною пробкою. Подальше вилучення цих труб відбувається синхронно з заповненням сформованої свердловини бетонною сумішшю.
- Віброштамповані палі:
  - Метод: влаштовуються у свердловинах шляхом ущільнення жорсткої бетонної суміші за допомогою вібраційного штамп. Віброштамп є трубою із загостреним нижнім кінцем та інтегрованим вібраційним занурювачем.
- Палі у виштампованому ложі:
  - Метод: передбачає виштамповування у ґрунті свердловин, які мають пірамідальну або конусну конфігурацію, з подальшим їхнім заповненням бетонною сумішшю.

Бурові палі розподіляються за технологією буріння та особливостями конструкції:

- Палі з суцільним перетином: включають елементи з розширеннями або без них, що бетонуються у свердловинах. Буріння може здійснюватися з кріпленням стінок вилучаємими обсадними трубами або без їхнього використання.

- Порожнисті палі з круглим перетином: влаштовуються із застосуванням багатосекційного віброосердя.
- Палі з ущільненим забоєм: формуються шляхом трамбування (ущільнення) щебеневого матеріалу безпосередньо у забої свердловини.
- Палі з камуфлетною п'ятою: влаштовуються після буріння свердловини шляхом створення розширення у її нижній частині за допомогою контрольованого вибуху або інвентарного розширювача. Після цього свердловина заповнюється бетонною сумішшю.
- Бурунабивні/Буроін'єкційні палі (діаметром 0,15 до 0,25 м): Влаштовуються у пробурених свердловинах методом нагнітання (ін'єкції) дрібнозернистої бетонної суміші або цементно-піщаного розчину. Буроін'єкційний метод також може включати ущільнення довколишнього ґрунту шляхом оброблення свердловини за розрядно-імпульсним методом.
- Буроін'єкційні палі, влаштовувані за допомогою порожнистого шнека (CFA-метод).

#### 8.1.1. Влаштування палей методом безперервного прохідного шнека (Continuous Flight Auger – CFA)

Палі, що формуються за допомогою безперервного (прохідного) порожнистого шнека (CFA), складаються з елементів, довжина яких варіює від 1,5 до 6,0 метрів.

- Геометричні параметри шнека:
  - Зовнішній діаметр шнеків (D): \$400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200\$ мм.
  - Діаметр внутрішнього отвору (d) (труби шнека): 100 до 125 мм.

Технологія: видалення ґрунту на поверхню відбувається під час підймання шнека. Це здійснюється за рахунок гвинтової лопаті, яка наварена по всій довжині осердя труби шнека. Шнековий механізм переміщується всередині напрямного очищувача, який встановлено на напрямному стояку. Шнек також оснащується спеціалізованими буровими наконечниками, адаптованими для різних типів ґрунтів: пухких, зв'язаних та твердих.

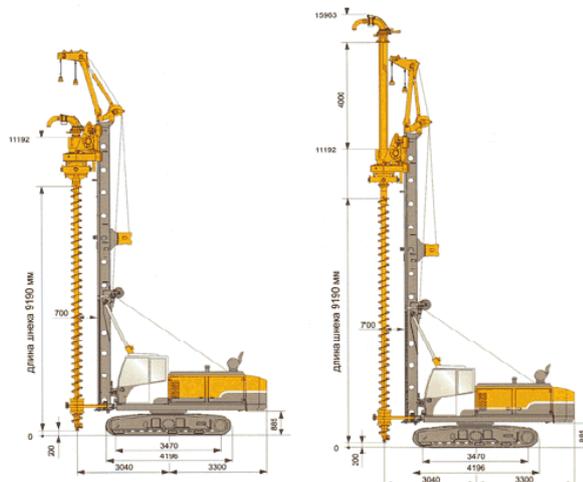


Рисунок 8.3 – Спосіб буріння з нескінченим шнеком

Процес імплементації бурюін'єкційних паль за технологією безперервного прохідного шнека (СФА) складається з низки послідовних операцій . Основні фази, що становлять початок цього циклу, є такими:

1. Геодезичне розмічування: виконання точного визначення та фіксації планового (горизонтального) положення центру палі на будівельному майданчику відповідно до проектної документації.
2. Позичіонування бурової установки: наведення (центрування) бурової машини та встановлення її робочого органу (шнекової колони) безпосередньо над проектною точкою влаштування палі.
3. Занурення шнекової колони: здійснення обертального занурення шнекової колони в ґрунт до досягнення заданої проектної відмітки (глибини). У разі потреби, для досягнення необхідної глибини, виконується нарощування шнека додатковими секціями (рис. 8.4, а, б) .

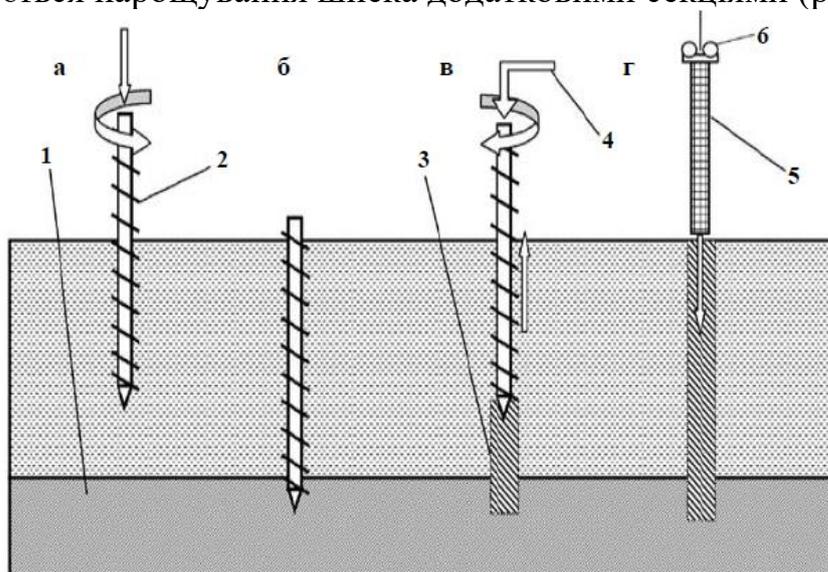


Рисунок 8.4 – Технологічні операції з влаштування набивних паль за допомогою прохідного шнека: а, б – буріння шнека на проектну відмітку; в – витягування шнека з одночасним заповненням бетоном свердловини; г – вібраційне вставлення арматурного каркаса в бетонний стовбур; 1 – несучий шар ґрунту; 2 – прохідний шнек; 3 – заповнена бетоном свердловина в ґрунті; 4 – напрям подавання бетону в свердловини через порожнину шнека; 5 – арматурний каркас; 6 – вібратор на гаку-крані

Ключовою операцією є поступове витягування шнекової колони, що здійснюється синхронно з подаванням бетонної суміші на забій. Бетононасос нагнітає суміш через внутрішню порожнину шнека.

- Тиск бетонування: початкове закачування відбувається під тиском приблизно  $2 \text{ кг/см}^2$  для забезпечення видавлювання технологічної заглушки з отвору в нижньому торці труби. Надалі робочий тиск стабілізується у діапазоні  $1,0\text{--}1,5 \text{ кг/см}^2$ .
- Контроль заглиблення: протягом всього процесу бетонування шнекова колона має бути постійно заповнена бетонною сумішшю. Для запобігання обвалу стінок свердловини та збереження цілісності стовбура палі, нижній кінець шнека має бути заглиблений у вже укладений бетон не менше ніж на 1 метр (рис. 8.4, в) .

- Режим вилучення: підймання шнека виконується без обертання або із повільним обертанням у тому ж напрямку, що й під час буріння.

Після завершення бетонування виконуються такі операції:

- Зачищення гирла: проводиться видалення (зачищення) ґрунту, витягнутого на поверхню, із зони гирла свердловини із залученням будівельної техніки (наприклад, екскаватора).
- Монтаж арматурного каркаса: установлення арматурного каркаса в свіжоукладений бетонний стовбур. Занурення каркаса може здійснюватися за допомогою вібраційного обладнання, під дією сили тяжіння (з використанням гака крана або ковша екскаватора) або за допомогою допоміжної лебідки (рис. 3.4, г) .
- Формування оголовка: здійснюється формування проектного оголовка палі, включаючи, за потреби, занурення додаткового арматурного каркаса.
- Переміщення установки: перебазування бурової установки на наступну точку імплементації палі.

Вимоги до бетонної суміші:

Для забезпечення успішного занурення арматурного каркаса та якісного заповнення свердловини необхідно застосовувати самоущільнювальний бетон. Технічні характеристики суміші повинні відповідати:

- Розмір фракції щебеню: 5–20 мм.
- Марка рухливості/пластичності: П4 або П5.

Обмеження та Продуктивність:

Застосування методу CFA дозволяє виготовляти палі з максимальним діаметром до 1200 мм та довжиною до 32 метрів.

Основні технологічні переваги:

1. Висока несуча здатність: формування паль із забезпеченням значної несучої здатності.
2. Відсутність динамічних впливів: процес є безвібраційним та безударним, що є критично важливим для умов щільної забудови.
3. Висока продуктивність: забезпечення високої швидкості виконання робіт.

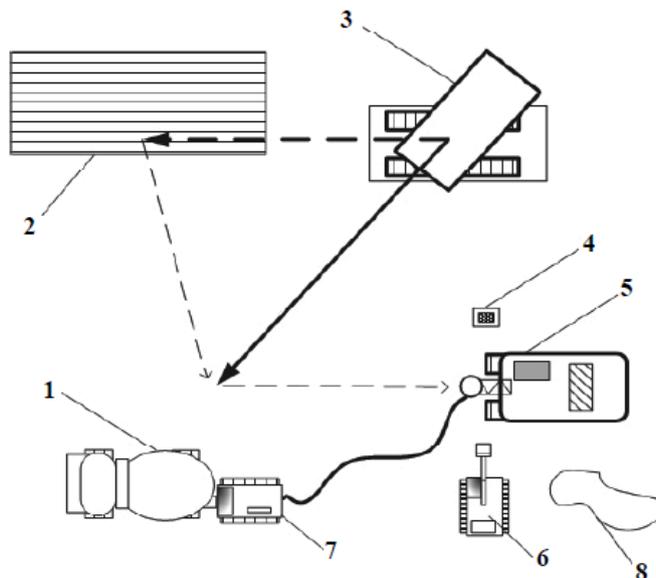


Рисунок 8.5 – План-схема організації робіт під час влаштування бурових паль за методом прохідного шнека: 1 – автобетоновоз; 2 – арматурні каркаси; 3 – кран; 4 – вібратор; 5 – бурова установка; 6 – гідравлічний екскаватор; 7 – самохідний бетононасос на гусеничному ході; 8 – відвал ґрунту

Застосування технології безперервного прохідного шнека (СФА) супроводжується низкою технічних ризиків та експлуатаційних недоліків, які потребують контролю та компенсації:

- Вплив на ґрунтовий масив: існує імовірність часткового ущільнення або знещільнення ґрунту по всій глибині формування палі в процесі буріння.
- Ускладнення в слабких водонасичених ґрунтах: під час роботи в слабких, високо водонасичених ґрунтах може спостерігатися надмірний обсяг вилученого ґрунту, що значно перевищує геометричний об'єм свердловини. Це явище обумовлене ефектом налипання ґрунту на шнекову спіраль.
- Ризик підсмоктування ґрунту: загроза підсмоктування навколишнього ґрунту в порожнину свердловини виникає внаслідок несвоєчасного подавання бетонної суміші в момент відривання нижнього торця шнека від вибою.
- Сезонні економічні фактори: технологія може спричиняти сезонне здорожчання робіт у холодний період, пов'язане з необхідністю прогрівання бетонної суміші.
- Вимивання бетону в напірних водах: у разі формування палі в умовах напірних водонасичених ґрунтів існує ризик вимивання свіжоукладеної бетонної суміші та, як наслідок, оголення арматурного каркаса.
- Логістичні витрати: метод передбачає додаткові транспортні витрати на вивезення значних обсягів витягнутого ґрунту.
- Перешкоди під час буріння: за наявності у ґрунтовій основі щільних шарів із включеннями гальки або валунів можливе відхилення стовбура палі від проектної осі або повна зупинка процесу буріння.

Організація робочого процесу:

План-схема організації технологічних операцій представлена на рисунку 8.5 .

#### 8.1.2. Влаштування паль методом «під захистом обсадних труб»

Метод влаштування паль під захистом обсадних труб визнано найбільш раціональним для реалізації великодіаметрових паль (як правило, діаметром до 2 метрів).

Процес занурення обсадної труби:

Обсадна труба занурюється у ґрунт із використанням обертача, який приводить її в рух через закріпленій на трубі хомут. Одночасно із обертанням труба вдавлюється за допомогою гідравлічного домкрата (рис. 8.6) .



Рисунок 8.6 – Установа для влаштування паль під захистом обсадних труб  
Обсадна труба має секційну конструкцію і формується з декількох жорстко з'єднаних елементів.

Етапи занурення та нарощування:

- Витягування ґрунту: у процесі занурення обсадної колони паралельно виконується видалення ґрунту з її внутрішньої порожнини.
- Нарощування секцій: після досягнення проектного рівня поточної секції здійснюється нарощування колони шляхом монтажу наступної секції.
- Герметизація з'єднань: для забезпечення гідроізоляції та запобігання потраплянню ґрунтових вод і сторонніх включень, стики між секціями обсадних труб підлягають додатковій герметизації.



Рисунок 8.7 – Буровий інструмент для пластичних і щільних скельних ґрунтів

Для здійснення бурових робіт використовується диференційований набір інструментів, які закріплюються на кінці телескопічної штанги Келлі. Штанга Келлі має розсуну конструкцію, що забезпечує поглиблення свердловини. (рис. 8.7).

До основних типів бурового інструменту належать:

- Шнеки (для спірального підйому ґрунту).
- Ковшебури (для виймання великих обсягів м'якого ґрунту).
- Колонкові бури (для проходження скельних і твердих порід з відбором керна).
- Желонки (для видалення розрідженого ґрунту та шламу).
- Грейфери (для виймання сипучих або обвалених ґрунтів).

Швидкість проходження (проходка) свердловини є функціональною залежністю від типу ґрунту та продуктивності використовуваного бурового інструменту.

Процес імплементації буронабивних паль із застосуванням обсадних труб передбачає послідовне виконання комплексу операцій (Рис. 8.8).

Початковими етапами є:

1. Геодезичне розмічування: виконання точного визначення та фіксації планового (горизонтального) положення центру палі на будівельному майданчику відповідно до проектних координат.

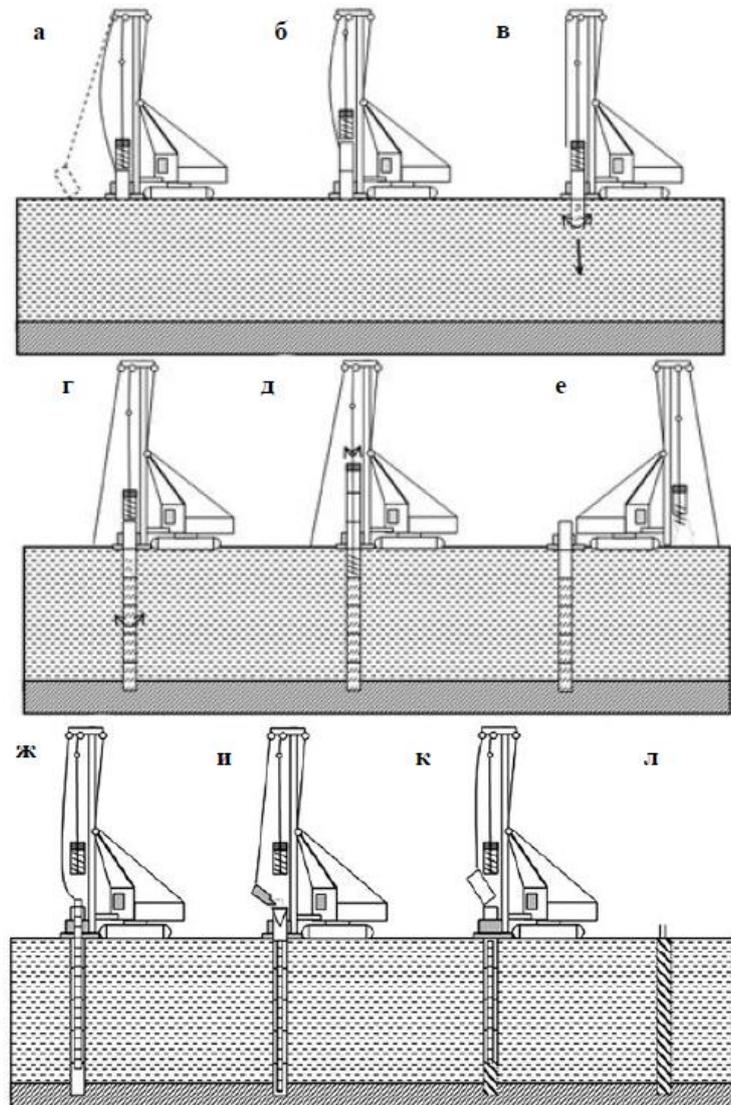


Рисунок 8.8 – Метод улаштування паль в обсадних трубах: а, б – монтаж перших секцій обсадних труб; в, г – обертальне занурення труб; д, е – очищення обсадних труб від ґрунту коротким шнеком з його подальшим витяганням на поверхню; ж – занурення каркаса; и, к – бетонування; л – готова палля

2. Позиціонування та початкове занурення: здійснюється наведення бурової установки та центрування її робочого органу над проектною точкою імплементації палі.
3. Послідовне буріння та евакуація ґрунту: цей етап включає циклічне занурення секцій обсадної труби з одночасним вийманням ґрунту та його подальшою евакуацією з ділянки.
  - Початок процесу: цикл ініціюється випереджувальним бурінням свердловини обсадною трубою, оснащеною армованим наконечником (кільцевою коронкою). Обсадна труба занурюється у ґрунт на глибину 1,5–2,0 м за допомогою обертача або трубовкручувального столу (рис. 8.8, а–д).

- Очищення: після початкового занурення очищення обсадної труби від ґрунту виконується із застосуванням телескопічної штанги Келлі з підвішеним коротким шнеком (рис. 8.8, д, е). У разі буріння в м'якопластичних ґрунтах для чищення труб застосовується ковшовий бур.
  - Циклічність: операції буріння свердловин та вилучення ґрунту повторюються після кожних 1,5–2,0 м додаткового занурення обсадних труб.
4. Підготовка до бетонування: після досягнення проектної глибини здійснюється витягування основного бурового інструменту з колони обсадних труб, зачищення забою від шламу (шламових відкладень), а також встановлення та фіксація арматурного каркаса (рис. 8.8, ж) .
  5. Бетонування конструкції (Метод ВПТ): Заповнення палі бетонною сумішшю здійснюється методом вертикально переміщуваної труби (ВПТ). Подавання бетонної суміші у бетонолитну трубу здійснюється з лотка автобетонозмішувача або за допомогою бетононасоса (рис. 8.8, и).
  6. Вилучення обсадних та бетонолитних труб: У процесі бетонування зі свердловини послідовно витягуються секції обсадних та бетонолитних труб. Критично важливо забезпечити постійне заглиблення нижніх торців обсадної та бетонолитної труб у свіжоукладеному бетоні на величину 1,0–1,5 м для запобігання сегрегації бетону та потраплянню ґрунту (рис. 8.8, к, л) .

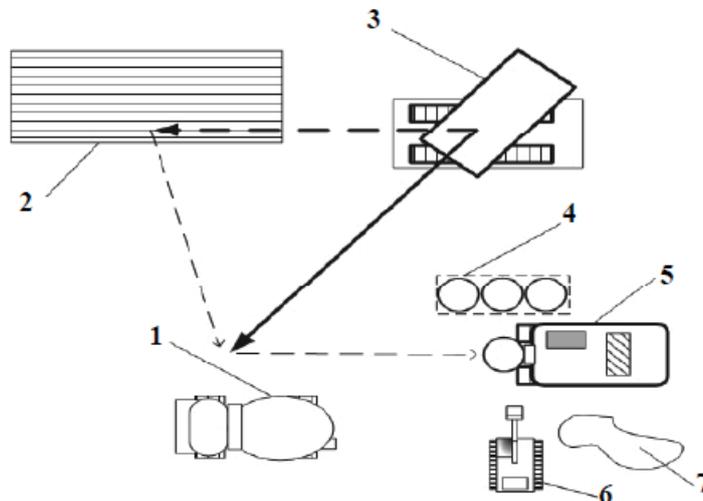


Рисунок 8.9 – План-схема організації робіт під час влаштування бурових паль під захистом обсадних труб: 1 – автобетонозов; 2 – арматурні каркаси; 3 – кран; 4 – ділянка складування обсадних і бетонолитних труб; 5 – бурова установка; 6 – гідравлічний екскаватор; 7 – відвал ґрунту

Метод дає змогу імплементувати палі із значними геометричними параметрами: максимальний діаметр – до 2000 мм; максимальна довжина – до 80 м.

Основні переваги:

- Стійкість до включень: можливість ефективного виконання робіт у ґрунтах, що містять валунні включення.

- Якість бетонування: забезпечення високої якості та суцільності стовбура палі в процесі бетонування.
- Геотехнічний контроль: здійснення оперативного контролю відповідності фактичних характеристик ґрунту проектним даним.
- Відсутність динамічного впливу: формування палі великої несучої здатності без динамічних та вібраційних впливів на навколишню забудову.

Основні недоліки:

- Низька продуктивність: метод характеризується відносно низькою швидкістю виконання робіт.
- Сезонне здорожчання: імовірність сезонного збільшення вартості через необхідність прогрівання бетонної суміші в холодну пору року.
- Логістичні витрати: наявність додаткових витрат на евакуацію витягнутого ґрунту.

Організація робочого процесу:

План-схема організації технологічних операцій представлена на рисунку 8.9.

8.1.3. Улаштування паль методом «подвійного обертання робочих елементів» (СФА з обсадною трубою)

Технологія передбачає буріння свердловини під захистом обертової обсадної труби. У середині обсадної труби розташовується прохідний шнек, який обертається у протилежному напрямку і забезпечує видобуток ґрунту на поверхню.

Етапи технологічного циклу (див. рис. 8.10):

1. Геодезичне розмічування: виконання точного визначення та фіксації планового положення палі.
2. Позиціонування установки: наведення та центрівка бурової установки над проектною точкою влаштування палі (рис. 8.10, а).
3. Буріння та одночасне занурення: здійснення буріння до заданої проектної відмітки з одночасним зануренням безперервного прохідного шнека (обертання за годинниковою стрілкою) та обсадної труби (обертання проти годинникової стрілки) (рис. 8.10, а, б).
4. Бетонування та вилучення колони: поступове витягування бурової колони із синхронним подаванням бетонної суміші на забій. Бетонна суміш подається бетононасосом через внутрішню порожнину шнека (рис. 8.10, в).
5. Виймання ґрунту: ґрунт видаляється з обсадної труби під час лівого обертання шнека (рис. 8.10, в).
6. Евакуація ґрунту: переміщення витягнутого ґрунту з робочої зони за допомогою екскаватора.
7. Монтаж арматурного каркаса: Встановлення арматурного каркаса у свіжоукладений бетон із застосуванням вібраційного обладнання (вібратор на крані) (рис. 8.10, г).
8. Переміщення: перебазування установки на наступну точку.

9. Формування оголовка: влаштування проектного оголовка, включаючи, за потреби, занурення додаткового арматурного каркаса у верхню частину палі.

Метод дозволяє виготовляти палі з максимальним діаметром до 900 мм та довжиною до 25 м (рис. 8.11) .

Основні переваги:

- Висока несуча здатність: формування паль із забезпеченням значної несучої здатності без динамічних впливів.
- Висока продуктивність: відносно висока швидкість виконання робіт.
- Гарантія якості заповнення: забезпечення гарантованої якості та повного заповнення свердловини завдяки подачі бетону під контрольованим тиском бетононасоса.
- Мінімізація деформацій: відсутність зсувних деформацій і випирання ґрунту під час роботи в безпосередній близькості до існуючих будівель.

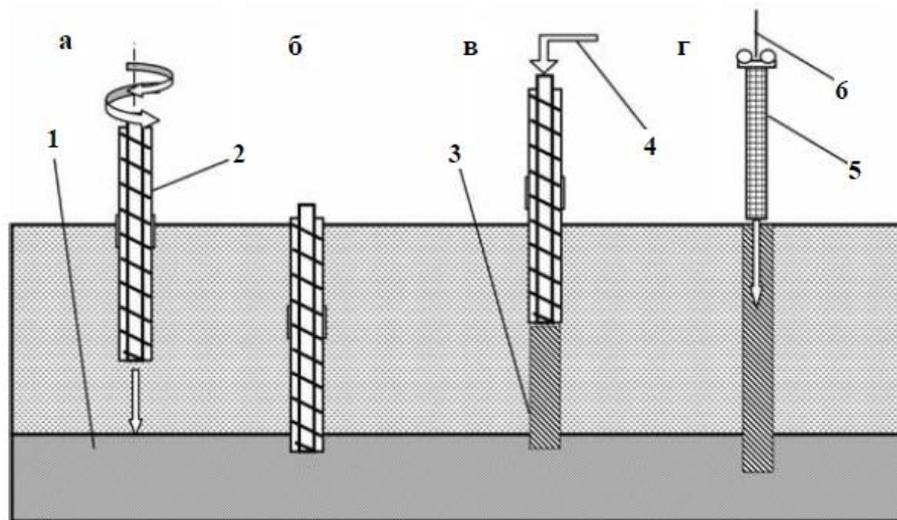


Рисунок 8.10 – Технологічна послідовність улаштування палі: а, б – буріння на проектну відмітку; в – витягування шнека з одночасним заповненням бетоном свердловини; г – вібраційне установлення арматурного каркаса в бетонний стовбур; 1 – несучий шар ґрунту; 2 – обсадна труба з прохідним шнеком; 3 – свердловина в ґрунті, заповнена бетоном; 4 – напрям подавання бетону в свердловини через порожнину шнека; 5 – арматурний каркас; 6 – вібратор на гаку-крані



Рисунок 8.11 – Установка подвійного обертання

Незважаючи на значні переваги, метод подвійного обертання має такі обмеження та недоліки:

- Ризик підсмоктування ґрунту: існує імовірність підсмоктування навколишнього ґрунту в порожнину свердловини внаслідок несвоєчасного подавання бетонної суміші у критичний момент відривання шнека від вибою.
- Сезонне здорожчання: технологія може призводити до сезонного збільшення експлуатаційних витрат, пов'язаних із необхідністю прогрівання бетонної суміші в холодний період.
- Логістичні витрати: метод потребує додаткових витрат на вивезення значного обсягу витягнутого ґрунту.

#### 8.1.4. Улаштування паль методом «під захистом глинистого розчину»

При імплементації буронабивних паль у нестійких або водонасичених ґрунтах застосовується глинистий розчин (буровий розчин), щільність якого контролюється в діапазоні 1,05–1,3 г/см<sup>3</sup>. Цей розчин виконує мультифункціональну роль, забезпечуючи:

- Стабілізацію стінок свердловини: утримування стінок від обвалення (осипання) у нестійких та водонасичених ґрунтах шляхом створення протитиску та формування на стінках глинистої кірки (глинізації).
- Очищення вибою: забезпечення винесення на поверхню продуктів руйнування гірської породи (шламу), тим самим очищуючи вибій.
- Терморегуляція інструменту: ефективне охолодження бурового інструменту під час роботи.

Для забезпечення зазначених функцій у процесі буріння організовується примусова циркуляція бурового розчину .

1. Нагнітання: розчин нагнітається насосом по шлангах через сальник та бурові труби.
2. Рух у свердловині: рухаючись донизу по бурових трубах, розчин омиває забій та торець бурового інструменту.

3. Винесення шламу: далі розчин піднімається вгору по стовбуру свердловини, виносячи з собою частинки зруйнованої породи.
4. Регенерація розчину: на поверхні розчин транспортується спеціальними очисними жолобами та відстійниками, де відбувається вивільнення від шламу, який випадає в осад.
5. Повторне захоплення: очищений розчин знову захоплюється насосом із приймальної ємності через шланг, повертаючись у цикл циркуляції (рис. 8.12).

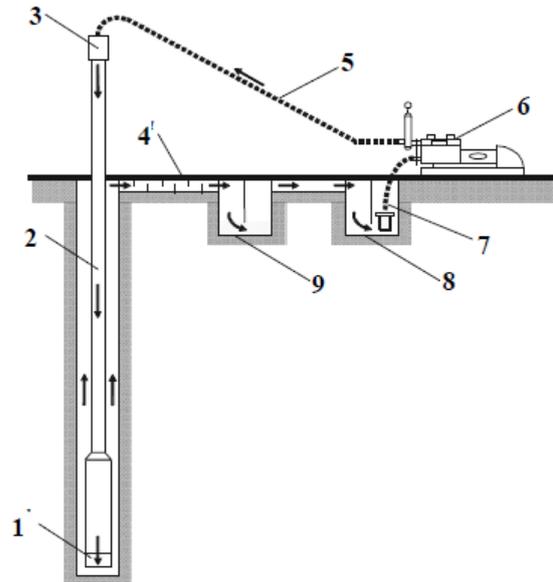


Рисунок 8.12 – Схема прямого промивання свердловини під час влаштування паль: 1 – буровий інструмент; 2 – бурові труби; 3 – сальник; 4 – жолоби для очищення розчину від шламу розмірами 40×40 см з нахилом 1:100; 5 – нагнітальний шланг; 6 – насос; 7 – шланг; 8 – приймальна ємність насоса; 9 – шламований відстійник

Глинистий розчин готується безпосередньо на будівельному майданчику із застосуванням глиномішалки.

- Норми витрат: для виробництва одного кубічного метра (1 м<sup>3</sup>) розчину необхідна витрата глини становить 0,25–0,35 тонни, що варіюється залежно від заданої проектною щільності розчину.
- Високоякісні розчини: оптимальні характеристики розчинів забезпечуються використанням тонкодисперсних бентонітових глин.
- Забезпечення безперебійності: для безперебійної роботи насосного обладнання необхідний обсяг приготованого розчину має становити не менше ніж подвійний геометричний обсяг проектованої свердловини.

Технологія «самозамішування»:

У разі прорізання свердловинами природної товщі глинистих порід, буріння може здійснюватися з промиванням звичайною водою. У цьому випадку відбувається ефект так званого «самозамішування», коли природна глина, що руйнується, диспергується у воді, утворюючи захисний розчин.

Буріння свердловин виконується верстатами обертального буріння. Комплектація верстатів залежить від міцності та фізико-механічних характеристик ґрунтів:

- Інструменти для буріння: верстати можуть бути оснащені шарошечними долотами (рис. 8.13), розширювачами або колонковими бурами.

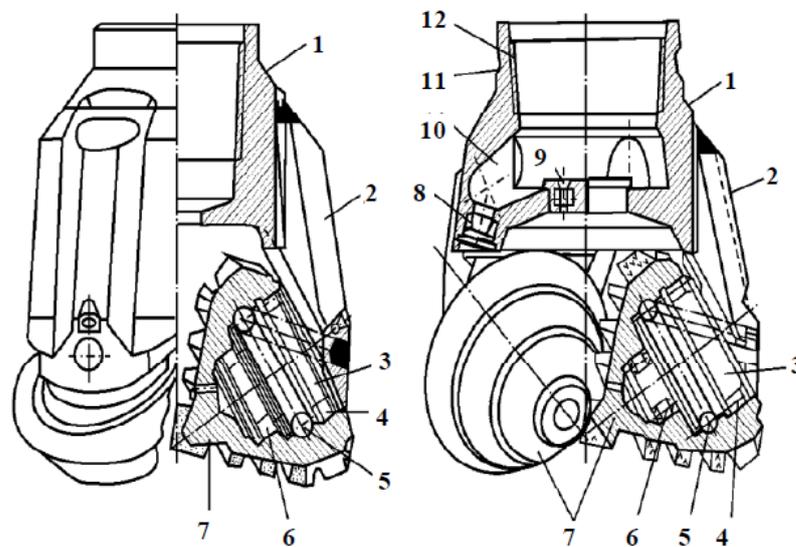


Рисунок 8.13 – Шарошечне долото: 1 – корпус (литий); 2 – лапи; 3 – цапфа; 4, 5, 6 – підшипник; 7 – шарошки; 8, 9 – сопло; 10 – канали; 11 – головка для приєднання трубопроводів; 12 – різьблення для приєднання трубопроводів

Приготування та доставка бетону: бетонна суміш може бути виготовлена безпосередньо на будівельному майданчику за допомогою мобільних бетонозмішувальних комплексів або доставлена із стаціонарних бетонних заводів.

Технологія подачі: подавання бетонної суміші у свердловини здійснюється методом вертикально переміщеної труби (ВПТ).

Умови завершення бетонування: процес бетонування продовжується до моменту виходу бетонного розчину на поверхню свердловини. Після цього необхідно видалити забруднений шар суміші та здійснити формування проектного оголовка палі.

Витіснення глинистого розчину: надходження бетонної суміші у свердловину забезпечує поступове витіснення глинистого розчину. Витіснений розчин спрямовується до відстійників для очищення від шламу і подальшої рециркуляції (повторного використання), або ж, у разі непридатності, вивозиться у відвал.

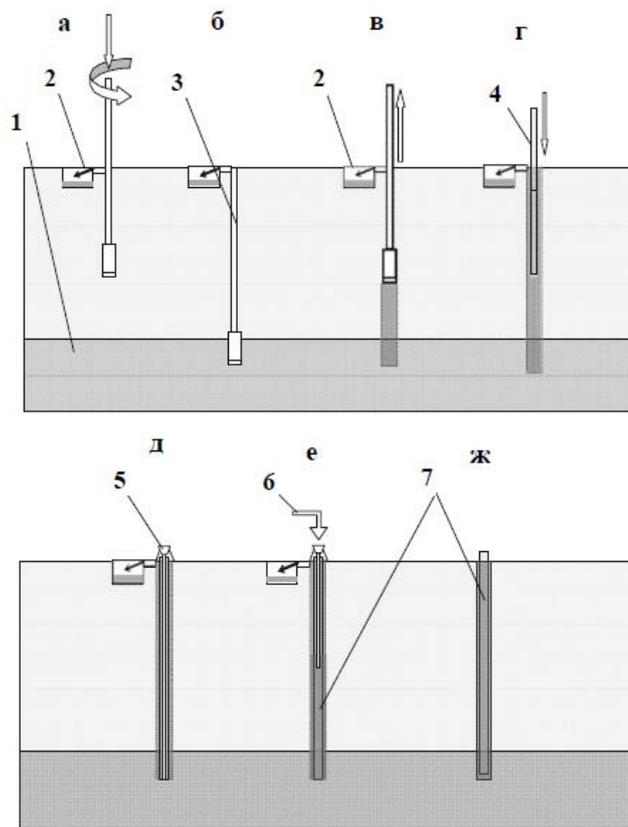


Рисунок 8.14 – Технологічні операції щодо влаштування бурових паль під глиняним розчином: а, б – буріння на проектну відмітку з промиванням свердловини глиняним розчином; в – витягання бурового інструменту; г – занурення арматурного каркаса у свердловину; д – монтаж секцій бетонолитних труб; е – бетонування свердловини з послідовним витяганням труб; ж – готова паля в ґрунті; 1 – несучий шар ґрунту; 2 – ємності системи циркуляції розчину; 3 – бурові труби; 4 – секції арматурного каркаса; 5 – бетонолитні труби з прийомним бункером; 6 – напрям подавання бетонної суміші в свердловину; 7 – заповнена бетоном свердловина в ґрунті

Імплементация буронабивных палей із застосуванням глинистого розчину реалізується шляхом виконання наступних технологічних операцій (рис. 8.14):

1. Організація системи циркуляції: влаштування комплексу циркуляції (системи регенерації) бурового розчину для забезпечення його безперервного використання та очищення.
2. Геодезичне розмічування: виконання точного визначення та фіксації планового (горизонтального) положення центру палі згідно з проектними координатами.
3. Встановлення напрямної конструкції: монтаж напрямної труби (кондуктора) у разі, якщо це передбачено проектом для забезпечення стабільності буріння на початковій ділянці.
4. Позіціонування установки: наведення бурової установки та центрування її робочого органу над проектною точкою.
5. Буріння з циркуляцією: здійснення буріння до проектної позначки (глибини) із постійною організацією циркуляції глинистого розчину, що забезпечує підтримку стінок та очищення вибою (рис. 8.14, а, б) .

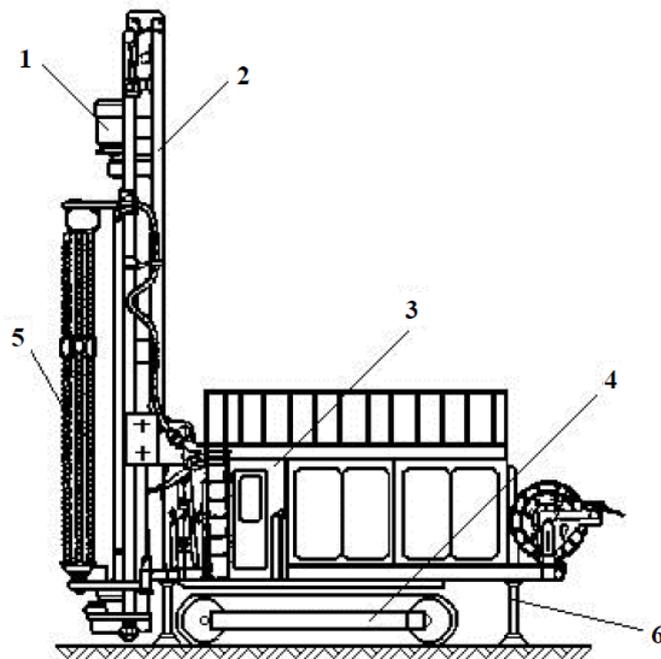


Рисунок 3.15 – Верстат обертального буріння: 1 – обертач; 2 – щогла; 3 – кабіна; 4 – ходова частина; 5 – касета; 6 – гідроциліндр вирівнювання верстата

Рисунок 8.15 – Верстат обертального буріння: 1 – обертач; 2 – щогла; 3 – кабіна; 4 – ходова частина; 5 – касета; 6 – гідроциліндр вирівнювання верстата

6. Вилучення бурового інструменту: витягування бурового інструменту зі свердловини, яка залишається заповненою захисним глинистим розчином (рис. 3.14, в) .
7. Контроль свердловини: проведення інспекції фактичної глибини свердловини з подальшим складанням відповідного акта для підтвердження відповідності проектним параметрам.
8. Переміщення установки: перебазування бурової установки на наступну точку імплементації палі.
9. Монтаж арматурного каркаса: занурення секцій арматурного каркаса у свердловину, яке може здійснюватися вручну або за допомогою крана. З'єднання секцій каркасів виконується шляхом зварювання повздовжніх стрижнів або обтискання гвинтовими струбцинами (рис. 3.14, г) .
10. Підготовка до бетонування: монтаж у свердловині секцій бетонолитної труби, верхній торець якої оснащений приймальним бункером (рис. 3.14, д)
11. Бетонування та вилучення труб: заповнення свердловини бетонною сумішшю із послідовним витягуванням і демонтажем секцій бетонолитних труб. Критична умова: для забезпечення якості та цілісності стовбура, нижній кінець бетонолитної труби має постійно перебувати нижче рівня поверхні бетону у свердловині не менше ніж на 1 метр (рис. 3.14, е) .
12. Завершальні роботи: демонтаж напрямного кондуктора та формування проектного оголовка палі.

За цією технологією виготовляються палі з діаметрами 114, 127, 273, 377, 426 мм та довжиною до 30 м.

Для збільшення несучої здатності паль використовується технологія розширення забою свердловини до діаметра 900 мм. Розширення виконується механічними розширювачами, які занурюються у свердловину, заповнену буровим розчином, після завершення основного циклу буріння.

Як бурові установки застосовуються верстати обертального буріння, маса яких не перевищує 5 тонн (рис. 8.15).

#### 8.1.5. Улаштування паль методом «занурення обсадної труби з башмаком, що втрачається»

Цей метод базується на угвинчуванні та одночасному вдавлюванні порожнистої обсадної труби у ґрунт. На нижньому торці труби закріплений башмак, що втрачається. Після досягнення проектної глибини відбувається заповнення стовбура палі бетоном та послідовне витягування обсадної труби (рис. 8.16).

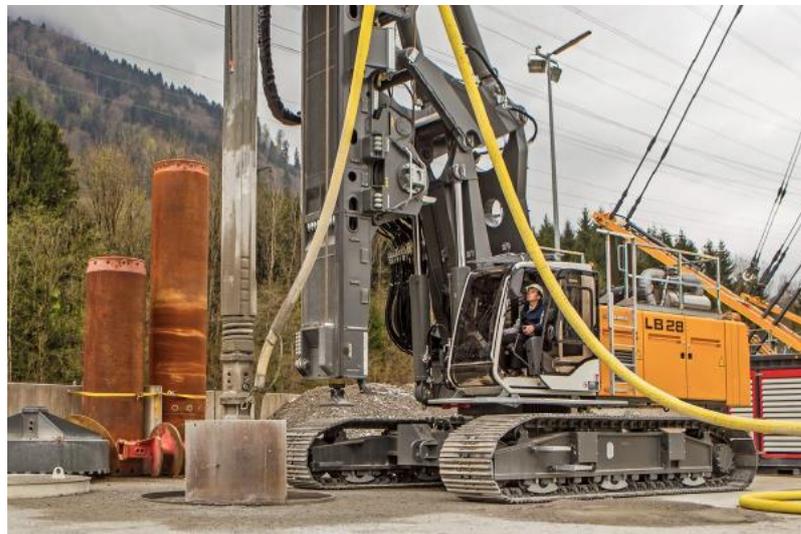


Рисунок 8.16 – Бурова установка

Імплементация палей за цією технологією (рис. 8.17) передбачає виконання таких послідовних етапів:

1. Геодезичне розмічування: виконання точного визначення та фіксації планового положення центру палі згідно з проектними вимогами.
2. Позиціонування установки: наведення бурової установки та центрування її робочого елемента над проектною точкою.
3. З'єднання елементів: встановлення наконечника (башмака), що втрачається, та його з'єднання з обсадною трубою через гідравлічну ізолювальну прокладку.
4. Улаштування свердловини: формування свердловини до заданої проектної відмітки шляхом занурення обсадної труби. Занурення здійснюється за рахунок комбінованого впливу крутного моменту та осевого вдавнення (рис. 8.17, а).
5. Контроль герметичності: після досягнення проектної глибини виконується візуальне перевірення герметичності внутрішньої порожнини обсадної труби на предмет відсутності проникнення ґрунтових вод.

6. Монтаж арматурного каркаса: встановлення арматурного каркаса у внутрішню порожнину бурової труби (рис. 8.17, б) .
7. Подавання праймера: подавання у трубу нормованої порції праймера (близько 300 л), який складається із суміші цементу, піску та води у співвідношенні 1:1:1.
8. Бетонування: заповнення обсадної труби бетонною сумішшю через верхній торець, як правило, за допомогою бадді (рис. 8.17, а, б).
9. Витягання труби: витягання обсадної труби здійснюється шляхом зворотного обертання (рис. 8.17, в). Для полегшення вилучення допускається порційне заповнення труби пластичним бетоном через бетонолитну трубу та поступове витягання обсадної труби на величину, еквівалентну висоті бетонного стовпа. При цьому башмак залишається в ґрунті.
10. Переміщення установки: перебазування установки на наступну точку імплементації палі.
11. Завершальні роботи: формування проектного оголовка палі. У разі потреби виконується занурення додаткового арматурного каркаса у верхню частину палі.

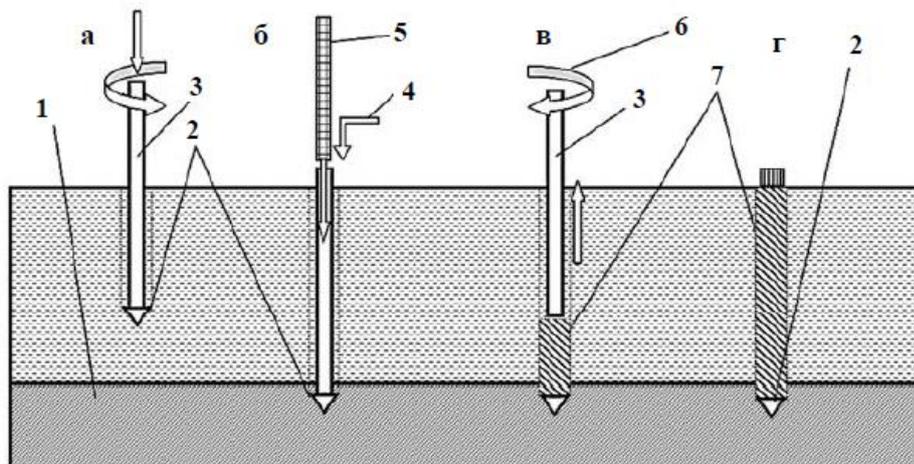


Рисунок 8.17 – Технологічна послідовність влаштування палі: 1 – щільний ґрунт; 2 – башмак, що втрачається; 3 – обсадна труба; 4 – подавання бетону цебром або бетононасосом; 5 – арматурний каркас; 6 – напрям обертання обсадної труби; 7 – палія в ґрунті

У сучасній будівельній практиці для формування буронабивних паль активно застосовуються такі патентовані технологічні методи, як «Фундекс», «Атлас» та «Омега».

Метод «Фундекс» ґрунтується на використанні чавунного башмака, що втрачається, який має діаметр, що перевищує зовнішній діаметр обсадної труби.

- Конструктивні параметри:
  - Товщина стінки обсадних труб: 16–20 мм.
  - Довжина секцій: До 12 м.
- Підготовка труб: обсадні труби зварюються до необхідної проектної довжини палі в горизонтальному положенні на спеціально

обладнаному стенді будівельного майданчика. Максимальна довжина труб-паль, виготовлених за цією технологією, може сягати 35 м.

- Бетонування: під час вилучення обсадної труби оператор (бетонувальник) знаходиться на робочому майданчику біля верхнього торця труби та здійснює приймання бетонної суміші.

Технологія «Атлас» відрізняється конструкцією башмака, що втрачається, та обсадної труби:

- Конструкція: діаметр башмака, що втрачається, дорівнює діаметру труби. Обсадна труба додатково оснащена у нижній частині гвинтовою різальною поверхнею (рис. 8.18) .
- Геометричні параметри різального наконечника:
  - Діаметр різального наконечника: 360, 410, 460 та 510 мм.
  - Діаметр гвинтових лопатей: 530, 610, 670 та 720 мм відповідно.



Рисунок 8.18 – Бурова установка Atlas Copco

Довжина палі за методом «Атлас» може досягати 25 м. Сформована паля характеризується крученою (спіральною) формою стовбура. На верхньому торці бурова труба жорстко з'єднана з приймальним бункером довжиною 2,4 м. У деяких випадках армований каркас опускається у заповнену бетоном свердловину за аналогією з методом прохідного шнека (СФА).

Технологія «Омега» подібна до методу «Атлас». Бурова труба на нижньому торці оснащена гвинтовим різальним наконечником, виконаним у формі конуса з гвинтовою лопаттю. Крок гвинтової лопаті при цьому збільшується пропорційно до віддалення від вістря.

Застосування цих методів дозволяє виготовляти палі з максимальним діаметром 540, 720 та 610 мм (залежно від конкретної технології) і довжиною до 30 м.

Основні технологічні переваги:

- Висока несуча здатність: формування палі зі значною несучою здатністю та гвинтовим профілем бічної поверхні, що сприяє покращенню зчеплення з ґрунтом.

- Економія матеріалу: досягнення цільової несучої здатності з мінімальною перевитратою бетону.
- Висока продуктивність: забезпечення високої швидкості виконання робіт.
- Екологічні переваги: відсутність витрат на вивезення ґрунту (оскільки ґрунт витісняється, а не витягується).

Основні технічні недоліки:

- Деформація ґрунту: ризик випирання або провалювання ґрунту в зоні роботи.
- Сезонні витрати: імовірність сезонного здорожчання через необхідність прогрівання бетону.
- Ризик порожнин: у разі несвоєчасного від'єднання башмака, що втрачається, під час підймання труби між вибоєм і п'ятою палі можуть утворюватися порожнини.
- Вимивання бетону: у разі імплементації палі у напірних водонасичених ґрунтах можливе вимивання свіжоукладеного бетону та оголення арматурного каркаса.
- Відсутність ущільнення: метод не передбачає примусового ущільнення бетону.
- Проблеми при бурінні щільних ґрунтів: наявність у ґрунтовій основі щільних ґрунтів із включеннями гальки або валунів може спричинити відхилення стовбура палі від проектної осі, зупинку буріння або деформування башмака.
- Перегрівання та заклинювання: при бурінні щільних пісків та твердих глинистих ґрунтів може відбуватися перегрівання труби з імовірним заклинюванням черевика.

#### 8.1.6. Улаштування набивних паль методом «із вібраційним зануренням обсадної труби»

Ця технологія передбачає занурення у ґрунт обсадної труби (оснащеної башмаком, що втрачається, плоскої або конусоподібної форми, виготовленим із металу або залізобетону) за рахунок вібраційного впливу. Вібраційний вплив генерується вібраційним занурювачем, який жорстко закріплений на верхньому торці обсадної труби (рис. 8.19).



Рисунок 8.19 – Буровастанова для влаштування набивних паль за вібраційною технологією

Обсадна труба може бути виготовлена з розкривними стулками. Після досягнення проектної глибини та встановлення арматурного каркаса подається бетонна суміш. Під час підймання труби тиск бетону забезпечує відривання башмака або розкриття стулок, що призводить до утворення порожнини під трубою, яка негайно заповнюється бетоном.

Вплив вібраційного занурення на ґрунт має таку специфіку:

- У водонасичених пісках: у зоні контакту обсадної труби з ґрунтом спостерігається розрідження піску (ліквефакція) та різке зниження сил опору зануренню.
- У маловологих пісках: супроводжується ударними впливами башмака на ґрунт, що призводить до його ущільнення та бокового випинання.
- У глинистих ґрунтах: зниження опору зануренню відбувається внаслідок знеміцнення водоколіїдних плівок та ослаблення структурних зв'язків між частинками ґрунту.

Набивні палі формуються двома основними способами, залежно від характеристик ґрунту:

1. Шляхом занурення обсадної труби з башмаком, що втрачається:
  - Піщані ґрунти: застосовується при ступені вологості  $0,5 < G < 1$ .
  - Глинисті ґрунти: застосовується при показнику консистенції  $0,5 < I_L < 0,75$ .
2. Шляхом пробивання свердловини трубою з конусним наконечником:
  - Піщані ґрунти: застосовується при ступені вологості  $G < 0,5$ .
  - Глинисті ґрунти: застосовується при показнику консистенції  $0,25 < I_L < 0,5$ .
  - Також застосовується у лесових ґрунтах.

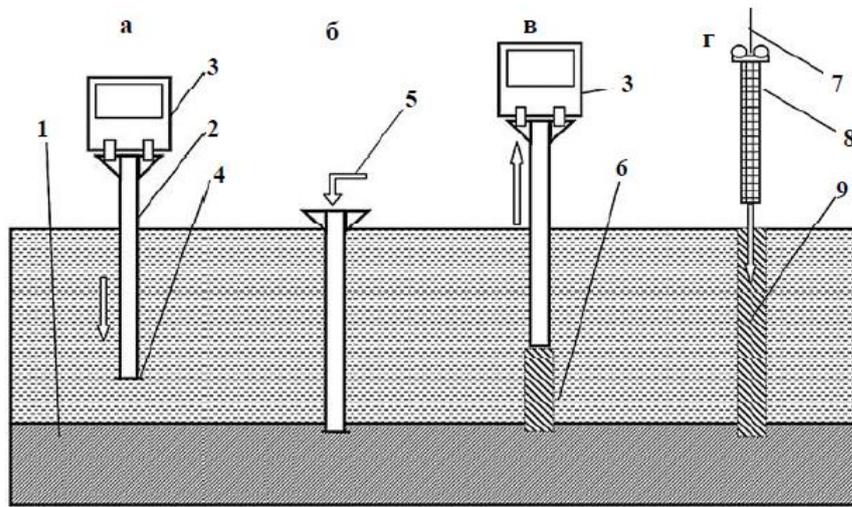


Рисунок 8.20 – Етапи влаштування вібронабивної палі: 1 – щільний ґрунт; 2 – обсадна труба; 3 – вібрзанурювач; 4 – башмак, що втрачається; 5 – подавання бетону цебром або бетононасосом; 6 – стовбур свердловини, заповнений бетоном; 7 – вібратор на крані для занурення арматурного каркаса; 8 – арматурний каркас; 9 – палі в ґрунті

Імплементация палей за цією технологією (рис. 8.20) передбачає виконання таких технологічних етапів:

1. Геодезичне розмічування: виконання точного визначення та фіксації планового положення палі.
2. Позиціонування установки: наведення бурової установки над проектною точкою.
3. З'єднання елементів: встановлення наконечника, що втрачається, та його з'єднання з обсадною трубою через гідравлічну ізолювальну прокладку.
4. Влаштування свердловини: формування свердловини до заданої проектної відмітки шляхом вібраційного занурення обсадної труби (рис. 8.20, а) .
5. Контроль герметичності: проведення візуального перевірення герметичності внутрішньої порожнини труби на предмет відсутності ґрунтових вод.
6. Бетонування: заповнення обсадної труби бетонною сумішшю через верхній торець, використовуючи бадю або розчинонасос (із застосуванням, за потреби, бетонолитної труби) (рис. 8.20, б) .
7. Ущільнення та вилучення: ущільнення бетонної суміші у стовбурі свердловини відбувається синхронно з вібраційним вилученням труби (рис. 8.20, в) .
8. Монтаж арматурного каркаса: Вібраційне занурення арматурного каркаса у свіжоукладений бетон палі. Каркас також допускається встановлювати у трубу до її заповнення бетоном (рис. 8.20, г) .
9. Переміщення установки: перебазування установки на наступну точку.

За цим методом можливо виготовляти палі з максимальним діаметром 900 мм та довжиною до 30 м.

Метод вібраційного пробивання (без виймання ґрунту):

У стійких глинистих ґрунтах допускається виготовлення набивних паль без виймання ґрунту шляхом вібраційного пробивання свердловини (рис. 8.21).

Вимоги до обладнання та процедури

- Обсадна труба: інвентарна обсадна труба, що застосовується для виготовлення паль, повинна бути закрита конусним наконечником, привареним до її нижнього кінця.
- Контроль вертикальності: під час вібраційного занурення обсадної труби необхідний безперервний контроль її вертикальності (рис. 8.21, а–в).
- Комбіноване проходження: допускається проходити частину свердловини під захистом відкритої знизу обсадної труби на глибину, меншу за проектну на 1–3 м. Залишкова частина свердловини повинна пробиватися обсадною трубою того самого діаметру, але з конусним наконечником в основі.
- Режим витягування труби: витягання труби здійснюється у вібраційному режимі, при цьому швидкість підймання обмежується виключно вантажопідйомністю амортизатора (приблизно 1 м/хв). У разі зниження зусилля вилучення труби до значення, що дорівнює або менше за вантажопідйомність крана/копра, подальше підймання повинно проводитися при вимкненому віброзанурювачі.
- Завершальні етапи: після утворення свердловини вона заповнюється бетоном, а потім у стовбур встановлюється арматурний каркас (рис. 8.21, г).

Основні переваги

- Несуча здатність: виготовлення паль із значною несучою здатністю.
- Продуктивність: висока продуктивність у слабких ґрунтах.
- Ущільнення бетону: досягнення додаткового ущільнення бетонної суміші під час вібраційного вилучення обсадних труб.
- Економія: відсутність витрат на вивезення ґрунту.
- Економічна ефективність: мінімальна вартість машино-години за умови використання крана без спеціалізованого копра.

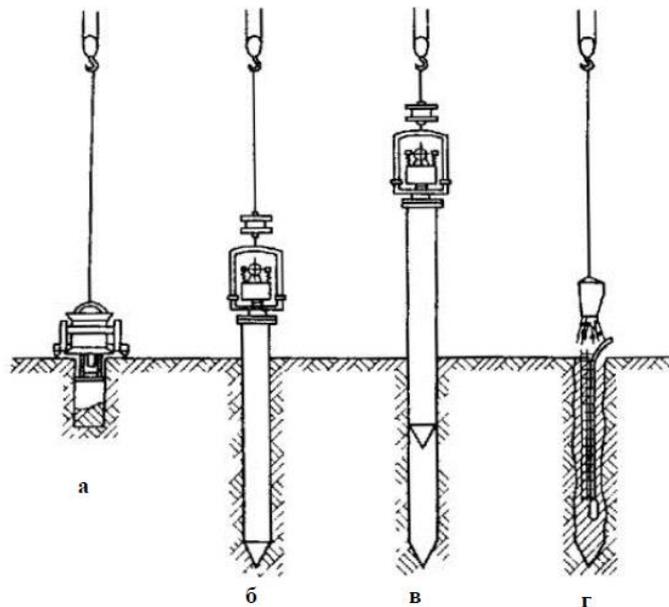


Рисунок 8.21 – Схема виготовлення набивних паль шляхом вібраційного проходження свердловини обсадною трубою: а – проходження на гирлі лідерної свердловини віброгрейфером; б – занурення обсадної труби, закритої знизу; в – витягування обсадної труби за допомогою вібраційної установки; г – бетонування палі

Незважаючи на переваги, технологія вібраційного занурення обсадної труби має такі обмеження та недоліки:

- Деформації поверхні ґрунту: існує ризик утворення воронки ґрунту навколо стовбура палі, що потребує додаткових заходів з відновлення поверхні.
- Сезонні витрати: імовірність сезонного збільшення вартості (здорожчання), пов'язаного з необхідністю прогрівання бетонної суміші в холодну пору року.
- Ризик вимивання бетону: при формуванні палі в умовах напірних водонасичених ґрунтів відбувається вимивання свіжоукладеного бетону та, як наслідок, оголення арматурного каркаса.
- Моніторинг динамічного впливу: вимагається обов'язковий моніторинг динамічного впливу на наявну (навколишню) забудову через вібраційне навантаження.
- Обмежене застосування: обмежена ефективність використання у щільних пісках та ґрунтах із гальковими або валунними включеннями.

#### 8.1.7. Улаштування набивних паль методом «з ущільненням (витісненням) ґрунту»

Метод «з ущільненням (витісненням) ґрунту» базується на угвинчуванні обсадної труби, яка оснащена спеціалізованим робочим елементом — еліпсоїдним шнеком-роскатником.

Під час занурення робочого органу відбувається витіснення ґрунту в бічні зони. Внаслідок цього навколо свердловини формується ущільнена зона. Розмір та характеристики цієї ущільненої зони є функціональною

залежністю від властивостей ґрунту, швидкості занурення, а також розмірів та конструкції робочого органу.

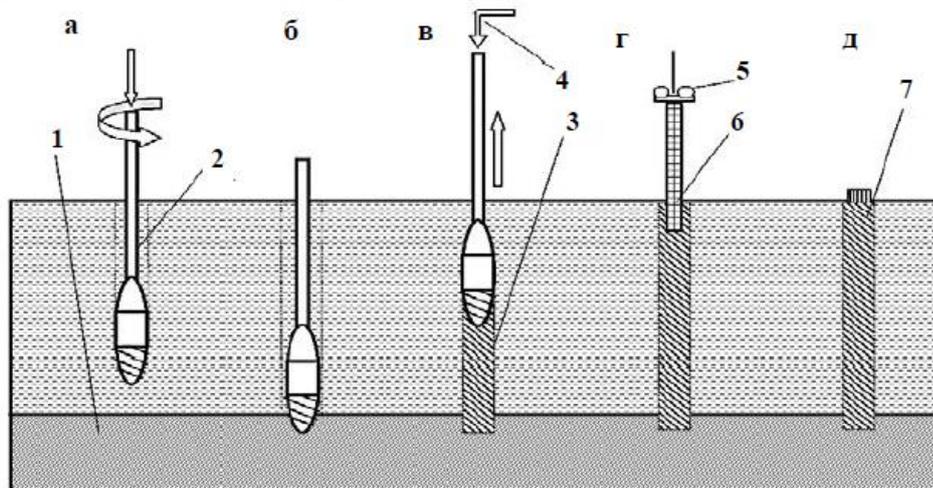


Рисунок 8.22 – Послідовність влаштування палі ущільнення: 1 – щільний ґрунт; 2 – обсадна труба; 3 – свердловина, що заповнюється бетоном; 4 – подавання бетону бетононасосом; 5 – вібратор, що підвищується на стрілу крана; 6 – арматурний каркас; 7 – палі в ґрунті

Імплементация палей за технологією ущільнення ґрунту передбачає послідовне виконання наступних технологічних етапів (рис. 8.22):

1. Геодезичне розмічування: виконання точного визначення та фіксації планового положення палі.
2. Позиціонування установки: наведення бурової установки над проектною точкою.
3. Влаштування свердловини: формування свердловини до проектної відмітки шляхом обертально-вдавлювального занурення бурового інструменту, який забезпечує розсування та ущільнення ґрунту навколо осі буріння (рис. 8.22, а, б) .
4. Бетонування та вилучення труби: витягування бурової труби відбувається синхронно з заповненням свердловини бетонною сумішшю під тиском через отвір у торці труби (рис. 8.22, в) .
5. Монтаж арматурного каркаса: встановлення арматурного каркаса у свіжоукладений бетон із застосуванням вібраційного обладнання (вібратор на крані) (рис. 8.22, г) .
6. Переміщення установки: перебезування установки на наступну точку імплементации.
7. Формування оголовка: влаштування проектного оголовка, включаючи, за потреби, занурення додаткового арматурного каркаса у верхню частину палі.

Основні переваги:

- Висока продуктивність: метод характеризується значною швидкістю виконання робіт.
- Висока несуча здатність: досягнення підвищеної несучої здатності по бічній поверхні, яка на 30 % вища за аналогічний показник, отриманий іншими методами.

- Якість бетонування: забезпечення достатньої якості заповнення стовбура палі завдяки подаванню бетону під тиском бетононасоса.
- Екологічність та економія: відсутність витрат на вивезення ґрунту (оскільки ґрунт не видобувається, а витісняється).

Основні недоліки:

- Ризик деформування сусідніх фундаментів: випирання ґрунту внаслідок значної продуктивності та обсягу витіснення може спричинити деформування прилеглих фундаментів.
- Сезонне здорожчання: імовірність сезонного збільшення вартості через необхідність прогрівання бетонної суміші.
- Проблеми при бурінні щільних ґрунтів: наявність у ґрунтовій основі щільних ґрунтів із включеннями гальки або валунів може призвести до відхилення стовбура палі від проектної осі, зупинки буріння або деформування башмака.
- Перевитрата бетону: за наявності слабких прошарків ґрунту можлива перевитрата бетону в межах 30–40 % [54].

## Бібліографія

1. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи для студентів спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія" освітньо-професійної програми "Промислове і цивільне будівництво" / Попруга Д.В. – Кривий Ріг: КНУ, 2023. – 37 с.
2. Гетун Г.В. Основи проектування промислових будівель: навч. посіб. – К.: Кондор, 2009. – 210 с.
3. Гетун Г.В. Архітектура будівель і споруд. Кн. 1. Основи проектування. Вид. 2-ге.: Підр. – К.: Кондор-Видавництво, 2012. – 380 с.
4. Лінда С.М. Архітектурне проектування громадських будівель і споруд : навчальний посібник/ С.М. Лінда. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2010. – 611 с.
5. Архітектура будівель та споруд. Книга 2. Житлові будинки: Підручник. Плоский В.О., Гетун Г.В. – 2015 р. – 617 с.
6. Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6-98:2009 у порівнянні з розрахунками за СНиП 2.03.01-84\* і EN 1992-1-1 (Eurocode 2) / В.М. Бабаєв, А.М. Бамбура, О.М. Пустовойтова та ін. ; за заг. ред. В.С. Шмуклера. – Харків : Золоті сторінки, 2015. – 208 с.
7. Залізобетонні конструкції: будівлі, споруди та їх частини : Підручник / А.М. Павліков – Полтава, ПолтНТУ, 2017. – 284 с.
8. Залізобетонні конструкції: Підручник / А.Я. Барашиков, Л.М. Буднікова, Л.В. Кузнецов та ін.; За ред. А.Я. Барашикова. – К.: Вища шк., 1995. – 594с.
9. Конспект лекцій з курсу «Залізобетонні та кам'яні конструкції» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання / В.І. Астахов, О.А. Паливода. – Кривий Ріг. – КНУ, 2019. – 204 с.
10. Лівінський О. М., Хоменко О.Г., Терещук М. О., Любченко І.Г., Ратушняк Г. С., Єсипенко А. Д.. Металеві конструкції . Підручник для студентів вищих навчальних закладів.- К.: «МП Леся», 2018. – 306 с.
11. Металеві конструкції / О. О. Нілов, В. О. Пермяков, О. В. Шимановський та ін.; під заг. ред. О. О. Нілова та О. В. Шимановського. – 2-е вид., перероб. і доп. – К. : Видавництво «Сталь», 2010. – 869 с.
12. Металеві конструкції: Підручник / В. Сверлов, І. Середюк, В. Середюк, Л. Жарко – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 263с.
13. Клименко Ф. Є. Металеві конструкції : підручник / Ф. Є. Клименко, В. М. Барабаш, Л. І. Стороженко; за ред. Ф. Є. Клименка. – 2-е вид., випр. і доп. – Львів : Світ, 2002.
14. Валовой О.І., “Конструктивні рішення й технологія зведення гірничо-збагачувальних комбінатів”. «Мінерал» КТУ 2004.- 113с.
15. Валовой О.І., “Проектування, технологія та організація будівництва. Зведення і ремонт будівель та споруд”; «Видавничий дім» КТУ 2007.- 503с.

- 16.Валовой О.І., Валовой М.О. Проектування та інженерні вишукування в будівництві, 2012. - 373 с.
- 17.Валовой О.І., Валовой М.О. Технологія будівельного виробництва, 2012. - 610с.  
Валовой О.І., Валовой М.О. Організація будівництва, 2012. - 600с.
- 18.Валовой О.І., Валовой М.О. “Проектування та інженерні вишукування в будівництві” (видання друге доповнене та перероблене), 2018. – 365с.
- 19.Валовой О.І., Валовой М.О. “Організація будівництва” (видання друге доповнене та перероблене), 2018. – 517с.
- 20.Валовой О.І., Валовой М.О. “Технологія будівельного виробництва” (видання друге доповнене та перероблене), 2018. – 612с.
- 21.Технологія будівельного виробництва: Підручник / В.К.Черненко, М.Г.Ярмоленко, Г.М.Батура та інші. – К.: Вища шк., 2002. – 430 с.
- 22.Організація будівництва / С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М.Тригер та ін.; За редакцією С.А. Ушацького. Підручник. – К: Кондор, 2007. – 521 с.
- 23.ДБН А.2.2-3-2014. Склад, та зміст проектної документації на будівництво. – К.: Укрархбудінформ, 2014. – 40 с.
- 24.ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. – К.: Укрархбудінформ, 2018. – 30 с.
- 25.ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008. (EN1990:2002, IDN). Основи проектування конструкцій. Настанова. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. - 81 с.
- 26.ДБН В.1.2-2:2006\*. Навантаження і впливи. Норми проектування. - Київ: Мінбуд України, 2006. – 59 с.
- 27.ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. – К.: Укрархбудінформ, 2018. – 36 с.
- 28.ДСТУ Б В.1.2-3:2006. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. - Київ: Мінбуд України, 2006. - 15 с.
- 29.ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 97 с.
- 30.ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 97 с.
- 31.ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Правила проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 118 с.
- 32.ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Основні вимоги до проектної та робочої документації.- Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. - 58 с.
- 33.ДСТУ Б А.2.4-7:2009. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. - 75 с.
- 34.ДСТУ Б А.2.4-6:2009. Правила виконання робочої документації генеральних планів. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. - 34 с.
- 35.ДСТУ Б А.2.4-2:2009. Умовні позначки і графічні зображення елементів генеральних планів та споруд транспорту.- Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. - 27 с.

36. ДСТУ 3760:2019. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. - Київ: Держспоживстандарт України, 2019. - 18 с.
37. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. - 199 с.
38. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. – 116 с.
39. Посібник з розробки проектів організації будівництва і проектів виконання робіт (до ДБН А.3.1-5-96 «Організація будівельного виробництва»). Частина 1. Технологічна та виконавча документація. – Київ, 1997.
40. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. – 46 с.
41. ДБН В.2.3-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Укрархбудінформ, 2017. – 31 с.
42. Будівлі і споруди. Будівлі підприємств. Параметри. ДСТУ Б В.2.2-29:2011 – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 16 с.
43. Планування і забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. – К.: Мінрегіонбуд України, 2019. – 183 с.
44. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
45. ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення. – К.: Укрархбудінформ, 2010. – 81 с.
46. ДБН В.2.2-15:2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. – К.: Укрархбудінформ, 2019. – 39 с.
47. ДБН В.2.2-24:2009. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків. – К.: Укрархбудінформ, 2009. – 133 с.
48. ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. – К.: Укрархбудінформ, 2019. – 43 с.
49. ДБН В.2.2-16-2005. Будинки і споруди. Культурно-видовищні та дозвіллеві заклади. – К.: Укрархбудінформ, 2005. – 65 с.
50. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будинків і споруд. Основні положення. – К.: Укрархбудінформ, 2018. – 64 с.
51. ДБН В.2.2-23:2009. Будинки і споруди. Підприємства торгівлі. – К.: Укрархбудінформ, 2009. – 48 с.
52. ДБН В.2.2-5-97. Будинки і споруди. Захисні споруди цивільної оборони. – К.: Укрархбудінформ, 1998. – 119 с.
53. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. – К.: Укрархбудінформ, 2018. – 133 с.
54. Якименко О.В. Сучасні методи влаштування паль та шпунтових огорожень [навчальний посібник]. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2020. – 119 с.