

КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Будівельний факультет
Кафедра: Промислове, цивільне та міське будівництво
Спеціальність: Будівництво та цивільна інженерія – 192
Спеціалізація: Промислове і цивільне будівництво

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ _____ ” _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА

Шинкаренко Євгеній Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: "Дослідження роботи збірних залізобетонних конструкцій промислової будівлі у складних експлуатаційних умовах"
затверджена наказом по університету від " _____ " _____ 20 ____ р. № _____

2. Термін здачі студентом закінченої роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

Місце будівництва – м. Кривий Ріг.

Будівля виконана у вигляді збірного залізобетонного каркасу.

Будівля проектується трьохпрольотною.

Ширина прольотів по 18 м, а загальний розмір будівлі - 55×120 м.

Висота будівлі – 12 м.

Стінове огороження – сендвіч панелі.

Фундаменти – пальові.

Покрівля – рулонна.

4. 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 залізобетонних колони і панелі-оболонки). Основи і фундаменти. Технологія і організація будівництва (порівняння варіантів механізації робіт, технологічна карта на монтаж залізобетонних колон, технологічна карта на монтаж конструкцій покриття, технологічна карта на монтаж стінового огороження, сітьовий графік, будгенплан). Економіка будівництва. Охорона праці і безпека життєдіяльності. Екологія будівництва. Науковий розділ.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Архітектурно-будівельний розділ (генплан, фасади, плани, розрізи, вузли) – 3 листи. Розрахунково-конструктивний розділ (проекування залізобетонних колони і панелі-оболонки) – 2 листи. Технологія і організація будівництва (порівняння варіантів механізації робіт, технологічна карта на монтаж залізобетонних колон, технологічна карта на монтаж конструкцій покриття, технологічна карта на монтаж стінового огороження, сільовий графік, будгенплан) – 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. Генеральний план

Наукова тема магістерської роботи "Дослідження роботи збірних залізобетонних конструкцій промислової будівлі у складних експлуатаційних умовах" розглядається на прикладі будівництва виробничого корпусу.

Генеральним планом називається ділянка землі, на якому показується взаємне розташування проєктованих, існуючих будівель, а так само зони озеленення та асфальтування.

Ген план будується залежно від напрямку пануючих вітрів у липні та січні згідно Розі вітрів.

При проєктуванні звертають увагу на раціональне застосування проєктованої будівлі з допоміжними забудовами та віддалення будівлі від сельбищної зони.

Генеральний план розроблено з урахуванням діючих будівельних норм та правил СНиП 2.04.02-84 «Генеральные планы промышленных предприятий», а також з урахуванням вільних місць на майданчику.

Майданчик наміченого будівництва знаходиться в зоні міста Кривого Рога в Держинському районі.

Горизонтальна прив'язка проєктованої будівлі виконана від існуючих споруд. Вертикальна прив'язка виконана в балтійській системі висот.

Розміщення проєктованої будівлі здійснюється з урахуванням зонування території, рельєфу і орієнтації його відносно рози вітрів.

В межах огорожі будівлі передбачено зелені насадження.

В озелененні території використовується листвяні і хвойні дерева, основу озеленіння складає газонна трава, також використовується рядова посадка дерев вздовж огорож і автомобільних шляхів.

Генпланом передбачено виконання пішохідних доріжок 1,6 м та проїздів 3,2 м, а також можливість під'їзду пожежних машин з усіх сторін будівлі.

Подача матеріалів та конструкцій до будуємих об'єктів передбачається автошляхами за допомогою автотранспорту.

Основними джерелами забруднення є виробничі процеси, пов'язані з технічним обслуговуванням гірничо-збагачувального обладнання.

Заходи з охорони водойм і ґрунту від забруднення стічними водами будівлі зводяться до скорочення споживання водопровідної води, шляхом організації системи оборотного водопостачання миючих розчинів, використовуваних в установці для мийки двигунів і агрегатів, що веде до скорочення кількості стоків і виносяться ними забруднень.

Після завершення будівництва виконується благоустрій території.

Площа ділянки будівництва – 2,9160 Га

1. Площа забудови – 7400 м².
2. Площа озеленіння-сума площин, які зайняті під деревино-кущові насадження, газони – 1085,8 м².
3. Площа доріг та майданчиків з твердим покриттям – 9950 м².
4. Коефіцієнти використання території-відношення суми площин усіх будівель до загальної площі-0,67.
5. Коефіцієнт щільності забудови-відношення площі забудови до загальної площі, $K_1=0,24$.

1.2. Об'ємно-планувальне рішення

За об'ємно-планувального вирішення і функціональним призначенням проєктована будівля призначене для ремонту гірничо-збагачувального обладнання і має загальну площу 8352,0 м². Запроєктована будівля має прямокутну в плані форму і складається з промислового корпусу який складається з трьох цехів прольотами по 18,0 м, з розмірами по крайнім вісям 55x120 м, висотою 12 м.

За відмітку 0,000 прийнято рівень чистої підлоги першого поверху.

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

- Забезпечення технологічного процесу
- Забезпечення природного освітлення

- Забезпечення зручностей для працюючого персоналу.

Будівля відноситься до II ступеня вогнестійкості.

Стіни фарбуються негорючими фарбами. Використовуються наступні протипожежні перешкоди: протипожежні перегородки, двері, тамбури-шлюзи. Будівля оснащується системою протипожежної сигналізації.

У місці перепаду висот покрівель передбачається зовнішня пожежна драбина.

До будівлі забезпечується під'їзд протипожежних машин з усіх боків.

Будівля, згідно з вимогами протипожежної безпеки (ДБН В.1.1 -7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва»), має ще 2 виходи.

Вцілому об'ємно-планувальні рішення виконані з урахуванням СНИП 2.09.02-85* «Производственные здания».

1.3. Конструктивне рішення будинку

Конструктивне рішення впливає на зовнішній вигляд будівлі, є найважливішим чинником, що визначає архітектурну виразність будівлі. Конструктивні елементи, з яких складається основна будівля, розміщуються в строго певному порядку, утворюючи конструктивну систему, здатну сприймати всі зовнішні силові впливи і передавати їх на основу будівлі.

В конструктивному плані будівля виконана з залізобетонного каркасу, просторова жорсткість сумісна, вертикального і горизонтального навантаження. Будинок має три прольоти по 18 м.

1.3.1. Стіни

Основними несучими конструкціями, які забезпечують міцність і стійкість комплексу є несучі стіни, а також діафрагми жорсткості. Сендвіч-панелі в проєктованій будівлі прийняті довжиною 12 м висотою 1,2 м товщиною прийнятої за технологічним розрахунком (див. табл. 1.4.1) яка дорівнює 300 мм. Перегородки цегляні, товщиною 120 мм.

Несуча конструкція будівлі - залізобетонний каркас, що складається з колон, балок і зв'язків. Каркас сприймає всі навантаження від будівлі і передає їх на фундамент.

Колони основного ряду - суцільні прямокутного перерізу, висотою 9,6 м і 8,4 м, фахверкові колони - постійного перерізу.

Просторова жорсткість і стійкість будівлі забезпечується в поперечному напрямку защемленням колон у фундаментах і конструкціями покриття, а в поздовжньому системою зв'язків з покриття та стін.

1.3.2. Фундаменти

Фундаменти запроектовані монолітні залізобетонні пальові: під колони – окремо розміщені, під стіни – стрічкові. Основою для фундаментів є суглинок. Під зовнішні стіни підшва фундаменту має ширину 1400 мм.

По верхньому обрізу фундаменту виконується горизонтальну гідроізоляцію з двох шарів рубероїду на бітумній на мастиці по шару цементного розчину М150 товщиною 20мм. По периметру зовнішніх стін, для захисту від зволоження ґрунту основи, виконується мощення, шириною 0,8 –1,5 м.

1.3.3. Переkritтя та підлоги

Зверху влаштовується виконується підлога з полівінілхлоридної плитки «Decotile» по цементній стяжці, з поверхнею.

В санвузлах підлога виконується також зПВХ, але з додатковою гідроізоляцією.

Конструкцією підлоги передбачена звуко-, тепло- та пароізоляція.

1.3.4. Покриття

Покрівля - рулонна. Покриття – залізобетонна оболонка розмірами 3x18 м, типу КЖС.

Водозбір внутрішній, організований.

1.3.5. Двері та вікна

Двері – зовнішні двері прийняті згідно з теплотехнічним розрахунком: металеві. Внутрішні двері – дерев'яні, серійного випуску, одно і двостулкові. Двері обладнуються ручками, засувками й врізаними замками.

Зовнішні вікна – згідно теплотехнічного розрахунку – потрійне засклення в дерев'яних роздільних рамах.

1.4. Теплотехнічний розрахунок

Табл. 1.4.1

ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНОГО РОЗРАХУНКУ СТІНОВОГО ОГОРОДЖЕННЯ

№ п/п	Найменування	Символ	Значення
1	Район будівництва	<i>м. Кривий Ріг</i>	
2	Температурна зона	<i>II</i>	
3	Температура внутрішнього повітря	t_6	+ 20°C
4	Розрахункова температура зовнішнього повітря	t_3	-23 °C
5	Відносна вологість внутрішнього повітря	ϕ_6	50-60%
6	Вологісний режим у середині приміщень в опалюваний період	<i>нормальний</i>	
8	Умови експлуатації матеріалів в огорожувальних конструкціях	<i>Б</i>	
9	Коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни	α_6 $Вт/м^2 \text{ } ^\circ\text{C}$	8,7
10	Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни	α_3 $Вт/м^2 \text{ } ^\circ\text{C}$	23
11	Матеріал, товщина шару, щільність і коефіцієнт теплопровідності		
12	-1 шар – профлист (20мм)	γ_3 λ_3	1800 кг/м^3 $0,76 \text{ Вт/(м} \text{ } ^\circ\text{C)}$
13	-2 шар – жорсткі мінераловатні плити (120мм)	γ_2 λ_2	125 кг/м^3 $0,06 \text{ Вт/(м}$
14	-3 шар – профлист (20мм)	γ_3 λ_3	1800 кг/м^3 $0,76 \text{ Вт/(м}$

15	Нормативне значення термічного опору зовнішніх огорожень.	$R_{q, min}$	2,5 ($m^{\circ}C$)/Вт
----	---	--------------	----------------------------

Опір теплопередачі R_{Σ} , $m^2^{\circ}C/Вт$, огорожуючої конструкції визначається за формулою

$$R_{\Sigma} = R_B + R_K + R_3$$

де R_B - опір теплосприйняттю внутрішньої поверхні огорожуючої конструкції, $m^2^{\circ}C/Вт$;

R_K - термічний опір огорожуючої конструкції, $m^2^{\circ}C/Вт$;

R_3 - опір тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції, $m^2^{\circ}C/Вт$

Опір теплосприйняттю внутрішньої поверхні огорожуючої конструкції R_B , $m^2^{\circ}C/Вт$, визначається за формулою

$$R_B = \frac{1}{\alpha_B}$$

де α_B - коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні огорожуючої конструкції, $Вт/(m^2^{\circ}C)$, (8,7 $Вт/(m^2^{\circ}C)$).

$$R_B = 0,1149$$

Опір тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції R_3 , $m^2^{\circ}C/Вт$. визначається за формулою

$$R_3 = \frac{1}{\alpha_3}$$

де α_3 - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції, $Вт/(m^2^{\circ}C)$, (23 $Вт/(m^2^{\circ}C)$).

$$R_3 = 0,0435$$

Термічний опір огорожуючої конструкції визначається в залежності від прийнятої розрахункової схеми. В даному випадку використана однорідна огорожуюча конструкція - конструкція, яка складається з одного матеріалу (одношарова панель, необштукатурена стіна суцільної цегляної кладки, монолітна залізобетонна стіна і т.ін.).

Термічний опір R_K , $m^2^{\circ}C/Вт$, однорідної огорожуючої конструкції визначається за формулою

$$R_K = \frac{\delta}{\lambda}$$

де δ - товщина огорожувальної конструкції, м:

α - коефіцієнт теплопровідності матеріалу, з якого зроблена конструкція. Вт/(м²°C).

$$R_K = \frac{1,6}{0,28} = 5,7 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

Таким чином маємо $R_{\Sigma} = R_B + R_K + R_3 = 0,1149 + 0,0435 + 5,7 = 5,8584 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$

Термічний опір R_K м²°C/Вт, огорожувальної конструкції з послідовно розташованими однорідними шарами визначається за формулою

$$R_K = \sum_{i=1}^{n-1} R_i$$

Термічний опір R_K визначається за формулою . При цьому конструкція розглядається як однорідна, складена з матеріалу, який має коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{сер}$.

Опір теплопередачі неоднорідних огорожувальних конструкцій з ребрами жорсткості, що розташовані у двох напрямках, слід визначати на підставі розрахунку їх температурних полів. Виняток складають зовнішні стінові панелі житлових будинків, для яких існує спрощена методика розрахунку.

Визначення нормативного опору теплопередачі огорожувальної конструкції.

Нормативний опір теплопередачі огорожувальної конструкції R_{Σ}^H , м²°C/Вт, визначається наступним чином:

За табл. в залежності від типу конструкції та температурної зони району будівництва визначається значення нормативного опору теплопередачі огорожувальної конструкції R_{Σ}^{H18} , м²°C/Вт, при розрахунковій температурі внутрішнього повітря 20 °C:

$$R_{q,\min} = 3,0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Звідси умова виконується $R_{q,\min} \leq R_{\Sigma}$

$$3,0 \leq 5,8584$$

1.5 Розрахунок природного освітлення

Будівля три пролітна шириною 54,38 м та довжиною 132 м; висота цеху – 10,2 м віконні отвори приймаємо заповненими двостінними сталевими переплетеннями, заklenня з листового скла. Внутрішній інтер'єр вирішений з використанням наступних кольорів:

- стеля – білий;
- стіни – зеленуватий трав'яний світлий колір;
- підлога – червонувато-коричневий.

Коефіцієнти відображення 0,7:0,5:0,3 відповідно. Місце будівництва – місто Кривий Ріг (IV світловий пояс).

1. Визначаємо нормативне значення КПО за формулою

$$e^{IV} \cdot e_H^{III} \cdot m \cdot c = 2,5 \cdot 0,9 \cdot 0,7 = 1,6\%$$

2. Виконуємо попередній розрахунок площі світлових отворів:

– при боковому освітленні

а) площа підлоги $S = 5700 \text{ м}^2$;

б) коефіцієнт запасу κ_3 для промислових будівель

$$\kappa_3 = 1,5;$$

в) для визначення η_o необхідні наступні величини:

– відношення довжини приміщення l_n до його глибини B : $\frac{l_n}{B} = \frac{108}{27} = 4$;

– відношення глибини приміщення B до його висоти від рівня умовної робочої поверхні до верху вікон: $\frac{B}{h_1} = \frac{27}{7,6} = 3,5$.

Знаходимо за інтерполяцією $\eta_o = 8,5$.

г) коефіцієнт τ_o для бокових отворів знаходимо за формулою

$$\tau_o = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 = 0,80,61 = 0,48,$$

де $\tau_1 = 0,8$;

$$\tau_2 = 0,6;$$

$\tau_3 = 1$ – при боковому освітленні;

τ_4 – не враховуємо в зв'язку з відсутністю сонцезахисних пристроїв;

τ_5 – не враховуємо, бо немає верхнього освітлення.

д) для визначення коефіцієнта r_l знаходимо:

– середньозважений коефіцієнт відображення стелі, стін та підлоги

$$\rho_{cp} = \frac{\rho_1 S_1 + \rho_2 S_2 + \rho_3 S_3}{S_1 + S_2 + S_3} = \frac{0,7 \cdot 5832 + 0,5 \cdot 1036 + 0,3 \cdot 5700}{5832 + 1036 + 5700} = 0,5;$$

де S_1 – площа стелі;

S_2 – площа стін;

S_3 – площа підлоги;

$\rho_1; \rho_2; \rho_3$ – коефіцієнт відображення відповідно;

– відношення відстані найбільш віддаленої точки від стіни до глибини

приміщення $\frac{l}{B} = \frac{1}{1} = 1;$

Знаходимо $r_l = 2,65$.

3. Визначаємо коефіцієнт $K_{зб}$ попередньо обчисливши

$$\frac{P}{H_{зб}} = \frac{34}{6} = 5,6 \Rightarrow K_{зб} = 1.$$

$$S_o = \frac{S_n \cdot e_H \cdot K_3 \cdot \eta_o}{100 \cdot \tau_o \cdot r_1} \cdot K_{зб} = \frac{5700 \cdot 1,6 \cdot 1,5 \cdot 8,5}{100 \cdot 0,48 \cdot 2,65} \cdot 1 = 914 \text{ м}^2.$$

Потрібно виконати умову $S_o^{необх} \leq S_o^{прийняте}$.

Приймаємо віконні отвори розміром 6x1,2 м розміщення у 4 неперервні стрічки. Таким чином, маємо

$$S_o^{прийняте} = 6 \cdot 1,2 \cdot 4 \cdot 36 = 1036,8 \text{ м}^2 \geq S_o^{необхідне} = 914 \text{ м}^2,$$

де 36 – кількість секцій розміром 6x1,2 у одній стрічці з обох сторін будівлі довжиною 108 м.

Таким чином, умова виконується і прийняте засклення відповідає всім передбачуваним вимогам.

2.1 Розрахунок з/б рами

Розрахунок рами і колони був проведений за допомогою програми SCAD Office.

Відповідно із завданням (СС2, В) коефіцієнт відповідальності будівлі

$$\gamma_n = 0,975.$$

2.1.1 Власна вага залізобетонної конструкції рами

Враховуємо з коефіцієнтом включення власної ваги 1,1 і $\gamma_n = 0,975$:

$$1,1 \cdot 0,975 = 1,0725$$

2.1.2 Власна вага панелі оболонки

Табл 2.1.1

Матеріал	Распределенная нагрузка (Т/м ²)	Объемный вес (Т/м ³)	Толщина (м)	γ_f
Рубероид с крупнозернистой посыпкой	0,003	---	---	1,2
Обмазка цементно-песчаным раствором с добавкой латекса толщиной 20 мм	0,054	---	---	1,3
Пенобетон, газобетон при $g=600$ кг/м ³ толщиной 100 мм	0,06	---	---	1,2
Окраска горячим битумом за два раза при толщине слоя 4 мм	0,005	---	---	1,2
Тяжелый бетон на гравии или щебне	---	2,4	0,1	1,1

Нормативная нагрузка	0,329 Т/м ²
Расчетная нагрузка	0,376 Т/м ²

Усредненное $\gamma_f = 0,376/0,329 = 1,126$

Линейная нагрузка = $0,376 \cdot 0,975 = 0,1482$ Т/м²

2.1.3 Власна вага стінових панелей (одношарова стінова панель)

Табл 2.1.2

Матеріал	Распределенная нагрузка (Т/м ²)	Объемный вес (Т/м ³)	Толщина (м)	γ_f
Полиэтиленовая пленка толщиной 0.2 мм	1.e-004	---	---	1.2
НС44-1000-0,7	0.008	---	---	1.05
Плиты полужесткие минераловатные на битумной связке при $g = 400$ кг/м ³ толщиной	0.04	---	---	1.2

Материал	Распределенная нагрузка (Т/м ²)	Объемный вес (Т/м ³)	Толщина (м)	γ_f
100 мм				
НС40-800-0,6	0.007	---	---	1.05

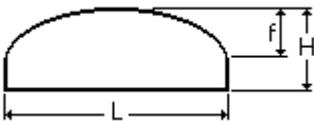
Эксплуатационная нагрузка	0.056 Т/м ²
Предельная нагрузка	0.064 Т/м ²

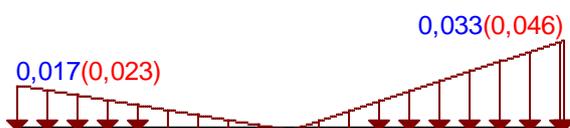
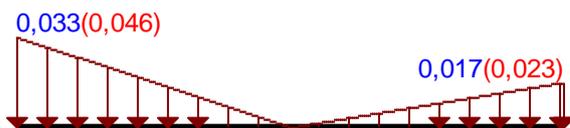
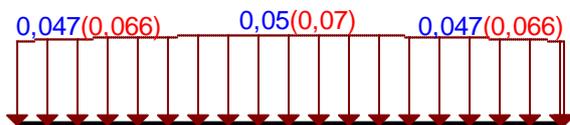
Усредненное $\gamma_f = 0,064/0,056=1,14$

Линейная нагрузка: $0,064 \cdot 0,975 \cdot 8,4=0,599$ Т/м

2.1.4 Сніг

Табл 2.2.3

Параметр	Значение	Единицы измерения
Местность		
Снеговой район	I	
Нормативное значение снеговой нагрузки	0,05	Т/м ²
Тип местности	В - Городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м	
Средняя скорость ветра зимой	5	м/сек
Средняя температура января	-24	°С
Здание		
		
Высота здания Н	11,4	м
Ширина здания В	36	м
L	18	м
f	0,9	м
Нормативный вес покрытия	0,329	Т/м ²
Неутепленная конструкция с повышенным тепловыделением	Нет	
Коэффициент надежности по нагрузке ψ_f	1,04	



Единицы измерения : Т/м²

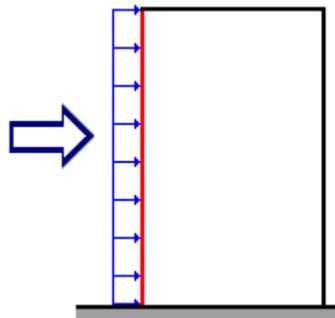
- Нормативное значение
- Расчетное значение

Линейная нагрузка: $0,07 \cdot 0,975 \cdot 12 = 0,819 \text{ Т/м}$

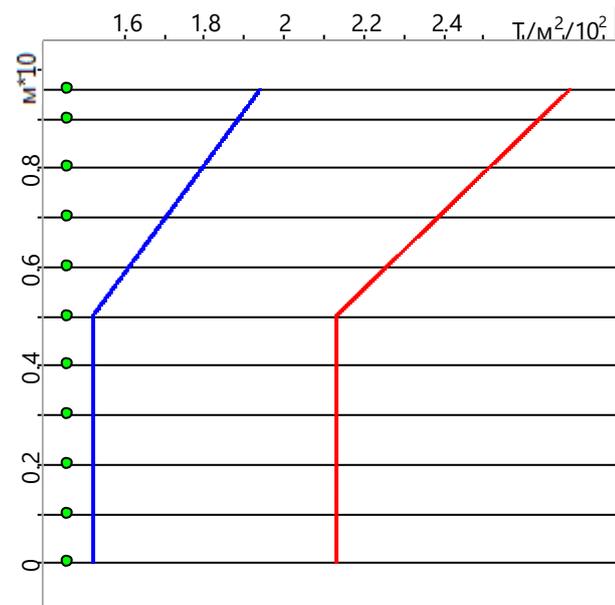
2.1.5 Вітер (навітряна сторона)

Табл 2.2.4

Исходные данные	
Ветровой район	III
Нормативное значение ветрового давления	0,038 Т/м ²
Тип местности	В - городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м
Тип сооружения	Вертикальные и отклоняющиеся от вертикальных не более чем на 15° поверхности



Параметры	
Поверхность	Наветренная поверхность
Шаг сканирования	1 м
Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	1,4
H	8,4 м

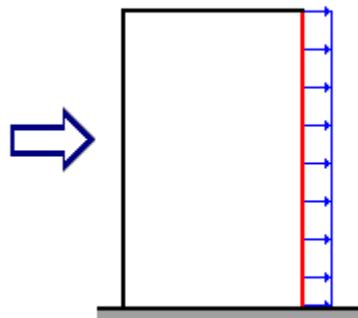


Высота (м)	Нормативное значение (Т/м ²)	Расчетное значение (Т/м ²)
0	0,015	0,021
1	0,015	0,021
2	0,015	0,021
3	0,015	0,021
4	0,015	0,021
5	0,015	0,021
6	0,016	0,023
7	0,017	0,024
8	0,018	0,025
8,4	0,019	0,026

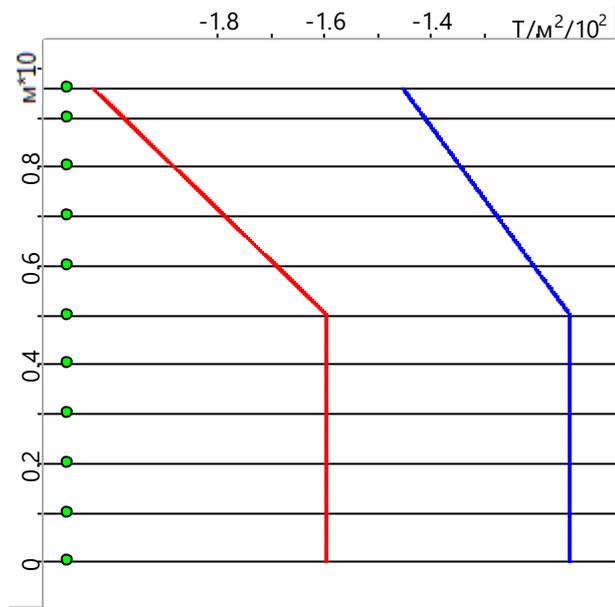
2.1.6 Вітер (підвітряного боку)

Табл 2.2.5

Исходные данные	
Ветровой район	III
Нормативное значение ветрового давления	0,038 Т/м ²
Тип местности	В - городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м
Тип сооружения	Вертикальные и отклоняющиеся от вертикальных не более чем на 15° поверхности



Параметры	
Поверхность	Подветренная поверхность
Шаг сканирования	1 м
Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	1,4
Н	8,4 м



Высота (м)	Нормативное значение (Т/м²)	Расчетное значение (Т/м²)
0	-0,011	-0,016
1	-0,011	-0,016
2	-0,011	-0,016
3	-0,011	-0,016
4	-0,011	-0,016
5	-0,011	-0,016
6	-0,012	-0,017
7	-0,013	-0,018
8	-0,013	-0,019
8,4	-0,014	-0,02

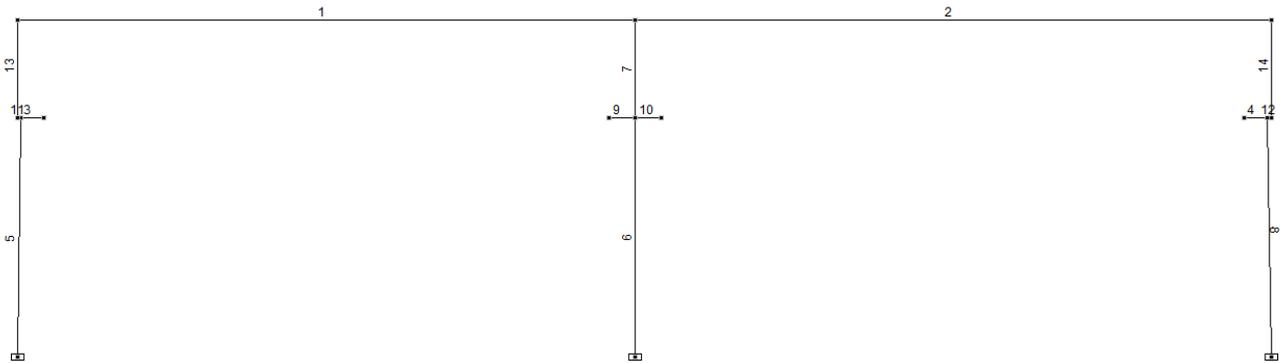


Рис. 2.1.1 Номери елементів

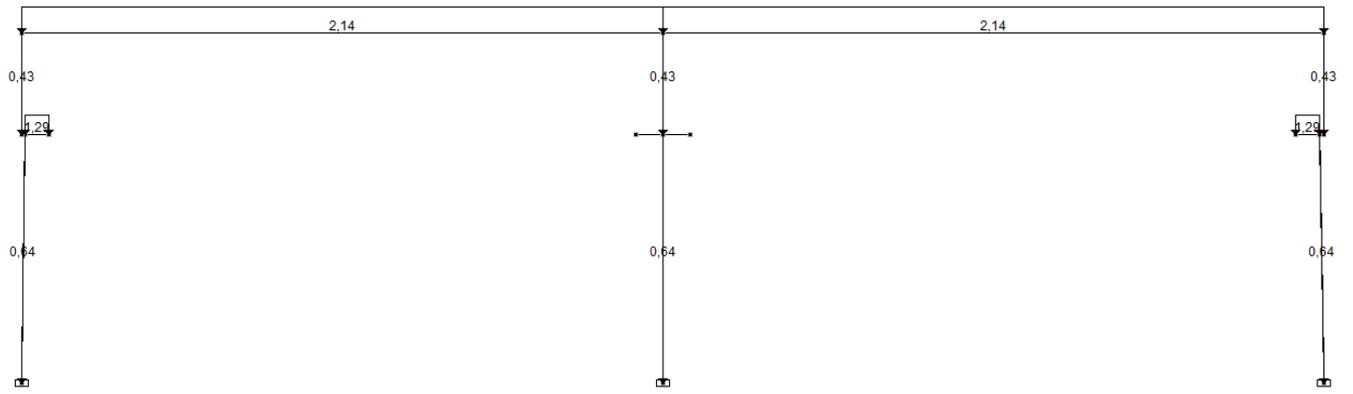


Рис. 2.1.2 Власна вага залізобетонної конструкції рами

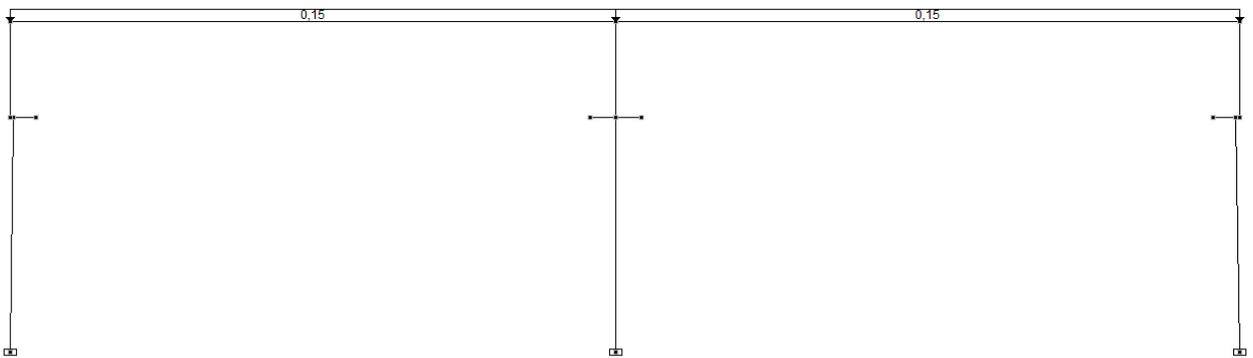


Рис. 2.1.3 Вага покриття

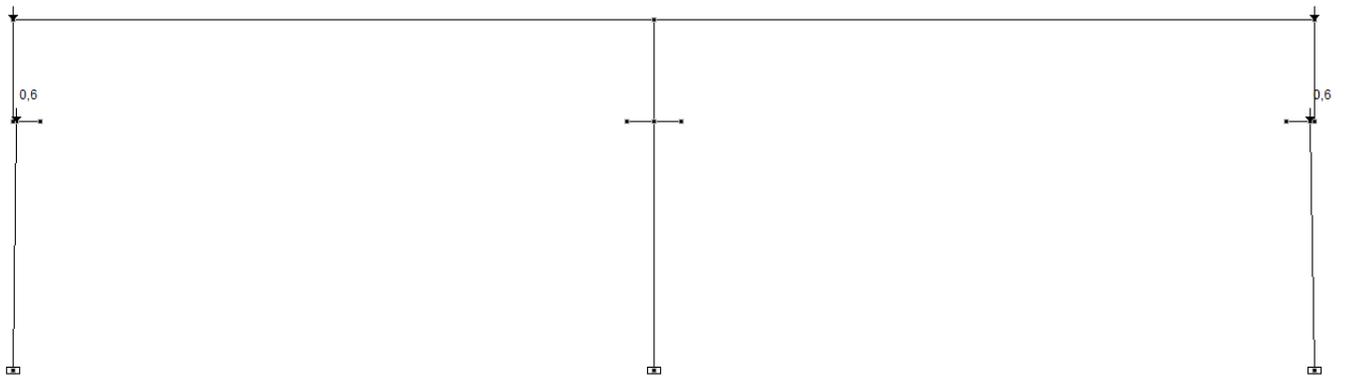


Рис. 2.1.4 Власна вага зовнішнього стінового огородження

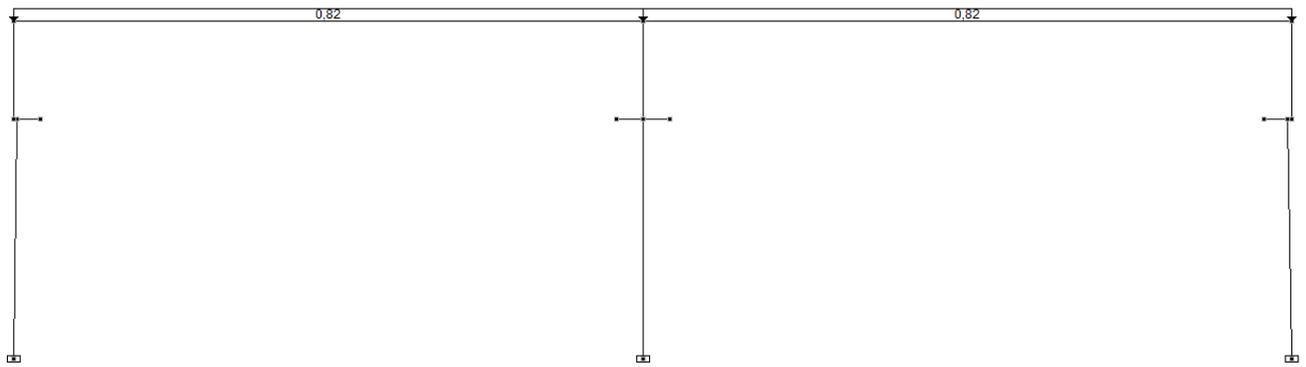


Рис. 2.1.5 Сніг

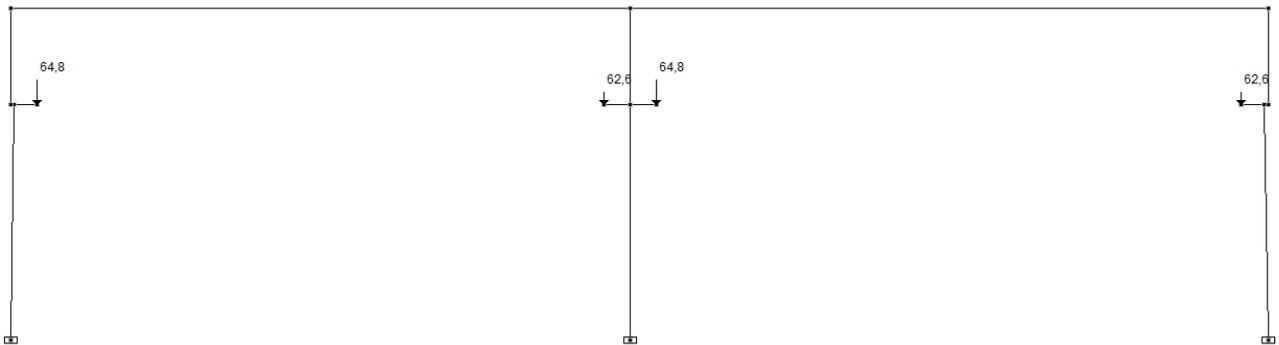


Рис. 2.1.6 Вертикальна сила від мостових кранів

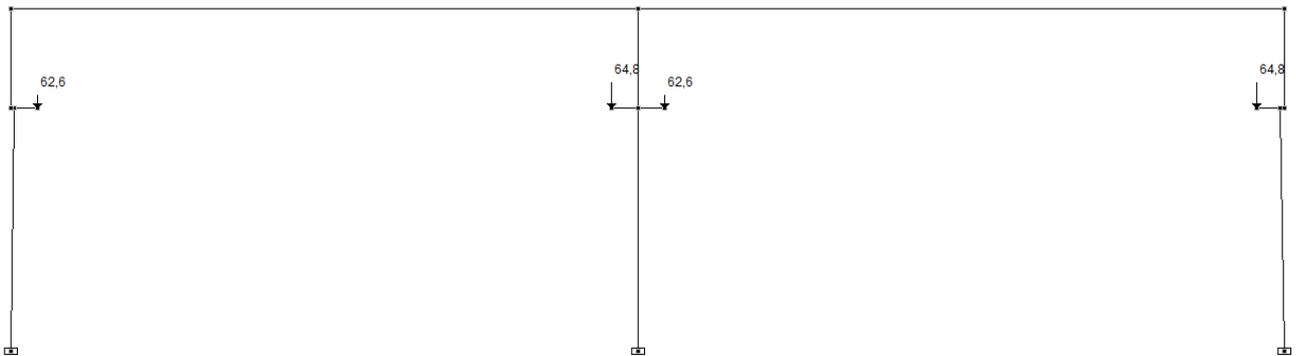


Рис. 2.1.7 Вертикальна сила від мостових кранів

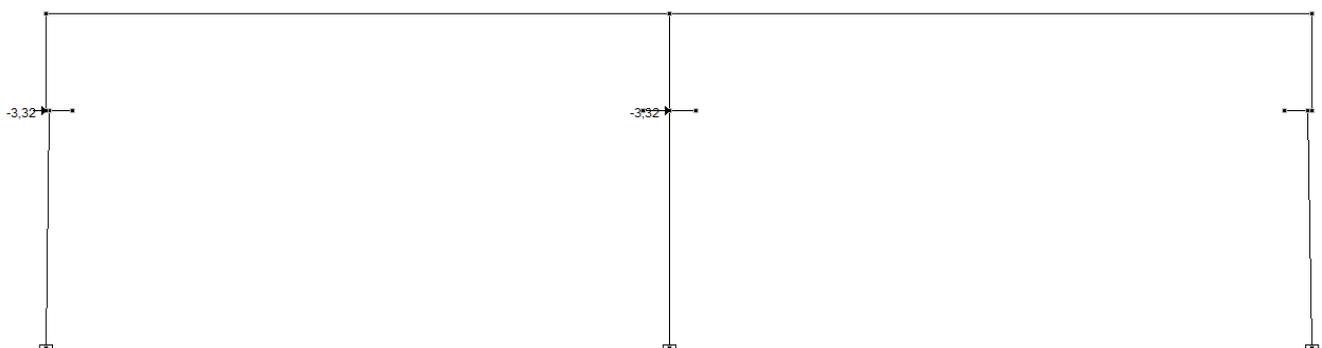


Рис. 2.1.8 Горизонтальна сила від мостових кранів

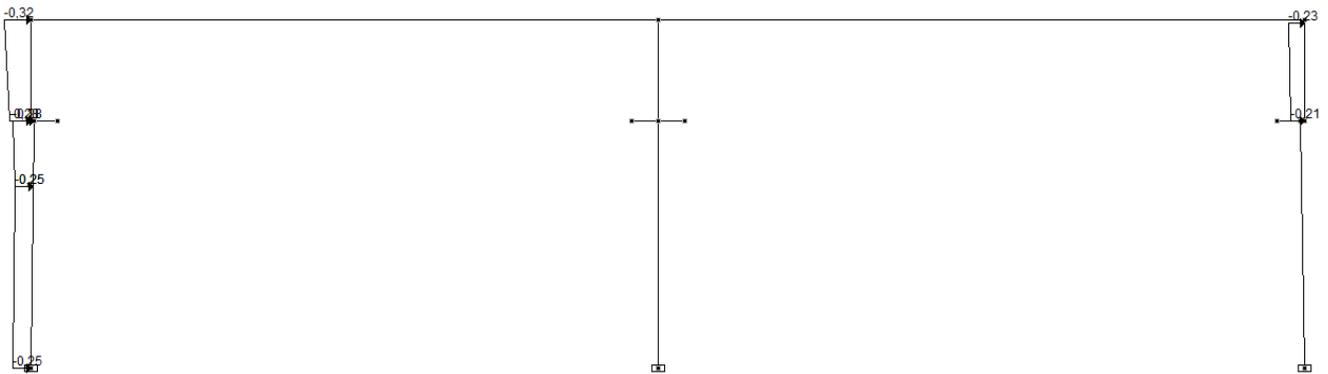


Рис. 2.1.9 Вітер

2.2 Розрахунок колони

2.2.1 Опір ж / б перерізів (розрахунок надкранової частини колони)

Розрахунок виконаний за СНиП 2.03.01-84 * (з урахуванням змін на території України)

Коефіцієнт надійності за відповідальністю $\gamma_n = 0,975$

Довжина елемента 2,8 м

Коефіцієнт розрахункової довжини в площині $XoY = 1$

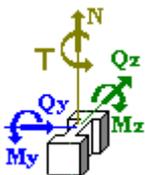
Коефіцієнт розрахункової довжини в площині $XoZ = 1$

Випадковий ексцентриситет по Z прийнятий за СНиП 2.03.01-84 * (з урахуванням змін на території України)

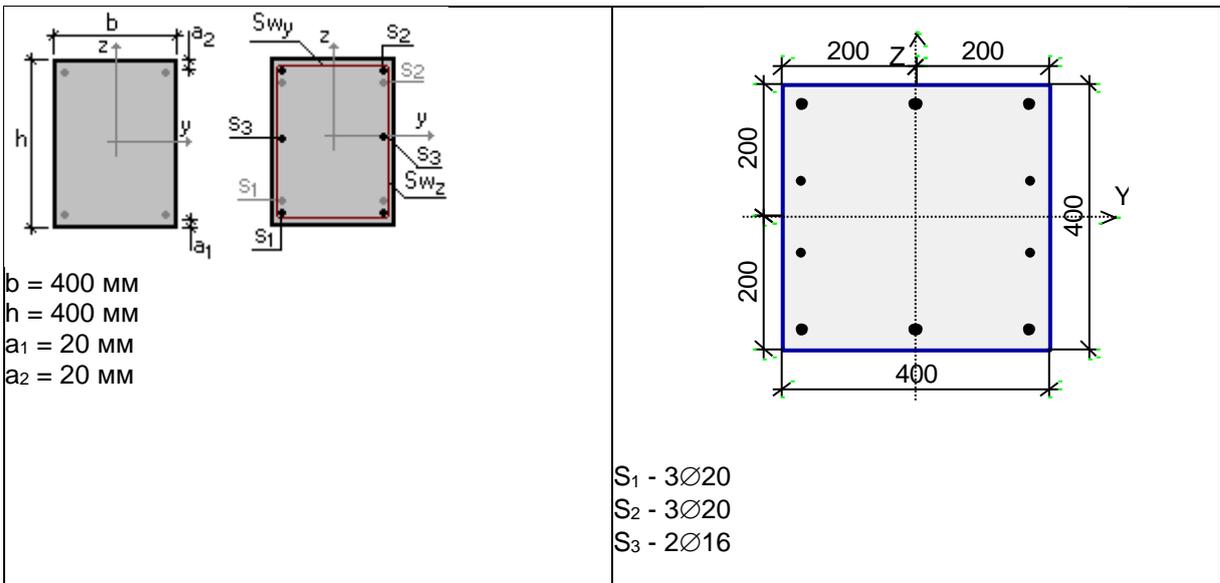
Випадковий ексцентриситет по Y прийнятий за СНиП 2.03.01-84 * (з урахуванням змін на території України)

Конструкція статично визначена

Гранична гнучкість – 200



Переріз



Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A-III	1
Поперечная	A-I	1

Бетон

Вид бетону: Важкий

Клас бетону: B40

Умови твердіння: Природне

Коефіцієнт умов тверднення 1

Коефіцієнти умов роботи бетону

Облік навантажень тривалої дії $\eta \leq 0,9$

$N = -0,599 \text{ T}$

$M_y = -17,178 \text{ T}\cdot\text{m}$

$Q_z = 6,135 \text{ T}$

$M_z = 0 \text{ T}\cdot\text{m}$

$Q_y = 0 \text{ T}$

$T = 0 \text{ T}\cdot\text{m}$

Коэффициент длительной части 0,6

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.п. 3.26,3.28	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,001
п.п. 3.15-3.20, 3.27-3.28	Прочность по предельному моменту сечения	0,978
п.п. 3.24, 3.6	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	$4,496 \cdot 10^{-004}$
п.3.30	Прочность по наклонной полосе между наклонными трещинами	0,086
п.3.32	Прочность по наклонным сечениям без поперечной арматуры	0,535
п.5.3	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,121
п.5.3	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,121

Коефіцієнт використання 0,978 - Прочність по предельному моменту сечения

Коефіцієнт використання по всему пакету комбинаций 0,978 - Прочність по предельному моменту сечения

Коефіцієнт длительной части 0

Коефіцієнт надёжности по нагрузке 1

Результурующий коэффициент без γ_{b2} 1

2.2.2 Опір з/б перерізів (розрахунок підкранової частини)

Розрахунок виконаний за СНиП 2.03.01-84 * (з урахуванням змін на території України)

Коефіцієнт надійності за відповідальністю $\alpha_n = 1$

Довжина елемента 4,8 м

Коефіцієнт розрахункової довжини в площині ХоУ 1

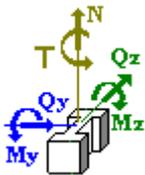
Коефіцієнт розрахункової довжини в площині ХоZ 1

Випадковий ексцентриситет по Z прийнятий по СНиП 2.03.01-84* (з урахуванням змін на території України)

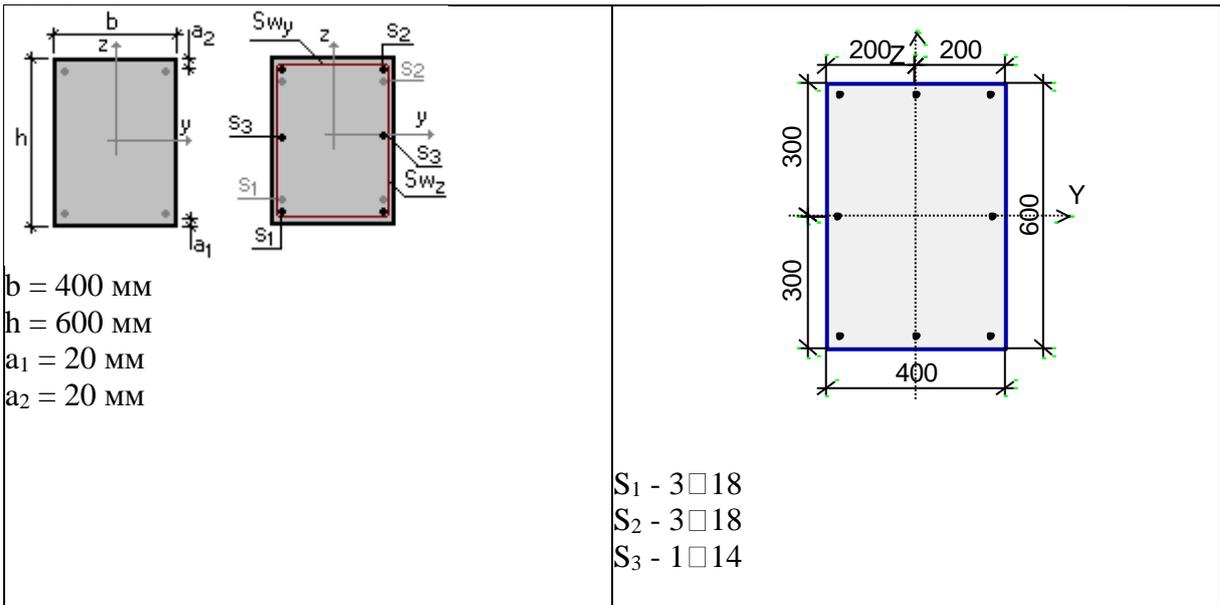
Випадковий ексцентриситет по У прийнятий за СНиП 2.03.01-84 * (з урахуванням змін на території України)

Конструкція статично визначена

Гранична гнучкість - 200



Сечение



Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	А-III	1
Поперечная	А-I	1

Бетон

Вид бетону: Важкий

Клас бетону: В40

Умови твердіння: Природне

Коефіцієнт умов тверднення 1

Коефіцієнти умов роботи бетону

Облік навантажень тривалої дії γ_{b2} 0,9

Результуючий коефіцієнт без γ_{b2} 1

$N = -63,881 \text{ Т}$

$M_y = -23,452 \text{ Т*м}$

$Q_z = -5,196 \text{ Т}$

$M_z = 0 \text{ Т*м}$

$Q_y = 0 \text{ Т}$

$T = 0 \text{ Т*м}$

Коэффициент длительной части 0,608

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.п. 3.26,3.28	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,116
п.п. 3.15-3.20, 3.27-3.28	Прочность по предельному моменту сечения	0,852
п.п. 3.24, 3.6	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	0,092
п.3.30	Прочность по наклонной полосе между наклонными трещинами	0,047
п.3.32	Прочность по наклонным сечениям без поперечной арматуры	0,242
п.5.3	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,294
п.5.3	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,196

Коэффициент использования 0,852 - Прочность по предельному моменту сечения

Коэффициент использования по всему пакету комбинаций 0,882 - Прочность по предельному моменту сечения

Коэффициент длительной части 0

Коэффициент надежности по нагрузке 1

2.3 Розрахунок панелі-оболонки

2.3.1 Загальні данні

Потрібно розрахувати і за конструювати попередньо-напружену панель-оболонку КЖС розміром 3x18 м. Конструктивне рішення панелі-оболонки представлено на рис. 2.1. Район будівництва - м. Кривий Ріг.

Бетон важкий класу В 30: $R_{bn} = R_{b,ser} = 22$ МПа, $R_b = 17$ МПа; коефіцієнт умов роботи бетону $\gamma_{b2} = 0,9$; $R_{bt,n} = R_{bt,ser} = 1,8$ МПа, $R_{bt} = 1,2$ МПа; початковий модуль пружності бетону, підданого тепловій обробці при атмосферному тиску $E_b = 29000$ МПа. Передавальна міцність бетону R_{bp} встановлюється так, щоб при обтисненні ставлення напруг $G_{bp}/R_{bp} \leq 0,95$.

Напружена арматура поздовжніх ребер-діафрагм класу А-III тільки з контролем подовження, $R_{sn} = R_{s,ser} = 540$ МПа, $R_s = 450$ МПа, модуль пружності $E_s = 180000$ МПа.

Натяг арматури здійснюється механічним способом на упори форм. До трещіностонкості панелі пред'являються вимоги 3-ї категорії. Виріб піддається тепловій обробці при атмосферному тиску.

Арматура торцевих ребер – класу А-III, $R_s = 365$ МПа.

Поперечна арматура поздовжніх ребер, а також арматура тіла оболонки - класу Вр-I, $d = 5$ мм, $R_s = 360$ МПа; $R_{sw} = 260$ МПа

Підрахунок навантажень на плиту КЖС

Табл. 2.3.1

Вид навантаження	Нормативне навантаження, Па	Коефіцієнт надійності з навантаження γ_f	Розрахункове навантаження
2	3	4	5
Постійна:			
1. Руберойд з крупнозернистим посипанням	30	1,3	40
2. Обмазка цементно-піщаним розчином з добавкою латексу товщиною 20 мм	530	1,3	690

3. Пінобетон, газобетон при $\gamma = 600 \text{ кг / м}^3$ товщиною 100 мм	590	1,2	710
4. Забарвлення гарячим бітумом за два рази при товщині шару 4 мм	490	1,3	635
5. Власна вага панелі з урахуванням заливки швів	1710	1,1	1880
Разом	3350		3955
Тимчасова			
Сніг	1400	1,04	1456
Тривала	800	1,4	1120
короточасна	700	1,4	980
Повне навантаження:	4750	-	5411
Постійна та тимчасова	4150	-	-
Короткочасна	700	-	-

Обчислимо навантаження на 1 пог. м довжини панелі з урахуванням коефіцієнта надійності за призначенням будівлі $\gamma_n=1,0$:

Розрахункові навантаження для розрахунку за граничними станами I групи / по несучої здатності /:

- постійна $g=3,955 \cdot 1 \cdot 3=11,9 \text{ кН/м}$,
- тимчасова (снігова) $V=1,456 \cdot 1 \cdot 3=4,4 \text{ кН/м}$,
- повна $g+ V=11,9+4,4=16,3 \text{ кН/м}$.

Нормативне навантаження для розрахунку по граничним навантаженням I I групи (тріщиностійкості та деформаціям):

- повна $g_n=4,75 \cdot 1 \cdot 3=14,25 \text{ кН/м}$,

в тому числі:

постійна та тривала: $(g_n+ V_n) \cdot l=4,15 \cdot 1 \cdot 3=12,45 \text{ кН/м}$,

короткочасна: $V_{n,sh}=0,7 \cdot 1 \cdot 3=2,1 \text{ кН/м}$.

Тут 3м – номінальна ширина панелі-оболонки.

2.3.2 Розрахункова схема та розрахунковий проліт

Розрахункові схеми повздовжніх ребер-діафрагм (або розрахункові схеми панелі у цілому) показані на рис. 2.3.1

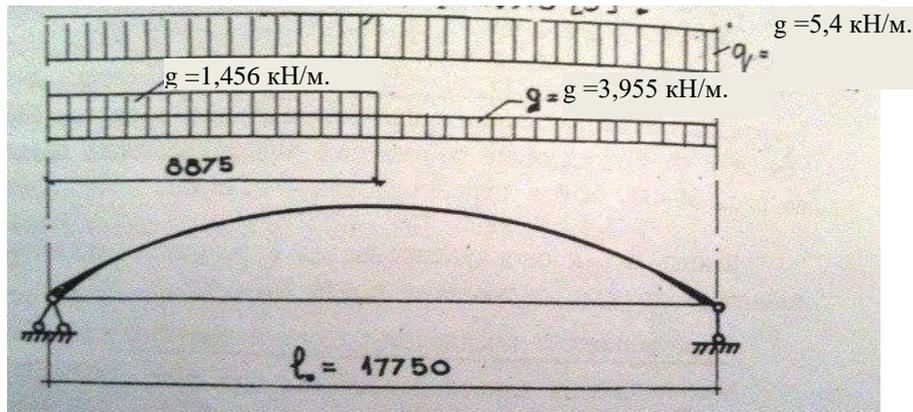


Рис. 2.3.1 Розрахункова схема панелі КЖС

При обпиранні панелі на поздовжні несучі конструкції розрахунковий проліт дорівнює: $l_0 = l - 0,25 = 18 - 0,25 = 17,25$ м.

Зусилля від повного розрахункового навантаження:

$$M_0 = \frac{gl_0^2}{8} = \frac{16,3 \cdot 17,75^2}{8} = 642 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

$$Q_0 = \frac{gl_0}{2} = \frac{16,3 \cdot 17,75}{2} = 144,66 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

від нормативного навантаження:

$$\text{повної } M_n = \frac{g_n l_0^2}{8} = \frac{14,25 \cdot 17,75^2}{8} = 561 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

$$\text{постійної та тривалої } M_{nl} = \frac{(g_n + V_{n,l}) l_0^2}{8} = \frac{12,45 \cdot 17,75^2}{8} = 490 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

$$\text{короткочасної } M_{n,sh} = \frac{V_{n,sh} \cdot l_0^2}{8} = \frac{2,1 \cdot 17,75^2}{8} = 82,7 \frac{\text{кН}}{\text{м}}.$$

2.3.3 Розрахунок панелі-оболонки КЖС по загальній несучій здібності та стійкості

Загальна несуча здібність панелі-оболонки КЖС може бути виражена величиною граничного згинального моменту, сприймаючого системою у цілому по формулі:

$$M \leq \gamma_{s6} A_{sp} R_s z_0,$$

де z_0 – відстань по вертикалі від вісі до робочої арматури діафрагм.

При рівномірно розподіленому навантаженні максимальне зусилля в арматурі діафрагм – у середині прогону.

Висоту поперечного перерізу панелі у середині прогону приймають рівною $(1/20 \dots 1/15) l$ в залежності від величини навантаження та величини прогону.

Приймаємо висоту панелі у середині прогону

$$h = \frac{1}{18} l = \frac{1}{18} 18 = 1,0 \text{ м, товщину оболонки } \delta = 30 \text{ мм, } \alpha = 50 \text{ мм.}$$

$$\text{Тоді } z_0 = h - \alpha - \delta/2 = 1000 - 50 - 30/2 = 935 \text{ мм.}$$

Знаходимо необхідну площу A_s перерізу робочої арматури діафрагм:

$$A_s = \frac{M}{\gamma_{s6} R_s z_0} = \frac{64200000}{1 \cdot 450 \cdot 100 \cdot 93,5} = 15,26 \text{ см}^2$$

при розрахунку панелі КЖС $\gamma_{s6} = 1$

приймаємо $2\text{Ø}32 \text{ А-III·В}$; $A_s = 16,08 \text{ см}^2$.

Визначаємо необхідну товщину оболонки у середині прогону по формулі:

$$\delta = \frac{M}{z_0 b_f R_b \gamma_0 \gamma_{b2}} = \frac{642 \cdot 10^5}{93,5 \cdot 294 \cdot 17 \cdot 100 \cdot 0,75 \cdot 0,9} = 2,04 \text{ см;}$$

приймаємо $\delta = 3 \text{ см}$.

Тут $b_f = 294 \text{ см}$ – ширина панелі поверху; γ_0 – коефіцієнт умов роботи тонкої оболонки, прийнятої для панелі 3м – 0,75.

Перевіряємо достатність товщини оболонки δ , виходячи з розрахунку та на умовні критичні напруження стиснення по формулі:

$$\delta = 0,8 l_b \sqrt{\frac{M_n y}{E_b I_{red}}} = 0,8 \cdot 220 \cdot \sqrt{\frac{561 \cdot 10^5 \cdot 28,7}{29 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 2,83 \cdot 10^6}} = 2,46 \text{ см} < 3,0 \text{ см,}$$

де $l_b = 220 \text{ см}$ – розрахунковий прогін оболонки, рівний довжині між вутами; $y = 28,7 \text{ см}$ – відстань від центру тяжіння приведенного перерізу панелі у середині прогину до вісі оболонки; $I_{red} = 2,83 \cdot 10^6 \text{ см}^4$ – момент інерції приведенного перерізу відносно його центру тяжіння.

Товщина оболонки δ , прийнята 3 см по умовам міцності та стійкості, достатня.

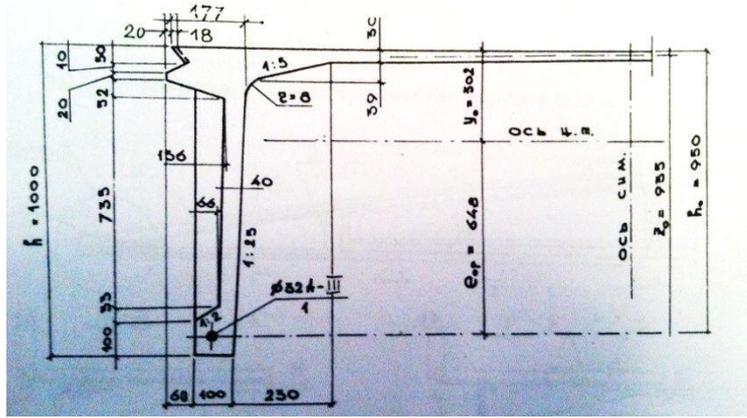


Рис. 2.3.2 Геометричні розміри поздовжнього перерізу панелі-оболонки в середині прогину

Визначимо розрахункові зусилля N_T в торцевій арматурі по формулі:

$$N_T = \frac{(g + 2,0)l_0^2 b_s}{64z_0} = \frac{(1,88 + 2,0)17,75^2 \cdot 2,8}{64 \cdot 0,935} = 57,2 \text{ кН};$$

$$N_T = \frac{A_{sp} R_s b_s}{8b_f} = \frac{16,08 \cdot 450 \cdot 100 \cdot 2,8}{8 \cdot 2,94} = 86,2 \text{ кН};$$

тут $g = 1,88 \text{ кН/м}^2$ – розрахункове навантаження від ваги 1 м^2 панелі; $b_s = 2,8 \text{ м}$ – відстань між вісями робочої арматури діафрагм; $2,0 \text{ кН/м}^2$ – опір відриву при зйомці панелі з форми.

Площа перерізу стержневої торцевої арматури при обпиранні панелі на прокольні несучі конструкції підбираємо по найбільшому зусиль.

$$A_{s,T} = \frac{N_T}{R_s} = \frac{86200}{365(100)} = 2,36 \text{ см}^2.$$

Приймаємо $2\text{Ø}14 \text{ А-III}$; $A_s=3,08 \text{ см}^2$.

2.3.4 Розрахунок міцності по нахиленим перерізам на дію поперечних зусиль

Діафрагми панелі-оболонки КЖС на поперечну силу розраховують з урахуванням розвантажувальну дію вертикальних складових сил стиснення в оболонці. Величину поперечної сили Q_d , сприймаючої діафрагмами, визначають по формулі:

$$Q_d = Q_0 - \frac{M_0}{z} \operatorname{tg} \varphi,$$

де M_0 , Q_0 – повна величина згинаючого моменту та поперечної сили в розглядаю чому перерізі панелі; φ – кут нахилу вісі оболонки.

Розглянемо переріз, розташоване на відстані 1 м від опори. У цьому перерізі $h_0=26,7$ см; $z_0=24,4$ см; $\varphi = 10^\circ 54'$; $\operatorname{tg} \varphi = 0,19$; $b=10$ см – ширина діафрагми (ребра) у самому вузькому місці.

$$\text{При цьому } Q_0 = \frac{16,5 \cdot 17,5}{2} - 16,5 \cdot 1,0 = 130 \text{ кН};$$

$$M_0 = \frac{16,5 \cdot 17,5}{2} - 1,0 \cdot 16,5 \cdot \frac{1^2}{2} = 138,18 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$\text{тоді } Q_d = 130 - \frac{138,18}{0,244} 0,19 = 22,5 \text{ кН}.$$

Визначаємо проекцію розрахункового перерізу на поздовжню вісь С.

Вплив стиснутих смуг (при 2-х ребрах):

$$\varphi_f = 2 \cdot \frac{0,75(3\delta)\delta}{bh_0} = 2 \cdot \frac{0,75 \cdot 3 \cdot 3}{2 \cdot 10 \cdot 26,7} 0,025 < 0,5, \text{ де } b = 2 \cdot 10 \text{ см – ширина 2-х}$$

діафрагм в розглянутому перерізі. Вплив поздовжнього зусилля обтиснення $N=P_2=589,4$.

$$\varphi_n = 0,1 \frac{N}{R_{bt}bh_0} = 0,1 \cdot \frac{589400}{1,2 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 26,7 \cdot 100} \cdot 0,92 > 0,5.$$

$$\text{Розраховуємо } 1 + \varphi_f + \varphi_n = 1 + 0,025 + 0,5 = 1,525 > 1,5.$$

$$\text{Приймаємо } 1 + \varphi_f + \varphi_n = 1,5.$$

$$V = \varphi_{b2} (\varphi_f + \varphi_n) \gamma_{b2} R_{bt} b h_0^2 = 2 \cdot 1,5 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 100 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 26,7^2 =$$

$$4620000 \text{ Н} \cdot \text{см}$$

У розрахунковому похилому перерізі $Q_b = Q_{sw} = \frac{Q_d}{2}$; звідси

$$C = V / 0,5 Q_d = \frac{4620000}{0,5 \cdot 22500} = 410,7 \text{ см},$$

$$C = 410,7 \text{ см} > 2h_0 = 26,7 \cdot 2 = 53,4 \text{ см}.$$

$$\text{Приймаємо } C = 2h_0 = 53,4 \text{ см, тоді } Q_b = \frac{V}{C} = \frac{4620000}{53,4} = 86517 \text{ Н} > Q,$$

отже, поперечної арматури з розрахунку не потрібно.

На при опорних ділянках довжиною $0,1l$ встановлюємо поперечну арматуру відповідно з конструктивними вимогами глави СНиП 2.03.01-84, а також стрижні-підвіски в вертикальних ребрах жорсткості діафрагм.

Аналогічним чином повинні бути перевірені і інші перерізи, при цьому основна увага слідє приділяти перевірці перерізу в зоні опорного вузла, а також в місці зміни товщини діафрагми b_d (біля межі першого кесону і далі).

При наявності зосереджених навантажень, окрім того, повинні бути перевірені зони поблизу від місця їх додатку.

2.3.5 Розрахунок анкерів

Площа робочої поверхні анкеру робочої напруженої арматури кожної діафрагми рекомендовано перевіряти з вимоги:

$$A_{s,anc} \geq \frac{M_1}{2z_1R_b},$$

де M_1 – згинаючий момент на всю ширину панелі в перерізі, розташована на відстані 1,5 м від робочої поверхні анкеру; z_1 – відстань по вертикалі від вісі робочої арматури діафрагми до вісі оболонки у цьому ж перерізі.

$$M_1 = \frac{16,5 \cdot 17,75}{2} 1,5 - 16,5 \cdot \frac{1,5^2}{2} = 201,03 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Враховуючи, що у цьому перерізі $z_1 = 0,33$ м, знаходимо

$$A_{s,anc} = \frac{20103000}{2 \cdot 33 \cdot 17 \cdot 100} = 179,17 \text{ см}^2.$$

З конструктивних міркувань приймаємо анкер з впертою плитою, маюча ширину 220 мм і висоту 150 мм $A_{s,anc} = 22 \cdot 15 = 330 \text{ см}^2 > 179,17 \text{ см}^2$.

2.3.6 Розрахунок панелі-оболонки ЖС по граничним станам II групи

Геометричні характеристики приведенного перерізу панелі в середині прогону при $\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{18 \cdot 10^4}{29 \cdot 10^3} = 6,21$ наводяться без детального розрахунку.

Площа приведенного перерізу

$$A_{red} = A_b + \alpha A_s = 2162 \text{ см}^2.$$

Статичний момент площі приведенного перерізу відносно верхній грані

$$S_{red} = S_b + \alpha S_s = 65292,4 \text{ см}^3.$$

Відстань від верхньої грані до центру тяжіння приведенного перерізу

$$y_0 = \frac{S_{red}}{A_{red}} = 30,2 \text{ см.}$$

Момент інерції приведенного перерізу

$$I_{red} = I_b + \alpha I_s = 2,83 \cdot 10^6 \text{ см}^4.$$

Момент опору приведенного перерізу по нижній зоні

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{(h-y_0)} = \frac{2,83 \cdot 10^6}{100-30,2} = 40500 \text{ см}^3.$$

Момент опору приведенного перерізу по верхній зоні

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{y_0} = \frac{2,83 \cdot 10^6}{30,2} = 93700 \text{ см}^3.$$

Відстань від ядрової точки, більш віддаленої від розтягнутої зони, до центру тяжіння приведенного перерізу

$$r = \frac{\varphi_n W_{red}}{A_{red}} = 0,85 \frac{40500}{2162} = 15,93 \text{ см,}$$

найменш віддаленої від розтягнутої зони –

$$r_{inf} = \frac{\varphi_n W_{red}}{A_{red}} = 0,85 \frac{93700}{2162} = 36,84 \text{ см.}$$

Відношення напруження в бетоні від нормативних навантажень і зусилля відтиснення до розрахункового опору бутону для граничних станів II групи приймаємо $G_{bp}/R_{b,n}=0,75$, тоді

$$\varphi_n = 1,6 - G_{bp}/R_{b,n} = 1,6 - 0,75 = 0,85.$$

Пружнопластичний момент опору по розтягнутій зоні в стадії виготовлення (обтисненні елементу)

$$W_{pl} = \gamma W_{red} = 1,4 \cdot 40500 = 56700 \text{ см}^3$$

Пружнопластичний момент опору по розтягнутій зоні в стадії експлуатації елементу

$$W_{pl} = \gamma W_{red} = 1,4 \cdot 93700 = 131180 \text{ см}^3$$

Тут $\gamma = 1,4$ – для панелі-оболонки КЖС, враховує непружні деформації розтягнутого бетону.

2.3.7 Втрати попереднього напруження арматури

Розрахунок проводимо з урахуванням норм, при цьому приймаємо коефіцієнт точності на тяжіння арматури $\gamma_{sp} = 1$.

Попереднє початкове напруження арматури приймаємо рівним $G_{sp} = 0,95 \cdot R_{s,n} = 0,95 \cdot 540 = 513$ МПа.

Перевіряємо вимоги

$$G_{sp} + p \leq R_{s,n}; \quad G_{sp} - p \geq 3R_{s,n}$$

При механічному способі на тяжіння арматури значення $p = 0,05G_{sp} = 0,05 \cdot 513 = 26$ МПа;

$$G_{sp} + p = 513 + 26 = 539 \text{ МПа} < R_{s,n} = 540 \text{ МПа};$$

$$G_{sp} - p = 513 - 26 = 487 \text{ МПа} \geq 3R_{s,n} = 162 \text{ МПа}.$$

Умови витримуються.

Втрати від релаксації напруження в дротовій арматурі при механічному способі натягіння

$$G_1 = 0,1G_{sp} - 20 = 0,1 \cdot 513 - 20 = 31,3 \text{ МПа}.$$

При втраті температурного перепаду між натягнутою арматурою і упорами $G_2 = 0$, так як при прошаровуванні форма з упорами нагрівається разом з виробом.

Знаходимо зусилля обтиску та ексцентриситет:

$$P_1 = A_s(G_{sp} - G_1) = 16,08(513 - 31,3)100 = 774600 \text{ Н} = 774,6 \text{ кН}.$$

$$e_{op} = h - y_0 - a = 100 - 30,2 - 5 = 64,8 \text{ см}.$$

Напруження в бетоні при обтиску в рівні крайнього стиснутого волокна

$$G_{bpr} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 e_{op} (h - y_0)}{I_{red}} = \frac{774600}{216200} + \frac{774600 \cdot 64,8 \cdot 69,8}{2,83 \cdot 10^6 \cdot 100} = 3,58 + 12,38 = 15,96 \text{ МПа};$$

$$h - y_0 = 100 - 30,2 = 69,8 \text{ см}.$$

Визначаємо величину передаточної міцності бетону з вимоги $G_{bp}/R_{bp} \leq 0,95$ при позацентровому обтисненні. Звідси $R_{bp} = \frac{G_{bp}}{0,95} = \frac{15,96}{0,95} = 16,8$ МПа.

Приймаємо $R_{bp} = 20$ МПа, тоді $\frac{G_{bp}}{R_{bp}} = \frac{15,96}{20} = 0,798$.

$R_{bp} > 11,0$ МПа $> 0,5 \cdot B30$

Визначаємо стискуючі напруження в бетоні на рівні центру тяжіння напруженої арматури від зусилля обтиснення P_1 з урахуванням згинаючого моменту від ваги панелі-оболонки КЖС:

$$G_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{(P_1 e_{op} - M_p) e_{op}}{I_{red}} = \frac{77460}{216200} + \frac{(774600 \cdot 64,8 - 20410000) 64,8}{2,83 \cdot 10^6 \cdot 100} = 10,4 \text{ МПа.}$$

Тут M_p – згинаючий момент в середині прогону від власної ваги панелі-оболонки КЖС.

При вазі панелі $G_{ser} = 92$ кН, $M_p = \frac{92 \cdot 17,75}{8} = 204,1$ кН · м.

$$\frac{G_{bp}}{R_{bp}} = \frac{10,4}{20} = 0,52 < \alpha = 0,75,$$

$$\alpha = 0,25 + 0,025 R_{bp} = 0,25 + 0,025 \cdot 20 = 0,75$$

$$G_6 = 0,85 \cdot 40 \cdot \frac{G_{bp}}{R_{bp}} = 0,85 \cdot 40 \cdot 0,52 = 17,7 \text{ МПа.}$$

(0,85 – коефіцієнт, враховуючий теплову обробку виробу при атмосферному тиску)

$$\text{Перші втрати } G_{los1} = G_1 + G_6 = 31,3 + 17,7 + 49,0 \text{ МПа}$$

Зусилля обтиснення та напруги в бетоні на рівні ц.т. напруженої арматури з урахуванням перших втрат:

$$P_1 = A_{sp}(G_{sp} - G_{los1}) = 16,08(513 - 49)100 = 749300 \text{ Н} = 749,3 \text{ кН;}$$

$$G_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{(P_1 e_{op} - M_{п}) e_{op}}{I_{red}} = \frac{749300}{2162(100)} + \frac{(749300 \cdot 64,8 - 20410000) 64,8}{2,83 \cdot 10^6 (100)}$$

$$= 3,47 + 6,44 = 9,91 \text{ МПа.}$$

Втрати від усадки бетону

$G_8=35$ МПа – для бетону в35 та нижче.

Втрати від повзучості бетону

$$G_9 = \frac{150\alpha G_{bp}}{R_{bp}} = 150 \cdot 0,85 \cdot 0,4955 = 63,2 \text{ МПа.}$$

Другі втрати $G_{los2} = G_8 + G_9 = 35 + 63,2 = 98,2$ МПа

Повні втрати $G_{los} = G_{los1} + G_{los2} = 49 + 98,2 = 147,2$ МПа.

$G_{los} = 147,2$ МПа > 100 МПа (встановленого нормами мінімального значення втрат)

Зусилля обтиснення з урахуванням повних втрат

$$P_2 = A_{sp}(G_{sp} - G_{los}) = 16,08(513 - 147,2)(100) = 588200 \text{ Н} = 588,2 \text{ кН.}$$

2.3.8 Розрахунок по утворенню тріщин нормальних до поздовжніх вісей

Для елементів, до тріщиностійкості яких ставляться вимоги 3-ї категорії, приймаються значення по навантаженню $\gamma_f=1$:

$$M=531,67 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Розраховуємо момент виникнення тріщин по близькому способу ядрових моментів по формулі:

$$M_{crc} = R_{bt,ser} W_{pl} + M_{rp} = 1,8 \cdot 5670000 + 42732000 = 529,38 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Ядровий момент зусилля обтиску з урахуванням коефіцієнту точності натягіння арматури $\gamma_{sp} = 0,9$.

$$\begin{aligned} M_{rp} &= \gamma_{sp} P_2 (e_{op} + r) = 0,9 \cdot 588200(64,8 + 15,92) = 42732000 \text{ Н}\cdot\text{см} \\ &= 427,32 \text{ кН}\cdot\text{м.} \end{aligned}$$

Так як $M=531,67\text{кНм} \approx M_{crc}=529,38 \text{ кНм}$, в експлуатаційній стадії тріщини в розтягнутій зоні не виникають.

Перевіримо, чи виникають початкові тріщини в верхній зоні панелі від зусилля обтиснення при значенні коефіцієнту точності натягіння арматури $\gamma_{sp} = 1,1$.

Розрахункова умова: $P_1(e_{op} - r_{inf}) - M \leq R_{bt,p} \cdot W_{pl}$.

$$P_1(e_{op} - r_{inf}) - M = 1,1 \cdot 749300(64,8 - 36,84) - 20410000 = 263547 \text{ Нсм}$$

$$< R_{bt,p} \cdot W_{pl} = 1,4 \cdot 131180(100) \text{ Нсм},$$

26,35кНм < 183,65кНм – умова виконується, початкових тріщин не виникає.

2.3.9 Розрахунок прогинів панелі-оболонки КЖС (розрахунок по деформаціям)

Прогин в середині прогону панелі при відсутності тріщин в розтягнутій зоні визначаємо по значенню викривлення, використовуючи формулу:

$$\frac{1}{r} = \frac{\varphi_{b2}M}{\varphi_{b1}E_bI_{red}} = \frac{\varphi_{b2}M}{B}, \text{ де } B = \varphi_{b1}E_bI_{red} = 0,85 \cdot 29 \cdot 10^3 \cdot 2,83 \cdot$$

$10^6(100) = 69,76 \cdot 10^{11} \text{ Нсм}$ – жорсткість приведенного перерізу панелі в середині прогону; $\varphi_{b2} = 1$ – при нетривалій дії навантаження; $\varphi_{b2} = 2$ – при тривалій дії навантаження для конструкції, експлуатуємих при вологості навколишнього середовища 40%.

Викривлення панелі з урахуванням дій зусиль попереднього обтиснення по формулі: $\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2 - \left(\frac{1}{r}\right)_3 - \left(\frac{1}{r}\right)_4$ повний прогин відповідно:

$$f = f_1 + f_2 - f_3 - f_4.$$

Визначаємо значення викривлень та прогинів:

- від нетривалої дії короткочасного навантаження

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{\varphi_{b2}M}{B} = \frac{1 \cdot 8270000}{69,76 \cdot 10^{11}} = 0,1185 \cdot 10^{-5} \text{ см}^{-1};$$

$$f_1 = S \left(\frac{1}{r}\right)_1 l_0^2 = \frac{5}{48} \cdot 1775^2 \cdot 0,1185 \cdot 10^{-5} = 0,39 \text{ см};$$

- від тривалої дії постійного навантаження:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{\varphi_{b2}M}{B} = \frac{2 \cdot 49000000}{69,76 \cdot 10^{11}} = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ см}^{-1}$$

$$f_2 = S \left(\frac{1}{r} \right)_2 l_0^2 = \frac{5}{48} \cdot 1775^2 \cdot 1,4 \cdot 10^{-5} = 4,59 \text{ см};$$

- обумовлених вигином панелі від короткочасної дії попереднього обтиснення P_2 :

$$\left(\frac{1}{r} \right)_3 = \frac{P_2 e_{op}}{B} = \frac{588200 \cdot 64,8}{69,76 \cdot 10^{11}} = 0,564 \cdot 10^{-5} \text{ см}^{-1}$$

$$f_3 = S \left(\frac{1}{r} \right)_3 l_0^2 = \frac{5}{8} \cdot 1775^2 \cdot 0,564 \cdot 10^{-5} = 2,15 \text{ см};$$

- обумовлених вигином панелі внаслідок усадки та повзучості бетону від зусилля попереднього обтиску:

$$\left(\frac{1}{r} \right)_4 = \frac{E_b - E'_b}{h_0} = \frac{64,39 \cdot 10^{-5} - 21,56 \cdot 10^{-5}}{95} = 0,45 \cdot 10^{-5} \text{ см}^{-1},$$

$$\text{де } E_b = \frac{G_b}{E_s} = \frac{G_6 + G_8 + G_9}{E_s} = \frac{17,7 + 35 + 63,2}{18 \cdot 10^4} = 64,39 \cdot 10^{-5},$$

$$E'_b = \frac{G'_b}{E_s} = \frac{G'_6 + G'_8 + G'_9}{E_s} = \frac{0,8 + 35 + 3,0}{18 \cdot 10^4} = 21,56 \cdot 10^{-5}.$$

Визначимо втрати G'_6 , G'_8 , G'_9 для крайнього стисненого волокна бетону.

Знаходимо напруження стиску G'_{bp} у цьому волокні на момент передачі попереднього напруження на бетон при $y_0 = 30,2$ см по формулі

$$\begin{aligned} G'_{bp} &= \frac{P_1}{A_{red}} - \frac{(P_1 e_{op} - M) y_0}{I_{red}} \\ &= \frac{749300}{2162(100)} - \frac{(749300 \cdot 64,8 - 2041 \cdot 10^4) 30,2}{2,83 \cdot 10^6(100)} = 0,47 \text{ МПа}; \end{aligned}$$

При цьому втрати будуть дорівнювати:

- від швидконабігаючій повзучості:

$$G'_6 = 0,85 \cdot 40 \cdot \frac{0,47}{20} = 0,8 \text{ МПа};$$

- від усадки $G'_8 = 35$ МПа;

- від повзучості $G'_9 = 150 \cdot 0,85 \cdot \frac{0,47}{20} = 3,0$ МПа.

Вигин панелі в середині прогону в наслідок усадки та повзучості бетону від обтиснення

$$f_4 = S \left(\frac{1}{r} \right)_4 l_0^2 = \frac{1}{8} \cdot 1775^2 \cdot 0,45 \cdot 10^{-5} = 1,77 \text{ см}$$

Повний прогин: $f = f_1 + f_2 - f_3 - f_4 = 0,39 + 4,59 - 2,15 - 1,77 = 1,06 \text{ см}$.

2.3.10 Розрахунок поля оболонки на прогин уздовж утворюючої

Коротку циліндричну оболонку між діафрагмами рекомендується розраховувати на вигин у напрямку її твірної. При цьому необхідно враховувати зміни геометричної схеми конструкції внаслідок зростання прогинів, появи і розвитку тріщини в діафрагмах і зменшення кривизни оболонки в процесі її навантаження на всіх стадіях - від початку навантаження до появи ознак граничного стану.

Розрахунок роблять шляхом визначення "згинального навантаження" g_b , що передається на діафрагми за рахунок вигину оболонки, та порівняння цієї, навантаження з несучою здатністю оболонки на вигин, що визначається методом граничної рівноваги. Несучу здатність оболонки на вигин рекомендується перевіряти при наступних схемах вантаження:

а) при навантаженні, рівномірно розподіленим по всій поверхні оболонки;

б) при сніговому навантаженні, розташованій на половині прольоту з обліками коефіцієнта сніговідкладень $c = 1$.

Визначення значень, "згинаючих навантажень", для розрахунку оболонки між діафрагмами

При рівномірному навантаженні розрахунок виконується за формулою:

$$g_{b,max} = g_M - \left(1 - \frac{f_0 max}{z_0} \right) (g + g_p)$$

Для цього розраховуємо зусилля P_2 з коефіцієнтом точності натягіння арматури $\gamma_{sp} = 1,1$.

$$P_2 = \gamma_{sp} A_{sp} (G_{sp} - G_{los}) = 1,1 \cdot 16,08 \cdot (513 - 147,2)(100) = 67 \text{ кН}$$

По формулі знаходимо вертикальне навантаження на 1 м^2 , еквівалентну нормальній силі, виникаючої в оболонці від попереднього напруження панелі:

$$g_p = \frac{8P_2}{b_0 l_0^2} \left(\frac{I_{red}}{y_0 A_{red}} e_{op} \right) = \frac{8 \cdot 647000}{300 \cdot 1775^2} \left(\frac{2.83 \cdot 10^6}{28.7 \cdot 2162} - 64.8 \right) = -0.1051 \text{ Н/см}^2$$

по формулі визначаємо коефіцієнт, враховуючий нерівномірність розподілення сл. стиснення в оболонці:

$$\epsilon = \frac{b_f \delta y}{I_{red}} = \frac{294 \cdot 3 \cdot 28,7 \cdot 93,5}{2,83 \cdot 10^6} = 0,853;$$

по формулі визначаємо граничне навантаження на панель:

$$g_n = \frac{8A_s R_s z_0}{b_0 l_0^2} = \frac{8 \cdot 16,08 \cdot 450 \cdot 0,935(100)}{3 \cdot 17,75^2} = 5720 \text{ Н/м}^2;$$

по формулі визначаємо вигин панелі від сил попереднього напруження:

$$f_p = -\frac{P_2 e_{op} l_0^2}{6B} = -\frac{647000 \cdot 64,8 \cdot 1775^2}{6 \cdot 69,76 \cdot 10^{11}} = -3,15 \text{ см};$$

Прогин панелі на початку текучості арматури діафрагм визначаємо:

$$f_{н.т.} = -\frac{0,173 l_0^2}{z_0 E_s} \left[\left(1 + \frac{\alpha A_s}{A_b} \right) 1,4 R_s - (G_{sp} - G_{los}) \right] = \left[\left(1 + \frac{6,21 \cdot 16,08}{882} 1,4 \cdot 450 - 564,3 + 131,9 \right) \cdot 100 = 9,66 \text{ см}, \right.$$

де $\bar{A}_b = b_f \delta = 294 \cdot 3 = 882 \text{ см}^2$; $G_{sp} = 1,1 \cdot 513 = 564,3 \text{ МПа}$; $G_{los} = 1,1 \cdot 147,2 = 161,9 \text{ МПа}$.

Визначаємо розрахунковий прогин панелі в середині прогину:

$$f_{o \max} = f_{н.т.} - (f_{н.т.} - f_p) \sqrt{1 - \frac{g}{g_n}} = 9,66 - (9,66 + 3,15) \sqrt{1 - \frac{5411}{57200}} = 7,12 \text{ см}$$

Розраховуємо місцеве навантаження g_m – розрахункове рівномірно розподілене навантаження на 1 м^2 , прикладена не винятково до оболонки з урахуванням її ваги (без урахування ваги діафрагм):

$$g_m = 5411 - \frac{92000}{54} \cdot 1,1 - 40 + 3 \cdot 250 \cdot 1,1 = 4362 \text{ Н/м}^2$$

(тут $40 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$ – розрахункове навантаження від заливки швів)

Підставивши отримані дані в вираження, знайдемо величину максимального «згинаючого навантаження» для оболонки при рівномірному навантаженні панелі:

$$g_{b \max} = 4362 - \left(1 - \frac{7,14}{93,5}\right) (5411 - 1051) 0,835 = 999 \frac{\text{H}}{\text{м}^2}.$$

Якщо оболонка напружена снігом тільки на лівій половині прогону при

$$S=1456 \frac{\text{H}}{\text{м}^2}, \text{ то } g = 3955 \frac{\text{H}}{\text{м}^2};$$

$$\gamma = \frac{S}{g} = \frac{1456}{3955} = 0,368; g_c = g + 0,5S = 3955 + 0,5 \cdot 1456 = 4683 \frac{\text{H}}{\text{м}^2}.$$

Величину «згинаючого навантаження» для лівої половини прогону

$$f_{o \max} = 9,66 - (9,66 + 3,15) \sqrt{1 - \frac{4683}{5720}} = 4,2 \text{ см},$$

Розрахункове згинаюче навантаження g_b для лівої навантаженої снігом прогону визначимо по формулі:

$$g_b = g_m - \left[1 - \frac{2(1+\gamma)f_{o \max}}{(2+\gamma)z_0}\right] \left(\frac{3+2\gamma}{3} \cdot g + g_p\right) \epsilon = 4362 - \left[1 - \frac{2(1+0,368)3,6}{(2+0,368)93,5}\right] \left(\frac{3+2 \cdot 0,368}{3} 3955 - 1051\right) \cdot 0,853 = 1523 \text{ Н/м}^2$$

Величину розрахункового « згинального навантаження» g_b для правої менш навантаженої половини оболонки визначаємо при $\gamma_{sp} = 0,9$, так як тут слідує чекати наявності від'ємних моментів в оболонці. При цьому $G_{sp} = 0,9 \cdot 513 = 461,7 \text{ МПа}$, $G_{los} = 0,9 \cdot 147,2 = 132,5 \text{ МПа}$; $P_2 = 0,9 \cdot 16,08(513 - 147,2)(100) = 529400 \text{ Н}$.

Підставляючи ці данні отримуємо еквівалентне навантаження g_p від сил попереднього напруження:

$$g_p = \frac{8 \cdot 529400}{300 \cdot 1775^2} \left(\frac{2,83 \cdot 10^6}{28,7 \cdot 2162} - 64,8\right) = -0,086 \frac{\text{H}}{\text{см}^2}.$$

вигин панелі від сил попереднього напруження:

$$f_p = -\frac{529400 \cdot 64,8 \cdot 1775^2}{6 \cdot 69,76 \cdot 10^{11}} = -2,68 \text{ см};$$

прогин в панелі на початку текучості арматури діафрагми:

$$f_{н.т.} = -\frac{0,173 \cdot 1775^2}{93,5 \cdot 18 \cdot 10^4 \cdot 100} \left[\left(1 + \frac{6,21 \cdot 16,08}{882}\right) 1,4 \cdot 450 - 461,7 + 132,5\right] \cdot 100 = 12,05 \text{ см}.$$

місцеве навантаження для правої половини прогону:

$$g_m^{\text{II}} = 3955 - \frac{92000}{54} 1,1 - 40 + 3 \cdot 250 \cdot 1,1 = 2946 \frac{\text{H}}{\text{м}^2}$$

Визначаємо розрахунковий прогин $f_{o\ min}$ в середині прогону за формулою:

$$f_{o\ min} = f_{н.т.} - (f_{н.т.} - f_p) \sqrt{1 - \frac{q}{1,4q_n}} = 12,05 - (12,05 + 2,68) \sqrt{1 - \frac{4683}{1,4 \cdot 5720}}$$

$$= 1,71 \text{ см}$$

Підставляючи отримані данні в формулу знайдемо величину розрахункового згинаючого навантаження для правої половини прогону:

$$g_b^п = g_m^п - \left[1 - \frac{2f_{o\ max}}{(2+\gamma)z_0} \right] \left(\frac{3+\gamma}{3} \cdot g + g_p \right) \epsilon = 2946 - \left[1 - \frac{2 \cdot 1,71}{(2+0,368)93,5} \right] \left(\frac{3+0,368}{3} 3955 - 860 \right) \cdot 0,853 = -253 \text{ Н/м}^2$$

Таким чином найбільше по абсолютній величині «згинаюче навантаження» вийшло на лівій навантаженій снігом половині оболонки:

$$g_b = 1523 \text{ Н/м}^2$$

Завдамо армування оболонці та перевіримо її несучу здатність.

В якості арматури оболонки прийемо зварну сітку з холоднотянутої проволочки з робочими (поперечними) стержнями $d=5$ мм класу Вр-I, розташованими з шагом 200 мм. При цьому $A_s=0,98 \text{ см}^2$, $R_s=360 \text{ МПа}$.

При бетоні класу В30 $R_b=17 \text{ МПа}$, $\delta_x=3$ см, $l_b=220$ см, знайдемо величину граничного « згинаючого навантаження»:

$$q_{bn} = \frac{8A_sR_s}{l_0^2} \left(100\delta_x - \frac{A_sR_s}{\gamma_{b1}R_b} \right) = \frac{8 \cdot 0,98 \cdot 360 (100)}{220^2} \left(100 \cdot 3 - \frac{0,98 \cdot 360}{17 \cdot 0,9} \right) = 1615 \text{ Н/м}^2$$

$$q_{bn} = 1615 > q_n = 1523 \text{ Н/м}^2$$

Таким чином, при всіх комбінаціях навантаження абсолютні величини розрахункових «згинальних навантажень» не перевищують «згинального навантаження».

Завдані розміри та армування виконує достатню несучу спроможність оболонки

3.1 Вихідні дані для проектування монолітних з/б пильових фундаментів промислової будівлі на просадочних ґрунтах.

Район будівництва: м. Кривий Ріг

Потужність рослинного шару: 0,5м

Рівень підземних вод: 6,2 м

Переріз колони: 0,4x0,6 м

Навантаження на фундамент під колону:

- $M = 100 \text{ кНм}$

- $Q = 115 \text{ кН}$

- $N = 635 \text{ кН}$

Характеристики інженерно-геологічного перерізу (лесовидні суглинки)

Табл 3.1

Назва	Потужність шару, м	Щільність ґрунту, т/м ³	Абсолютна щільність, т/м ³	Вагова вологість			Коефіцієнт стисливості, мПа ⁻¹
				W	W _L	W _P	
Супісок алювіальний	4,0	1,95	2,72	0,10	0,20	0,16	0,11
Супісок алювіальний	3,5	2,05	2,68	0,075	0,18	0,15	0,07
Глина землісто-жовта	3,4	1,95	2,68	0,23	0,38	0,16	0,244

3.2 Визначення додаткових характеристик ґрунтів

1) Щільність сухого ґрунту:

$$\rho d_1 = \frac{\rho_1}{1 + W_1} = \frac{1,95}{1 + 0,10} = 1,772 \text{ т/м}^3,$$

$$\rho d_2 = \frac{\rho_2}{1 + W_2} = \frac{2,05}{1 + 0,075} = 1,907 \text{ т/м}^3,$$

$$\rho d_3 = \frac{\rho_3}{1 + W_3} = \frac{1,95}{1 + 0,23} = 1,585 \text{ т/м}^3.$$

2) Питома вага ґрунту у природному стані:

$$\gamma = \rho \cdot g$$

$$\gamma_1 = \rho_1 \cdot g = 1,95 \cdot 9,81 = 19,13 \text{ кН/м}^3,$$

$$\gamma_2 = \rho_2 \cdot g = 2,05 \cdot 9,81 = 20,11 \text{ кН/м}^3,$$

$$\gamma_3 = \rho_3 \cdot g = 1,95 \cdot 9,81 = 19,13 \text{ кН/м}^3.$$

3) Питома вага сухого ґрунту:

$$\gamma d = \rho d \cdot g,$$

$$\gamma d_1 = \rho d_1 \cdot g = 1,772 \cdot 9,81 = 17,383 \text{ кН/м}^3,$$

$$\gamma d_2 = \rho d_2 \cdot g = 1,907 \cdot 9,81 = 18,708 \text{ кН/м}^3,$$

$$\gamma d_3 = \rho d_3 \cdot g = 1,585 \cdot 9,81 = 15,549 \text{ кН/м}^3.$$

4) Питома вага мінеральних часток:

$$\gamma s = \rho s \cdot g,$$

$$\gamma s_1 = \rho s_1 \cdot g = 2,72 \cdot 9,81 = 26,683 \text{ кН/м}^3,$$

$$\gamma s_2 = \rho s_2 \cdot g = 2,68 \cdot 9,81 = 26,291 \text{ кН/м}^3,$$

$$\gamma s_3 = \rho s_3 \cdot g = 2,68 \cdot 9,81 = 26,291 \text{ кН/м}^3.$$

5) Пористість:

$$n = 1 - \frac{\rho d}{\rho s},$$

$$n_1 = 1 - \frac{\rho d_1}{\rho s_1} = 1 - \frac{1,772}{2,72} = 0,349,$$

$$n_2 = 1 - \frac{\rho d_2}{\rho s_2} = 1 - \frac{1,907}{2,68} = 0,288,$$

$$n_3 = 1 - \frac{\rho d_3}{\rho s_3} = 1 - \frac{1,585}{2,68} = 0,409.$$

6) Коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{\rho s}{\rho d} - 1,$$

$$e_1 = \frac{\rho s_1}{\rho d_1} - 1 = \frac{2,72}{1,772} - 1 = 0,535,$$

$$e_2 = \frac{\rho s_2}{\rho d_2} - 1 = \frac{2,68}{1,907} - 1 = 0,405,$$

$$e = \frac{\rho s_3}{\rho d_3} - 1 = \frac{2,68}{1,585} - 1 = 0,69,$$

7) Ступінь вологості:

$$S_r = \frac{W \cdot \rho s}{e \cdot \rho w}$$

$$S_{r1} = \frac{0,10 \cdot 2,72}{0,535 \cdot 1} = 0,508 - \text{грунт насичений водою, } 0,8 < S_r < 1$$

$$S_{r2} = \frac{0,075 \cdot 2,68}{0,4053 \cdot 1} = 0,496 - \text{грунт мало вологий, } 0 < S_r < 0,5$$

$$S_{r3} = \frac{0,23 \cdot 2,68}{0,6909 \cdot 1} = 0,892 - \text{грунт насичений водою, } 0,8 < S_r < 1$$

8) Число пластичності глинястих ґрунтів:

$$Ip = W_L - W_P,$$

$$Ip_1 = 0,2 - 0,16 = 0,04 - \text{супісок,}$$

$$Ip_2 = 0,18 - 0,15 = 0,03 - \text{супісок,}$$

$$Ip_3 = 0,38 - 0,16 = 0,22 - \text{глина.}$$

9) Показник текучості:

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p},$$

$$I_{L1} = \frac{0,10 - 0,16}{0,04} = -1,5 - \text{твердий стан},$$

$$I_{L1} = \frac{0,075 - 0,15}{0,03} = -2,5 - \text{твердий стан},$$

$$I_{L1} = \frac{0,23 - 0,16}{0,22} = 0,318 - \text{тугопластичний стан}$$

10) Лабораторний модуль деформації:

$$E_{oL} = \frac{1 + e_o}{m_o} \cdot \beta,$$

$\beta = 0,74$ (піски і супіски); $\beta = 0,43$ (глини);

$$E_{oL1} = \frac{1 + 0,535}{0,11} \cdot 0,43 = 6 \text{ МПа},$$

$$E_{oL2} = \frac{1 + 0,4053}{0,07} \cdot 0,74 = 14,856 \text{ МПа},$$

$$E_{oL3} = \frac{1 + 0,6909}{0,244} \cdot 0,43 = 2,98 \text{ МПа}.$$

11) Загальний модуль деформації:

$$E_o = E_{oL} \cdot m_k,$$

$$m_{k1} = 4; m_{k2} = 6 \text{ [2, табл. 22]}$$

$$E_1 = 6 \cdot 4 = 24 \text{ кПа}$$

$$E_2 = 14,856 \cdot 4 = 59,424 \text{ кПа},$$

$$E_3 = 2,980 \cdot 6 = 17,880 \text{ кПа}.$$

12) Для ґрунтів, що залягають нижче рівня підземних вод питома вага ґрунту визначається з урахуванням виважуючої дії води:

$$\gamma_{sw} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e_o}, \quad \gamma_w - \text{питома вага води, } \gamma_w = 10 \text{ кН/м}^3,$$

$$\gamma_{sw1} = \frac{26,683 - 10}{1 + 0,535} = 10,868 \text{ кН/м}^3,$$

$$\gamma_{sw2} = \frac{26,291 - 10}{1 + 0,4053} = 11,593 \text{ кН/м}^3,$$

$$\gamma_{sw3} = \frac{26,291 - 10}{1 + 0,6909} = 9,635 \text{ кН/м}^3.$$

13) Нормативні значення питомого зчеплення C_n (кПа) та кута внутрішнього тертя φ_n (град) визначаємо по табл. В.2, ДБН В.2.1.-10-2009 (стор. 64)

Використовуючи інтерполяцію, одержимо:

При $e_1 = 0,535$

$$C_n = 17$$

$$\varphi_n = 29$$

При $e_2 = 0,4053$

$$C_n = 21$$

$$\varphi_n = 30$$

При $e_3=0,6909$

$$C_n = 54,137$$

$$\varphi_n = 17,591$$

Використовуючи табл. Е2-Е3 додатка Е ДБН В.2.1-10-2009 (стор. 83-84) знаходимо розрахунковий опір ґрунтів R_0 :

- Супісок алювіальний - $R_0 = 300$ кПа,
- Супісок алювіальний - $R_0 = 300$ кПа,
- Глина землісто-жовта - $R_0 = 250$ кПа.

Оцінка придатності : усі шари ґрунту придатні бути природною підвалиною.

1-й шар: Рослинний – в будівництві не використовується, зрізається і в подальшому використовується для рекультивації.

2-й шар: Супісок алювіальний – твердий, слабостискаємий ($m_0=0,11$), може використовуватись у якості несучого шару для фундаментів на природній основі. $R_0 = 300$ кПа.

3-й шар: Супісок алювіальний – твердий, слабостискаємий ($m_0=0,07$), може використовуватись у якості несучого шару для фундаментів на природній основі. $R_0 = 300$ кПа.

4-й шар: Глина землісто-жовта - туго пластичний, середньостискаема ($m_0=0,244$), може використовуватись в якості несучого шару.

3.3 Визначення глибини закладання підшви фундаменту

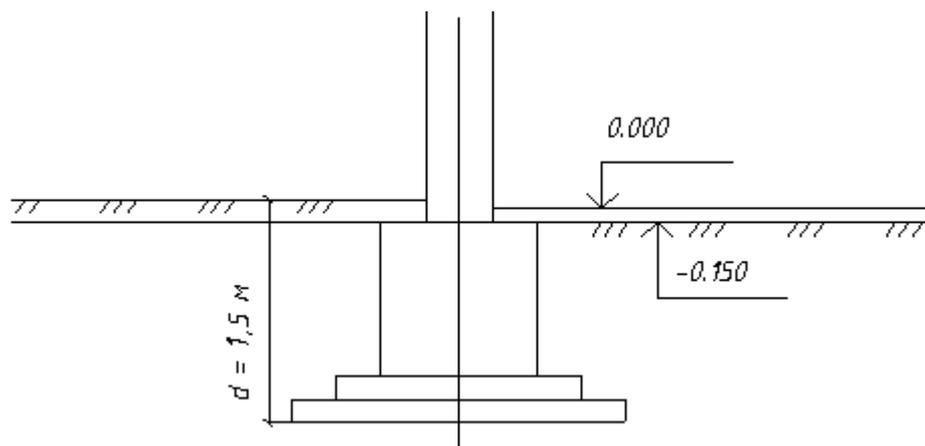


Рис 3.3.1

Приймаємо глибину закладання фундаменту рівною висоті фундаменту, тобто:

$$d = h_{\phi} = 1,5 \text{ м} .$$

При цьому враховуємо такі фактори:

- інженерно-геологічні умови = мінімальна глибина закладання фундаменту на природних підвалинах така, щоб фундаментом були прорізані небудівельні ґрунти і він був заглиблений у несучий шар не менше ніж на 0,3м;
- гідрогеологічні умови будівельного майданчика;
- глибина сезонного промерзання у м. Кривий Ріг – 0,9м.

3.4 Визначення розмірів фундаменту в плані

Розміри фундаменту в плані приймаємо, виходячи із умови:

$$l/b = 1,5.$$

$$\text{Площа подошви фундаменту: } A_{\phi} = \frac{N}{R_0 - \gamma_{cp} \cdot d};$$

де N - нормативне навантаження на колону, кН

R_0 - умовний розрахунковий опір ґрунту основи, кПа

d - глибина закладання фундаменту, м

γ_{cp} - осереднена питома вага фундаменту і ґрунту на його уступах, умовно

приймається $\gamma_{cp} = 20 \text{кН} / \text{м}^3$

Тоді ширина фундаменту:

$$b_i = \sqrt{\frac{A_{\phi i}}{\eta}}; \quad \eta = \frac{l}{b};$$

Уточнюємо розрахунковий опір ґрунту за формулою:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} (M_{\gamma} k_z b \gamma_{11} + M_g \alpha_1 \gamma'_{11} + (M_g - 1) d b \gamma'_{11} + M_c \cdot C_{11});$$

γ_{c1}, γ_{c2} - коефіцієнти умов роботи; (табл. Е7, ДБН В.2.1-10-2009)

$$\gamma_{c1} = 1,25; \quad \gamma_{c2} = 1,2,$$

k - коефіцієнт надійності, = 1,1

$k_z = 1$, при $b < 10 \text{м}$,

b - ширина подошви фундаменту, м

γ_{11} - середнє розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають нижче подошви фундаменту; кН/ м³

γ'_{11} - те ж, що залягають вище подошви фундаменту, кН/ м³

C_{11} - розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, що безпосередньо залягає під подошвою фундаменту, кПа. $C_{11} = 17 \text{ кПа}$

d_1 - глибина закладання, м $d_1 = 1,5 \text{ м}$

d_g - глибина підпілля, $d_g = 0$;

M_γ, M_g, M_c - коефіцієнти, прийняті по табл. Е8, ДБН В.2.1-10-2009

Отримаємо формулу

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} (M_\gamma b \gamma_{11} + M_g d \gamma'_{11} + M_c \cdot C_{11}),$$

$$M_\gamma = 1,06; M_g = 5,25; M_c = 7,67.$$

$$\gamma_{11} = \frac{\sum_{i=1}^n (\gamma_{11i} \cdot h_i)}{\sum_{i=1}^n h_i},$$

$$\gamma'_{11} = \frac{19,13 \cdot 1,5}{1,5} = 19,13 \text{ кН/м}^3,$$

$$R_0 = 300 \text{ кПа};$$

У першому приближенні

$$A_{\phi 1} = \frac{N}{R_0 - \gamma_{cp} \cdot d} = \frac{635}{300 - 20 \cdot 1,5} = 2,35 \text{ м}^2.$$

$$b_1 = \sqrt{\frac{A_{\phi 1}}{\eta}} = \sqrt{\frac{2,35}{1,5}} = 1,25 \text{ м}.$$

$$R_1 = \frac{1,25 \cdot 1,2}{1,1} (1,06 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 19,13 + 5,25 \cdot 1,5 \cdot 19,13 + 7,67 \cdot 17) = 425,45 \text{ кПа}.$$

Друге наближення:

$$A_{\phi 2} = \frac{N}{R_0 - \gamma_{cp} \cdot d} = \frac{635}{425,45 - 20 \cdot 1,5} = 1,61 \text{ м}^2,$$

$$b_2 = \sqrt{\frac{A_{\phi 2}}{\eta}} = \sqrt{\frac{1,61}{1,5}} = 1,03 \text{ м},$$

$$R_1 = \frac{1,25 \cdot 1,2}{1,1} (1,06 \cdot 1 \cdot 1,03 \cdot 19,13 + 5,25 \cdot 1,5 \cdot 19,13 + 7,67 \cdot 17) = 411,447 \text{ кПа}.$$

Третє наближення:

$$A_{\phi 3} = \frac{N}{R_0 - \gamma_{cp} \cdot d} = \frac{635}{411,447 - 20 \cdot 1,5} = 1,665 \text{ м}^2,$$

$$b_3 = \sqrt{\frac{A_{\phi 3}}{\eta}} = \sqrt{\frac{1,665}{1,5}} = 1,05 \text{ м}.$$

Різниця між b_2 та b_3 не перевищує 10см.

$$l_{\phi} = b \cdot \eta = 1,5 \cdot 1,05 = 1,575 \text{ м},$$

$$A = b \cdot l = 1,05 \cdot 1,575 = 1,654 \text{ м}^2.$$

У зв'язку з тим, що попередні розміри фундаменту були визначенні без врахування згинального моменту і поперечної сили збільшуємо площу фундаменту на 20%.

$$A_{\phi} = A \cdot 1,2 = 1,654 \cdot 1,2 = 1,985 \text{ м}^2,$$

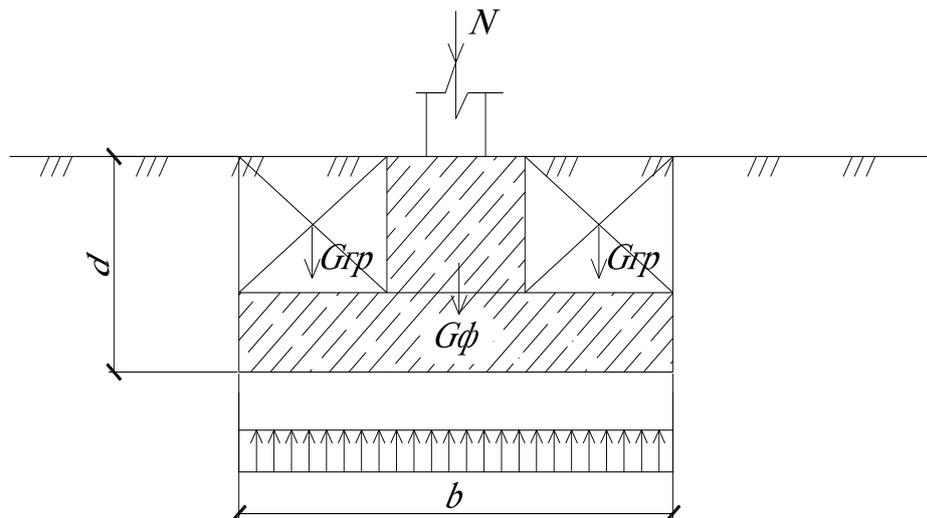
$$b = \sqrt{\frac{1,985}{1,5}} = 1,2 \text{ м} - (\text{приймаємо } 1,5 \text{ м, що необхідно для виконання умов, що}$$

наведені нижче)

$$l_{\phi} = b \cdot \eta = 1,5 \cdot 1,5 = 2,25 \approx 2,3 \text{ м}.$$

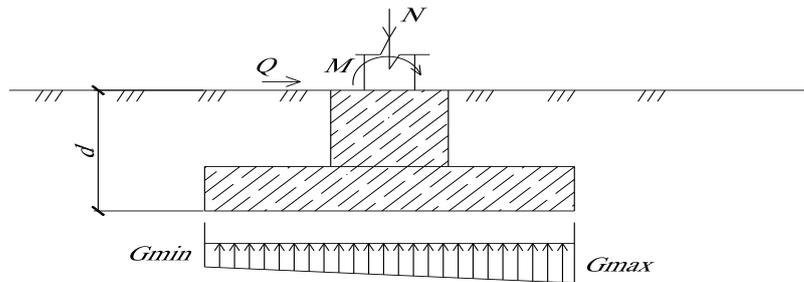
Уточнене значення розрахункового опору ґрунту:

$$R_1 = \frac{1,25 \cdot 1,2}{1,1} (1,06 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 19,13 + 5,25 \cdot 1,5 \cdot 19,13 + 7,67 \cdot 17) = 423,58 \text{ кПа}.$$



Фактичний тиск під подошвою фундаменту:

$$\sigma_{\min}^{\max} = \frac{N + G_{гр\phi}}{A} \pm \frac{M + Q \cdot d}{W},$$



$G_{ГР.Ф}$ – розрахункове навантаження від фундаменту і ґрунту на його обрізах,
кН.:

$$G_{гр.ф} = d \cdot b \cdot l \cdot \gamma_{ср} = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 2,3 \cdot 20 = 101,25 \text{ кН} .$$

$$A - \text{площа підосви фундаменту, м}^2; A = 1,5 \cdot 2,25 = 3,375 \text{ м}^2$$

M – розрахунковий момент, що діє у напрямку більшої сторони фундаменту
 $M = 100 \text{ кНм}$

$$Q - \text{розрахункова поперечна сила : } Q = 50 \text{ кН}$$

W – момент опору перерізу підосви фундаменту відносно його
повздовжньої осі, м^3

$$W = \frac{bl^2}{6} = \frac{1,5 \cdot 2,3^2}{6} = 1,266 \text{ м}^3 ,$$

Одержимо:

$$\sigma_{\min}^{\max} = \frac{635 + 94,5}{3,375} \pm \frac{100 + 50 \cdot 1,5}{1,266} = (218,15 \pm 138,23) \text{ кПа}$$

При розрахунку виконуються такі умови:

$$\text{а) } \sigma_{\max} \leq 1,2R ; \text{ б) } \sigma_{ср} \leq R ; \text{ в) } \sigma_{\max} > 0 .$$

$$\sigma_{\max} = 356,38 \text{ кПа} \leq 1,2R = 508,3 \text{ кПа} - \text{ умова виконується}$$

$$\sigma_{ср} = 218,15 \text{ кПа} \leq 423,58 \text{ кПа} , - \text{ умова виконується}$$

$$\sigma_{\min} = 79,92 \text{ кПа} > 0 . - \text{ умова виконується}$$

Умови виконані, розміри підосви фундаменту залишаємо без змін, $b=1,5\text{м};$
 $l=2,3\text{м}.$

3.5 Конструювання фундаменту

Розрахункові навантаження:

$$N_1 = N_n \cdot 1,1 = 635 \cdot 1,1 = 698,5 \text{кН},$$

$$M_1 = M_n \cdot 1,1 = 100 \cdot 1,1 = 110 \text{кНм},$$

$$Q_1 = Q_n \cdot 1,1 = 115 \cdot 1,1 = 126,5 \text{кН}.$$

Переріз колони: 400мм x 600мм,

Приймаємо для даного фундаменту бетон класу В25.

$$R_b = 14,5 \text{МПа},$$

$$R_{bt} = 1,05 \text{МПа},$$

$$\gamma_{b2} = 1,1; \gamma_{b9} = 0,9; \gamma_{b3} = 1;$$

Арматура класу А-III(А400),

$$R_s = 365 \text{МПа},$$

$$E_s = 2 \cdot 10^5 \text{МПа}.$$

Дані знаходимо по СНіП 2.03.01.-84* «Бетонные и железобетонные конструкции».

Для бетонування колон в стакані використовуємо бетон В25

Висота фундаменту $h = 1,35 \text{м}$

Ексцентриситет:

$$e_0 = \frac{\sum M_1}{N_1} = \frac{110 + 126,5 \cdot 1,35}{698,5} = 0,4 \text{м}.$$

Глибина замуровки колони у стакані фундаменту в залежності від значення ексцентриситету: $e_0 = 0,4 < 2 \cdot l_c = 2 \cdot 0,6 = 1,2 \text{м}$. Тоді $d_c = l_c = 600 \text{мм}$.

Глибину закладки приймаємо виходячи з умови виконання збірних уніфікованих колон: $d_c = 0,75 \text{м}$

Глибина стакана: $d_p = d_c + 50 = 750 + 50 = 800 \text{мм}$

Товщина стінок стакану при $e_0 < 2 \cdot l_c$ для колони

$$t = 0,2 \cdot l_c = 0,2 \cdot 0,6 = 0,12 \text{м} = 120 \text{мм}$$

Приймаємо товщину стінок стакану: $t = 150 \text{мм}$

$b_c = 400 \text{мм}$

Розміри підколонника:

$$l_{ef} = l_c + 2t + 2a = 600 + 2 \cdot 150 + 2 \cdot 75 = 1050 \text{ мм},$$

$$b_{cf} = b_c + 2t + 2a = 400 + 2 \cdot 150 + 2 \cdot 75 = 850 \text{ мм}.$$

Приймаємо розміри кратні 100мм

$$l_{ef} = 1100 \text{ мм},$$

$$b_{cf} = 900 \text{ мм}.$$

Визначаємо товщину стінок стакана:

$$t(l) = (l_{cf} - l_c - 2a) / 2 = (1100 - 600 - 150) / 2 = 175 \text{ мм},$$

$$t(b) = (b_{cf} - b_c - 2a) / 2 = (900 - 400 - 150) / 2 = 175 \text{ мм}.$$

Товщина дна стакана:

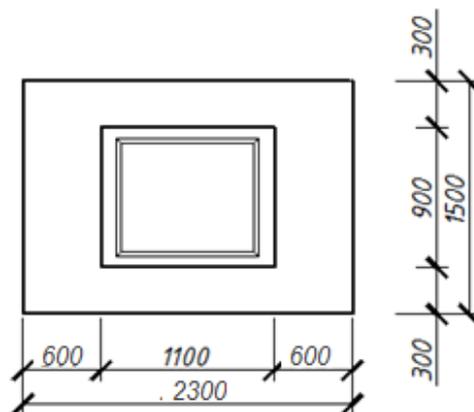
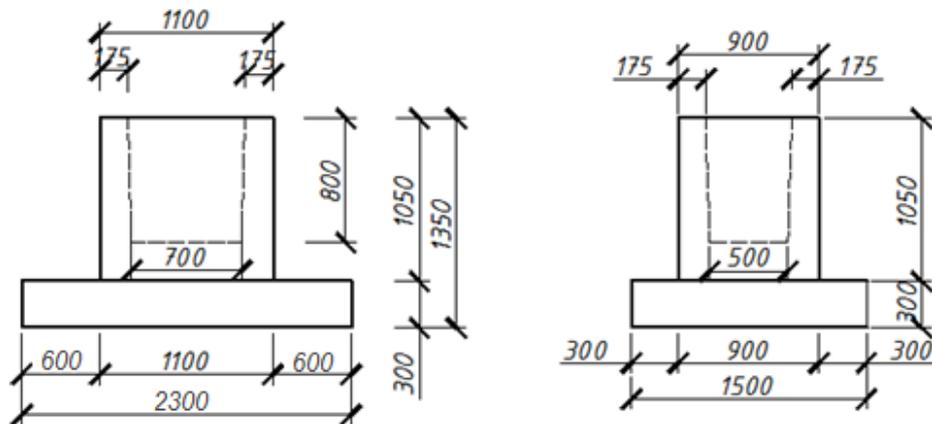
$$h_p = h - d_c = 1350 - 800 = 550 \text{ мм}, \text{ що більше ніж } 200 \text{ мм}.$$

Приймаємо 1 сходинку по стороні L: $C_2 = 600 \text{ мм}$;

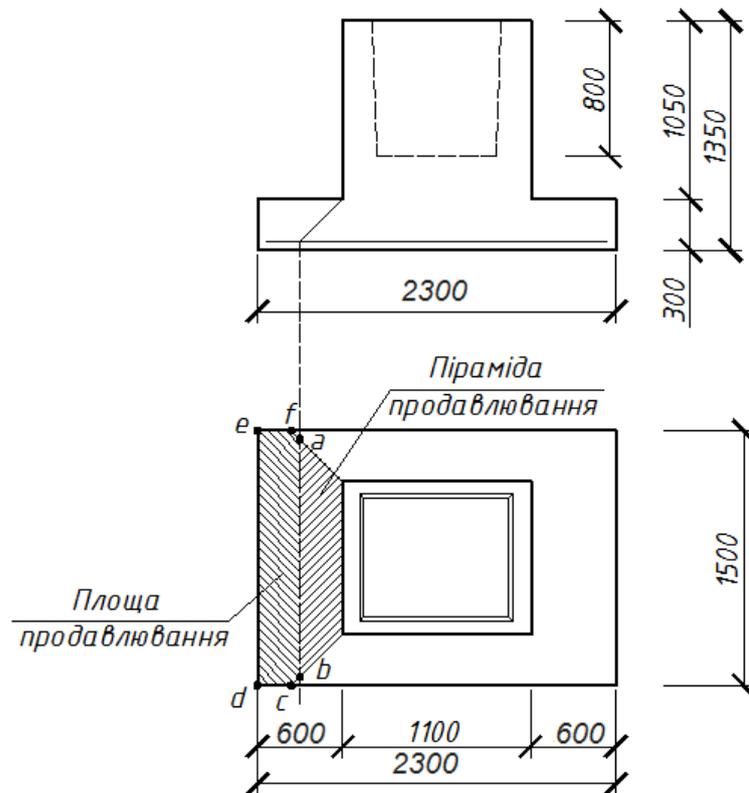
По стороні b приймаємо 1 сходинку: $C_1 = 300 \text{ мм}$,

Висота підколонника:

$$h_{ef} = h - \sum h_{icm} = 1350 - 300 = 1050 \text{ мм}.$$



3.6 Розрахунок позацентрово-навантаженого фундаменту на продавлювання



Розрахунок на продавлювання виконуємо по схемі 1, оскільки виконується умова:

$$h_{ef} - d_p \geq 0,5(l_{cf} - l_c)$$

$$1050 - 800 \geq 0,5(1100 - 600)$$

$$250 \text{ мм} \geq 250 \text{ мм},$$

Розраховуємо нижню сходинку: $b_{m1} = b_1 + h_{o1} = 900 + 300 \text{ мм} = 1,2 \text{ м}$,

так як : $b - b_1 = 1500 - 900 = 600 \text{ мм} > 2h_{o1} = 600 \text{ мм}$.

b_{m1} - середній розмір найбільш навантаженої грані піраміди

продавлювання у межах робочої висоти перерізу.

Площа многокутника abcdef:

$$A_0 = 0,5 \cdot b \cdot (l - l_p - 2 \cdot h_{op}) - 0,25 \cdot (b - b_p - 2 \cdot h_{op})^2 = 0,5 \cdot 1,5 \cdot (2,3 - 1,1 - 2 \cdot 0,3) - 0,25 \cdot (1,5 - 0,9 - 2 \cdot 0,3)^2 = 0,3725 \text{ м}^2$$

Сила, яка проламає: $F = P_{\max} \cdot A_0$

P_{\max} - максимальний крайовий тиск на ґрунт від розрахункової загрузки, прикладеної на рівні верхнього обрізу фундаменту, кПа

$$F = \left(\frac{1100}{3,15} + \frac{(110 + 126,5 \cdot 1,35) \cdot 6}{1,5 \cdot 2,3^2} \right) \cdot 0,3725 = 209,2 \text{ кН},$$

Перевірка нижньої ступені на продавлювання:

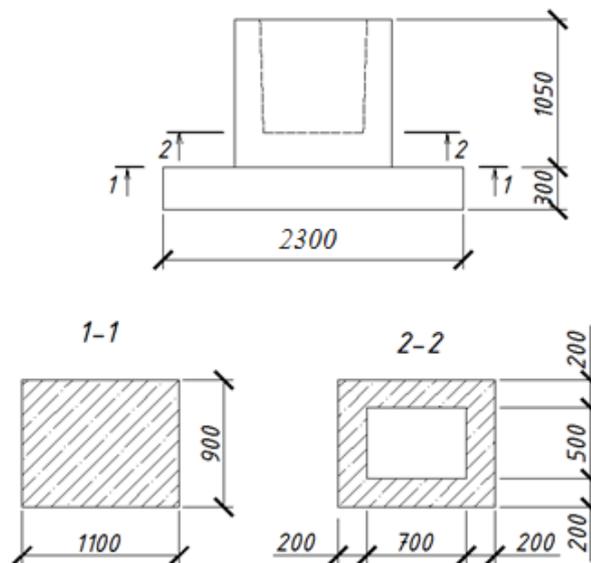
$$F \leq R_{bt} \cdot h_{bt} \cdot R_{01} \cdot b,$$

$$F = 209,2 \text{ кН} < 1050 \cdot 0,3 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 0,9 = 236,025 \text{ кН}$$

Перевірку міцності фундаменту на розколювання не виконуємо, оскільки конструкція відповідає першій схемі розрахунку на продавлювання.

3.7 Розрахунок поздовжнього армування підколонника

Розрахунок прямокутного перерізу підколінника



Визначимо площу перерізу арматури для прямокутного перерізу 1-1. Первісно перевіримо його міцність як позацентрово-стиснутого бетонного перерізу.

Висота стиснутої зони:

$$x = l_{cf} - 2e_x = 1,1 - 2 \cdot 0,37 = 0,36 \text{ м},$$

Загальний ексцентриситет:

$$e_x = \frac{M + Q}{N} + \frac{l_{cf}}{30} = \frac{110 + 126,5 \cdot 1,05}{698,5 + 25,9875} + \frac{1,1}{30} = 0,37 \text{ м},$$

Тому що

$$\frac{h_{cf}}{b_{cf}} = \frac{1050}{900} = 1,17 \leq 6, \text{ то } \eta = 1$$

Площа перерізу стиснутої зони

$$A_b = \eta \cdot b_{cf} \cdot x = 1 \cdot 0,9 \cdot 0,36 = 0,324 \text{ м}^2,$$

$$N = 724,5 \text{ кН} \leq \alpha \gamma_{b3} R_b A_b = 1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 14500 \cdot 0,324 = 4228,2 \text{ кН},$$

Приймаємо армування підколонника конструктивно, виходячи з умов:

$$A_s = A_s' \geq 0,0002 l_{cf} b_{cf} = 0,0002 \cdot 110 \cdot 90 = 1,98 \text{ см}^2$$

Приймаємо 3 стержня $\varnothing 10$ мм А-III, $A_s = 2,36 \text{ см}^2$

3.8 Розрахунок коробчастого перерізу

Визначаємо площу перерізу арматури для коробчастого перерізу 2-2

Загальний ексцентриситет:

$$e_{ox} = \frac{110 + 126,5 \cdot 0,8}{698,5} = 0,25 \text{ м},$$

Так як $l_c / 2 = 0,6 / 2 = 0,3 > 0,25 > l_c / 6 = 0,1 \text{ м}$, то згинаючий момент навколо стиснутої зони:

$$M'_{kx} = M_x + Q_x d_p - 0,7 N e_{ox} = 110 + 126,5 \cdot 0,8 - 0,7 \cdot 1100 \cdot 0,25 = 37,7 \text{ кНм},$$

Робоча висота перерізу:

$$h_0 = l_{cf} - 50 = 1100 - 50 = 1050 \text{ мм},$$

Коефіцієнт:

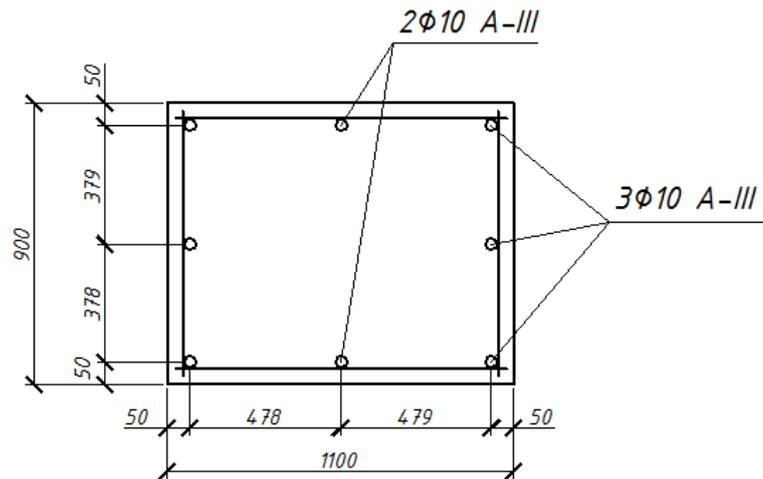
$$\alpha_m = \frac{M_x}{R_b b_i h_0^2} = \frac{37,7}{0,9 \cdot 14500 \cdot 0,9 \cdot 1,05^2} = 0,006$$

$$\zeta = 0,97$$

Площа поперечного перерізу арматури:

$$A_s = A_s' = \frac{M_x'}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{18,7}{365000 \cdot 0,97 \cdot 1,05} = 0,000117 \text{ м}^2 = 1,17 \text{ см}^2$$

Виконуємо армування підколонника згідно з розрахунком коробчастого перерізу. Остаточо приймаємо армування за прямокутним перерізом підколонника: 3 $\varnothing 10$ А-III з $A_s = 2,36 \text{ см}^2$. Вздовж граней паралельних площині згину приймаємо по стержню $\varnothing 10$ А-III.



3.9 Розрахунок поперечної арматури підколінника

Так як $e_x = 0,25 > l_c / 6 = 0,1$ - потрібен розрахунок поперечної арматури

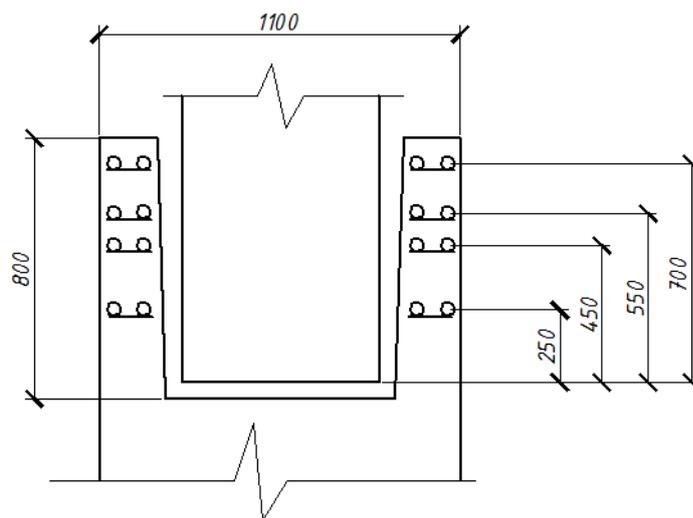
При, $l_c / 2 = 0,3 > 0,25 > l_c / 6 = 0,1$ згинаючий момент:

$$M'_{кх} = M_x + Q_x \cdot d_c - 0,7 \cdot N \cdot e_x = 110 + 126,5 \cdot 0,8 - 0,7 \cdot 698,5 \cdot 0,25 = 37,7 \text{ кНм},$$

Приймаємо 4 сітки. Тоді площа перерізу арматури:

$$A_s^{tr} = \frac{37,7}{365000 \cdot (0,7 + 0,55 + 0,45 + 0,25)} = 0,612 \text{ см}^2,$$

Приймаємо 4Φ8 А-III, $A_s = 2,01 \text{ см}^2 > 0,612 \text{ см}^2$



3.10 Розрахунок підколонника на зминання під торцем колони

Розрахунок на змін'яття дна стакану підколонника без влаштування поперечного армування сітками повинен задовольняти умові:

$$N_C \leq \psi_{loc} \cdot R_{B,loc} \cdot A_{loc},$$

де $N_C = \alpha \cdot N$ - розрахункова поздовжня сила на рівні торця колони, кН

$$\psi_{loc} = 0,75, \text{ при } e_x > l_C / 6$$

$$\alpha = (1 - 0,4 R_{bt} \cdot A_C / N),$$

$$\alpha = (1 - 0,4 \cdot 750 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,5 / 1100) = 0,67$$

Приймаємо $\alpha = 0,85$

$$A_C = 2(b_C + l_C) \cdot d_C, \text{ м}^2,$$

$$A_C = 2 \cdot (0,6 + 0,4) \cdot 0,75 = 1,5 \text{ м}^2$$

Розрахунковий опір бетону стисненню

$$R_{b,loc} = \varphi_b \cdot R_b, \quad \varphi_b = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 0,9}{0,5 \cdot 0,7}} = 1,41$$

$$R_{B,loc} = \gamma_{b3} \cdot \gamma_{b9} \cdot R_B \cdot \varphi_B = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 14500 \cdot 1,41 = 9707,85 \text{ кПа},$$

Умова міцності має вид

$$N_C = \alpha \cdot N = 0,85 \cdot 698,5 = 595 \text{ кН},$$

$$N_C = 595 \leq 0,75 \cdot 9707,85 \cdot 0,35 = 2548,31 \text{ кН},$$

Отже бетонний переріз по міцності задовольняє умову і влаштування сіток побічного армування (не прямого) не вимагається.

3.11 Вибір глибини закладання підшви ростверку і розмірів палі

Для заданих ґрунтових умов проектуємо пальовий фундамент із збірних залізобетонних паль марки ПН8-30 ГОСТ 19804.1-79* довжиною 8 м та довжиною вістря $l=0,25$ м. Палі занурюють в ґрунт за допомогою дизель-молота.

$$\text{Площа перерізу палі } A = 0,3 \times 0,3 = 0,09 \text{ м}^2.$$

$$\text{Периметр } u = 0,3 \times 4 = 1,2 \text{ м.}$$

При глибині занурення палі 9,25 м (табл. XI.1 [8]) для глини землісто-жовтої за допомогою інтерполяції знаходимо опір ґрунту під кінцем палі $R = 2900$ кПа.

Знаходимо коефіцієнти роботи під нижнім кінцем палі (табл.ХІ.3 [8])-
 $\gamma_{cR}=1$ і по боковій поверхні $\gamma_{cf}=1$.

Товщу глини, суглинку та піску розбиваємо на шари товщиною не >2 м.

Середня глибина шарів: $z_1=3,5$ м, $z_2=4,75$ м, $z_3=6,0$ м, $z_4=7,75$ м, $z_5=9,0$ м.

В залежності від середньої глибини шарів знаходимо (табл.ХІ.2 [8]) [кПа]
 $f_1=31,25$, $f_2=35,5$, $f_3=36,5$, $f_4=38,5$, $f_5=39,3$.

Несуча здатність одиночної палі :

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} R_A + u \sum \gamma_{ci} f_i h_i) =$$

$$1 \cdot ((1 \cdot 2900 \cdot 0,09) + 1,2 \cdot 1 \cdot (31,25 \cdot 2 + 35,5 \cdot 0,5 + 36,5 \cdot 2 + 38,5 \cdot 1,5 + 39,3 \cdot 1,25)) = 538,2 \text{ кН}$$

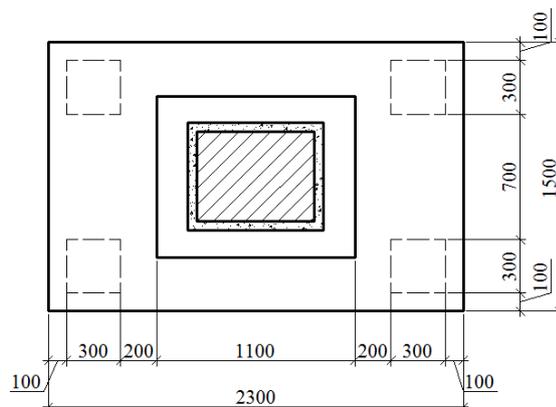
Розрахункове навантаження, що допускається на палю, по ґрунту:

$$F_d / \gamma_g = 538,2 / 1,4 = 384,4 \text{ кН.}$$

Потрібне число палей у фундаменті:

$$n = N / F_v = 889 / 384,4 = 2,3$$

Приймаємо 4 палі.



Знайдемо товщину ростверку:

$$h = -\frac{b}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{b^2 + \frac{N}{k \cdot R t}} = -\frac{0,3}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{0,384 + 0,3^2} = 0,2 \text{ м}$$

Призначаємо $h_p = 0,3$ м .

Відстань від краю ростверку до зовнішньої сторони палі:

$$l_p = 0,2b + 5 = 0,3 \cdot 30 + 5 = 14 \text{ см, приймаємо } 15 \text{ см.}$$

Приймаємо ширину ростверку:

$$b_p = d + 2 l_p = 0,3 + 2 \cdot 0,15 = 0,6 \text{ м, приймаємо } 0,6 \text{ м.}$$

Вага ростверку:

$$G_p = 0,025 \cdot 0,3 \cdot 1,5 \cdot 2,3 = 25,3 \text{ кН}$$

Вага ґрунту на ростверку :

$$G_{cp} = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 2,3 \cdot 19,13 = 3,228 \text{ кН}$$

Вага зі стінових фундаментних блоків марки ФБС24.5.5:

$$G_{ст} = \frac{5 \cdot 16,3}{2,4} = 34 \text{ кН} .$$

Навантаження на одну висячу палю:

$$N = (635 + 25,3 + 34 + 32,28) / 2 = 346 < 484,76 \text{ кН}.$$

Середній кут внутрішнього тертя ґрунтів, в яких знаходиться паля:

$$\alpha = \frac{\varphi_{cp}}{4} = \frac{1}{4} \left(\frac{17 \cdot 4 + 21 \cdot 3,5 + 17,591 \cdot 3,4}{4 + 3,5 + 3,4} \right) = 4,61^\circ$$

Знайдемо ширину умовного фундаменту:

$$B_{умов} = d + 2a = 0,9 + 0,3 + 2 \cdot (4 + 3,5 + 3,4) \text{tg} 4,61 = 3 \text{ м}$$

Вага ґрунту в об'ємі АБВГ

$$G_2 = 3 \cdot 8,75 \cdot 20 = 525 \text{ кН} .$$

Знайдемо тиск під подошвою умовного фундаменту:

$$P_{cp} = \frac{N + G}{A_{zc}} \leq R = \frac{635 + 525}{3,7 \cdot 3} = 104,5 \text{ кПа}$$

Площа подошви масиву АВСД:

$$A_y = B_y \cdot L_y = 3,7 \cdot 3 = 11,1 \text{ м}^2$$

В залежності від кута внутрішнього тертя $\varphi_c = 17,591$ знайдемо безрозмірні коефіцієнти (табл.Е.3 [1]):

$$M_g = 2,65; \quad M_\gamma = 0,41; \quad M_c = 5,23$$

Середня питома вага ґрунтів, що залягають вище подошви умовного фундаменту:

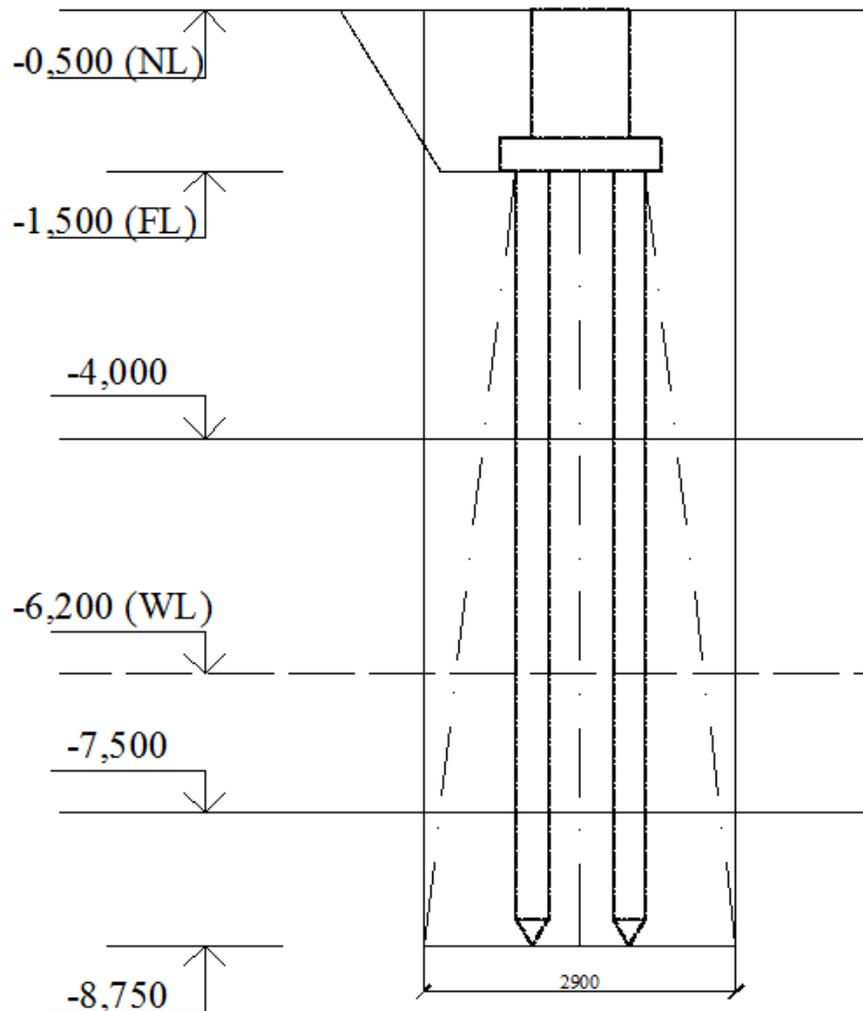
$$\gamma = \frac{19,13 \cdot 4 + 13,4 \cdot 2,2 + 6,7 \cdot 1,3 + 19,13 \cdot 3,4}{10,9} = 16,491$$

Для піска дрібного алювіального $\gamma_{c1} = 1,2$; $\gamma_{c2} = 1$ (табл.Е.7 [1]).

Розрахунковий опір ґрунту підвалини під подошвою умовного фундаменту:

$$R = \frac{1,2 \cdot 1,1}{1,1} (2,65 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 19,13 + 0,41 \cdot 8,75 \cdot 16,491 + 5,23 \cdot 54,137) = 538,87 \text{ кПа}$$

Основна вимога розрахунку пальового фундаменту за другою групою граничних станів виконується: $P_{cp} = 104,5 \text{ кПа} < 538,87 \text{ кПа}$. Отже фундамент запроектований вірно.



3.12 Визначення осідань фундаментів

Використаємо метод пошарового підсумування

- 1) Побудуємо епюру напруг $\sigma_{zg} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i$,

$$\sigma_{zg} = 0; \quad \gamma = 20,111 \text{ кН/м}^3.$$

- 2) Середній тиск на підшві фундаменту:

$$P = \frac{N + bld\gamma_{cp}}{bl} = \frac{635 + 3 \cdot 3,7 \cdot 8,75 \cdot 20}{3 \cdot 3,7} = 232,2 \text{ кПа},$$

- 3) Додатковий тиск на рівні підшви фундаменту:

$$P_0 = P - \sigma_{zg0},$$

σ_{zg0} - природній тиск на рівні підосви фундаменту

$$P_0 = 232,2 - 80,2 = 152 \text{ кПа}.$$

4) Розбиваємо товщу нижче підосви фундаменту на окремі шари товщиною $h = 0,4b$

$$h = 0,4b = 0,4 \cdot 3 = 1,2 \text{ м.}$$

5) Визначаємо коефіцієнти розсіювання додаткових напруг по глибині – α залежно від глибини z і співвідношення l/b за табл. Д1 додатка Д ДБН В.2.1-10-2009

z – глибина від підосви фундаменту

$\zeta = 2z/b$. Визначаємо коефіцієнт α при $\eta = l/b = 1,5$ використовують інтерполяцію.

6) Визначаємо величину додаткових вертикальних навантажень в отриманих точках:

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot \sigma_{zp0}.$$

7) Визначаємо нижню межу товщі, що стискується на рівні цієї межі тиск додатковий у 5 разів менший, ніж природний: $\sigma_{zp} = 0,2\sigma_{zp0}$.

Осідання фундаменту визначаємо за формулою:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zpi} \cdot h_i}{E_{0i}}$$

Де $\beta = 0,8$ – коефіцієнт який враховує бічне розширення ґрунту і не залежить від виду ґрунту.

σ_{zpi} - середнє значення додаткового тиску в i -ому елементарному шарі.

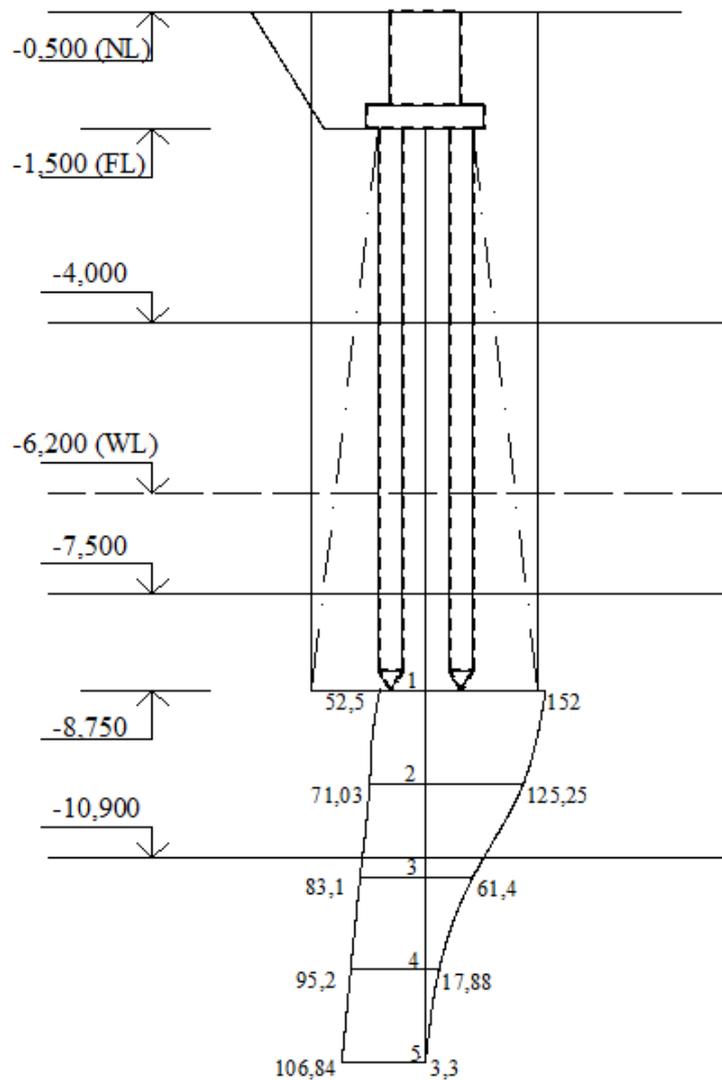
h_i - товщина i -ого шару ґрунту.

E_{0i} - модуль деформації i -ого шару

$S_{max} = 10 \text{ см}$ (табл. И.1 додаток И ДБН В.2.1-10-2009)

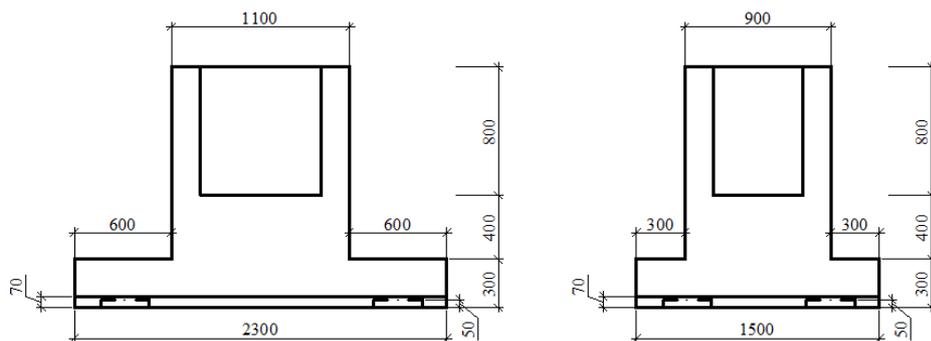
За допомогою програми Excel розраховуємо необхідні величини за зазначеними вище формулами, і отримуємо осідання фундаменту $S = 1,15 \text{ см}$, яке не перевищує гранично допустимого. Всі дані занесені у таблицю

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	№ точки	h, м	z, м	$\zeta=2z/b$	α	σ_{zg} , кПа	σ_{zr} , кПа	σ_{zr} ср., кПа	E, кПа	S_0
2	Глина землисто-жовта (4 шар)									
3	1	0	0	0	1	52,5	152			
4	2	1,2	1,2	0,8	0,824	71,03	125,25	138,78	17880	0,0067
5	3	1,2	2,4	1,6	0,49	83,1	61,4	93,33	17880	0,0032
6	4	1,2	3,6	2,4	0,291	95,17	17,88	39,64	17880	0,00096
7	5	1,2	4,8	3,2	0,185	106,84	3,3	10,59	17880	0,00071
8									$\sum S_0$	0,01157
9										



3.13 Розрахунок ростверку по міцності

Розрахунок міцності плитної частини ростверків під збірні залізобетонні колони виконується: на продавлювання колоною; продавлювання кутовою палею; по міцності похилих перерізів на дію поперечної сили; на вигин по нормальному і похилому перерізах; на місцевий стиск (зминання) під торцями колон. Крім цього перевіряється міцність стакана ростверку.



3.14 Розрахунок ростверку на продавлювання

Розрахунок на продавлювання колоною центрально-навантажених ростверків пальових фундаментів з куцями з чотирьох і більше паль виконується з умови, що продавлювання відбувається по боковій поверхні піраміди, висота якої дорівнює відстані по вертикалі від робочої арматури плити до низу колони, меншою підставою служить площа перерізу колони, а бічні грані, що проходять від зовнішніх граней колони до внутрішніх граней паль, нахилені до горизонталі під кутом не менше 45° і не більше кута, відповідного піраміді з $c = 0,4 h_0$

$$h_{col} = l_{cf}; b_{col} = b_{cf}.$$

Розрахунок виконуємо по формулі:

$$F_{per} \leq \frac{2h_0 R_{bt}}{\alpha} \left[\frac{h_0}{c_1} (b_{col} + c_2) + \frac{h_0}{c_2} (h_{cos} + c_1) \right]$$

де F_{per} - розрахункова продавлювати сила, що дорівнює сумі реакцій всіх паль, розташованих за межами нижньої основи піраміди продавлювання;

R_{bt} - розрахунковий опір бетону розтягуванню для залізобетонних конструкцій з урахуванням коефіцієнта умов роботи бетону;

h_0 - робоча висота перерізу ростверку на перевіряється ділянці, що дорівнює відстані від робочої арматури плити до низу колони, умовно розташованого на 5 см вище дна склянки;

c_1 - відстань від грані колони до бічної грані палі, розташованої за межами фігури продавлювання;

α - коефіцієнт, що враховує часткову передачу поздовжньої сили на плитну частину через стінки склянки

Так як $h_0 = 0,23$ см; $c_1 = 0,2 < 0,4h_0 = 0,4 * 0,23 = 0,092$ м, приймаємо
 $c_1 = 0,092 = \frac{h_0}{c_1} = 1,15$; $\frac{h_0}{c_2} = 1,15$.

Величини реакцій паль від навантажень підколоники на плитну частину в першому ряду паль від краю ростверку зі сторони найбільш навантаженої її частини:

$$F_1 = \frac{N}{n} + \frac{M_x \cdot y_i}{\sum_1^n y_i^2} = \frac{635}{4} + \frac{100 \cdot 0.95}{4 \cdot 0.95^2} = 185.05 \text{ кН}$$

Величина продавлю вальної сили визначається по формулі:

$$F_{per} = 2 \sum F_i = 2(2F_1) = 2 \cdot 2 \cdot 185,05 = 740,2 \text{ кН.}$$

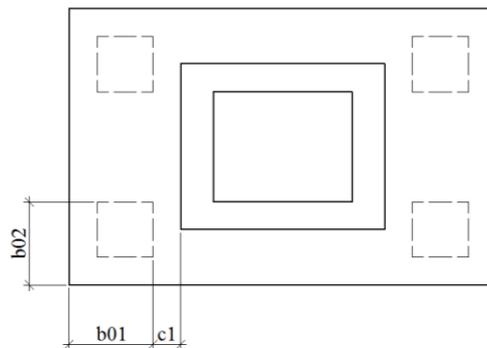
Приймаємо

$$F_{per}^{пред} = \frac{2 \cdot 0,23 \cdot 10^3 \cdot 0,823}{1} [1,15 \cdot (0,9 + 0,2) + 1,15(1,1 + 0,2)] = 1046,8 \text{ кН}$$

$$F_{per} = 740,2 \text{ кН} < F_{per}^{пред} = 1046,8 \text{ кН}$$

Міцність ростверку на продавлювання підколоники забезпечена.

3.15 Розрахунок ростверку на продавлювання кутової палі



Розрахунок ростверків на продавлювання кутовою палею виконується з умови:

$$F_{a1} \leq R_{bt} h_{01} \left[\beta_1 \left(b_{02} + \frac{c_{02}}{2} \right) + \beta_2 \left(b_{01} + \frac{c_{01}}{2} \right) \right]$$

де F_{ai} - розрахункове навантаження на кутову палею з урахуванням моментів у двох напрямках, включаючи вплив місцевого навантаження;

$$h_1 = 30 \text{ см}; h_{01} = h_1 - 5 = 25 \text{ см.}$$

$$b_{01} = 40 \text{ см}; b_{02} = 40 \text{ см.}$$

$$c_{02} = 22 \text{ см}; c_{02} < 0, \text{ приймаємо } c_{02} = 0,4h_{01} = 10 \text{ см.}$$

$$\frac{h_{01}}{c_{01}} = \frac{25}{10} = 2,5 > 2,5; \text{ приймаємо } c_{01} = 22 \text{ см}$$

Згідно з табл. 1 $\beta_1 = 1; \beta_2 = 1$.

$$F_{a1} = 1160 \cdot 0,25 \left[1 \cdot \left(0,4 + \frac{0}{2} \right) + 1 \cdot \left(0,4 + \frac{0,2}{2} \right) \right] = 574,2 \text{ кН}$$

$$F_{a1} = 574,2 \text{ кН} > F_1 = 565,0 \text{ кН}$$

Міцність плити ростверку на продавлювання кутової палі забезпечена.

3.16 Розрахунок міцності похилих перерізів плити ростверку по поперечним зусиллям

Розрахунок міцності похилих перерізів ростверків на дію поперечної сили здійснюється за формулою:

$$Q = 1,5bh_{01}R_{bt} \frac{h_{01}}{c}$$

де $Q = \sum F_i$ - сума реакцій всіх паль, що знаходяться за межами найбільш навантаженої частини ростверку з урахуванням більшого за величиною згинального моменту;

c - довжина проекції похилого перерізу, яка приймається рівною відстані від площини внутрішніх граней паль до найближчої грані підколонника або ступені ростверку

$$Q = \sum F_1 = 2 \cdot 565 = 1130 \text{ кН},$$

$$h_{01} = 23 \text{ см}; c = 20 \text{ см}$$

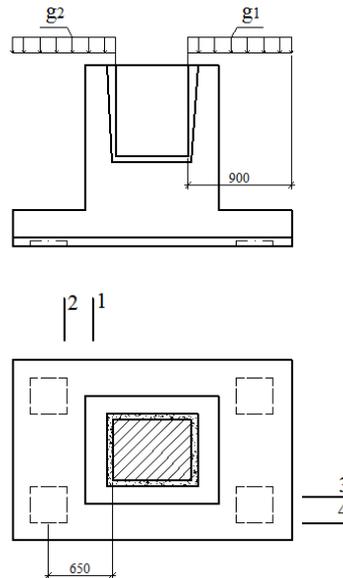
$$\frac{h_{01}}{c} = \frac{23}{20} = 1,15 < 1,67$$

$$Q_{\max} = 2,5bh_0R_{bt} = 2,5 \cdot 1,5 \cdot 0,23 \cdot 1160 = 1305,5 \text{ кН} > Q = 1130 \text{ кН}$$

Міцність по похилим перерізам плити ростверку забезпечена.

3.17 Розрахунок ростверку на згин

Розрахунок міцності ростверків на вигин виконується в перерізах по гранях колони, а також по зовнішніх гранях підколонника ростверку або по гранях ступенів ростверку.



Розрахунковий вигинає момент для кожного перерізу визначається як сума моментів від реакцій паль (від розрахункових навантажень на ростверк) і від місцевих розрахункових навантажень, прикладених до консольного звису ростверку по одну сторону від розглянутого перерізу:

Визначаємо величини згинальних моментів:

а) в перерізах 1-1 та 3-3, по граням підколоники:

$$M_{x1} = 2F_1 \cdot 0,650 - \frac{G}{2,3} \cdot \frac{0,9^2}{2} = 2 \cdot 565 - \frac{113,85}{2,3} \cdot \frac{0,9^2}{2} = 601,45 \text{ кН}$$

$$M_{y1} = \frac{N_{bot} \cdot 2}{n} \cdot 0,3 - \frac{113,85}{1,5} \cdot \frac{0,55^2}{2} = \frac{2158 \cdot 2}{4} \cdot 0,3 - \frac{113,85}{1,5} \cdot \frac{0,55^2}{2} = 312,22 \text{ кН}$$

б) в перерізах 2-2 та 4-4, по граням підколоники:

$$M_{x2} = 2F_1 \cdot 0,350 - \frac{113,85}{2,3} \cdot \frac{0,6^2}{2} = 386,59 \text{ кН}$$

$$M_{y2} = \frac{2158 \cdot 2}{4} \cdot 0,05 - \frac{113,85}{1,5} \cdot \frac{0,3^2}{2} = 37,8 \text{ кН}$$

3.18 Розрахунок армування ростверку

Площа перерізу арматури, паралельної стороні а, на всю ширину ростверку визначається в розрізі 1-1:

$$\theta = \frac{M_{x1}}{R_b b_1 h_0^2} = \frac{601450}{16 \cdot 90 \cdot 144^2} = 0.012$$

Згідно [3, табл.. 20] при $\alpha=0,012$ знаходимо $\xi =0,994$

$$A_s = \frac{M_{x1}}{R_s \zeta h_0} = \frac{601450}{365(100) \cdot 0,994 \cdot 144} = 8,126 \text{ см}^2$$

Площа перерізу арматури, паралельної стороні b, на всю довжину
ростверку визначається в розрізі 3-3:

$$\theta = \frac{M_{y1}}{R_b b h_0^2} = \frac{241000}{16 \cdot 110 \cdot 143^2} = 0.003$$

Згідно [3, табл.. 20] при $\alpha=0,012$ знаходимо $\xi =0,995$

$$A_s = \frac{M_{x1}}{R_s \zeta h_0} = \frac{241000}{365(100) \cdot 0,995 \cdot 143} = 4,23 \text{ см}^2$$

В розрізі 2-2 по грані підколінника:

$$\theta = \frac{M_{x2}}{R_b * b * h_0^2} = \frac{386590}{16 \cdot 150 \cdot 24^2} = 0.054$$

Згідно [3, табл.. 20] при $\alpha=0,054$ знаходимо $\xi =0,972$

$$A_s = \frac{M_{x2}}{R_s \zeta h_0} = \frac{386590}{365(100) \cdot 0,972 \cdot 24} = 19,94 \text{ см}^2$$

В розрізі 4-4 по грані підколінника:

$$\theta = \frac{M_{y2}}{R_b * b * h_0^2} = \frac{37800}{16 \cdot 230 \cdot 23^2} = 0.003$$

Згідно [3, табл.. 20] при $\alpha=0,003$ знаходимо $\xi =0,995$

$$A_s = \frac{M_{y1}}{R_s \zeta h_0} = \frac{37800}{365(100) \cdot 0,995 \cdot 23} = 1,96 \text{ см}^2$$

Розрахунковими є перерізи 2-2 та 3-3

Приймаємо арматуру:

в поздовжньому напрямку - 8Ø18 А-III ($A_s = 20,36 \text{ см}^2$) з кроком 200 мм.

в поперечному напрямку - 12Ø12 А-III ($A_s = 13,57 \text{ см}^2$) з кроком 200 мм.

Сітка $\frac{18 \text{ АIII}-200}{12 \text{ АIII}-200} 1450 \times 2250 \frac{25}{25}$

4.1. Вибір монтажного оснащення

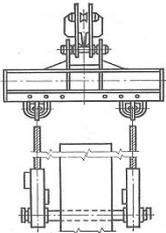
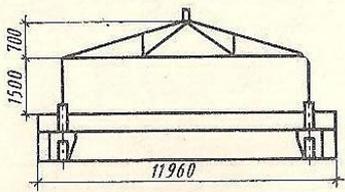
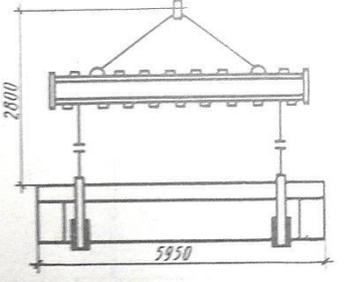
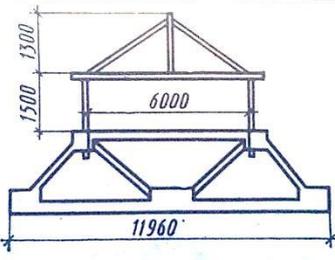
Монтажні пристосування поділяються на три групи:

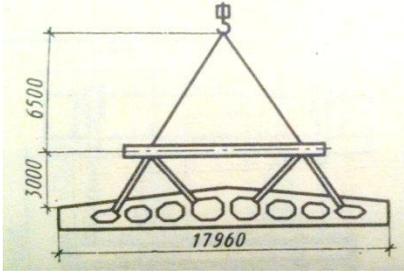
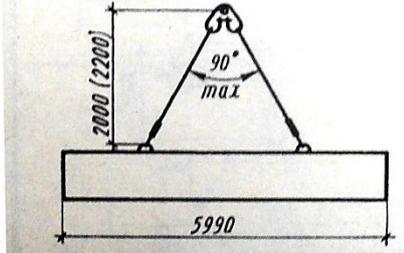
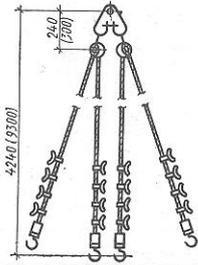
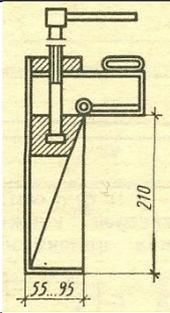
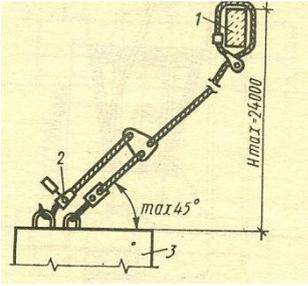
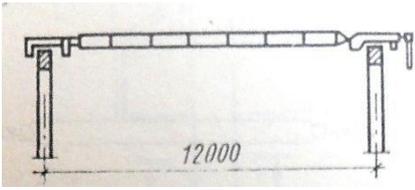
- пристосування для підймання елементів;
- пристосування для тимчасового посилення; закріплення та вивірки елементів;
- допоміжні пристосування (риштування, майданчики, драбини, огорожі).

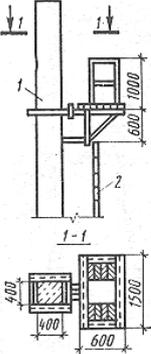
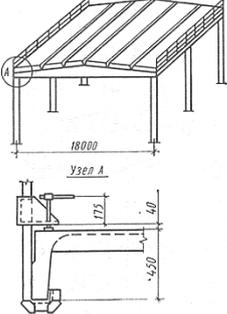
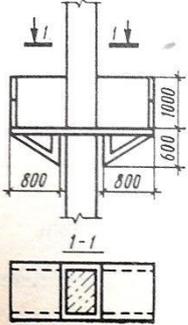
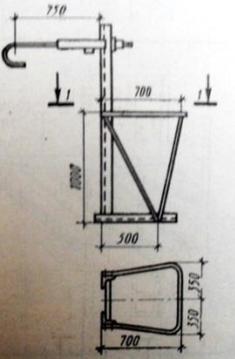
На основі даних ваги та габаритів збірних елементів вибираємо найбільш раціональні конструкції монтажних пристосувань, які заносимо в таблицю 4.1.

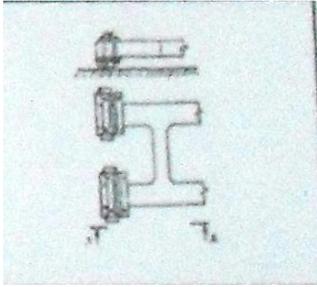
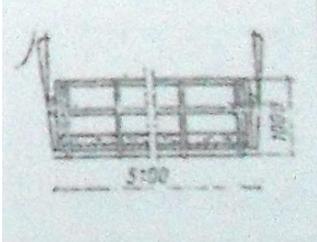
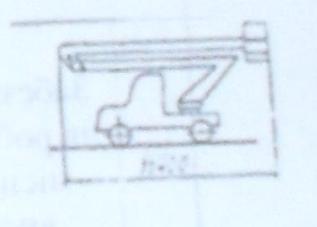
Відомість монтажних пристосувань

Таблиця 4.1

№ п/п	Назва монтуючих елементів	Вага, т	Ескіз	Назва монтажних пристосувань	Характеристика		
					Вантажність	Вага, т	Розрахункова висота, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Колони крайнього, середнього ряду і фахверкові	11		Траверса уніфікована, ЦНПОМТП РЧ-455-69	16	0,33	1,5
2.	Підкранові балки і фонд. балки довж. 12м	$\frac{11,7}{2,9}$		Траверса, ПИ Промстальконструкція, 1968Р-9	15	0,48	2,8
3.	Фундам. балки 6 м	0,7		Траверса, ПК Главстальконструкція, 185	6	0,39	2,8
4.	Установка підкровокняних балок 12 м	6,25		Траверса, КБ Главпромстроя, 7016-17	15	0,48	2,8

5.	Вкладання оболонки типу КЖС18х3 м	12,1		Траверса, ПК Промстальмонтаж, 1950-53	16	0,99	3,5
7.	Установка сендвіч-панелей 6х1,2 м	1,9		Строп двогілковий ГОСТ 19144-73	2,5	0,01	2
8.	Розвантаження і розкладання конструкцій			Строп, чотирьохгілковий ПППромстальконструкція, 21059М-28	5	0,22	9,3
9.	Вивірка та тимчасове кріплення колон в стакан фундаменту			Клиновий вкладиш, ЦНІПОМТІ, №7	-	0,01	-
10.	Тимчасове кріплення колон, ферм, балок			Розчалка, ПП Промстальконструкція, 2008-09	-	0,1	-
11.	Тимчасове кріплення кроквяних ферм при кроці 12 м			Інвентарна розпірка, ПП Промбудпроект, 04-00-1	-	0,09	-

12.	Забезпечення робочого місця на висоті			Навісна площадка з підвісною дробиною, ПК Главстальконструкція, 229	-	0,12	-
13.	Забезпечення робочого місця на висоті	-		Тимчасове огородження, ПІ Промстальконструкція, 4570Р-2	-	-	-
14.	Забезпечення робочого місця на висоті	-		Навісні підмості, ПІ Промстальконструкція, 1942Р	-	0,06	-
15.	Забезпечення робочого місця на висоті	-		Навісна люлька, ПІ Промстальконструкція, 21059М	0,1	0,06	-

16.	Вивід колони з положення «плашмя» у вертикальне	-		Опорне прилаштування (ПКК треста Сібстальконструкція) №2008-01;02;04	-	0,77	-
17.	Підйом робочих ін.-струментів та матеріалів при монтажі стінових панелей	-		Люлька ПІ Промстальконструкція; № 4533	0,5	-	-
18.	Виконання робіт на висоті	-		Монтажна машина з шарнірною стрілою МШТС-2 на автомобілі ЗИЛ-157	0,4	11,4	17,8

4.2. Вибір монтажних механізмів

Визначаємо технічні характеристики монтажних кранів.

Визначаємо необхідну висоту підйому гаку для монтажу:

- КОЛОН:

$$H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 0 + 8,4 + 1,5 + 1 = 10,9 \text{ м}$$

$$Q = P + P_1 = 11 + 0,33 = 11,33 \text{ т}$$

де h_1 - висота від рівня розміщення монтажного крана до відмітки опори, на яку установлюється елемент, м;

h_2 – підвищення нижнього торця вертикального елемента над рівнем опори перед опусканням його на місце (0,5-1 м);

h_3 - висота монтажного елемента;

h_4 - конструктивна висота захватних пристроїв.

P – максимальна вага збірних елементів, т;

P_1 – вага вантажозахватного пристосування, т.

- підкранових балок:

$$H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 4,8 + 0,4 + 2,8 + 1 = 9 м$$

$$Q = P + P_1 = 11,7 + 0,48 = 12,18 т$$

- підкроквяні конструкції:

$$H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 8,4 + 0,8 + 2,8 + 1 = 13 м$$

$$Q = P + P_1 = 6,25 + 0,48 = 6,73 т$$

- плит покриття:

$$H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 9,6 + 1 + 1 + 3,5 = 15,1 м$$

$$Q = P + P_1 = 12,1 + 0,99 = 13,09 т$$

- фундаментних балок:

$$H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 0 + 0,4 + 2,8 + 1 = 4,2 м$$

$$Q = P + P_1 = 2,9 + 0,48 = 3,38 т$$

- стінових панелей:

$$H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 10,8 + 1,2 + 1 + 1,8 = 14,8 м$$

$$Q = P + P_1 = 4,8 + 0,45 = 5,25 т$$

Довжина стріли визначається по конструкції, яка вимагає найбільшої висоти підймання крюка

$$L = \frac{h_1 - h_{oc} + h}{\sin \alpha} + \frac{h_3 + h_4 + h_5}{\sin \alpha}, \text{ де}$$

h_1 – різниця між відмітками стоянки крана та монтуємої конструкцією;

h_{oc} – відстань від основи крана до осі п'яти стріли (1-1,5 м);

h – потрібна додаткова висота підймання конструкції (0,5-1 м);

h_5 – довжина поліспасти крана (1,5-2,0 м);

α - найбільший кут підймання стріли (можна прийняти 67-72°).

Довжина стріли для монтажу плит дахового покриття визначається з виразу

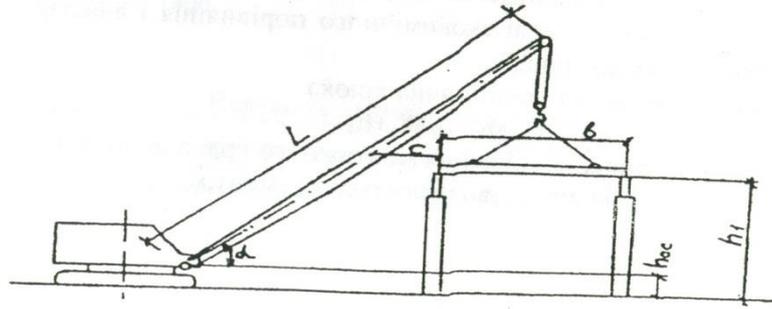
$$L = \frac{h_1 - h_{oc} + h_2}{\sin \alpha} + \frac{b/2 + c}{\cos \alpha}, \text{ де}$$

b – довжина плити дахового покриття;

c – відстань від осі стріли до змонтованої конструкції (можна приймати 1,5 м).

Оптимальна довжина стріли визначається підстановкою у формулу оптимального кута, визначеного формулою

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt{\frac{h_1 - h_{oc} + h_2}{b/2 + c}}$$



Розраховуємо довжину стріли:

- КОЛОН:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2(h_{ct} + h_5)}{b_1 + 2S} = \frac{2(1,5 + 2)}{0,8 + 2 \cdot 1,5} = 1,84 \Rightarrow \alpha = 61,5^\circ$$

$$L_c = \frac{H_m + h_n - h_c}{\sin \alpha} = \frac{10,9 + 2 - 1,5}{0,87885} = 12,97 \text{ м}$$

Виліт крюка:

$$L_k = L_c \cdot \cos \alpha + d = 12,97 \cdot \cos 61,5^\circ + 1,5 = 7,68 \text{ м}$$

- фундаментні балки:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2(h_{ct} + h_5)}{b_1 + 2S} = \frac{2(2,8 + 2)}{0,4 + 2 \cdot 1,5} = 2,82 \Rightarrow \alpha = 70,5^\circ$$

$$L_c = \frac{H_m + h_n - h_c}{\sin \alpha} = \frac{4,2 + 2 - 1,5}{0,94263} = 5 \text{ м}$$

Виліт крюка:

$$L_k = L_c \cdot \cos \alpha + d = 5 \cdot \cos 70,5^\circ + 1,5 = 3,16 \text{ м}$$

- підкранові балки:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2(h_{ct} + h_5)}{b_1 + 2S} = \frac{2(2,8 + 2)}{0,65 + 2 \cdot 1,5} = 2,63 \Rightarrow \alpha = 69,18^\circ$$

$$L_c = \frac{H_m + h_n - h_c}{\sin \alpha} = \frac{9 + 2 - 1,5}{0,9347} = 10,16 \text{ м}$$

Виліт крюка:

$$L_k = L_c \cdot \cos \alpha + d = 10,16 \cdot \cos 69,18^\circ + 1,5 = 11,64 \text{ м}$$

- підкряв'яні балки:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2(h_{ct} + h_5)}{b_1 + 2S} = \frac{2(2,8 + 2)}{0,8 + 2 \cdot 1,5} = 2,526 \Rightarrow \alpha = 68,4^\circ$$

$$L_c = \frac{H_m + h_n - h_c}{\sin \alpha} = \frac{13 + 2 - 1,5}{0,924} = 14,6 \text{ м}$$

Виліт крюка:

$$L_k = L_c \cdot \cos \alpha + d = 14,6 \cdot \cos 68,4^\circ + 1,5 = 6,87 \text{ м}$$

- стінові панелі:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2(h_{\text{ст}} + h_5)}{b_1 + 2S} = \frac{2(1,8 + 2)}{0,3 + 2 \cdot 1,5} = 2,3 \Rightarrow \alpha = 66,53^\circ$$

$$L_c = \frac{H_m + h_n - h_c}{\sin \alpha} = \frac{14,8 + 2 - 1,5}{0,91726} = 16,8 \text{ м}$$

Виліт крюка:

$$L_k = L_c \cdot \cos \alpha + d = 16,68 \cdot \cos 66,53^\circ + 1,5 = 8,14 \text{ м}$$

- плити покриття:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2(h_{\text{ст}} + h_5)}{b_1 + 2S} = \frac{2(3,5 + 2)}{1 + 2 \cdot 1,5} = 2,75 \Rightarrow \alpha = 70,02^\circ$$

-

$$L_c = \frac{H_m + h_n - h_c}{\sin \alpha} = \frac{15,1 + 2 - 1,5}{0,93979} = 16,59 \text{ м}$$

- Виліт крюка:

$$L_k = L_c \cdot \cos \alpha + d = 16,59 \cdot \cos 70,02^\circ + 1,5 = 7,17 \text{ м}$$

Потрібні монтажні характеристики кранів

Табл.4. 2.1

Назва монтуємих елементів	Монтажні характеристики			
	Нм, м	Лс, м	Лк, м	Q, т
Колони	10,9	12,97	7,68	11,33
Фундаментні балки	4,2	5	3,16	3,38
Підкранові балки	9	10,16	11,64	12,18
Підкровоквяні балки	13	14,6	6,87	6,73
Стінові панелі	14,8	16,68	8,14	5,25
Плити покриття КЖС	15,1	16,5	7,17	13,09

Вибір монтажних кранів

Табл.4. 2.2

Варіанти Конструкції	Гусеничні	Пневмоколесні
Колони і підкранові балки	СКГ-30 , з Лс=15 м	КС-5363 (К-255) , з Лс=15 м
Фундаментні балки, стінове огороження і ворота	Э-125ВБ , з Лс=15 м (для фонд.балок), Лс=20 м (для стін. огородж.)	К-124 , з Лс=10 м (для фонд.балок), Лс=18 м (для стін. огородж.)
Плити покриття, балки	МКГ-25 , з Лс=17,5 м	КС-5361 , з Лс=20 м

4.3. Техніко-економічний аналіз можливих варіантів монтажу

Для остаточного вибору варіанту проведення монтажних робіт розраховуємо і порівнюємо між собою приведені витрати при роботі кожного комплекту кранів окремо.

Табл. 4.3.1

Гусеничні крани	Пневмоколісні крани
<p style="text-align: center;">1) СКГ-30</p> $A_{\text{ц}} = C_{\text{маш-год}} \cdot T_{\text{ч}} + \sum E = 49 \cdot 2,83 + 9727,10 = 9865,89 \text{ грн}$ $C_{\text{м-г}} = 4,90 \cdot 10 = 49 \text{ грн}$ $E_1 = 943 \cdot 10 = 9430 \text{ грн}; E_2 = 29,71 \cdot 10 = 297,10 \text{ грн}$ $\sum E = 9430 + 297,10 = 9727,10 \text{ грн}$ $T_{\text{ч}} = \frac{\sum Q}{\Pi_{\text{п}}} = \frac{23,51}{8,30} = 2,83 \text{ год};$ $\Pi_{\text{п}} = 8,30 \text{ т / год}$ $\sum Q = 11,33 + 12,18 = 23,51 \text{ т}$	<p style="text-align: center;">1) КС-5363(К-255)</p> $A_{\text{ц}} = C_{\text{маш-год}} \cdot T_{\text{ч}} + \sum E = 50,2 \cdot 3,31 + 79576 = 79742,162 \text{ грн}$ $C_{\text{м-г}} = 5,02 \cdot 10 = 50,2 \text{ грн}$ $E_1 = 58 \cdot 10 = 580 \text{ грн}; E_2 = 33,06 \cdot 10 = 330,6 \text{ грн};$ $E_3 = 12,33 \cdot 10 \cdot 638 = 78665,4 \text{ грн}$ $\sum E = 580 + 330,6 + 78665,4 = 79576 \text{ грн}$ $T_{\text{ч}} = \frac{\sum Q}{\Pi_{\text{п}}} = \frac{23,51}{7,1} = 3,31 \text{ год};$ $\Pi_{\text{п}} = 7,1 \text{ т / год}$ $\sum Q = 11,33 + 12,18 = 23,51 \text{ т}$
<p style="text-align: center;">2) Э-125ВБ</p> $A_{\text{ц}} = C_{\text{маш-год}} \cdot T_{\text{ч}} + \sum E = 38,60 \cdot 1,69 + 742 = 807,234 \text{ грн}$ $C_{\text{м-г}} = 3,86 \cdot 10 = 38,60 \text{ грн}$ $E_1 = 30 \cdot 10 = 300 \text{ грн}; E_2 = 22,1 \cdot 10 = 221 \text{ грн}$ $\sum E = 300 + 221 \cdot 2 = 742 \text{ грн}$ $T_{\text{ч}} = \frac{\sum Q}{\Pi_{\text{п}}} = \frac{8,63}{5,10} = 1,69 \text{ год};$ $\Pi_{\text{п}} = 5,10 \text{ т / год}$ $\sum Q = 3,38 + 5,25 = 8,63 \text{ т}$	<p style="text-align: center;">2) К-124</p> $A_{\text{ц}} = C_{\text{маш-год}} \cdot T_{\text{ч}} + \sum E = 40 \cdot 2,21 + 53712,6 = 53801,6 \text{ грн}$ $C_{\text{м-г}} = 4,0 \cdot 10 = 40 \text{ грн}$ $E_1 = 30,00 \cdot 10 = 300 \text{ грн};$ $E_2 = 14,7 \cdot 10 = 147 \text{ грн};$ $E_3 = 12,33 \cdot 10 \cdot 432 = 53265,6 \text{ грн}$ $\sum E = 300 + 147 + 53265,6 = 53712,6 \text{ грн}$ $T_{\text{ч}} = \frac{\sum Q}{\Pi_{\text{п}}} = \frac{8,63}{3,9} = 2,21 \text{ год};$ $\Pi_{\text{п}} = 3,9 \text{ т / год}$
<p style="text-align: center;">3) МКГ-25</p> $A_{\text{ц}} = C_{\text{маш-год}} \cdot T_{\text{ч}} + \sum E = 47,3 \cdot 2,44 + 603 = 708,412 \text{ грн}$ $C_{\text{м-г}} = 4,73 \cdot 10 = 47,3 \text{ грн}$ $E_1 = 36 \cdot 10 = 360 \text{ грн}; E_2 = 24,3 \cdot 10 = 243 \text{ грн}$ $\sum E = 360 + 243 = 603 \text{ грн}$ $T_{\text{ч}} = \frac{\sum Q}{\Pi_{\text{п}}} = \frac{19,82}{8,12} = 2,44 \text{ год};$ $\Pi_{\text{п}} = 8,12 \text{ т / год}$ $\sum Q = 13,09 + 6,73 = 19,82 \text{ т}$	<p style="text-align: center;">1) КС-5361</p> $A_{\text{ц}} = C_{\text{маш-год}} \cdot T_{\text{ч}} + \sum E = 50,2 \cdot 2,82 + 60801,7 = 60943,364 \text{ грн}$ $C_{\text{м-г}} = 5,02 \cdot 10 = 50,2 \text{ грн}$ $E_1 = 58 \cdot 10 = 580 \text{ грн};$ $E_2 = 29,8 \cdot 10 = 298 \text{ грн};$ $E_3 = 12,33 \cdot 10 \cdot 486 = 59923,8 \text{ грн};$ $\sum E = 580 + 298 + 59923,8 = 60801,8 \text{ грн}$ $T_{\text{ч}} = \frac{\sum Q}{\Pi_{\text{п}}} = \frac{19,82}{7,05} = 2,82 \text{ год};$ $\Pi_{\text{п}} = 7,05 \text{ т / год}$

Після виконання порівняння варіантів механізації монтажних робіт по орендній вартості, більш економічно доцільним виявився перший варіант - гусеничні крани: СКГ-30, Э-125 ВБ, МКГ-25.

Їх і приймаємо для подальшого проектування.

4.4. Вибір транспортних засобів

Монтаж конструкцій виконуємо з приоб'єктного складу.

Табл. 4.4.1

№	Транспортуємий елемент	Маса, т	Розміри, мм			Вид транспорт. засобу	Марка тягача	Кіл. автопоїздів
			L	B	H			
1.	Колона	11	8400	600	400	Розпуск-площадка Ленстрой транс	КрАЗ-2216	1
2.	Підкранові балки	11,7	11950	650	1400	Б-18	КрАЗ-2216	2
3.	Балка	6,25	12000	650	1400	УФ-20 УФ-20-24 УССР	КрАЗ-258	1
4.	Плити покриття	12,1	17960	2960	300	ПП-12А	КрАЗ-2216	1
6.	Фундаментні балки	2,9	10700	300	400	Б-18	КрАЗ-2216	1
8.	Стінові панелі	4,8	12000	300	1200	ПФ-11 УССР	КрАЗ-2216	1

4.5 Вибір методів виконання робіт та основних будівельних машин та механізмів

Для проектуємої будівлі приймаємо 3 захватки, які дорівнюють кількості прольотів будівлі. Всі захватки мають приблизно однакові обсяги робіт.

Для виробництва робіт приймають наступні схеми та методи виробництва:

1. Земляні роботи. Для встановлення фундаментів виринають котлован з откосами, крутизна яких регламентується в ДБН А.3.2-2-2009. Розробку котлована виконують екскаватором зворотня лопата з ємністю ковша 0,5м³ з частковим вивозом ґрунту у відвал. До розробки котловану необхідно зрізати рослинний шар та виконати планування майданчику за допомогою бульдозера ДЗ-19.

2. Монтажні роботи. Одноповерхову промислову будівлю монтують самоходними стріловими кранами на гусеничному ході. Монтаж виконують змішаним методом.

Першим монтажним потоком встановлюють колони на фундаменти. Навантаження на колони від послідуєчих конструкцій можна передавати після досягнення у стиках з фундаментами 70% від проектної міцності бетону. Другим монтажним потоком встановлюються підкранові балки. Ферми покриття та плити покриття – третім потоком. Монтаж колон виконують краном СКГ-30, підкранових балок виконують за допомогою крану СКГ-30, який переміщується вздовж рядів колон. Монтаж підкранових балок виконують методом з попередньою розкладкою біля місць монтажу. При монтажі конструкцій покриття кран рухається вздовж прольотів. Після геодезичної перевірки виконують постійне закріплення конструкцій. Монтаж конструкцій покриття виконуємо краном МКГ-25, який рухається по середині прольоту «на себе». Плити монтують за допомогою гуська приваркою їх до балок у трьох точках. Монтаж стінових панелей виконують краном Э-125ВБ знизу до гори зовні по периметру будівлі. Всі елементи каркасу монтуються вздовж прольотів будівлі вільним методом монтажу, при якому конструкції наводять на опори в процесі їх вільного переміщення.

Збірні конструкції будівлі подають на монтаж з транспортних засобів або з приоб'єктного складу. Влаштування покрівлі виконують по захваткам вздовж довшої сторони прольоту. Після влаштування покрівлі необхідно виконати застелення віконних прольотів по периметру будівлі. Після цього виконують всі будівельні роботи у будівлі по захваткам. Олійне фарбування вікон та оздоблення стін виконувати згори донизу по периметру будівлі.

4.6 Технологічна карта на монтаж колон

4.6.1 Вихідні дані

Технологічна карта розроблена на влаштування збірних залізобетонних колон для промислової будівлі.

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

- Строповка і подача колони до місця її монтажу
- Установка колони в положення, близькому до проектного.
- Вивірка і закріплення колони в проектному положенні
- Зварювання та замонолічування стику колони.

Геометричні розміри та армування колон визначені у розділі 2 «конструктивно-розрахунковий».

Крок колон 12 м.

4.6.2 Опис технології монтажних робіт

На установці колон застосовуємо кран гусеничний СКГ-30. Роботи починаємо в 1 захватці прольотом 18м. СКГ-30 розкладає і монтує колони в 1 захватці. Після чого переходить на 2 захватку.

Монтаж колон здійснюємо диференційованим методом.

Кожну колону необхідно оглянути з тим, щоб вона не мала деформацій, пошкоджень, тріщин, раковин, сколів, оголеною арматури, напливів бетону; перевірити геометричні розміри колони, наявність монтажного отвору, правильність установки сталевих закладних деталей.

Вивантаження та попередня розкладка колон проводиться у відповідності зі схемою (див. графічну частину Лист8).

Залізобетонні колони на об'єкті розкладають на дерев'яних підкладки товщиною 25мм .

Після стропування колони за допомогою монтажного крана встановлюють у склянки фундаменту на армобетонні підкладки .

Підняті краном колони опускають в склянку фундаменту , поєднуючи осьові ризики в нижній частині колон з осьовими ризиками на фундаменті. Потім перевіряють вертикальність колон за допомогою двох теодолітів .

Вивірені колони закріплюють у склянці фундаменту за допомогою фіксаторів , клинових вкладишів . Расстроповка встановлених колон.

Закладають стики колон у фундаментах при досягнення бетоном стику 70 % проектної міцності демонтують кошти тимчасового кріплення.

4.6.3 Калькуляція грошових витрат

Калькуляція трудових та грошових витрат

Таблиця 4.6.1

№ п/п	Обґрунтування по ЕНПР	Найменування робіт	Одиниці вимірювання	Кількість	На одиницю вимірювання		На весь обсяг робіт		Склад ланки	
					Норма часу, люд. – год маш. – год	Розцінка , грн	Трудовіткість, люд. – год маш. – год	Зарплата, грн	Професія, розряд	Кількість
НА МОНТАЖ КОЛОН										
1	E1-5, т.2,№12	Розвантаження з/б та колон стріловим гусеничним краном з розкладанням вантажопідйомністю до 13т	100т	4,504	$\frac{3}{1,5}$	$\frac{33,09}{}$	$\frac{13,512}{6,756}$	$\frac{153,09}{}$	Такелажник 2 р. Машиніст 6 р.	2 1
2	E4-1- 4,т.1,т.2,№8	Установка колон масою до 15 т в стакани фундаментів без кондукторів.	1шт	82	$\frac{9}{1,8}$	$\frac{117,72}{}$	$\frac{738}{147,6}$	$\frac{9653,04}{}$	Монтажник 5 р. Монтажник 4 р. Монтажник 3 р. Монтажник 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1
3	E4-1- 54,№19	Приймання бетонної суміші із кузова автосамоскиду до бадді.	100м ³	0,16674	$\frac{8,2}{---$	$\frac{92,9}{---$	$\frac{1,367}{---$	$\frac{15,49}{---$	Бетонник 2 р.	1
4	E1-6, т.1,т.2,№16	Подавання бетонної суміші стріловим гусеничним краном в бункері об'ємом до 0,75 м ³ на висоту до 3 м	1м ³	16,674	$\frac{0,29}{0,145}$	$\frac{3,29}{}$	$\frac{4,84}{2,267}$	$\frac{54,79}{}$	Такелажник 2 р. Машиніст 6 р.	2 1
5	E4-1-25, т.1 №2	Заробка стиків колон в стаканах фундаментів при об'ємі бетонної суміші в одному стикі більше 0,1 м ³	1шт	82	$\frac{0,14}{---$	$\frac{1,855}{---$	$\frac{11,48}{---$	$\frac{152,11}{---$	Монтажник 4 р. Монтажник 3 р.	1 1
							$\frac{769,199}{154,356}$	$\frac{10028,52}{}$		

$$\text{Норма часу на 1 колону } \frac{\sum T}{n} = \frac{769,199}{82} = 9,38 \frac{\text{люд. - год}}{\text{шт}}$$

$$\text{Розцінка на 1 колону } \frac{\sum ЗП}{n} = \frac{10028,52}{82} = 122,30 \frac{\text{грн}}{\text{шт}}$$

Загальна собівартість:

$$C_o = 1,08((\sum C_{\text{маш-год}} \times T_i) + 1,5 \cdot z / n, \text{ грн.}$$

$$C_o = 1,08 \cdot ((22,77 - 8,28) + 3,57 \cdot 12) \cdot 1 \cdot 10 \cdot 8 + 1,5 \cdot 10028,52 = 16294,68 \text{ грн.}$$

4.6.4 Техніко-економічні показники

Тривалість будівництва – 10 дні;

Питома собівартість – 235,3 грн/м³;

Питома трудомісткість – 9,38 люд.-год./м³;

Вартість влаштування колон – 10028,52 грн.

4.7 Технологічна карта на монтаж конструкцій покриття

4.7.1 Вихідні дані

Технологічна карта розроблена на влаштування збірних залізобетонних плит оболонки та підкрюквяних балок для промислової будівлі.

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

- Строповка і подача конструкції покриття до місця її монтажу
- Монтаж підкрюквяної балки близького до проектного положення
- Постійне закріплення балки з колоною
- Монтаж панелі оболонки
- Електрозварювання плит з балками
- Замазка швів

Геометричні розміри панелі-оболонки заздалегідь були визначені в розділі 2 «конструктивно-розрахунковий».

4.7.2 Опис технології монтажних робіт підкрюквяної балки

Підготовка підкрюквяної балки до монтажу.

Монтажники перевіряють геометричні розміри балки, маркування, наявність закладних деталей і, в разі необхідності, очищають їх від іржі та бруду.

Стропування підкрюквяної балки і переміщення до місця установки.

Монтажники здійснюють строповку балки за чотири точки, кріплять відтяжки.

Монтажник дає команду машиністу крана підняти балку на 30 см і, переконавшись вправильності стропування, дає команду продовжувати підйом.

Установка підкрюквяний ферми.

Монтажники утримують підняту балку за відтяжки.

Інші монтажники приймають балку, перебуваючи на майданчиках приставних драбин. За сигналу монтажника М1 машиніст крана допускає балку на опорні майданчики колон, а монтажники М1 і М2 контролюють правильність її установки за суміщенням рисок і направляють балку утак, щоб вони співпали при установці балки на опори. Стропи в цей момент остаються натягнутими.

Постійне кріплення підкрюквяної балки.

Зварювальник С1 виробляє зварювання закладних деталей відповідно до вказівок проекту.

Розстроповка підкрюквяної балки.

Після постійного закріплення бали в проектному положенні монтажники М1 і М2 здійснюють розстроповку.

4.7.3 Опис технології монтажних робіт панелі оболонки

Стропування плити покриття.

Монтажники М4 і М5 виробляють строповку плити чотирма канатами траверси, натягують страхувальний канат і до крайньої по ходу монтажу петлі кріплять відтяжку із пенькового канату.

Монтажник М2 подає сигнал машиністу крана підняти плиту на 20-30 см і, переконавшись внадежності стропування, подає сигнал машиністу крана на продовження підйому.

Укладка плити покриття. Монтажники М2 і М3, перебуваючи на раніше покладеної плиті (закріпившись за страхувальні канати), приймають плиту на висоті 0,2-0,3 м від опорних поверхонь. За сигналом монтажника М2 машиніст крана плавно опускає плиту, а монтажники М2 і М3 ломиками рихтують її, надаючи проектне положення.

Кріплення плити покриття. Зварювальник С1 виробляє зварювання відповідно до вказівок проекту, попередньо закріпившись монтажним поясом за страхувальний канат.

Монтажник М2 виробляє розструповку плити покриття.

4.7.4 Калькуляція грошових витрат

Таблиця 4.7.1

НА МОНТАЖ КОНСТРУКЦІЙ ПОКРИТТЯ										
12	Е1-5, т.1, т.2 №10	Розвантаження з/б підкрівляних балок масою до 7 т стріловим гусеничним краном вантажопідйомністю до 10 т.	100т	3,25	$\frac{3,6}{1,8}$	<u>40,788</u>	$\frac{11,7}{5,85}$	<u>132,56</u>	Такелажник 2 р. Машиніст 5 р.	2 1
13	Е4-1-6, т.1, т.4 №2	Установка з/б підкрівляних балок покриття до проектного положення стріловим краном з тимчасовим кріпленням, прольотом до 12 м.	1шт	55	$\frac{5}{1}$	<u>70,25</u>	$\frac{260}{52}$	<u>3653</u>	Монтажник 6 р. Монтажник 5 р. Монтажник 4 р. Монтажник 3 р. Монтажник 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1 1 1
18	Е22-1-6	Електрозварювання стиків балок з колонами	10м	46,8	2,5	40,45	117	1893,06	Електрозварювальник 5 р.	1
17	Е4-1-7, №12	Установка плит покриття площею до 54 м ²	1шт	144	$\frac{2,4}{0,6}$	<u>56,63</u>	$\frac{345,6}{86,4}$	<u>4299,26</u>	Монтажник 4 р. Монтажник 3 р. Монтажник 2 р. Машиніст 6 р.	1 2 1 1
18	Е22-1-6	Електрозварювання стиків плит покриття з підкрів'яними балками односторонніми кутовими швами катетом 6 мм без зрізу кромки, в нижньому положенні.	10м	36	2,5	40,45	90	1456,2	Електрозварювальник 5 р.	1
19	Е5-1-2, №6	Установка, демонтаж колісок навісних	1шт	56	$\frac{0,37}{0,18}$	<u>4,96</u>	$\frac{20,72}{10,08}$	<u>277,85</u>	Монтажник 4 р. Монтажник 3 р. Машиніст крану 6 р.	1 1 1
20	Е4-1-26, №10	Установка, демонтаж драбин	1шт	28	$\frac{0,62}{0,31}$	<u>8,31</u>	$\frac{17,36}{8,68}$	<u>232,79</u>	Монтажник 4 р. Монтажник 3 р. Машиніст крану 6 р.	1 1 1
							<u>862,38</u> 163,01	<u>11944,72</u>		

Норма часу на 1 т покриття $\frac{\sum T}{m} = \frac{862,38}{1742,4} = 0,49 \frac{\text{люди-год}}{t}$

Розцінка на 1 т покриття $\frac{\sum 3П}{m} = \frac{11944,72}{1742,4} = 6 - 85 \frac{\text{грн}}{t}$

Загальна собівартість:

$$C_o = 1,08((\sum C_{\text{маш-год}} \times T_i) + 1,5 \cdot 3 / n), \text{ грн.}$$

$$C_o = 1,08 \cdot ((22,77 - 8,28) + 3,57 \cdot 12) \cdot 1 \cdot 12 \cdot 8 + 1,5 \cdot 11944,72 = 23861,05 \text{ грн.}$$

4.7.5 Техніко-економічні показники

Тривалість будівництва – 12 дні;

Питома собівартість – 136,9 грн/м³;

Питома трудомісткість – 0,49 люд.-год./м³;

Вартість влаштування покриття – 11944,72 грн.

4.8 Технологічна карта на монтаж стінового огороження

4.8.1 Визначення обсягів робіт

Відомість розрахунку обсягів робіт

Таблиця 4.8.1

№	Найменування робіт	Формула підрахунку	Одиниця	Об'єм робіт
1	2	3	4	5
1	Розвантаження сендвіч-панелей	-	100 т	0,3
2	Монтаж сендвіч-панелей	-	шт	154
3	Електрозварювання стиків	-	10 п.ш.	19

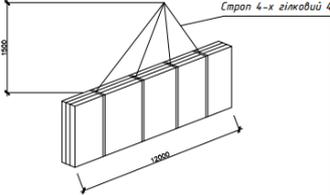
4.8.2 Вибір монтажного обладнання для монтажу стінового огороження

Монтаж конструкцій огорожі відбувається за допомогою гусеничного крану Е-125 ВБ. Для стропування сендвіч-панелей довжиною 12 м приймаємо чотирьохгілковий строп 4СК1-16.

Постійне закріплення панелей відбувається за рахунок зварювання. Для забезпечення робочого місця монтажників на висоті використовуємо два автопідйомники. Прийняті пристрої або пристосування наведені в таблиці 4.8.2.

Таблиця 4.8.2

Відомість монтажного та такелажного оснащення

№ п / п	Назва улаштування або пристосування, організація креслення	Ескіз	Вантажопід'ємність, т	Маса, Q _{гр} , т	Висота строповки h _{стр} , м	Призначення
1	Строп 4СК1-16		1,0	0,05	1,5	Універсальний строп

Таблиця 4.8.3

Калькуляція трудових та грошових витрат

№	ЄНІР	Назва роботи	Од. вим	Об'єм робіт	На од. виміру		На весь об'єм		Склад ланки
					Норма часу	Розцінка, грн.	Витрати праці	Заробіт-ня плата	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1-5	Розвантаження стінових панелей	100 т	0,3	$\frac{3}{1,5}$	9,1	$\frac{0,88}{0,4}$	2,33	Маш. VІр.-1 Так. Пр.-2
2	5-1-9	Монтаж сендвіч-панелей	шт	154	$\frac{3,96}{0,8}$	11,62	$\frac{536,48}{107,28}$	139,44	Маш. VІр.-1 Монт. Vр.-1 IVр.-1 Шр.-2 Пр.-1
3	22-1-54	Електрозварювання стиків	10 п.ш.	19	3,5	12,99	4,88	280,58	Елктр. Vр.-1
						Σ	$\frac{542,24}{107,68}$	1875,6	

4.8.3 Вимоги до якості та приймання робіт

При надходженні конструкцій на будівельний майданчик точність розмірів необхідно перевірити сталеву компаріованною рулеткою. Середньоквадратична похибка контрольних вимірів не повинна перевищувати 10% допустимого відхилення на контрольований параметр.

При монтажі огороження необхідно контролювати:

-Зміщення осей панелей щодо геометричних осей колон;

-Якість і розташування монтажних отворів;

-Якість постановки болтів.

Головки і гайки болтів повинні після затягування щільно (без зазорів) стикатися з площинами шайб або елементами конструкції, а стрижень болта повинен виступати з гайки не менше ніж на 3мм. Щільність стягування збірною пакета необхідно перевіряти щупом товщиною 0,3 мм, який в межах зони, обмеженої шайбою, не повинен проходити між зібраними деталями на глибину більше 20мм.

Нормативні допуски та відхилення згідно СНиП 3.03.01-87:

- від суміщення орієнтирів (рисок геометричних осей, граней) в нижньому перерізі встановлених панелей навісних стін з встановлювальними орієнтирами (рисками геометрических осей або гранями нижчерозташованих елементів, рисками розбивочних осей) - 10 мм;
- від вертикалі верха площини навісних стінових панелей - 12 мм;
- різниці позначок верха стінових панелей в межах вимірювальної ділянки при:
 - встановленні по маякам - 10 мм;
 - контактному встановленні - $(12 + 2n)$ мм, де n - число встановлених по висоті панелей;
 - позначок маяків відносно монтажного горизонту - ± 5 мм.

Виконання і приймання робіт з зведенню покриття великопролітні будівлі необхідно здійснювати відповідно до вимог наступних нормативних документів:

ДБН А.3.1-5-2009. Організація будівельного виробництва;

ДБН В.1.3-2: 2010 Геодезичні роботи в будівництві

СНиП 3.03.01-87 Несучі та огороджувальні конструкції

**Схема операційного контролю якості монтажних робіт
згідно СНиП 3.03.01-87**

№ п/п	Операції, які підлягають контролю	Контроль якості виконання операцій			
		склад	спосіб	залучені служби	необхідні засоби
1	2	3	4	5	6
1.	Монтаж сендвіч- панелей	установка панелей в проектне положення	вимірковальний, кожен елемент	майстер, виконроб, геодезист	рулетка, лінійка, нівелір
		якість виконання зварювальних робіт	візуальний, вимірковальний		

4.8.4 Заходи з техніки безпеки

При виконанні монтажних робіт виникає необхідність у виконанні не тільки власне монтажних, а й багатьох інших процесів і операцій: вантажно-розвантажувальних, електро- і газозварювальних, протикорозійних, бетонних, а також робіт, пов'язаних з пристроєм і експлуатацією лісів, риштування, сходів і інших пристосувань для виконання робіт на висоті, випробуванням змонтованих конструкцій та ін. Для здійснення їх застосовують машини, обладнання, технологічне оснащення, різні пристосування і пристрої. Тому під час проведення монтажних робіт необхідно дотримуватися не тільки загальні, а й спеціальні правила техніки безпеки в залежності від виду виконуваних процесів і операцій і застосовуваних машин і устаткування.

До виконання монтажних робіт можуть бути допущені робітники, що пройшли спеціальний медичний огляд, навчені технології монтажних робіт і правилам техніки безпеки при їх виконанні, які склали іспити і мають посвідчення на право виконання робіт. Монтажні роботи в будівництві є в основному верхолазними. До них відносяться всі роботи, які виконуються на висоті більше 5 м від поверхні ґрунту, перекриття або робочого настилу. До самостійного виконання верхолазних робіт допускаються особи не молодше 18 і не старше 60 років, які пройшли медичний огляд, мають стаж верхолазних робіт не менше одного року і тарифний розряд не нижче третього. Знову

надходять робочі можуть бути допущені до роботи тільки після проходження ними вступного (загального) інструктажу з техніки безпеки і виробничої санітарії; інструктажу з техніки безпеки безпосередньо на робочому місці, який слід проходити при кожному переході на іншу роботу або при зміні умов роботи; робочі комплексних бригад повинні бути проінструктовані і навчені безпечним прийомом по всіх видах робіт, виконуваних ними.

Повторний інструктаж слід проводити для всіх робітників не рідше одного разу на три місяці. Проведення інструктажу реєструється в спеціальному журналі.

Для забезпечення безпечних умов праці при монтажі будівель до початку виконання робіт в монтажних організаціях повинні бути: призначені відповідальні особи за організацію робіт на монтажному майданчику та за безпечну експлуатацію вантажопідіймальних пристосувань відповідно до вимог Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів; видано на руки такелажникам або вивішено в місцях виробництва графічне зображення способів стропування елементів, які монтує; в кабіні кранівника і на крані вивішений перелік переміщуваних елементів із зазначенням їх маси; такелажники і кранівники монтажних кранів проінструктовані про послідовність подачі монтує і порядку подачі сигналів між собою і монтажниками; встановлений порядок профілактичних оглядів та ремонту, що забезпечує утримання вантажозахоплювальних пристроїв у справному стані; встановлено певний порядок навчання та періодичної перевірки знань робітників-монтажників безпечним методам праці при монтажі будівель.

Територія будівельно-монтажного майданчика, щоб уникнути доступу сторонніх осіб повинна бути огорожена парканом висотою не менше 2 м. Забір, розташований на невеликій відстані (8 ... 10 м) від будівлі, що зводиться, будують із захисним козирком. До будівельно-монтажному майданчику забезпечується вільний під'їзд. По всій території майданчика вивішують покажчики проходів та проїздів. На тупикових тимчасових дорогах влаштовують петльові об'їзди або майданчики розміром не менше 12x2 м для

розвороту транспортних і пожежних автомобілів. Всі під'їзди до майданчика, дороги і територія майданчика в нічний час повинні бути освітлені.

У зоні робіт повинні бути встановлені попереджувальні і заборонні знаки. Небезпечні зони захищають або виставляють на їхніх кордонах сигнальників. На кордонах небезпечних зон встановлюють знаки і написи, що абсолютно очевидно в денний і нічний час, що попереджають про небезпеку або забороняють рух.

Перед початком монтажних операцій перевірити надійність канатів, блоків, гальмівних пристроїв крана.

Для стропування застосовувати тільки випробувані вантажозахоплювальні пристрої з позначенням вантажопідйомності.

При переміщенні плит перекриття монтажники повинні перебувати поза контуру, встановлюваного елемента, з боку протилежної подачі його краном. Поданий елемент опускати над місцем його установки не більше ніж на 30 см вище проектного положення, після чого наводити його на місце обпирання. Розстропування виробляти лише після міцного і стійкого їх закріплення.

Забороняється перебування людей на елементах під час їх підйому, переміщення і установки. Забороняється залишати підняті елементи у висячому положенні.

Монтажники зобов'язані працювати в захисних касках і мати запобіжні пояси.

4.9 Коротка об'ємно-планувальна та конструктивна характеристика об'єкту

Одноповерхова промислова будівля з кроком середніх та крайніх колон 12 м, прольотами 18 м . Вантажопідйомність мостового крану 30 т . Відмітка верху колон 8,4 м та 7,6 м, відмітка низу фундаменту -1,5 м. Колони крайнього та середнього ряду суцільні. Підкранові балки довжиною 12 м, конструкції покрівлі – підкроквяні балки довжиною 12 м . Фундаментні балки мають довжину 6 м і 12 м, сендвіч-панелі довжиною 12м і висотою 1,2 м . В будівлі передбачені ворота розміром 3,6х3,6 м (складаються з стійок та ригелів воріт). Плити покриття – панель-оболонка розміром 3х18 м.

Специфікація збірних з/б елементів

Табл. 4.9.1

	Назва елементів	Марка елементів*	Кількість, шт.	Розміри, мм			Об'єм, м ³		Вага, т	
				довжина	ширина	товщина	Одного елемента	Усіх елементів	Одного елемента	Усіх елементів
1.	Колони крайнього ряду	КП-21	28	7600	600	400	3,58	100,24	8,95	250,6
		КП-15	28	8400	600	400	3,7	103,6	11,0	308
2.	Колони середні	КП-24	14	8400	800	400	4,26	59,64	9,3	130,2
3.	Колони для торцевих фахверків	КФ-12	12	8400	500	500	2,32	27,84	5,8	69,6
4.	Балки підкроквяні – прольотом 12 м	БП-12	55	12000	800	400	2,5	130	6,25	325
5.	Балки підкранові – прольотом 12 м	БКНВ6-3с	48	11950	650	1400	4,63	166,68	11,7	421,2
6.	Плити типу КЖС: 3 x 18 м	КЖС	144	17960	2960	300	6,5	936	12,1	1742,4
7.	Балки фундаментні 6м 12м	ФБ6-41	18	5050	200	300	0,27	4,86	0,7	12,6
		ФБН-1	24	10700	300	400	1,16	27,84	2,9	69,6
8.	Сендвіч-панелі 12м		154	12000	1200	300	3,4	652,8	4,8	921,6
9.	Залізобетонні елементи воріт: – стійки – ригелі	СВ-	8	3600	400	400	0,58	4,64	1,15	9,2
		РВ-	4	4400	400	700	1,23	9,84	2,46	9,84
Σ								2348,54		4229,84

Відомість обсягів робіт

№	Найменування робіт	Об'єм робіт	
		Один. Вим.	Кількість
Земляні роботи			
1.	Зрізання рослинного шару товщ. 15 см бульдозером	1000 м ³	1,36
2.	Розробка ґрунту екскаватором з ємк. ковш. 0,5 м ³ у відвал	1000 м ³	3,145
3.	Те ж з навантаженням в автосамоскиди	1000 м ³	12,58
4.	Розробка ґрунту вручну (підчистка)	100 м ³	0,18
5.	Занурення паль під фундаменти (СН 35×35-12) вагою 3,5 т	шт	312
6.	Бетонна підготовка під фундаменти	100 м ³	0,2829
7.	Влаштування монолітних фундаментів	100 м ³	4,12
8.	Влаштування фундаментів під обладнання	100 м ³	2,2
9.	Гідроізоляція фундаменту обмазочна вертикальна	100 м ²	9,148
10.	Гідроізоляція фундаменту обмазочна горизонтальна	100 м ²	2,429
11.	Зворотня засипка бульдозером	1000 м ³	3,145
12.	Ущільнення ґрунту при зворотній засипці	1000 м ³	3,145
Монтаж каркасу			
13.	Монтаж залізобетонних колон		
	- крайніх вагою до 9,3 т	шт.	24
	- крайніх вагою до 4,0 т		24
	- середніх 11 т		12
	- фахверкових вагою до 5,8 т		12
14.	Монтаж залізобетонних підкранових балок вагою 6,3 т	шт.	40
15.	Монтаж залізобетонних підкровоквних балок вагою 11,7 т	шт.	50
16.	Монтаж конструкцій покриття у вигляді залізобетонних оболонок КЖС розмірами 3*18 м і вагою 12 т	шт.	120
17.	Укладання залізобетонних фундаментних балок вагою до 3 т	шт.	32
18.	Монтаж конструкцій огорожі у вигляді навісних тришарових сендвіч панелей площею 18 м ²	м ² /шт.	2672/124
Улаштування покрівлі			
19.	Влаштування пароізоляції в один шар	100 м ²	68
20.	Влаштування цементно-пісчаної стяжки 20 мм	100 м ²	68
21.	Влаштування утеплювача плитного 120 мм (пінобетонні плити)	100 м ²	68
22.	Наклеювання тришарового рулонного килиму	100 м ²	68
23.	Оздоблення покрівельною сталлю	100 м ²	0,592
Оздоблювальні роботи			
24.	Улаштування перегородок з цегли товщиною 120 мм	м ³	19,4
25.	Просте оштукатурення стін, штукатурка Кнауф	100м ²	82,4
26.	Покраска стін фарбою Alpine	100м ²	82,4
27.	Ущільнення ґрунту щебенем	100 м ²	66,00
28.	Влаштування чорної бетонної підлоги 40 мм	100 м ³	2,54
29.	Влаштування чистої бетонної підлоги 30 мм	100 м ³	2,08
30.	Засклення металевих рам промислових будівель	100 м ²	10
31.	Встановлення металевих двохстворчатих дверей	м ²	68
32.	Встановлення металопластикових дверних блоків REHAU	м ²	94
33.	Асфальтобетонна відмостка 10 см	м ²	504

	1-3 захватки			140,98		565	640											Сантехнік 3р-2 Сантехнік 2р-2				
21	Електротехнічні роботи		люд.год	422,98														Е-монтажн.5р-1 Е-монтажн.4р-2 Е-монтажн.3р-3 Е-монтажн.2р-2	2	10	5	
	1-3 захватки			140,98		565	640															
22	Ущільнення ґрунту щебнем	E11-1-2	100м2	77,76																		
	1-3 захватки			25,92		278,9		19,7														
23	Влаштування бет.чорної підлоги	E11-2-9	1 м3	304														Бетонщик 4р-10 Бетонщик 3р-10	2	18	9	
	1-3 захватки			101		2996,4																
						3275,3	3200															
24	Монтаж обладнання		люд.год	2114,7														Монтажник 5р-4 Монтажник 4р-4 Монтажник 3р-6 Монтажник 2р-6	2	18	9	
	1-3 захватки			704,9		2825	2880															
25	Влаштування чистої підлоги, мм «терацо»	E11-17-2	100 м3	2,28														Облицовщик.- мозаїчник 4р-10, 2р-10	2	18	9	
	1-3 захватки	E11-17-4		0,76		7109,17	7056	501,03														
26	Оздоблювальні роботи :																					
26.1	Олійне фарбування	E15-172-4	100 м2	8,64														Маляр 4р-5 Маляр 2р-6				
	1-3 захватки			2,88		308,4		,0578														
26.2	Клейове фарбування	E15-151-4	100 м2	28,944				0														
	1-3 захватки			9,648		566,72		0,58														
						875,12	880													2	10	5
27	Влаштування відмостки:																					
27.1	Щебенева підготовка	E11-13-3	100 м2	5,94	41,55	246,8		7,09	42,1									Бетонщик 4р-2 Бетонщик 3р-3				
27.2	Бетонне покриття	E11-14-1	100 м2	5,94	47,87	284,35		0,9	5,346													
						351,15	560													2	14	7
28	Благоустрій території		1%	824,26		824,26	832											13	2	8	4	
29	Пуско-налаг.роботи		0,5%	412,13			43412,132											9	1	6	6	
30	Сдача об'єкту																	5	1	3	3	

РОЗРАХУНКОВА МАТРИЦЯ

Таблиця 4.9.4

Захватки	Планування майданчика та зрізання рослинного шару	Розробка ґрунту екскаватором	Влаштування пальових фундаментів	Розробка ґрунту вручну та бетонна підготовка	Влаштування монолітних фундаментів	Влаштування фундаментів під обладнання	Вертикальна та горизонтальна гідроізоляція фундаменту	Зворотня засипка з ущільненням	Монтаж колон	Монтаж підкранових балок	Монтаж конструкції покриття	Монтаж конструкцій огорожі
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	0 2 2	2 6 0 8	10 5 2 15	23 1 8 24	24 8 0 32	41 3 9 44	44 3 0 47	49 2 2 51	51 4 0 55	57 1 2 58	58 4 0 62	64 3 2 67
II		8 6 0 14	15 5 1 20	24 1 4 25	32 8 7 40	44 3 4 47	47 3 0 50	51 2 1 53	55 3 2 58	58 1 0 59	62 4 3 66	67 3 1 70
III		14 6 0 20	20 5 0 25	25 1 0 26	40 7 14 47	47 3 0 50	50 3 0 53	53 2 0 55	58 3 2 61		66 4 0 70	70 3 0 73
Σ	2	18	15	3	23	9	9	6	10	2	12	9
зміни	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
робочі	1	5	3	2	5	4	2	1	7	7	13	14

Влаштування покрівлі	Заклення проємів	Сантехнічні роботи	Електротехнічні роботи	Ущільнення щелепом та улаштування чорнової підлоги	Монтаж обладнання	Чиста підлога	Оздоблювальні роботи	Пусконаладжвальні роботи	Відмостка	Благоустрі території	Здача об'єкту
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
67 8 0 75	83 4 8 87	87 5 0 92	92 5 0 97	97 9 0 106	106 9 0 115	115 9 0 124	132 5 8 137				
75 8 5 83	87 4 5 91	92 5 1 97	97 5 0 102	106 9 4 115	115 9 0 124	124 9 0 133	137 5 4 142				
83 8 10 91	91 4 0 95	97 5 2 102	102 5 0 107	115 9 8 124	124 9 0 133	133 9 0 142	142 5 0 147	147 6 0 153	153 7 0 160	160 4 0 164	164 3 0 167
24	12	15	15	27	27	27	15	6	7	4	3
2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1
24	3	8	8	20	20	20	11	9	5	13	5

4.9.1 Розрахунок техніко-економічних показників сітьового графіку

Загальна тривалість будівництва об'єктів – результат розрахунку матриці та сітьового графіку (остання цифра останньої клітини матриці):

$$T_3 = 171 \text{ дн.}$$

Коефіцієнт щільності потоку визначається відношенням суми тривалостей робіт до тієї ж величини з обліком організаційних перерв. Коефіцієнт щільності потоку характеризує ступень використання фронтів робіт спеціалізованими бригадами. При відсутності організаційних перерв $K_{щ}=1$, що свідчить про повне використання фронтів робіт.

$$K_{щ} = \frac{\sum T_{ij}}{\sum T_{ij} + \sum T_o} = \frac{167}{167 + 250} = 0,51$$

Коефіцієнт суміщення робіт K_c характеризує величину суміщення робіт, які включені у потік, це значення визначають різницею між одиницею і відношенням тривалості потоку до суми тривалості усіх робіт. ;

$$K_c = 1 - \frac{T_3}{\sum T_{роб}} = 1 - \frac{167}{250} = 0,33$$

Коефіцієнт змінності: $K_{зм} = T_{зм} / T_{дн}$

Загальна кількість змін

$$T_{зм} = 2 \cdot 2 + 18 \cdot 2 + 15 \cdot 2 + 3 \cdot 2 + 23 \cdot 2 + 9 \cdot 2 + 9 \cdot 2 + 6 \cdot 2 + 10 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 12 \cdot 2 + 9 \cdot 2 + 24 \cdot 2 + 12 \cdot 2 + 15 \cdot 2 + 15 \cdot 2 + 27 \cdot 2 + 27 \cdot 2 + 27 \cdot 2 + 15 \cdot 2 + 6 \cdot 1 + 7 \cdot 2 + 4 \cdot 2 + 3 \cdot 1 = 591$$

Загальна кількість днів: $T_{дн} = 250$

$$K_{зм} = \frac{591}{250} = 1,82$$

Коефіцієнт нерівномірності руху робочих:

$$K_n = \frac{N_{max}}{N_{ср}}$$

Загальна кількість робітників по кожній роботі:

$$N = 2 \cdot 2 + 10 \cdot 8 + 16 \cdot 10 + 6 \cdot 3 + 10 \cdot 1 + 20 \cdot 1 + 14 \cdot 1 + 10 \cdot 15 + 18 \cdot 3 + 22 \cdot 3 + 12 \cdot 2 + 14 \cdot 1 + 6 \cdot 1 + 20 \cdot 2 + 16 \cdot 2 + 14 \cdot 2 + 28 \cdot 1 + 54 \cdot 1 + 40 \cdot 2 + 26 \cdot 3 + 54 \cdot 3 + 102 \cdot 3 + 76 \cdot 3 + 48 \cdot 10 + 54 \cdot 4 + 70 \cdot 4 + 22 \cdot 1 + 38 \cdot 3 + 32 \cdot 2 + 72 \cdot 5 + 56 \cdot 4 + 96 \cdot 1 + 80 \cdot 8 + 120 \cdot 9 + 80 \cdot 8 + 102 \cdot 1 + 62 \cdot 9 + 22 \cdot 5 + 9 \cdot 6 + 10 \cdot 7 + 26 \cdot 4 + 5 \cdot 3 = 6885$$

Середня чисельність робітників $N_{ср} = 6885 / 167 = 41 \text{ роб.}$

Коефіцієнт нерівномірності руху робітників: $K_n = 120 / 41 = 2,8$

4.10 Розрахунок потреби в тимчасових адміністративних і санітарно-побутових будівель

Проектування тимчасових будівель виконуємо в такій послідовності:

- визначаємо кількість робітників і службовців
- складаємо перелік тимчасових будівель, що мають бути розміщені на майданчику.

До складу працюючих входять робітники, інженерно-технічні робітники, службовці і молодший обслуговуючий персонал.

В залежності від джерела фінансування тимчасові будівлі бувають титульні(на обліку у Замовника) та не титульні(на балансі БМО). По функціональному призначенню: виробничі, громадські, складські, службові, санітарно-побутові; по конструктивним особливостям діляться на: інвентарні та неінвентарні. В свою чергу інвентарні поділяють на : збірно-розбірні, контейнерні, пересувні, споруди з легких оболонки.

1. Визначення кількості робітників.

Максимальна кількість робочих 120 чоловік. (з графіку руху робочих).

Загальна чисельність працюючих на будові $\frac{120 \cdot 100}{85} = 140$ чол.

Число ІТП та службовців $140 - 120 = 20$ чол.

В першу зміну працює $\frac{120 \cdot 70}{100} = 84$ робітника.

ІТП та службовців $\frac{20 \cdot 80}{100} = 16$;

Усього в першу зміну працює $84 + 16 = 100$ люд. З них жінок $\frac{100 \cdot 30}{100} = 30$

чол.; чоловіків $100 - 30 = 70$ чол.

2.Визначаємо номенклатуру адміністративних і санітарно-побутових приміщень і заносимо їх до розрахункової таблиці.

Таблиця 4.10.1

Найменування і призначення приміщень	Кількість робітників	Норма площі на одного робітника	Розрахункова площа, м ²	Розміри в плані по УТС, м	Тип будівлі	Прийнята площа, м ²	Кількість будівель
Адміністративні приміщення							
Контора виконроба	14	4	56	12х9х3,9	Збірн.	70,7	1
Кабінет ТБ	100	20м ² на 100 чол	16,6	9х2,7х3,9	Конт.	22	1
Охоронна будка	1	4	4	2х2	Конт	8	2
Санітарно-побутові приміщення							
Гардеробна, м ² /люд	120	0,6	68,8	27х2,7х3,9	Збірн.	70,2	1
Душова з переддушовою, м ² /люд	33	0,82	27,06	6,9х6х2,6	Збірн.	37,7	1
Умивальна, м ² /люд	100	0,06	4,9	Поєднується з гардеробною			
Туалети, м ² /люд							
Чоловічі	70	0,07	4,06	3х2,7х3,9	Конт.	8,5	1
Жіночі	30	0,14	3,5	3х2,7х3,9	Конт	8,5	1
Приміщення для просушки спецодягу, м ² /люд	100	0,2	16,6	9х2,7х3,9	Конт.	22	1
Приміщення для відпочинку робітників, м ² /люд	100	1	100	18х2,7х2,9	Конт	90,4	2
Їдальня	100	1	100	18х2,7х2,9	Конт	90,4	2
Пункт охорони здоров'я, м ²	100	20м ² на 300-500 чол	8	3х2,7х3,9	Конт.	8,5	1
Приміщення для обігріву робітників, м ² /люд	100	0,1	10	3х2,7х3,9	Конт.	8,5	1
Приміщення для особистої гігієни жінок, м ²	230	0,6	15	9х2,7х3,9	Конт.	22	1

4.11 Розрахунок тимчасових складів

Визначення потреби в матеріалах, напівфабрикатах і виробих (для з/б конструкцій)

Таблиця 4.11.1

№	Табл. СНиП	Назва робіт	Вимірник	К-ть	Назва пот-реб. матер.	Од вим	Норма витрат	Загальна потреба
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	7-1-15	Укладка фундаментних балок до 6 м	100 шт.	0,18	-цвяхи -дріт сталевий -сазка -лісоматер. -щити -бетон -розчин	т т т м ³ м ² м ³ м ²	0,00276 0,001 0,00934 0,01 5,65 3,05 0,42	0,0005 0,00018 0,0016 0,0018 1,017 0,549 0,0756
2	7-1-16	Укладка фундаментних балок більше 6 м	100 шт.	0,24	-цвяхи -смазка -лісоматер. -щити -бетон -розчин	т т м ³ м ² м ³ м ²	0,00558 0,0163 0,065 11,03 2,84 0,52	0,0013 0,004 0,016 2,65 0,68 0,12
3	7-5-23	Улаштування колон прямокутних масою до 15 т	100 шт.	0,42	-гарячекатаний прокат -електроди -лісоматер. -бетон	т т м ³ м ³	0,444 0,026 0,35 20,7	0,186 0,01092 0,147 8,694
4	7-5-24	Улаштування колон масою до 25 т	100 шт.	0,28	-гарячекатаний прокат -електроди -лісоматер. -бетон	т т м ³ м ³	0,444 0,026 0,37 21,6	0,124 0,0073 0,1036 6,048
5	7-5-21	Улаштування колон масою до 8 т	100 шт.	0,12	-гарячекатаний прокат -електроди -лісоматер. -бетон	т т м ³ м ³	0,444 0,024 0,32 16,1	0,053 0,00288 0,0384 1,932
6	7-9-15	Укладання підкранових балок масою до 12 т	100 шт.	0,48	-вир. монтажні -електроди	т т	3,72 0,35	1,339 0,126
7	7-12-33	Установка підкроквяних балок масою до 10т	100 шт.	0,55	- електроди	т	0,05	0,026
8	7-13-7	Укладка плит покриття довжиною до 18 м, площею до 54 м ²	100 шт.	1,44	-проволока -рубейд -електроди -рогожа -лісоматер. -Вир. монтажні -бетон	т м ² т м ² м ³ т м ³	0,0254 56,2 0,02 60 0,432 0,12 8,5	0,029 64,068 0,0228 68,4 0,49 0,137 9,69

					-розчин.	м ³	0,2	0,228
9	7-16-5	Установка панелей зовнішніх стін довжиною більше 7 м площею до 15 м ²	100 шт.	1,5	-електроди -виро. монтажні	т т	0,08 1,4	0,12 2,1
10	7-16-7	Установка панелей зовнішніх стін довжиною більше 7 м площею більше 15 м ²	100 шт.	1,92	-електроди -виро. монтажні	т т	0,08 1,4	0,1536 2,688

Визначення потреби в матеріалах, напівфабрикатах і виробах (для металевих конструкцій)

Табл. 4.11.2

№	Назва матеріалів	Одиниці виміру	Кількість
1	2	3	4
1.	Бетон	м ³	17,858
2.	Вироби монтажні	т	6,127
3.	Електроди	т	0,3267
4.	Лісоматеріал	м ²	0,3068
5.	Розчин	м ³	0,1956
6.	Прокат	т	0,363
7.	Рогожа	м ²	54
8.	Руберойд	м ²	50,51
9.	Проволока	т	0,02312
10.	Цвяхи	т	0,0018
11.	Смазка	т	0,0056
12.	Щити	м ²	3,667
13.	Болти	т	0,00658
14.	Дріт сталевий	т	0,00018

Таблиця 4.11.3

№ п/п	Найменування матеріалів, конструкцій і деталей	одиниця виміру	Час використання в днях	Потреба		Коефіцієнти		Норма запасу в днях	Запас матеріалів, що підлягає збереженню	Норма зберігання м-лу на 1м2 підлоги складу	Розрахункова площа складу, м2	Коефіцієнти на проходи і проїзди	Загальна розрахункова площа складу	Прийнята площа складу, м2	Тип складу
				Загальна на розрахунковий період	Добова	нерівномірності надходження матеріалів	нерівномірності використання матеріалів								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Колони	м ³	4	174,92	47,73	1,1	1,3	4	273,02	0,8	218,42	1,25	273,02	13x21	відкр.
2	Підкранові балки	м ³	4	87,97	21,99	1,1	1,3	4	125,78	0,5	251,56	1,2	301,87	22x15	відкр.
3	Кроквяні ферми	м ³	14	71,25	5,09	1,1	1,3	2	14,56	0,07	208	1,2	249,6	25x21	відкр.
4	Плити покриття	м ³	14	282,77	20,2	1,1	1,3	3	86,66	0,5	173,32	1,2	207,98		відкр.
5	Фундаментні балки	м ³	20	32,24	1,612	1,1	1,3	2	4,61	0,4	11,53	1,2	13,84		відкр.
6	Стінові панелі	м ³	20	429,5	21,48	1,1	1,3	5	153,58	1	153,58	1,3	199,65	-	відкр.
7	Фасонний гарячекатаний прокат, товщина 11-30 мм, ширина полиці 180-200 мм	т	27	0,2106	0,0078	1,1	1,3	5	0,056	1,5	0,037	1,2	0,0448	25x20	відкр.
8	Електроди, діаметр 6мм, марка Э42	т	27	0,3645	0,0135	1,1	1,3	5	0,097	0,5	0,194	1,2	0,2328		відкр.
9	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150 мм, товщина 32,40, 44 мм, 4сорт	м ³	27	0,6122	0,023	1,1	1,3	5	0,16	1,25	0,128	1,2	0,15	-	закр.
10	Монтажні вироби	т	27	5,195	0,19	1,1	1,3	5	1,36	0,7	1,94	1,2	2,33	-	відкр.
11	Дріт сталевий діаметр 1,6 мм і цвяхи	т	27	0,02312	0,002	1,1	1,3	5	0,0143	2,5	0,01	1,2	0,01	3x5	закр.
12	Руберойд підкладочний с пиловидною посипкою РПП-300Б	м ²	27	50,51	1,87	1,1	1,3	5	13,38	2,5	5,35	1,2	6,42		закр.
13	Рогожа	м ²	27	54	2	1,1	1,3	5	14,3	15	0,95	1,2	1,144	14x14	навіс
14	Щити опалубки, ширина 300-750 мм, товщина 25 мм	м ²	27	3,44	0,13	1,1	1,3	5	0,93	20	0,05	1,2	0,06		навіс
15	Мастило солідол жировий «Ж»	кг	27	0,004	1,48	1,1	1,3	5	0,001	0,8	0,001	1,2	0,001		навіс

4.12 Розрахунок тимчасового водопостачання

У відповідності з вихідними даними визначаємо споживачів води та строків її споживання.

Споживачі водопостачання

Таблиця 4.12.1

Споживачі води	Строки споживання, дні		Об'єм работ у змiну	
	Початок	Закінчення	Одиниці	Кількість
1	2	3	4	5
<u>Виробничі нужди:</u>				
Екскватор	2	18	шт	2
Бульдозер	1	2	шт	1
Вантажівки	2	18	шт	10
<u>Технологічні потреби:</u>				
Оздоблювальні роботи	144	152	м ²	1276,2
<u>Санітарно-побутові потреби:</u>				
Господарчо-питьові за відсутності каналізації	1	250	люд.	100
Душ з преддушевою	1	250	люд.	70

Визначимо необхідність води по споживачам.

Розрахуємо секунду витрати води на виробничо-технічні потреби, які визначають за формулою:

$$q_{\text{вир}} = \frac{S \cdot A \cdot K_{14}}{3600 \cdot n_1}$$

де S – кількість одиниць транспорту; об'єм будівельних робіт в змiну;

A – питома витрата води на виробничі потреби;

K₁₄ – коефіцієнт часової нерівномірності споживання води;

n₁ – тривалість роботи, до якої віднесена витрата води.

$$\text{Для екскаватора: } \frac{2 \cdot 10 \cdot 2}{3600 \cdot 1} = 0,011 \text{ л/с}$$

$$\text{Для бульдозера: } \frac{1 \cdot 300 \cdot 2}{3600 \cdot 24} = 0,007 \text{ л/с}$$

$$\text{Для вантажівок: } \frac{10 \cdot 400 \cdot 2}{3600 \cdot 24} = 0,09 \text{ л/с}$$

$$\text{Оздоблювальні роботи: } \frac{1276,2 \cdot 7,5 \cdot 1,5}{16 \cdot 3600} = 0,25 \text{ л/с}$$

$$\text{Бетонна підготовка під фундаменти: } \frac{45,6 \cdot 225 \cdot 1,5}{1 \cdot 3600} = 4,3 \text{ л/с}$$

$$\text{Бетонна підготовка під обладнання: } \frac{320 \cdot 225 \cdot 1,5}{1 \cdot 3600} = 15 \text{ л/с}$$

2. Розрахункові секундні витрати води на господарсько-питні потреби
приймаємо по найбільш завантаженому дню роботи:

$$q_{\text{зосн}} = \frac{b \cdot N_1 \cdot k_{2,\text{зод}}}{3600 \cdot n} = \frac{15 \cdot 83 \cdot 2,7}{3600 \cdot 8} = 0,117 \text{ л/с}$$

$$q_{\text{ідил}} = \frac{b \cdot N_1 \cdot k_{2,\text{зод}}}{3600 \cdot n} = \frac{10 \cdot 83 \cdot 2,7}{3600 \cdot 8} = 0,08 \text{ л/с}$$

3. Розрахункові секундні витрати води на душові установки:

$$q_{\text{душ.}} = C \cdot N_2 / 60 \cdot m$$

де C- витрачання води на одну особу, що приймає душ;

N_2 - кількість працюючих, що користуються душем; (40% від працюючих у 1 зміну).

m – тривалість роботи душової установки: (45 хвилин).

$$q_{\text{душ}} = \frac{30 \cdot 28}{45 \cdot 60} = 0,311 \text{ л/с}$$

4. Витрати води на пожежегасіння: прийнято 20 л/сек. (одночасна робота чотирьох гідрантів по 5 л/сек кожний), тому що територія будівельного майданчику 4,95 га, тобто менша за 10 га.

5. Загальні секундні витрати води:

$$q_{\text{заг}} = q_{\text{вир}} + q_{\text{техн}} + q_{\text{зосн}} + q_{\text{ідал}} + q_{\text{душ}} + q_{\text{пож}} = 22,81 \text{ л/с}$$

6. Визначаємо діаметр тимчасового водопроводу

- загальний:

$$d = 2 \sqrt{\frac{q_{\text{заг}} \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2 \sqrt{\frac{22,81 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,4}} = 72 \text{ мм}$$

V – швидкість руху води в трубах, м/сек.

Приймаємо труби діаметром 100 мм.

на виробничі потреби:

$$d = 2\sqrt{\frac{q_{заг} \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2\sqrt{\frac{2,269 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,4}} = 22,7 \text{ мм}$$

Приймаємо труби діаметром 25 мм.

на господарсько-питні потреби:

$$d = 2\sqrt{\frac{q_{заг} \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = 2\sqrt{\frac{0,541 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,4}} = 11 \text{ мм}$$

Приймаємо труби діаметром 20 мм.

4.13 Розрахунок тимчасового електропостачання

Електроенергію на будівельному майданчику витрачають:

- 1) на виробничі (технологічні) потреби – підігрівання будівельних матеріалів, розморожування мерзлого ґрунту, електропрогрівання бетону і цегляної кладки у зимовий час, тощо ;
- 2) на живлення електродвигунів будівельних машин, механізмів та установ;
- 3) на освітлення:
 - а) внутрішнє – приміщень;
 - б) зовнішнє - місць виконання робіт і під'їздних шляхів, території будівництва.

По загальній потребі в електроенергії можна встановити тип тимчасової трансформаторної підстанції.

Необхідну розрахункову потужність трансформаторної підстанції визначають для максимального споживання електроенергії одночасно всіма споживачами за формулою :

$$P = \frac{\alpha}{\cos\psi} (\sum P_c \cdot K_{1n} + \sum P_m \cdot K_{2n} + \sum P_{ов} \cdot K_{3n} + \sum P_{оз} \cdot K_{4n}) \text{ кВт} \cdot A,$$

де α – коефіцієнт втрати потужності в мережі в мережах в залежності від їх довжини, ;

P_c – силова потужність машини або установки, кВт,

P_m – потрібна потужність на технологічні потреби, кВт;

$P_{ов}$ – потрібна потужність на внутрішнє освітлення приміщень, кВт;

$P_{оз}$ – потрібна потужність на зовнішнє освітлення, кВт;

$K1n, K2n, K3n, K4n$ – коефіцієнти попиту, які залежать від кількості споживачів.

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності, в середньому рівний 0,75.

Потреби електроенергії за споживачами

Таблиця 4.13.1

Споживачі.	Одиниці виміру.	Кільк.	Норма на одиницю отужності, кВт.	Загальні витрати, кВт Рс	Коеф. попиту, К1п
1	2	3	4	5	6
1.Монтажний кран СКГ-30	шт.	1	74	74	0,7
2.Монтажний кран МКГ-25	шт.	1	82	82	0,7
3.Монтажний кран Э-125ВБ	шт.	1	98	98	0,7
4.Люлька ЛЕ-100-300	шт.	1	1,6	1,6	0,15
5.Електричний фарбопульт СО-61	шт.	1	0,27	0,27	0,15
6.Зварювальний трансформатор ТД-30У2	шт.	2	17,5	17,5	0,35
7.Вібратор ИБ-47	шт.	1	1,2	1,2	0,15

Електричне освітлення внутрішнє

Таблиця 4.13.2

Споживачі.	Площа	Загальна площа, м².	Норма потужності на освітлення 1м².	Загальні витрати електроенергії, кВт.
1	2	3	4	5
1. Гардеробна.	70,2	70,2	15	1,053
2. Душова.	37,7	37,7	15	0,565
3. Приміщення для обігрівання.	8,5	8,5	15	0,127
4. Приміщення для відпочинку	90,4	90,4	15	1,356
5.Туалет (чол.)	8,5	8,5	15	0,127
6. Туалет (жін.)	8,5	8,5	15	0,127
7. Їдальня	90,4	90,4	15	1,356
8. Контора виконроба.	70,7	70,7	15	1,06
9. Сторожева будка на в'їзді.	8	8	15	0,12
11. Кабінет по тех. безпеки.	22	22	15	0,33
12. Приміщення для особливої гігієни жінок	22	22	15	0,33
12. Приміщення для просушки спецодягу	22	22	15	0,33
13. Пункт охорони здоров'я	8,5	8,5	15	0,127
14. Закритий склад	15	15	3	0,225
				Σ 7,233

Електричне освітлення зовнішнє

Таблиця 4.13.3

Споживачі.	Одиниці вимірювання.	Загальна площа, м ² .	Освітлення, лк.	Норма потужності на 1м ² площі, Вт.	Загальні витрати кВт.
1	2	3	4	5	6
Територія будівництва у зоні виконання робіт (площа будгенплану).	м ²	42140	2	0,4	19,8
Площа будівлі (монтажна зона).	м ²	7776	20	3	28,74
Головні проходи та проїзди.	Км	1,1	3	5 кВт/Км	5,5
Охоронне освітлення	Км	849,6	0,5	1,5 кВт/Км	0,75
Аварійне освітлення	км	849,6	0,5	1,5 кВт/Км	0,75
					Σ 55,54

$$P = \frac{1,1}{0,75} ((82 \cdot 0,7 + 98 \cdot 0,7 + 50 \cdot 0,7 + 1,6 \cdot 0,15 + 0,27 \cdot 0,15 + 17,5 \cdot 0,35) + 7,233 \cdot 0,8 + 55,54) = 335,5 \text{ кВт}$$

Застосовуємо на будівельному майданчику 1 трансформаторну підстанцію КТПН-72-4000, загальна потужність якої 400 кВт, тип трансформатора ТМ 400/6/10 і вагою 2,18 т.

Для прийому та розподілення електроенергії по споживачам на будівельному майданчику приймаємо шафи розподільні серії СП-62 та СПУ-62.

Розрахунок кількості прожекторів на будівельному майданчику виконуємо за формулою:

$$n = \frac{p \cdot E \cdot S}{P_{л}}$$

де p – питома потужність при освітленні прожекторами ПЗС-45,

$p=0,2 \dots 0,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{лк})$

E – освітленість, лк; $E=2\text{лк}$;

S – площа, яку освітлюють; $S= 49505 \text{ м}^2$;

$P_{л}$ - потужність лампи прожектора, ПЗС-45 $P_{л} = 500 \text{ Вт}$;

$$n = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 42140}{500} = 20$$

Встановлюємо по дві лампи на одній опорі.

Для додаткового освітлення місць монтажу приймаємо:

$$n = \frac{0,2 \cdot 20 \cdot 351}{500} = 2,8 \approx 3, \text{ які встановлюють на пересувні освітлювальні}$$

щогли.

4.14 Опис будгенплану

Будівельний генеральний план розроблено на стадії монтажних робіт. На БГП наносимо контури будівлі з зазначенням монтажної зони будівлі (7 м від будівлі) та робочої і небезпечної зони роботи крану. Небезпечна зона – це простір, який знаходиться у межах можливого переміщення вантажу, закріпленого на гаку крана. Межу цієї зони визначають відстанню по горизонталі від вісі прохідки крану.

$$R_{\text{нз}} = R_{\text{max}} + 0.5l_{\text{max}} + l_{\text{без}} = 20 + 0,5 \cdot 6 + 7 = 33 \text{ м.}$$

Для внутримайданчикових доріг використовуємо тимчасові дороги, які зводяться у підготовчий період. Внутримайданчикові дороги можуть бути односторонніми (шириною 3,5м) та двосторонніми(шириною 6м). Радіус закруглення доріг на поворотах 8...24 м. Відстань між дорогами та складом повинна бути більшою за 0,5 м, а між дорогою та огороженням – не менше 1,5м. Дороги запроектовані по змішаній схемі. Тимчасові дороги влаштовані з дорожніх бетонних плит. В місця роботи кранів та в інших небезпечних зонах встановлюються знаки, які попереджують про небезпеку та обмежують швидкість. Розкладку конструкцій та матеріалів показують на тимчасових майданчиках складування. Склади піску, гравію, щебеню розміщуємо вздовж доріг. Навіс розміщують вздовж доріг, але не в зоні роботи кранів

При розміщенні на БГП тимчасових будівель з умов безпеки праці та санітарні повинні враховуватись небезпечні зони роботи крану, тобто всі будівлі повинні знаходитись поза небезпечної зони. Тимчасові адміністративно-побутові будівлі повинні розміщуватись біля в'їзду на будівельний майданчик, скомпоновані у вигляді побутового містечка.

Відстань між зблокованими будівлями повинна бути не менша за 1,5м.
Відстань між групами зблокованих будівель повинна перевищувати 10м.
Відстань від дороги не менше 1,5м.

Тимчасові електромережі зображенні схематично: вказані трансформаторна підстанція, розподільні шафи. Радіус обслуговування однієї розподільчої шафи 30 м. На будівельному майданчику розміщені кабельні освітлювальні і силові мережі електропостачання.

В будівництві використовують тік 380В (для роботи електродвигунів) та 220В (для освітлення). Кабельні мережі прокладають на глибині 0,8м.

Тимчасове водозабезпечення влаштовують по кільцевій чи змішаній схемі. Пожежні гідранти встановлюються на відстані не більше 100 м між собою, не більше 1,5 м від дороги, не ближче 5м від будівлі. Фонтанчики для питних потреб встановлюються на відстані до 75м від робочих місць та в побутовому містечку.

4.15 Техніко-економічні показники будгенплану

Буд генплан, який запроектовано оцінюють за питомими й абсолютними показниками. Розраховані показники будгенпланів аналізують шляхом їх порівняння з діючими нормами, показниками аналогічних об'єктів, при цьому враховують досвід проектування та будівництва.

Для складних об'єктів виконують кілька варіантів БГП, які порівнюють на основі ТЕП.

У курсовому проекті при проектуванні БГП визначають слідуєчі показники:

- коефіцієнт забудови;
- коефіцієнт використання площі будівельного майданчика.

Коефіцієнт забудови визначають за формулою:

$$K_3 = F_2 / F_1,$$

де K_3 – коефіцієнт забудови,

F_1 – загальна площа території за генеральним планом, м²;

F_2 – площа забудови об'єктів, що будуються, м².

Коефіцієнт використання площі території визначають за формулою:

$$K_{\text{вик.}} = (F_2 + F_{\text{т.б.}}) / F_1,$$

де $F_{\text{т.б.}}$ – площа, що зайнята тимчасовими будівлями і спорудами, залізницями й автодорогами.

$$F_1 = 42140 \text{ м}^2$$

$$F_2 = 7776 \text{ м}^2$$

$$K_3 = 0,08$$

$$F_{\text{т.б.}} = 9300 \text{ м}^2$$

$$K_{\text{вик.}} = 0,32 \text{ м}^2$$

Довжина тимчасових доріг дорівнює 1100 м ;

Довжина тимчасових мереж водопостачання 885 м;

Довжина тимчасових мереж електропостачання 8935 м.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Найменування об'єкту будівництва: Дослідження роботи збірних залізобетонних конструкцій промислової будівлі у складних експлуатаційних умовах.

Будівництво розташоване на території: .

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 пусканалагоджувальні 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 ціновими 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 Пусканалагоджувальні 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 Пусканалагоджувальні роботи - 3,26 грн./люд.-г.
4. Податок на додану вартість (ПДВ)

Загальна вартість будівництва	129717,698	тис. грн.
в тому числі:		
будівельних робіт	105570,380	тис. грн.
інші витрати	24147,318	тис. грн.
в тому числі:		
податок на додану вартість (ПДВ)	21619,616	тис. грн.
Кошторисні трудовитрати	487,63178	тис. люд.г.
Кошторисна заробітна плата	10141,424	тис. грн.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зведений кошторисний розрахунок в сумі _____ 129 717,698 тис. грн.

В тому числі зворотних сум _____ 353,135 тис. грн.

ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА № __ 1 __

Дослідження роботи збірних залізобетонних конструкцій промислової будівлі у складних експлуатаційних умовах
(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
Глава 2. Об'єкти основного призначення						
1	02-001	Будівельні роботи	94 169,371			94 169,371
2	02-001-001	Загальнобудівельні роботи	65 904,371			65 904,371
3	02-001-002	Сантехнічні роботи	6 250,000			6 250,000
4	02-001-003	Електротехнічні роботи	5 400,000			5 400,000
5	02-001-004	Монтаж обладнання	15 390,000			15 390,000
6	02-001-005	Благоустрій, різне	1 225,000			1 225,000
		Разом за главою № 2	94 169,371			94 169,371
		Разом за главами № 1 - 7	94 169,371			94 169,371
Глава 8. Тимчасові будівлі і споруди						

7	Розрахунок №2 (Додаток 8, Настанова п.25)	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проектом (робочим проектом)	2 354,234			2 354,234
		Разом за главою № 8	2 354,234			2 354,234
		в т.ч. зворотні суми				353,135
		Разом за главами № 1 - 8	96 523,605			96 523,605
		в т.ч. зворотні суми				353,135
		Разом за главами № 1 - 12	96 523,605			96 523,605
		в т.ч. зворотні суми				353,135
	Настанова, Дод.25 п.2	Кошторисний прибуток (П) (18,11 грн./люд.-г.)	9 046,775			9 046,775
	Настанова, Дод.27 п.2	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) (5,06 грн./люд.-г.)			2 527,702	2 527,702
		Разом	105 570,380		2 527,702	108 098,082
		Податок на додану вартість			21 619,616	21 619,616
		Всього по зведеному кошторисному розрахунку	105 570,380		24 147,318	129 717,698
		у тому числі зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд, без ПДВ	353,135			353,135
		Податок на додану вартість			70,627	70,627
		Всього зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд з ПДВ	353,135		70,627	423,762

Склав

Шинкаренко Є.А.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірів

Кадол Л.В.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Дослідження роботи збірних залізобетонних конструкцій промислової будівлі у складних експлуатаційних умовах
(найменування об'єкта будівництва)

Об'єктний кошторис № 02-001

на будівництво

Будівельні роботи

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

Кошторисна вартість 94 169,371 тис. грн.

Кошторисна трудомісткість 487,36178 тис. люд.-год

Кошторисна заробітна плата 10 141,424 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	65 904,371		65 904,371	62,36178	7 781,424	
2	02-001-002	Сантехнічні роботи	6 250,000		6 250,000	110,00000	630,000	
3	02-001-003	Електротехнічні роботи	5 400,000		5 400,000	110,00000	630,000	
4	02-001-004	Монтаж обладнання	15 390,000		15 390,000	150,00000	840,000	
5	02-001-005	Благоустрій, різне	1 225,000		1 225,000	55,00000	260,000	
		Всього по кошторису	94 169,371		94 169,371	487,36178	10 141,424	

Розробив

Шинкаренко Є.А.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Консультант

Кадол Л.В.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Замовник: ПАТ "Горизонт"
(назва організації)

Підрядник: ПАТ "Індбуд"
(назва організації)

ДОГОВІРНА ЦІНА № 1

на будівництво Дослідження роботи збірних залізобетонних конструкцій промислової будівлі у складних експлуатаційних умовах

(найменування об'єкта будівництва, черги, пускового комплексу, будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

що здійснюється в 026 році
Вид договірної ціни: "тверда"
Договір № 257 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
1	Розрахунок №1-1	Розділ I. Будівельні роботи Прямі витрати у тому числі Заробітна плата будівельників, монтажників Вартість матеріальних ресурсів Вартість експлуатації будівельних машин	62 446,917 4 704,177 51 308,450 6 434,290	62 446,917 4 704,177 51 308,450 6 434,290	
2	Розрахунок №1-2	Загальновиробничі витрати	3 457,454	3 457,454	
3		Всього прямі і загальновиробничі витрати	65 904,371	65 904,371	
4	Розрахунок №2 (Додаток 8, Настанова п.25)	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проектом (робочим проектом)	1 647,609	1 647,609	
		Разом	67 551,980	67 551,980	
5	Настанова, Дод.25 п.2	Кошторисний прибуток (П) (18,11 грн./люд.-г.)	1 157,606	1 157,606	
6	Настанова, Дод.27 п.2	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) (5,06 грн./люд.-г.)	323,440		323,440
		Разом по розділу I	69 033,026	68 709,586	323,440
7		Податок на додану вартість	13 806,605		13 806,605
		Всього по розділу I	82 839,631	68 709,586	14 130,045
8		у тому числі зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд, без ПДВ	247,141	247,141	
9		Податок на додану вартість	49,428		49,428

10		Всього зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд з ПДВ	296,569	247,141	49,428
		Розділ II. Устаткування			
11		Витрати з придбання та доставки устаткування, що монтується	-		
12		Витрати з придбання та доставки устаткування, що не монтується, меблів, інвентарю	-		
		Разом по розділу II	-		
13		Податок на додану вартість	-		
		Всього по розділу II	-		
		Всього договірна ціна (р.І+р.ІІ)	82 839,631		

Дослідження роботи збірних залізобетонних конструкцій промислової будівлі у складних експлуатаційних умовах
(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторис 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:
креслення(специфікації)№

Кошторисна вартість	65 904,371	тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	62,36178	тис. люд.-год
Кошторисна заробітна плата	7 781,424	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
Розділ № 1 Земляні роботи											
1	КБ1-24-5			1,36	7 731,70	7 731,70	10 515	-	10 515	-	-

		Зрізання рослинного шару бульдозерами потужністю 79 кВт (108 к.с.) з переміщенням ґрунту до 10 м, група ґрунтів 1	1000 м3 ґрунту		-	1 924,79			2 618	12,3420	16,79
2	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	3,145	25 000,11	23 505,79	78 625	4 700	73 925	15,4900	48,72
					1 494,32	7 265,51			22 850	49,4802	155,62
3	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	12,58	40 026,72	38 247,80	503 536	21 869	481 157	18,0200	226,69
					1 738,39	11 171,14			140 533	75,0057	943,57
4	С311-4-1	Перевезення ґрунту до 4 км (без урахування вартості навантажувальних робіт)	т	26 418,0	55,70	55,70	1 471 483	-	1 471 483	-	-
					-	11,38			300 637	0,0860	2 271,95
5	КБ1-166-1	Засипка вручну котлованів , група ґрунтів 1	100м3 ґрунту	0,18	13 975,30	-	2 516	2 516	-	150,4500	27,08
					13 975,30	-			-	-	-
6	КБ1-27-1	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт (80 к.с.) з переміщенням	1000 м3 ґрунту	0,3145	7 408,14	7 408,14	2 330	-	2 330	-	-
					-	2 005,02			631	15,1575	4,77

7	КБ1-131-1	грунту до 5 м, група ґрунтів 1 Ущільнення ґрунту причіпними кулачковими котками масою 8 т за перший прохід по одному сліду при товщині шару 10 см	1000м3 ущільненого ґрунту	0,3145	40 866,74	40 866,74	12 853	-	12 853	-	-
					-	10 435,60			3 282	67,4508	21,21
Разом прямих витрат по розділу № 1							2 081 858	29 085	2 052 263		302,49
									470 551		3 413,91
Розділ № 2 Фундаменти											
8	КБ5-2-5	Заглиблення дизель-молотом на екскаваторі залізобетонних паль довжиною до 12 м у ґрунти групи 1	1м3 паль	458,64	3 473,31	2 832,28	1 592 999	183 869	1 298 997	3,3900	1 554,79
					400,90	384,05			176 141	2,5862	1 186,13
9	К58-1721-К723	Палі забивні залізобетонні марки СНПР12-35 ГОСТ 19804.2-79	шт	312,0	12 029,25		3 753 126				
10	КБ5-113-2	Зрубування голів залізобетонних паль площею поперечного перерізу до 0,16 м2	1 паля	312,0	917,28	621,06	286 191	91 875	193 771	2,4900	776,88
					294,47	172,98			53 970	1,3591	424,04
11	КБ6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі	0,2829	337 158,59	3 167,03	95 382	4 314	896	150,7000	42,63
					15 250,84	1 429,76			404	10,6641	3,02
12	КБ6-1-7			4,12	409 471,20	11 826,26		166 657	48 724	367,6000	1 514,51

		Улаштування залізобетонних фундаментів загального призначення під колони, об'єм понад 5 м3 до 10 м3	100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі		40 450,70	5 244,94			21 609	39,1882	161,46	
13	П160-17	Арматура	т	13,596	27 800,00		377 969					
14	КБ6-1-16	Улаштування фундаментів під обладнання	100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі	2,2	392 183,45	11 612,62	862 804	60 379	25 548	249,4100	548,70	
					27 445,08	4 352,60			9 576	32,7235	71,99	
15	П160-17	Арматура	т	17,82	27 800,00		495 396					
16	КБ8-3-1	Гідроізоляція стін, фундаментів горизонтальна цементна з рідким склом	100 м2 поверхні, що ізолюється	2,429	13 202,02	-	32 068	7 327	-	26,7400	64,95	
					3 016,54	-			-	-	-	
17	КБ8-3-4	Гідроізоляція стін, фундаментів бокова цементна з рідким склом	100 м2 поверхні, що ізолюється	9,148	22 627,03	-	206 992	119 535	-	115,8300	1 059,61	
					13 066,78	-			-	-	-	
		Разом прямих витрат по розділу № 2						9 389 948	633 956	1 567 936		5 562,07
									261 700		1 846,64	
		Розділ № 3 Каркас										
18	КБ9-17-6			433,8	4 109,28	2 222,55		597 191	964 142	12,0600	5 231,63	

		Монтаж колон одноповерхових і багатоповерхових будівель і кранових естакад висотою до 25 м складеного перерізу масою до 15 т - крайніх вагою 9.3 т- 24шт; середніх вагою 11т- 12шт; фахверкових вагою 5.8 т- 12шт			1 376,65	839,66			364 245	5,7998	2 515,95
19	П171-663	Стальні конструкції колон крайніх вагою 9.3 т- 24шт; середніх вагою 11т- 12шт; фахверкових вагою 5.8 т- 12шт	1 т конструкцій	433,8	29 000,00		1 782 606				
20	КБ9-17-5	Монтаж колон одноповерхових і багатоповерхових будівель і кранових естакад висотою до 25 м складеного перерізу масою до 5 т - крайніх вагою 4.0 т - 24 шт.	1 т конструкцій	96,0	5 016,09	2 631,25	481 545	178 841	252 600	16,3200	1 566,72
21	П171-663	Стальні конструкції крайніх колон вагою 4,0 т - 24 шт	т	96,0	29 800,00		2 860 800		102 425	7,4492	715,12
22	КБ7-9-14	Укладання в одноповерхових будівлях і спорудах балок підкранових масою до 12 т, при масі колон до 15 т і висоті будівлі до 25 м вагою 6.3т- 40шт 11,7т- 50шт	100 шт збірних конструкцій	0,9	1 119 197,36	358 951,55	1 007 278	202 901	323 056	1 885,0000	1 696,50
					225 446,00	129 335,61			116 402	925,8998	833,31

23	K58-2311-18	Балки залізобетонні підкранові марки БК6-2А3В-Т серія 1.426.1-8 вип.1,2,3	шт	40,0	4 460,56		178 422				
24	K58-2311-24	Балки залізобетонні підкранові марки БК6-3А5-Т серія 1.426.1-8 вип.1,2,3	шт	50,0	5 480,56		274 028				
25	KB7-13-21	Укладання панелей-оболонок розміром 3x18 м при висоті будівель до 25 м	100 шт збірних конструкцій	1,2	449 331,33	170 690,30	539 198	163 898	204 828	1 241,2000	1 489,44
					136 581,65	66 464,90			79 758	490,8723	589,05
26	П171-83	Збірні залізобетонні конструкції панелей - оболонок	шт	120,0	4 900,00		588 000				
27	KB7-1-15	Укладання фундаментних балок	100 шт збірних конструкцій	0,32	115 917,49	35 951,73	37 094	20 328	11 505	543,7500	174,00
					63 526,31	14 722,42			4 711	105,8823	33,88
28	П171-83	Збірні залізобетонні конструкції фундаментних балок вагою 3т	шт	32,0	3 290,00		105 280				
Разом прямих витрат по розділу № 3							20 434 451	1 163 159	1 756 131		10 158,29
									667 541		4 687,31
Розділ № 4 Стіни											
29	KB9-15-2	Монтаж стінових сендвіч панелей	100м2	26,72	35 283,54	18 348,64	942 776	370 801	490 276	120,1600	3 210,68
					13 877,28	7 735,63			206 696	51,2448	1 369,26
30	C121-258	Панелі металеві тришарові стінові з утеплювачем із пінополіуретану, спосіб виготовлення стендовий, 1ПТС1016.46.6-С0,8 - 124 шт.	м2	2 672,0	4 108,30		10 977 378				

31	КБ8-5-7	Конструкції з цегли. Мурування стін внутрішніх при висоті поверху до 4 м	1 м3 мурування	19,4	1 973,75	173,44	38 291	18 487	3 365	8,6600	168,00
32	С1422-10934		1000шт	7,663	952,95	82,05	79 028		1 592	0,6120	11,87
		Разом прямих витрат по розділу № 4					12 037 473	389 288	493 641		3 378,68
									208 288		1 381,13
		Розділ № 5 Покрівля									
33	КБ12-20-1	Улаштування пароізоляції обклеювальної в один шар	100 м2 поверхні, що ізолюється	68,0	20 749,08	179,21	1 410 937	194 560	12 186	24,4900	1 665,32
					2 861,17	67,99			4 623	0,4915	33,42
34	КБ12-22-1	Улаштування вирівнюючих стяжок цементно-піщаних товщиною 15 мм	100 м2 стяжок	68,0	12 029,76	2 323,44	818 024	249 957	157 994	38,3900	2 610,52
					3 675,84	877,91			59 698	6,4686	439,86
35	КБ12-22-2 К0=5	Улаштування вирівнюючих стяжок цементно-піщаних на кожний 1 мм зміни товщини	100 м2 стяжок	68,0	2 134,28	150,78	145 131	4 558	10 253	0,7000	47,60
					67,03	57,20			3 890	0,4190	28,49
36	КБ12-18-5	Утеплення покриттів плитами з легких (ніздрюватих) бетонів або фіброліту насухо	100 м2 покриття, що утеплюється	68,0	6 782,93	1 939,60	461 239	329 346	131 893	47,4000	3 223,20
					4 843,33	760,71			51 728	5,5893	380,07
37	П171-524	Плити теплоізоляційні пінобетонні	м2	7 004,0	130,00	910 520					
38	КБ12-1-1	Улаштування покрівель із трьох шарів покрівельних рулонних матеріалів на бітумній мастиці	100 м2 покрівлі	68,0	28 797,95	627,60	1 958 261	183 278	42 677	23,0700	1 568,76
					2 695,27	246,03			16 730	1,8076	122,92

39	П171-901	Матеріали рулонні покрівельні для нижніх шарів	м2	15 368,0	77,00		1 183 336				
40	П171-900	Матеріали рулонні покрівельні для верхніх шарів	м2	7 820,0	90,00		703 800				
41	КБ12-15-1	Улаштування дрібних покриттів (брандмауери, парапети, звіси і т.п.) із листової оцинкованої сталі	100 м2 покриття	0,592	58 464,90	227,41	34 611	8 328	135	132,8000	78,62
					14 067,50	76,57			45	0,5247	0,31
Разом прямих витрат по розділу № 5							7 625 859	970 027	355 138		9 194,02
									136 714		1 005,07
Розділ № 6 Оздоблювальні роботи											
42	КБ15-45-1	Штукатурення поверхонь вапняним розчином прорізане по каменю і бетону стін механізованим способом	100 м2 поверхні штукатурення	82,4	11 465,41	596,17	944 750	466 588	49 124	49,0300	4 040,07
					5 662,47	513,79			42 336	4,9335	406,52
43	КБ15-151-1	Просте фарбування приміщень по штукатурці і бетону клейовими розчинами стін	100 м2 поверхні фарбування	82,4	1 066,99	1,55	87 920	87 657	128	9,4300	777,03
					1 063,80	1,37			113	0,0111	0,91
Разом прямих витрат по розділу № 6							1 032 670	554 245	49 252		4 817,10
									42 449		407,43
Розділ № 7 Прорізи											
44	КБ9-44-1	Монтаж віконних блоків сталевих із націлінниками зі сталі при висоті будівлі до 50 м - 1000м2	1т конструкції	5,2	41 904,52	10 658,91	217 904	84 735	55 426	128,4800	668,10
					16 295,12	2 642,83			13 743	17,9652	93,42
45	П171-665	Сталеві конструкції віконних блоків	т	5,2	25 600,00		133 120				

46	ПР15-2086	Скління віконх металевих віконх рам на замазці	м2	1 000,0	5 781,38	51,31	5 781 380	169 080	51 310	1,7800	1 780,00
					169,08	22,08			22 080	0,1890	189,00
47	КБ9-53-1	Монтаж конструкцій металевих дверей - 68 м2	1т конструкцій	3,2	15 817,00	1 390,46	50 614	44 528	4 449	131,3600	420,35
					13 914,96	499,47			1 598	4,1760	13,36
48	П171-663	Стальні конструкції дверей	т	3,2	26 800,00		85 760				
49	КБ10-28-2	Заповнення дверних прорізів готовими дверними блоками площею понад 2 до 3 м2 з металопластику у кам'яних стінах	100 м2 прорізів	0,94	14 536,16	5 175,14	13 664	8 707	4 865	79,2800	74,52
					9 262,28	1 699,37			1 597	11,0550	10,39
50	П2016-951	Двірні блоки з металопластику	м2	94,0	3 900,00		366 600				
Разом прямих витрат по розділу № 7								6 649 042	307 050	116 050	2 942,97
										39 018	306,17
Розділ № 8 Підлоги											
51	КБ11-1-2	Ущільнення ґрунту щебенем	100 м2 площі, що ущільнюється	66,0	8 153,31	415,32	538 118	55 493	27 411	8,0800	533,28
					840,80	135,36			8 934	1,1053	72,95
52	КБ11-2-9	Улаштування підстиляючих бетонних шарів	1 м3 підстильного шару	254,0	4 234,38	5,71	1 075 533	150 137	1 450	5,5800	1 417,32
					591,09	1,66			422	0,0139	3,53
53	КБ11-15-1	Улаштування покриттів бетонних товщиною 30 мм - 208м3 товщина 30 мм	100 м2 покриття	69,33	17 030,22	216,61	1 180 705	424 208	15 018	57,0400	3 954,58
					6 118,68	191,55			13 280	1,5540	107,74
Разом прямих витрат по розділу № 8								2 794 356	629 838	43 879	5 905,18
										22 636	184,22
Розділ № 9 Відмостка											

54	КБ27-22-1 К0=3	Улаштування асфальтобетонної відмостки	100 м2 покриття тротуарів	5,04	11 071,03	-	55 798	27 529	-	47,8500	241,16	
					5 462,08	-			-	-	-	
55	П2016-2282	Суміші асфальтобетонні дорожні	т	107,9568	3 200,00		345 462					
		Разом прямих витрат по розділу № 9						401 260	27 529			241,16
											-	
		Разом прямих витрат по кошторису						62 446	4 704 177	6 434 290		42
							917				501,96	
									1 848 897		13	
											231,88	
		Разом прямі витрати				грн.	62 446					
		в тому числі:					917					
		вартість матеріалів, виробів і комплектів				грн.	51 308					
		вартість ЕММ				грн.	450					
		в т.ч. заробітна плата в ЕММ				грн.	6 434	1 848 897				
		заробітна плата робітників				грн.	290	4 704 177				
		всього заробітна плата				грн.		6 553 074				
		Загальновиробничі витрати				грн.	3 457					
		трудоємність в загальновиробничих витратах				люд-г	454				6 627,94	
		заробітна плата в загальновиробничих витратах				грн.		1 228 350				
		Всього по кошторису					грн.	65 904				
							371					
		Кошторисна трудоємність				люд-г					62	
		Кошторисна заробітна плата				грн.		7 781 424			361,78	

Дослідження роботи збірних залізобетонних конструкцій промислової будівлі у складних експлуатаційних умовах
(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-розн. кошторис на трудо місткість прямих витрат, люд.год.	K1	Трудомі сткість [4x5] люд.год.	Вартість люд.год. робітни ків, заробітна плата яких врахову ється 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
	02-001-001	Загальнобудівельні роботи										
	Розділ № 1	Земляні роботи										
1	КБ1-24-5	1,36	12,3420	0,12	1,4810	185,34	274,50	1 924,79	483,84	7,48	92,32	850,66
			16,79		2,01		373	2 618	658		126	1 157
2	КБ1-12-13	3,145	64,9702	0,12	7,7964	185,34	1 444,99	8 759,83	2 245,06	7,48	485,98	4 176,03
			204,34		24,52		4 544	27 550	7 062		1 528	13 134
3	КБ1-17-13	12,58	93,0257	0,12	11,1631	185,34	2 068,97	12 909,53	3 295,27	7,48	695,83	6 060,07
			1 170,26		140,43		26 028	162 402	41 454		8 754	76 236
4	СЗ11-4-1	26 418,0	0,0860	0,12	0,0103	185,34	1,91	11,38	2,92	7,48	0,64	5,47
			2 271,95		272,63		50 458	300 637	77 140		16 908	144 506
5	КБ1-166-1	0,18	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
			27,08		3,25		602	2 516	686		203	1 491

6	КБ1-27-1	0,3145	15,1575	0,12	1,8189	185,34	337,11	2 005,02	515,27	7,48	113,38	965,76
			4,77		0,57		106	631	162		36	304
7	КБ1-131-1	0,3145	67,4508	0,12	8,0941	185,34	1 500,16	10 435,60	2 625,87	7,48	504,53	4 630,56
			21,21		2,55		472	3 282	825		159	1 456
		Разом	3 716,40		445,96		82 583	499 636	127 987		27 714	238 284
	Розділ № 2	Фундаменти										
8	КБ5-2-5	458,64	5,9762	0,12	0,7171	185,34	132,92	784,95	201,93	7,48	44,70	379,55
			2 740,92		328,91		60 962	360 010	92 614		20 501	174 077
10	КБ5-113-2	312,0	3,8491	0,12	0,4619	185,34	85,61	467,45	121,67	7,48	28,79	236,07
			1 200,92		144,11		26 710	145 845	37 962		8 982	73 654
11	КБ6-1-1	0,2829	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
			45,65		5,48		1 015	4 718	1 262		341	2 618
12	КБ6-1-7	4,12	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
			1 675,97		201,12		37 275	188 266	49 619		12 536	99 430
14	КБ6-1-16	2,2	282,1335	0,12	33,8560	185,34	6 274,87	31 797,68	8 375,96	7,48	2 110,36	16 761,19
			620,69		74,48		13 805	69 955	18 427		4 643	36 875
16	КБ8-3-1	2,429	26,7400	0,12	3,2088	185,34	594,72	3 016,54	794,48	7,48	200,02	1 589,22
			64,95		7,79		1 445	7 327	1 929		486	3 860
17	КБ8-3-4	9,148	115,8300	0,12	13,8996	185,34	2 576,15	13 066,78	3 441,44	7,48	866,41	6 884,00
			1 059,61		127,15		23 567	119 535	31 482		7 926	62 975
		Разом	7 408,71		889,04		164 779	895 656	233 295		55 415	453 489
	Розділ № 3	Каркас										
18	КБ9-17-6	433,8	17,8598	0,12	2,1432	185,34	397,22	2 216,31	574,98	7,48	133,59	1 105,79
			7 747,58		929,71		172 314	961 436	249 427		57 951	479 692
20	КБ9-17-5	96,0	23,7692	0,12	2,8523	185,34	528,65	2 929,86	760,87	7,48	177,79	1 467,31
			2 281,84		273,82		50 750	281 266	73 044		17 068	140 862
22	КБ7-9-14	0,9	2 810,8998	0,12	337,3080	185,34	62 516,66	354 781,61	91 805,62	7,48	21 025,53	175 347,81
			2 529,81		303,58		56 265	319 303	82 625		18 923	157 813
25	КБ7-13-21	1,2	1 732,0723	0,12	207,8487	185,34	38 522,67	203 046,55	53 145,23	7,48	12 955,90	104 623,80
			2 078,49		249,42		46 227	243 656	63 775		15 547	125 549
27	КБ7-1-15	0,32	649,6323	0,12	77,9559	185,34	14 448,34	78 248,73	20 393,36	7,48	4 859,25	39 700,95
			207,88		24,95		4 623	25 039	6 526		1 555	12 704
		Разом	14 845,60		1 781,48		330 179	1 830 700	475 397		111 044	916 620

Розділ № 4		Стіни										
29	КБ9-15-2	26,72	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
31	КБ8-5-7	19,4	4 579,94	0,12	549,59	185,34	101 861	577 497	149 459	7,48	34 258	285 578
			9,2720		1,1126		206,22	1 035,00	273,07		69,35	548,64
			179,87		21,59		4 001	20 079	5 298		1 345	10 644
Разом			4 759,81		571,18		105 862	597 576	154 757		35 603	296 222
Розділ № 5		Покрівля										
33	КБ12-20-1	68,0	24,9815	0,12	2,9978	185,34	555,61	2 929,16	766,65	7,48	186,86	1 509,12
34	КБ12-22-1	68,0	1 698,74	0,12	203,85	185,34	37 781	199 183	52 133	7,48	12 706	102 620
			44,8586		5,3830		997,69	4 553,75	1 221,32		335,54	2 554,55
35	КБ12-22-2	68,0	3 050,38	0,12	366,05	185,34	67 843	309 655	83 049	7,48	22 817	173 709
			1,1190		0,1343		24,89	124,23	32,81		8,37	66,07
36	КБ12-18-5	68,0	76,09	0,12	9,13	185,34	1 693	8 448	2 231	7,48	569	4 493
			52,9893		6,3587		1 178,52	5 604,04	1 492,16		396,36	3 067,04
38	КБ12-1-1	68,0	3 603,27	0,12	432,39	185,34	80 139	381 074	101 468	7,48	26 952	208 559
			24,8776		2,9853		553,30	2 941,30	768,81		186,08	1 508,19
41	КБ12-15-1	0,592	1 691,68	0,12	203,00	185,34	37 624	200 008	52 280	7,48	12 653	102 557
			133,3247		15,9990		2 965,25	14 144,07	3 764,05		997,27	7 726,57
			78,93		9,47		1 755	8 373	2 229		590	4 574
Разом			10 199,09		1 223,89		226 835	1 106 741	293 390		76 287	596 512
Розділ № 6		Оздоблювальні роботи										
42	КБ15-45-1	82,4	53,9635	0,12	6,4756	185,34	1 200,19	6 176,26	1 622,82	7,48	403,65	3 226,66
43	КБ15-151-1	82,4	4 446,59	0,12	533,59	185,34	98 896	508 924	133 720	7,48	33 261	265 877
			9,4411		1,1329		209,98	1 065,17	280,53		70,62	561,13
			777,94		93,35		17 302	87 770	23 116		5 819	46 237
Разом			5 224,53		626,94		116 198	596 694	156 836		39 080	312 114
Розділ № 7		Прорізи										
44	КБ9-44-1	5,2	146,4452	0,12	17,5734	185,34	3 257,06	18 937,95	4 882,90	7,48	1 095,41	9 235,37
46	ПР15-2086	1 000,0	761,52	0,088	91,38	185,34	16 937	98 478	25 391	5,92	5 696	48 024
			1,9690		0,1733		32,11	191,16	49,12		11,66	92,89
47	КБ9-53-1	3,2	1 969,00	0,12	173,27	185,34	32 110	191 160	49 120	7,48	11 660	92 890
			135,5360		16,2643		3 014,43	14 414,43	3 834,35		1 013,81	7 862,59
			433,71		52,05		9 646	46 126	12 270		3 244	25 160

49	КБ10-28-2	0,94	90,3350	0,12	10,8402	185,34	2 009,12	10 961,65	2 853,57	7,48	675,71	5 538,40
			84,91		10,19		1 889	10 304	2 682		635	5 206
		Разом	3 249,14		326,89		60 582	346 068	89 463		21 235	171 280
	Розділ № 8	Підлоги										
51	КБ11-1-2	66,0	9,1853	0,12	1,1022	185,34	204,29	976,16	259,70	7,48	68,71	532,70
			606,23		72,75		13 483	64 427	17 140		4 535	35 158
52	КБ11-2-9	254,0	5,5939	0,12	0,6713	185,34	124,41	592,75	157,78	7,48	41,84	324,03
			1 420,85		170,50		31 600	150 559	40 077		10 627	82 304
53	КБ11-15-1	69,33	58,5940	0,12	7,0313	185,34	1 303,18	6 310,23	1 674,95	7,48	438,28	3 416,41
			4 062,32		487,48		90 349	437 488	116 125		30 386	236 860
		Разом	6 089,40		730,73		135 432	652 474	173 342		45 548	354 322
	Розділ № 9	Відмостка										
54	КБ27-22-1	5,04	47,8500	0,132	6,3162	185,34	1 170,64	5 462,08	1 459,20	9,18	439,26	3 069,10
			241,16		31,83		5 900	27 529	7 354		2 214	15 468
		Разом	241,16		31,83		5 900	27 529	7 354		2 214	15 468
	Разом по кошторису		55 733,84		6 627,94		1 228 350	6 553 074	1 711 821		414 140	3 354 311
	Кошти на оплату перших п'яти днів тимчасової непрацездатності (1 228 350,00 + 6 553 074,00) * 0,007800											60 695
	Кошти на сплату єдиного внеску, нарахованого на суму оплати перших п'яти днів тимчасової непрацездатності (1 228 350,00 + 6 553 074,00) * 0,007800 * 0,220000											13 353
	Кошти на сплату єдиного внеску, нарахованого на суму допомоги з тимчасової непрацездатності (понад 5 днів) (1 228 350,00 + 6 553 074,00) * 0,003739											29 095
	Всього загально виробничі витрати по кошторису											3 457 454

Склав

Шинкаренко С.А.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірів

Кадол Л.В.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Техніко – економічні показники проекту

№ пп .	Найменування показників	Од. виміру	Значення показника
1	Площа забудови	м ²	7400
2	Загальна площа будівлі	м ²	7200
3	Будівельний об'єм	м ³	72205
4	Вартість будівництва об'єкта	тис. грн.	129717,698
	із неї: будівельно-монтажних робіт	тис. грн.	105570,380
5	Вартість будівництва об'єкта:		
	на 1м ² загальної площі	тис.грн/м ²	18,016
	на 1м ³ будівельного об'єму	тис.грн/м ³	1,797
6	Вартість загальнобудівельних робіт:		
	всього	тис. грн.	65904,371
	на 1м ² загальної площі	тис.грн/м ²	9,153
	на 1м ³ будівельного об'єму	грн/м ³	0,913
7	Трудомісткість будівельно-монтажних робіт по об'єкту		
	кошторисна	тис. люд.- год.	487,632
8	Витрати праці при виконання БМР на 1м ² загальної площі		
	кошторисні	люд.-дн.	8,466
9	Витрати праці при виконанні БМР на 1м ³ будівельного об'єму		
	кошторисні	люд.-дн.	0,844
10	Кошторисна заробітна плата:		
	на виконання БМР	тис. грн.	10141,424
	на виконання загальнобудівельних робіт	тис. грн.	7181,424
11	Договірна ціна:		
	на будівництво об'єкта	тис. грн.	129717,698
12	Кошторисна заробітна плата на 1грн.договірної ціни при виконанні БМР	грн.	0,17
	при виконанні загальнобудівельних робіт	грн.	0,17
13	Рентабельність:		
	загальнобудівельних робіт	%	14
	БМР по об'єкту будівництва	%	13

6.1 Загальні відомості прийнятих рішень по забезпеченню БЖД

Промисловий цех - представляє собою 1-поверхову будівлю, каркасного типу виконану зі збірного залізобетону. Відноситься до будівель II-ступеню вогнестійкості. По призначенню відноситься до промислової споруди. Для створення безпечних умов праці робітників в проекті передбачені спеціальні об'ємно-планувальні та конструктивні рішення. В промисловій будівлі запроектовано природне та штучне освітлення. В господарських, допоміжних, санітарно-побутових приміщеннях тільки штучне освітлення.

Згідно теплотехнічного розрахунку будівля забезпечує необхідні параметри мікроклімату. В зимовий період будівля опалюється.

При проектуванні цеху по ремонту гірничо-збагачувального обладнання необхідно враховувати вимоги санітарних норм в забезпеченні працівників необхідною нормою кисню, створенням комфортних метеорологічних умов повітряного середовища в залежності від характеристики виробничих приміщень, технологічних процесів і категорій виконаних робіт.

Різноманітні технологічні процеси, через характерні їм ВПФ: виділення пилу, тепла, парів, шкідливих ядовитих газів, диму, вологи, шуму, вібрацій і інше впливають на умови праці, а значить ефективність виробництва. Крім наявності ВПФ, технологічні операції містять багато ОПФ. Небезпечними в цеху є ділянки перепаду висот роботи кріпильного, зварювального обладнання, роботи машин, і механізмів, які подають сталеві листи, їх різання, складання готової продукції. Тому при плануванні об'ємних робіт цеху визначаються місця влаштування огорожень безпечних зон, технологічних прорізів.

При розв'язуванні питань пожежної безпеки практикуються аварійні, евакуаційні виходи, пожежні сходи (драбини).

При розв'язанні питань електричної безпеки практикується розміщення контурного заземлення, розташування силових кабелів, трансформаторів і інших споживачів електричного струму.

Роботи на ділянках зварювального обладнання будуть супроводжуватися виділенням тепла, газів CO₂ і ін., ультрафіолетовим випромінюванням. Для

зниження концентрації шкідливих газів в атмосфері цеху, забезпечення метеоумов виробничого середовища у відповідності зі СНиП 2.04.05-86, СНиП 2.09.-02-85 запроектована природна і примусова вентиляція. Встановлюються світлоаераційні ліхтарі.

Для зниження пилу на ділянках заготовки металу передбачається резинобітумне покриття підлоги. Для технічного обладнання застосовують звукоізоляційні, звукопоглинаючі покриття. Для звукоізоляції приміщень в середині цеху застосовують звукопоглинаючі матеріали. Для зниження вібрації, які передаються технологічним обладнанням, застосовуються відокремлені фундаменти на шлаковій підсипці.

Освітлення в цеху запроектовано природне бічне, через віконні прорізи, штучне, загальне, лампи розжарювання не менше 50Лн.

Згідно з вимогами пожежної безпеки в будівлі запроектовані евакуаційні виходи. Система пожежного водопостачання, пожежна сигналізація, пожежні крани. Для локалізації пожежі використовують протипожежні перекриття, перегородки. Біля будівлі запроектовано гідрант, під'їзні шляхи. Будівля забезпечена захистом від блискавки.

6.2 Заходи з охорони праці при розробці бюджетплану на будівництво

До основних рішень при проектуванні бюджетплану належать:

- вирішення питання під'їздів до будуємого об'єкту тимчасових доріг, майданчиків складування матеріалів та устаткування, умов їх безпечної доставки та збереження на будівельному майданчику;

- визначення небезпечних виробничих факторів на будмайданчику та зон їх дії, визначення меж та огороження цих зон;

- організація санітарно-побутового забезпечення працюючих на будівництві;

- забезпечення протипожежної безпеки на території будівництва.

Основними документами при вирішенні питань з охорони праці являються: ДБН А.3.2-2-2009, «Охорона праці та промислова безпека у будівництві», СН 81-

80 «Інструкція по проектуванню електричного освітлення будівельних майданчиків», СН 276-74 «Вказівки по проектуванню побутових споруд та приміщень будівельно-монтажних організацій», СН 305-77 «Інструкція по проектуванню та устрою блискавкозахисту» та інші.

До початку робіт на будмайданчику повинні бути споруджені тимчасові під'їзні шляхи і внутрішньо майданчикові дороги, що забезпечують вільний під'їзд транспортних засобів до будуємих об'єктів, тимчасовим, адміністративним санітарно-побутовим приміщенням та складам. Відповідно до технології і організації будівництва інтенсивності руху транспортних засобів їх вантажопідйомності вибираємо тимчасову дорогу – кільцевого типу з одностороннім рухом шириною – 3,5 м. Тимчасові камунікції водопроводу, каналізації, тепломережі й електромереж в місцях перетину з дорогами і проїздами заглиблюємо у землю або розміщуємо на висоті, що забезпечує проходження транспортних засобів, і надійно захищаємо настилами.

Враховуючи природно-кліматичні умови району будівництва вибираємо тимчасові дороги – ґрунтового типу, покращеної конструкції, з підсіпкою із шламу, щебеню на 5-10 см. Радіуси закруглень доріг приймаємо – 24м. В місцях складування конструкцій і будівельних матеріалів запроектовані розвантажувальні майданчики шириною 3-6 м. Для регулювання швидкісного режиму руху транспорту по в'їзді на будмайданчик встановили схему руху транспорту, та розташування складів, тимчасових приміщень. На в'їзді встановити дорожні знаки, що обмежують швидкість руху транспорту до 10 км/год. В місцях небезпечних зон – 5 км/год.

Ширина тротуарів дорівнює смузі руху шириною 0,75 м. Кількість смуг руху на тротуарі вибирається з розрахунку 750 осіб на одну смугу руху, а мінімальна ширина тротуару 1,5 м, з відстанню від проїжджої частини не менше як на 2 м.

6.3 Вимоги безпеки при складуванні матеріалів, конструкцій, устаткування

Складування конструкцій на буд. Майданчику повинно забезпечити безпеку виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, виключити самостійне їх зміщення, просадку, осипання та розкочування. Для цього на будівельному майданчику організуємо відкриті, напівзакриті та закриті склади. Майданчики для складування матеріалів спланувати, підсипати шлаком або щебенем на 5-10 см., ущільнити. Для відводу поверхневих, дощових вод забезпечити їх уклін на 2° - 5° , створити водовідвідні канавки та інше. Склади сипучих, пилових матеріалів розмістити на буд. майданчику з урахуванням рози вітрів.

Фундаменти(стаканного типу) в 1 ряд.

Фундаментні плити та блоки стін підвалів в штабелях до 4-х рядів, висотою до 2,6 м на підкладках від краю виробів на 0,5 м. Багатопустотні панелі перекриття – горизонтально в штабеля висотою до 2,5 метрів. На підкладках перпендикулярно пустотам, на відстані 0,35 м від краю панелі.

Стінові панелі - в касетах, пірамідах.

Сходишкові площадки – горизонтально в штабеля до 1 м висотою, не більше 4-х рядів, на підкладках, на відстані 0,3 м від краю.

Балки – вертикально, похило на інвентарних опорах, через 2-3 м.

Колони – в ряд згідно з чергою монтажу на прокладках.

Деревина кругла – в штабеля висотою не більше 1,5 м.

Сипучі матеріали: - щебінь, пісок, гравій, шлак та інше на відкритих майданчиках з урахуванням куту природного відкосу.

Пилові(цемент, алебастр та інші) в закритих ємностях бункерах, силосах, сховищах та в фасованому вигляді в мішках.

6.4 Небезпечні зони на будівельному майданчику

Згідно ДБН ІА.3.2-2-2009 на будівельному майданчику діють 3 види будівельних зон.

I. Постійно діючі зони:

1. Поблизу ліній електропередач, електроустаткування, трансформаторів, електромереж та інше;
2. Поблизу перепадів висот, що більше 1,3 м;
3. В місцях переміщення вантажів вантажопідйомними механізмами.
4. В місцях, де знаходяться отруйні речовини з концентраціями, що перевищують ГДК (гранично – допустимі концентрації), та джерела небезпечних факторів (шум, вібрації, пил та випромінення – іонізуючі, електромагнітні, лазерні, інфрачервоні, ультрафіолетові), поля – електричні та магнітні, електростатичні;
5. В місцях де знаходяться вибухо та пожежонебезпечні матеріали та устаткування.

II. Потенційно - небезпечні зони:

1. Поблизу будуючих будівель та споруд.
2. Поблизу машин та механізмів дорівнюють 5 м.

III. Тимчасові небезпечні зони, що виникають на будівельному майданчику терміном не більше 1 зміни.

Це місця монтажу або демонтажу крану, місця збирання пристроїв, тимчасового кріплення конструкцій на інше.

Розміри небезпечних зон регламентуються ДНАОП.

Радіус небезпечної зони вірогідного переміщення вантажів визначається як:

$$R = L_{\text{стр}} + \frac{1}{2} L_{\text{в}} + r = 20 + \frac{1}{2} * 12 + 5 = 33\text{м}$$

де, $L_{\text{стр}}$ - максимальний виліт стріли крану = м.

$L_{\text{в}}$ – довжина самої довгої конструкції = 12 м.

r – розсіювання вантажів при їх падінні, визначається таблицею ДБНУ в залежності від висоти їх підйому.

$r = 7$ м при висоті споруди до 20 м.

Радіус небезпечної зони поблизу будуємих будівель та споруд, також залежить від висоти будівлі і дорівнює:

$r = 5$ м, при висоті споруди ≤ 20 м.

Для визначення та огороження небезпечних зон на будівельному майданчику використовуються огорожуючі конструкції. По призначенню вони бувають:

- захисно – охоронні – обмежують доступ людей та тварин, використовуються для захисту, охорони будівельних майданчиків, матеріальних цінностей (ГОСТ 23407-78). Висота огорожень в населених пунктах дорівнює 2 м. Останні забезпечуються козирками. Висота таких огорожень за населеними пунктами дорівнює 1,8 м;

- захисні – обмежують доступ сторонніх людей на ділянки будівництва, де діють небезпечні та шкідливі виробничі фактори.

Висота огорожень в населених пунктах не менше 1,6 м. Сигнальні огороження, для попередження про межі діляниць з небезпечними та шкідливими виробничими факторами. Висота Сигнального огороження не менше 0,8 м. В проекті приймаємо: тимчасові, інвентарні, збірно-розбірні, та гнучкі –(стрічки, канати) з попереджувальними знаками та табличками.

6.5 Санітарно – побутове забезпечення на будівельному майданчику

Для забезпечення робітників тимчасовими, санітарно – побутовими, допоміжними приміщеннями, на будівельному майданчику влаштовується будівельне містечко. Вибір типу та розрахунок кількості тимчасових приміщень виконується згідно СН-276-74 та наведених у розділі «Організація будівництва». Проектування приміщень для санітарно-побутового обслуговування робочих, для технічного персоналу – (нарядні, прорабські); для пожежно-охоронної служби; службові(склади, майстерні). Зміст та кількість санітарно-побутових приміщень визначається згідно СН-276-74. При їх розробці враховується: загальна кількість працюючих, кількість працюючих в найбільш численну зміну. Кількість жінок, чоловіків та інше. Визначення кількості та типів санітарно-побутових приміщень приводиться у розділ технології та організації будівельного виробництва.

6.6 Організація освітлення на будівельному майданчику

Загальне освітлення території будівельного майданчику забезпечується не менше 2 лк. Освітлення робочих місць регламентується СН-81-80 в залежності від виду виконуваних робіт.

Виконується освітлення будівельного майданчику та робочих місць за допомогою прожекторів, які встановлюють на постійних або тимчасових опорах або мачтах.

Для визначення кількості ліхтарів – прожекторів використовують формулу:

$$N = \frac{m * E_n * k * S}{P} = \frac{0.15 * 2 * 1.5 * 42140}{500} = 30$$

де: m – КПД прожектору: для ламп розжарення $m=0.12-0.16$.

E_n – нормативне освітлення території будівельного майданчику $E_n=2$ люкса.

k – коефіцієнт запасу, що враховує зниження світлового потоку джерела світла за рахунок його запилення, зниження прозорості скла та інше.

$k = 1.3 - 1.5$ для ламп розжарення.

$k = 1.1 - 1.3$ для газорозрядних ламп.

S – площа будівельного майданчика, $S=42140$ м².

P – потужність джерела світла прожектору.

В прожекторах можуть використовуватись лампи:

-Розжарювальні потужністю – 500, 1000 Вт.

-Газорозрядні (ДРЛ), потужністю – 700, 1000 Вт.

Приймаємо прожектори типу ПЗС-35 з лампами розжарювання $P=500$ Вт.

Висота установки освітлення прожектору визначається за таблицями або із формули:

$$h = \sqrt{\frac{I}{300}} = \sqrt{\frac{50000}{300}} = 13 \text{ м}$$

де I – максимальна сила світла прожектору в канделах. Встановити прожектори на 2 опорах по 2 прожектори-ліхтарі на опорі.

Для організації освітлення на робочих місцях в темний час доби визначаємо N - ліхтарів:

$$N = \frac{E_n * m * k * S_p}{P} = \frac{30 * 0.12 * 1.5 * 200}{500} = 2$$

Значення E_n для бетонних робіт визначаємо згідно СН 81-80 де $E_n=30$ лк.

S_p – площа монолітної ділянки =200 м²

Для освітлення використовуємо ліхтарі ПЗС -35 з лампами розжарення ЛНГ-220-500 Вт. Ліхтарі встановити в місцях виконання робіт на переносних опорах висотою 3-4 м.

6.7 Питання пожежної безпеки на будівельному майданчику

Забезпечити не менше 2-х в'їздів на будівельний майданчик, та ув'язати їх зі схемою руху транспорту на будівельному майданчику.

Забезпечити безпечні пожежні розриви між приміщеннями та місцями виконання робіт з використанням відкритого вогню(топка, різка, газо та електрозварювальні роботи, бітумні роботи).

Забезпечити необхідну вогнестійкість тимчасових приміщень на будівельному майданчику.

Забезпечити будівельний майданчик знаками, табличками, плакатами, по пожежній безпеці, та засобами пожежної сигналізації.

Забезпечити будівельний майданчик засобами первинного пожежогасіння – пожежні щити до складу яких входять: вогнегасники 2 шт; ящик з піском; відро, багор, лопати. Останні встановити в місцях використання відкритого вогню, в місцях паління, біля санітарно-побутових приміщень, в місцях зберігання пожежонебезпечних матеріалів та речовин.

Забезпечити будівництво постійним водогоном, діаметром не менше 100 мм.

Забезпечити будівельний майданчик гідрантами, кількість яких визначається розмірами будівництва та радіусом дії гідранту. Останні встановити не ближче 5 м від будуємої будівлі та не більше 2.5 м від дороги.

Забезпечити машини механізмами, устаткуванням, тимчасова будівлі, склади захистом від блискавки.

Забезпечити будівництво телефонним зв'язком.

6.8 Заходи безпеки при виконанні земляних робіт

6.8.1. Вимоги безпеки при використанні на земляних роботах бульдозерів, скреперів, катків.

До самостійної роботи на бульдозерах, скреперах та інших допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли навчання, медогляд, атестовані та мають відповідне посвідчення.

Перед виконанням робіт машиніст скреперу, бульдозеру повинен оглянути машину, та переконатися в її справності. Роботи виконувати згідно проекту виробництва робіт, переміщатися по буд. майданчику в місцях вказаних виконробом або майстром та строго дотримуватись знаків безпеки руху. Перед початком руху, маневруванням машиніст машини повинен переконатися у відсутності на шляху перешкод, по сторонніх предметів після чого подати попереджувальний сигнал. При цьому використовувати можна як звукові так і світлові сигнали.

Якщо в зоні робіт є підземні споруди(колодязі, гідранти, підвали, склепи, комунікації) роботи повинні виконуватись тільки під керівництвом майстра. Усі підземні і надземні комунікації повинні бути визначені вішками, надписом або знаками. При визначенні на розробляемому майданчику підземних споруд, не вказаних у проекті виконання робіт, роботи зупинити та сповістити майстру або виконробу. В темний час доби, майданчик виконання робіт необхідно освітлювати, використовуючи прожекторне освітлення. При роботі на майданчику декілька будівельних машин, інтервал руху не повинен бути менше 10 м. В зоні роботи будівельних машин не повинні бути люди. В населених пунктах зону роботи бульдозерів, скреперів огороджувати.

При переміщенні бульдозерів поряд з виїмками (траншеї, котловани та інше) не виїжджати на призму обвалення. Виконувати роботи поблизу ліній електропередач тільки під поглядом майстра виконроба. При виявленні під робочим обвалом бульдозеру, скреперу невідомих конструкцій, боєприпасів – роботи зупинити. Якщо необхідно, визвати спеціалістів по розміщуванню боєприпасів або їх ліквідації.

При виконанні зворотної засипки, переконатися машиністу, що в виїмках немає людей. Машиніст бульдозерів, скреперів, грейдерів повинні бути забезпечені спец. одягом, спец. взуттям, рукавицями, протипиловим респіратором. Забезпечується перед робочим органом бульдозеру, скреперу прибирати руками камені, очищати від бруду руками, ногами, по сторонніми предметами робочі органи будівельних машин.

6.8.2.Вимоги безпеки при спорудженні виїмок та траншей

Земляні роботи при ритті котловану повинні виконуватись тільки по затвердженому ППР.

До початку виконання земляних робіт на місцевості в місцях розміщення діючих підземних комунікацій повинні бути встановлені відповідні знаки, які вказують на їхні місця розташування. При наближенні до лінії підземних комунікацій земляні роботи необхідно проводити під безпосереднім наглядом виконроба або майстра, а в безпосередній близькості від комунікацій, під обов'язковим наглядом працівника організації, що експлуатує ці комунікації. Розробка ґрунту в безпосередній близькості від лінії діючих підземних комунікацій допускається тільки лопатами без різких ударів. Користуватись ударними інструментами (лопатами, кирками та пневматичним інструментом) забороняється. Роботи в місцях діючих комунікацій (електромереж, газових труб та колодязів) розробляються та узгоджуються з організаціями, що експлуатують відповідні мережі.

Розташування електромереж, газових труб та колодязів на місцевості позначають відповідними знаками. Роботи ведуться безпосередньо під керівництвом працівники відповідного господарства. Земляні роботи в зоні розташування інженерних мереж потрібно вести суворо дотримуючись попередньо узгодженого проекту виконання робіт та дозволу від організації, що відповідає за експлуатацію даної мережі. До дозволу додається план(схема) земляних робіт із зазначенням розташування та глибини закладення комунікацій.

Котловани та траншеї, які розробляються на вулицях, проїздах, а також в місцях, де проходить рух людей або транспорту, повинні бути огорожені захисним огороженням з врахуванням вимог ГОСТ 23407-78. На огороження необхідно встановити попереджувальні написи та знаки, а в нічні години – забезпечити сигнальне освітлення.

До початку розробки ґрунту необхідно виконати всі заходи по відведенню поверхневих та ґрунтових вод. Здійснення робіт у виїмках з укосами в місцях, які зазнавали зволоження, дозволяється тільки після ретельного огляду стану ґрунту та укосів виконавцем робіт (майстром), а також після вживання відповідних заходів безпеки. Поблизу виїмок, в межах призми обвалення ґрунту забороняється складування обладнання, матеріалів, установка механізмів та рух транспорту.

Перед допуском робочих в котловани глибиною більше 1,5 м повинна бути перевірена стійкість укосів або кріплення стін. Для спуску людей в котлован застосовувати драбини з поручнями, шириною не менше 0,75 м, а для спуску та підйому робітників у вузькі траншеї – приставні сходи з врізаними сходинками. Спуск робітників в котловани і траншеї по розпірках кріплень не допускається.

У місцях переходу робітників через траншеї повинні бути обладнані перехідними містками, які освітлюються в нічний час, завширшки не менше 0,6 м з поручнями висотою 1,1 м.

Завантаження ґрунту на автосамоскиди повинно проводитись зі сторони заднього або бокового борту.

Ґрунту, який дістається з котловану, потрібно розташовувати від краю виїмки не ближче 0,5 м або вивозити. Валуні, камені, відшарування ґрунту, повинно бути видалене.

6.9 Вимоги безпеки при виконанні монтажних робіт

Місце установки вантажопідйомних машин і режим їх роботи повинен відповідати проекту проведення робіт (ППР). Маса вантажів, що підлягають підйому необхідно визначати заздалегідь. Для вантажів з петлями, цапфами та інше розробляють схеми стропування. Ці схеми повинні вивішуватись на

робочих місцях або видаватись стропувальникам, кранівникам. Підйом вантажів на які не розроблені схеми стропування необхідно виконувати в присутності і під керуванням особи, що відповідає за безпечне переміщення вантажів. Стропувати вантажі довжиною $> 6\text{ м}$ необхідно в 2-х місцях.

Монтаж конструкцій виконуємо гусеничними кранами, які заздалегідь підібрали за вагою та розмірами конструкцій (розділі 6 «Технологія та організація будівництва) .

Монтаж колон та підкранових балок виконуємо гусеничним краном СКГ-30 з довжиною стріли $L_c=15\text{ м}$. Конструкції заздалегідь привозить колоновоз та балковоз 1-ПП-10 і тягач КрАЗ-2216. Конструкції попередньо розкладають. Колони монтують траверсою РЧ-455-69 за консоль. Для регулювання проектного положення використовують інвентарні клини.

Монтаж покриття виконуємо гусеничним краном МКГ-25, з довжиною стріли $L_c=17,5\text{ м}$. Конструкції привозять панелевозом УПЛ 2018, балковозом УПБ 1218. Монтаж панелі-оболонки та підкроквяні балки здійснюється з кузова. Конструкції монтують за допомогою траверси 1968Р-9 та 15946Р-11. Для регулювання положення конструкцій при монтажі використовують відтяжи.

Монтаж стінового огороження та фундаментних балок виконуємо гусеничним краном Э-125ВБ, з $L_c=15\text{ м}$ (для фонд.балок), $L_c=20\text{ м}$ (для стін. огороження) з попередньою розкладкою.

До монтажних робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання, атестування, які ознайомленні з правилами безпеки та мають посвідчення.

На монтажному майданчику встановлюється єдиний порядок обміну сигналами. Територію монтажної площадки виділяють попереджувачими та забороняючими знаками, табличками.

В місцях зберігання такелажної оснастки вивішують безпечні схеми строповки вантажів та конструкцій. Методи строповки елементів конструкції мають забезпечити її подачу до місця установки в положенні, близькому до проектного. Строповку конструкцій виконувати відповідно до проекту

виконання робіт. Перед підйомом та переміщенням конструкцій необхідно заспокоїти їх від розгойдування відтяжкою або дерев'яним брусом.

Всі працівники, що не мають відношення до виконання вантажопідйомних робіт, виводяться із небезпечної зони. Піднімати вантажі масою більше 3т, безпосередньо під керівництвом відповідального за безпечне переміщення вантажів.

Вантаж при переміщенні у просторі повинен проходити не ближче 0.5м по вертикалі і не ближче 1.0 м по горизонталі від об'єктів, що можуть зустрітись. У разі, якщо не можливо опустити вантаж, у зв'язку з пошкодженням вантажопідйомного механізму, небезпечну зону огородити, та вивісити застережливі знаки «Обережно! Небезпечна зона».

При виконанні вантажопідйомних робіт впроваджувати єдину систему подачі сигналів між керівниками та стропальниками.

Кранівник повинен виконувати команди тільки стропальника. При відсутності прямого бачення між кранівником та стропальником, назначають сигнальників із числа досвідчених стропальників. Піднімати вантаж плавно без ривків та розгойдувань. Спочатку підняти вантаж на висоту 300мм, потім перевірити гальма опустивши вантаж на 100мм. За допомогою відтяжок заспокоїти його від розгойдування, та подати сигнал на підйом.

Перед підйомом вантаж повинен бути підготовлений до підйому, а саме очищений від снігу, бруду, льоду.

Забороняється при роботі вантажопідйомного механізму:

- працювати вантажопідйомним механізмом, який є несправним, або має несправні прилади безпеки;
- піднімати вантаж засипаний, затиснутий, що примерз;
- піднімати вантаж з людьми;
- приймати вантажі, якщо позаду стропальника є перепад по висоті, або глуха стіна;
- виконувати навантажувально-розвантажувальні роботи в сніг, дощ, туман та при швидкості вітру більше 15 м/с.

Одночасне виконання монтажних робіт на різних поверхах допускається при наявності між ними надійних перекриттів. Забороняється виконувати любі роботи в одній секції де ведуться монтажні роботи. Всі монтажники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту: каскою, спец. одягом, спец. взуттям, рукавицями, монтажним або запобіжним поясом.

6.10 Вимоги безпеки при виконанні електрозварювальних робіт

До виконання електрозварювальних робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, передбачений вимогами НПАОП 0.00-1.16, спеціальну підготовку і перевірку теоретичних знань та практичних навичок із конкретних способів зварювання і визначених видів зварювальних робіт, склали екзамен атестаційній комісії та мають відповідне посвідчення. Електрозварники повинні мати групу з електробезпеки не нижче II. Працівники, які порушили вимоги електробезпеки або пожежної безпеки, повинні пройти позачергову перевірку знань.

Для захисту від ураження електричним струмом електрозварники відповідно до ГОСТ 12.1.013 повинні використовувати електрозахисні засоби: рукавички діелектричні, галоші, боти, килими згідно з НПАОП 40.1-1.07, НПАОП 45.2-3.01.

З'єднання зварювальних кабелів необхідно робити опресуванням чи зварюванням пайкою з наступною ізоляцією місць з'єднань.

Під час прокладання чи переміщення зварювальних проводів необхідно запобігати ушкодженню їх ізоляції і контакту з водою, маслами, сталевими канатами і гарячими трубопроводами. Відстань від зварювальних проводів до гарячих трубопроводів і балонів із киснем має бути не менше ніж 0,5 м, з горючими газами - не менше ніж 1 м.

На постійних місцях електрозварювальних робіт повинні бути встановлені захисні огорожі і знаки безпеки згідно з ГОСТ 23407, ГОСТ ССБТ 12.2.062, ГОСТ 12.4.026. Ширина проходів з кожної сторони робочого стола чи стелажа повинна бути не менше ніж 1 м. Робочі місця, де виконуються електрозварювальні роботи, проходи до них на висоті 1,3 м і більше та на відстані менше ніж 2 м від межі

перепаду по висоті, повинні бути захищені тимчасовими огорожами відповідно до ГОСТ 12.4.059. Під час зварювання в атмосфері вуглекислого газу огорожі не повинні доходити до підлоги на 300 мм. За неможливості встановлення цих огорож роботи на висоті необхідно виконувати з використанням запобіжних поясів згідно з ГОСТ 12.4.089 і страхувальних канатів згідно з ГОСТ 12.4.107.

Виконувати зварювальні роботи з приставних переносних драбин і драбинок забороняється.

Робочі місця зварювальників у приміщенні під час зварювання відкритою дугою повинні бути відгороджені від суміжних робочих місць і проходів негорючими та такими, що не пропускають світло, екранами (ширмами, щитами) висотою не менше ніж 1,8 м. Під час зварювання на відкритому повітрі огорожі необхідно ставити у випадку одночасної роботи декількох зварювальників поблизу один від одного та на ділянках інтенсивного руху людей.

Місця виконання зварювальних робіт повинні бути обладнані витяжною вентиляцією. Не допускається проведення зварювання, якщо місцева витяжна вентиляція не працює. Робота у замкнених або обмежених ємностях повинна виконуватися зварювальником за нарядом-допуском під контролем наглядача з кваліфікаційною групою з електробезпеки II і вище, який повинен перебувати ззовні. Зварювальник повинен користуватися запобіжним поясом зі страхувальним канатом, кінець якого знаходиться у наглядача.

6.11 Вимоги безпеки при виконанні покрівельних робіт

При зведенні промислової будівлі проектом передбачається зведення рулонної покрівлі з використанням сучасних покрівельних матеріалів «Техноеласт» методом наплавлення.

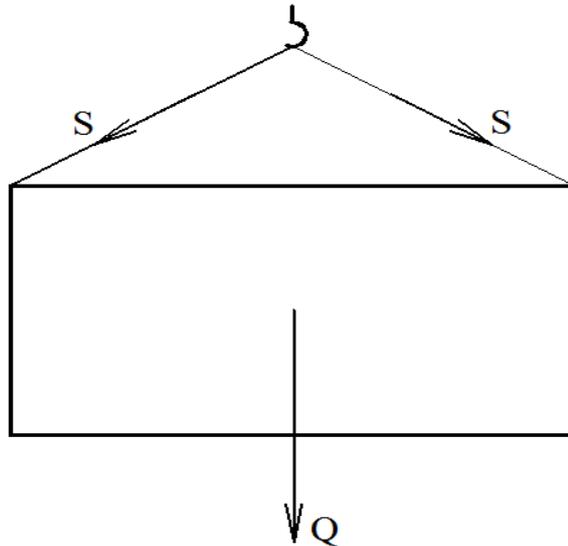
До покрівельних робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання, атестування, які ознайомлені з правилами безпеки та мають посвідчення, пройшли інструктажі та ознайомлені з правилами безпеки виконання покрівельних робіт. Покрівельні роботи виконують згідно з ПВР. Приступати до покрівельних робіт дозволяється тільки після огляду майстром або прорабом разом з бригадиром

робочих місць та огорожень. При роботі на покрівлі робочі повинні бути забезпечені спец. одягом, рукавицями, нековзаючим взуттям та запобіжними поясами. Не допускаються роботи на покрівлі в погану погоду (дощ, туман, гроза, вітер зі швидкістю більше 15 м/с) в зимовий час при ожеледиці, в снігопад.

При використанні устаткування для наплавки рулонних матеріалів дотримуватись вимог пожежної безпеки. В місцях використання робіт з використанням відкритого вогню в радіусі 5 м не повинно бути пожежонебезпечних матеріалів, та в 10м – вибухонебезпечних. На захватці виконання робіт забезпечити розташування первинних засобів пожежогасіння (ящик з піском, азбестове покривало, вогнегасники – 2шт, пожежний інвентар. При виконанні покрівельних робіт виконувати вимоги безпеки при виконанні робіт на висоті. Перепади висот, отвори повинні мати огороження. При виконанні робіт на краю покриття використовувати засоби страхування – монтажні пояси. Місце кріплення робочих розроблюється в ТК на виконання покрівельних робіт. Робочих забезпечити індивідуальними засобами захисту: спец. одягом, каскою, рукавицями, спец. взуттям, окулярами. Для підйому та спуску на покрівлю передбачити постійні або тимчасову сходи. Для подачі матеріалів використовувати піддони, тару. Схеми кріплення піддонів, тари, розробляються в ТК, та вивішуються в місцях виконання робіт. Тару періодично – 1 раз в 10 днів оглядати, перевіряти стан кріплень. По периметру будівлі встановити сигнальне огороження на відстані від будівлі – 3.5 м (згідно ДБН А.3.2-2-2009)

6.12 Розрахункова частина

Запроектувати строп для монтажу збірно-розбірної щитової опалубки



1) Визначаємо зусилля S , що виникають в гілках стропу під час монтажу опалубки

$$N = \frac{Q \cdot k_1 \cdot k_2}{n \cdot \cos \alpha} = 11,3 \text{ кН}$$

Де: Q – вага елемента щитової опалубки. $Q=12$ кН

k_1 – коеф. динамічних навантажень від дії сил інерції. $k_1= 1.2$

k_2 – коеф. не врахованих навантажень. $k_2= 1,1$

n – кількість гілок стропу = 2

α – кут нахилу гілок стропу $\alpha > 45^\circ$

2) Визначаємо розривне зусилля в гілках стропу з урахування умов експлуатації. $R= S \cdot k_3$

Де: k_3 - коеф. запасу міцності. При кріпленні елементі опалубки кроками стропу. $k_3=6$

$$\text{Тоді: } R=11.3 \cdot 6=67.9$$

Згідно ГОСТ 2688-80 вибираємо для стропу сталевий канат типу ЛКР 6·19=114, \varnothing 12 мм з розривним зусиллям 68,150 кН та маркувальною групою тимчасового опору розриву 1700 МПа.

Оскільки $68,15 > 67,9$ кН умови міцності задовольняються.

7.1. Загальні відомості

Робочий проект розробляється відповідно до законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», законом України «Про екологічну експертизу», у складі проекту розроблені матеріали з оцінки впливу проєктованого об'єкту на навколишнє середовище (ОВНС) згідно з ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проєктуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд».

Основними завданнями ОВНС є:

- загальна характеристика існуючого стану території району і майданчика (траси) будівництва або їх варіантів, де планується здійснити плановану діяльність;
- розгляд і оцінка екологічних, соціальних і техногенних факторів, санітарно-епідемічної ситуації конкурентно-можливих альтернатив (у тому числі технологічних і територіальних) планованої діяльності та обґрунтування переваг обраної альтернативи та варіанта розміщення;
- визначення переліку можливих екологічно небезпечних впливів (далі - впливів) і зон впливів планованої діяльності на навколишнє середовище за варіантами розміщення (якщо рекомендується подальший розгляд декількох);
- визначення масштабів та рівнів впливів планованої діяльності на навколишнє середовище;
- прогноз змін стану навколишнього середовища відповідно до переліку впливів;
- визначення комплексу заходів щодо попередження або обмеження небезпечних впливів планованої діяльності на навколишнє середовище, необхідних для дотримання вимог природоохоронного та санітарного законодавств і інших законодавчих та нормативних документів, які стосуються безпеки навколишнього середовища;

- визначення прийнятності очікуваних залишкових впливів на навколишнє середовище, що можуть бути за умови реалізації всіх передбачених заходів;
- складання Заяви про екологічні наслідки планованої діяльності.

7.2. Організація будівельного майданчика

Даний процес пов'язаний із виникненням ряду негативних впливів – утворення будівельного сміття та виїзд брудного автотранспорту; забруднення поверхневих стоків; ерозія ґрунту; змінення ландшафту; забруднення водою і т.д.

Для запобігання виникнення даних екологічних проблем необхідно передбачати такі заходи: обладнання виїздів з будівельного майданчика пунктами мийки коліс автотранспорту; установка бункерів-накопичувачів або організація спеціального майданчика для збору сміття, транспортування сміття за допомогою закритих лотків; вивезення сміття і зайвого ґрунту в місця, визначені Замовником. Організація очищення виробничих і побутових стоків; запобігання «випливу» підземних вод при бурових роботах і їх забруднення при роботах по штучному закріпленню слабких ґрунтів. Захист від розмиву при випуску води з будмайданчика; організація зрізання і складування ґрунтового шару; правильне планування тимчасових автодоріг і під'їзних шляхів.

7.3. Земляні роботи

Перед початком робіт, пов'язаних із розробкою котловану та інших земляних робіт в період будівництва об'єкта зрізають та складують у відведене для цього місце рослинний шар ґрунту, який потім використовується для рекультивації даної ділянки, а його залишки використовують для бідних земель.

При будівництві передбачено використання транспортно-монтажної техніки, яка виділяє в атмосферу незначну кількість шкідливих газів.

Для проїзду транспорту в період розробки котловану та подальшого будівництва об'єкту передбачено влаштування тимчасових засобів і

технологічного устаткування. Під час будівництва передбачено влаштування тимчасових доріг шириною 3,5 та 6 м (для одностороннього та двостороннього руху автотранспорту відповідно) для запобігання пошкодження рослинного шару.

Під час будівництва тимчасові транспортні шляхи, для руху транспорту та переміщення технологічних вантажів, необхідно підтримувати в гарному технічному стані, а для запобігання здіймання пилу в суху погоду передбачено періодичне зволоження водою з хімічними добавками (взимку) з розрахунку 1,5-2 л/м².

7.4. Транспортні роботи

Даний вид робіт включає в себе також вантажно-розвантажувальні роботи, роботу компресорів, відбійних молотків і ін. будівельного обладнання). Даний вид робіт пов'язаний з виникненням ряду негативних впливів - забруднення атмосферного повітря, забруднення ґрунту, ґрунтових вод, шумове забруднення від працюючого обладнання.

Для запобігання виникнення даних екологічних проблем необхідно передбачати такі заходи: забезпечення місць проведення навантажувально-розвантажувальних робіт пилоподібних матеріалів (цемент, вапно, гіпс) пиловловлюючими пристроями, обладнання автотранспорту, що перевозить сипучі вантажі, знімними тентами, забезпечення шумозахисні екранами місць розміщення будівельного обладнання (при будівництві поблизу житлових будинків і т.п.

7.5. Кам'яні та бетонні роботи

Даний вид робіт пов'язаний з виникненням негативних впливів - утворенням відходів і можливість запылення повітря, вібраційні і шумові навантаження.

Для запобігання даних проблем необхідно передбачати такі заходи: обробка природних каменів в спеціально виділених місцях на території будівельного майданчика; забезпечення місць проведення робіт

пиловловлюючими пристроями, застосування віброустройства, які відповідають стандартам, а також вібро- і шумозахисних пристроїв і т.д.

7.6. Забруднення вихлопними газами

Особливістю даного проекту є наявність та скупчення великої кількості автотранспорту в одному місці, тому треба прийняти заходи по зниженню забруднення атмосфери вихлопними газами від двигунів внутрішнього згорання.

При використанні в ДВЗ етилованих бензинів з вихлопними газами в атмосферу викидаються сполуки свинцю.

Автомобільні двигуни працюють при будівництві будівель і споруд на дизельному паливі.

Таблиця 7.1 - Основні машини та механізми

№ п/п	Найменування машин	Кількість машин, шт.	Вид палива	Кількість палива на 1 км, 1 год.
1	Кран	1	ДТ	1
2	Екскаватор одноковшевий на гусеничному ході	1	ДТ	1,2
3	Бульдозер на гусеничному ході	1	ДТ	1,2
4	Автосамоскид	5	ДТ	1
5	Автомобілі вантажні для транспортування будівельних матеріалів і конструкцій	2	ДТ	0,5
6	Легкові автомобілі	1	АІ-95	0,2

При роботі автомобільного транспорту з вихлопними газами викидаються забруднюючі речовини, наведені в табл. 7.2.

Таблиця 7.2- Забруднюючі речовини

Вид палива	Забруднюючі речовини				
	CO	SO ₂	NO _x	C _n H _m	-
Бензин	CO	SO ₂	NO _x	C _n H _m	-
ДТ	CO	SO ₂	NO _x	C _n H _m	сажа
Газ	CO	-	NO _x	-	-

Розрахунки річних викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом необхідні для здійснення державного або муніципального обліку

викидів з метою вилучення платежів за забруднення ОС і розробки заходів щодо їх зниження.

Зниження вмісту шкідливих речовин у викидах ДВЗ забезпечено за рахунок застосування домішок до пального – метанолу, водню, скрапленого газу та емульсій.

Розрахунок ведеться згідно з «Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів» наказ від 13 листопада 2008 року №452.

В основу методики розрахунку викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом закладена середня питома викиду з автомобілів окремих груп (вантажні, автобуси, легкові). При цьому викид шкідливих речовин коригується в залежності від технічного стану автомобілів, їх середнього віку, впливу природно-кліматичних умов.

Маса викинутого за розрахунковий період i - того шкідливої речовини (M_i) в тоннах при наявності в групі автомобілів з різними типами двигунів внутрішнього згорання (бензиновими і дизельними, газовими та ін.) визначається за формулою:

$$M_i = \sum m_i r_i n_i R_i 10^{-6} \quad (7.1)$$

Де: m_i - питомай викид шкідливої речовини автомобілем за розрахунковий період (включає в себе викид з урахуванням випаровування палива), г/км;

r_i - пробіг автомобіля за розрахунковий період, км;

n_i - коефіцієнт впливу середнього віку парку на викид шкідливої речовини автомобілем;

R_i - коефіцієнт впливу технічного стану автомобіля на викид шкідливих речовин.

Питомі викиди шкідливих речовин (оксиду вуглецю, вуглеводнів, оксиду азоту) для всіх груп автомобілів і коефіцієнти впливу факторів на викиди шкідливих речовин автомобілем прийняті постійними і наведені в табл. 7.3

Табл. 7.3 - Значення питомих викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом і коефіцієнтів впливу факторів

Групи автомобілів	Питомий викид шкідливих речовин, г/км			Коефіцієнт впливу	
	оксид вуглецю	вуглеводні	оксид азоту	середній вік парку	рівень технічного стану
Вантажні та спеціальні вантажні дизельні	15,0	6,4	8,5	1,33	1,80
Службові легкові та спеціальні	17,7	1,93	2,47	1,28	1,63

Табл. 7.4 - Вихідні дані для розрахунків викидів шкідливих речовин

Автомобілі з двигунами внутрішнього згоряння	Кількість, шт.	Пробіг, км/зм
Вантажні	7	30
Легкові	5	5

Розрахувати викиди шкідливих речовин автомобільним транспортом на будівельному майданчику, забезпечених нафтопродуктами за даними, наведеними в табл. 7.4.

Викиди шкідливих речовин розраховуються за формулою (10.1) і складають:

Оксиди вуглецю:

$$M_{CO} = [(7 \cdot 15 \cdot 30 \cdot 1,33 \cdot 1,8) + (5 \cdot 17,7 \cdot 5 \cdot 1,28 \cdot 1,63)] \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 365 = 6,179 \text{ т/рік}$$

Вуглеводні:

$$M_{CH} = [(7 \cdot 6,4 \cdot 30 \cdot 1,33 \cdot 1,8) + (5 \cdot 1,93 \cdot 5 \cdot 1,28 \cdot 1,63)] \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 365 = 2,422 \text{ т/рік}$$

Оксиди азоту:

$$M_{NO_2} = [(7 \cdot 8,5 \cdot 30 \cdot 1,33 \cdot 1,8) + (5 \cdot 2,47 \cdot 5 \cdot 1,28 \cdot 1,63)] \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 365 = 3,138 \text{ т/рік}$$

Загальний річний викид шкідливих речовин складає:

$$M_{\text{заг.}} = 6,179 + 2,422 + 3,138 = 11,739 \text{ т/рік}$$

7.7. Зварювальні роботи

Під час будівництва значний об'єм займають зварювальні роботи. При роботі зварювальних приладів відбувається велике тепловиділення, пиловиділення та газовиділення.

Найбільш шкідливими з газів, що виділяються під час зварювальних робіт є оксид азоту, оксид вуглецю, фтористий водень.

Основними компонентами пилу при цих процесах є окис заліза, марганцю та кремнію (41%, 18% та 6% відповідно). Середня концентрація пилу досягає 7-16 мг/м³ (при ГДК=4мг/м³). Концентрація СО досягає до 40 мг/м³ (при ГДК =20мг/м³), а фтористого водню 1,7 мг/м³ (при ГДК = 1мг/м³).

При роботі на відкритому майданчику значення концентрації шкідливих речовин при веденні зварювальних робіт знаходиться в межах ГДК.

Впливи при будівництві носять тимчасовий характер і не прчиняють суттєвого погіршення навколишнього середовища.

7.8. Рекультивація земель

Одним з заходів з охорони навколишнього середовища є рекультивація земель. Рекультивація – комплекс робіт з відновлення продуктивності і цінності зруйнованих земель і покращенню навколишнього середовища, які дають змогу подальшого їх використання. Вихідними даними для розробки проекту рекультивації являються:

- акт вибору майданчика будівництва;
- технічні умови на рекультивацію, видані земельними органами, які визначають умови приведення земель в належний для подальшого використання родючого шару стан, товщину шару, який знімається, способи зняття, зберігання;
- схема ділянки.

Будівельним генеральним планом розроблено міри і межі будівельного майданчика, які повинні виконуватися для запобігання руйнування ґрунту на прилеглих територіях.

Природний шар ґрунту до початку основних земляних робіт повинен бути знятий.

По даним матеріалів інженерних вишукувань родючий шар залягає на майданчику шаром і зрізується на глибину 0,5 м бульдозером, потім переміщується на тимчасове збереження в валки, на вільну територію. При знятті, складуванні і зберіганні природного шару ґрунту прийнято міри, які виключають погіршення його якостей.

Частина рослинного шару ґрунту використовується для подальшого озеленення майданчику, зайвий ґрунт вивозиться.

7.9. Вивезення будівельного сміття та озеленення території

Будівельне сміття збирається у спеціально відведене для цього місце й вивозиться у закритих контейнерах. Будівельне сміття з верхніх поверхів будівлі скидають у відкриті лотки або опускають краном у баддях після кожного робочого дня.

По мірі заповнення сміттєвих контейнерів передбачено забезпечення вивозу автомобільним транспортом на організовані міські звалища або на підприємства, які спеціалізуються на переробці вторинних ресурсів.

Бажано перед вивозом розсортовувати сміття для подальшої переробки чи вторинного використання .

Після завершення будівництва на території об'єкту виконуються планувальні роботи, ліквідуються непотрібні виїмки та насипи. Ґрунт в відвалі вивозиться з буд майданчику автотранспортом. Прибирається будівельне сміття, виконується благоустрій та озеленення території.

7.10. Благоустрій території

Озеленення території, яка забудовується, несе не тільки естетичну функцію, але і важливу роль в покращенні мікроклімату, в очищенні повітря від пилу і різних шкідливих речовин, в збагаченні повітря киснем і зниженні вмісту в ньому вуглекислого газу, зменшенні впливу інсоляції. Деревя та трав'янисті рослини поглинають в середньому до 50% пилу літом і до 37% зимою.

Зелені насадження поглинають гази, які містяться в атмосфері. При цьому погіршується стан рослин, процеси фотосинтезу, що залежить від індивідуальних здатностей рослин, їх стійкості до фіто токсикантів, якими являються різні забруднення в атмосфері.

Окрім видалення компонентів, які забруднюють повітря дерева і кущі володіють якостями, які покращують іонний склад повітря, збільшувати в ньому вміст легких іонів з від'ємним зарядом. Зелені насадження впливають на зниження температури в літній період на 2 – 4 °С нижче температури стін, доріг, будов. Лісові насадження значно знижують міські шуми.

Дороги, алеї, тропи трасовано з мінімальними ухилами у відповідності з напрямками основних шляхів руху працівників. Ширину доріжок прийнято кратною 0,75 м (ширина полоси руху однієї людини).

Покриття площадок, дорожньої мережі рекомендується застосовувати з плитки, щебеню і інших міцних мінеральних матеріалів.

7.11. Охорона навколишнього середовища при будівництві

Проектом передбачено заходи по змінінню і покращенню природних умов, також передбачається максимальне збереження ґрунту і насаджень дерев, виконання мінімального обсягу земляних робіт, планування проїздів і тротуарів у відповідності з вимогами безпечного руху транспорту і пішоходів, підготовку території під забудову з наданням їй потрібних ухилів.

При виконанні будівельно-монтажних робіт передбачено дотримання наступних вимог:

- сипучі і пилюваті матеріали зберігати в закритих ємкостях;
- не дозволяється забруднення ґрунту ГСМ, красками, розчинниками;
- машини, що працюють на майданчику з двигунами внутрішнього згоряння повинні бути перевірені на токсичність вихлопних газів;
- відходи і сміття грузити на автотранспорт і вивозити на звалище.

Для видалення поверхневих вод з покрівлі, запроектована система зовнішнього водостоку.

Утилізація всіх видів відходів здійснюється централізовано. Довготривале зберігання їх на території об'єкту не передбачається, що значно знижує можливість забруднення підземних вод.

Поверхнєве стікання з проїздів і площадки для тимчасового паркування автомобілів відводиться по лоткам запроектованих проїзних частин в лотки існуючих проїзних частин внутрішніх проїздів і далі в міський водостік.

Для під'їзду транспорту в період цих робіт передбачено встановлення тимчасових під'їзних доріг. При цьому при проектуванні буде уникнене бездоріжнє переміщення транспортних засобів і технологічного устаткування, тому що це пов'язано з істотним негативним впливом на ґрунтовий шар.

Усі канали, що споруджуються, після розміщення в них необхідного устаткування, підлягають засипанню землею. Автодороги, що використовувалися в період будівництва для руху транспорту, варто підтримувати в гарному стані, а у суху погоду періодично зволожувати водою.

Після завершення будівництва з території вивозять все будівельне сміття, що залишилося, покриття тимчасових доріг, стоянок машин і механізмів, тимчасові будинки і спорудження

Необхідно контролювати виконання всього комплексу заходів по збереженню та не допусканню забруднення навколишнього середовища на стадії проектування, в процесі будівництва та при експлуатації.

При дотриманні всіх згаданих вище заходів щодо захисту атмосфери, підземних вод і ґрунтового шару, екологічна обстановка в районі розташування будівництва, що проектується, не буде порушена і шкідливого впливу на навколишнє середовище відчуватися не буде.

8.1 ХІМІЧНА ДЕСТРУКЦІЯ БЕТОННОЇ МАТРИЦІ ТА МЕХАНІЗМИ ЗАХИСТУ

Хімічна деструкція цементного каменю та залізобетонних конструкцій індукується впливом агресивних рідких, газоподібних або дисперсних середовищ. Серед них найбільш інтенсивний корозійний вплив та найбільше поширення мають процеси, що протікають у рідких фазах.

За механізмом хімічної взаємодії іонів агресивного середовища з поровим електролітом цементного каменю процеси корозії класифікуються на дві основні групи:

Корозія I типу (вилуговування): це обмінні реакції, які призводять до формування високорозчинних сполук або аморфних, незв'язаних гідроксидів.

- Небезпечні катіони взаємодіють з гідроксильними іонами та кальцієм порового розчину. Це спричиняє різке зниження лужності, що є критичним для стабільності цементного каменю.
- Зниження рН каталізує гідроліз ключових гідратованих фаз (наприклад, кальцієвмісних гідросилікатів), викликаючи декальцифікацію і, як наслідок, втрату міцності матриці.

Корозія II типу (Кристалізація/Розширення): реакції, які супроводжуються утворенням важкорозчинних, добре закристалізованих вторинних солей.

- Особливе значення мають реакції із сульфат-іонами, які у присутності портландіту та трикальційалюмінату призводять до формування етtringіту (сульфоалюмінату кальцію) або гіпсу. Ці сполуки мають значно більший об'єм, що створює внутрішню напругу, викликаючи розтріскування бетону.
- Агресивність розчинів, що містять сульфати у поєднанні з полівалентними катіонами, є співставною з дією сірчаної кислоти.

Класифікація механізмів хімічної деструкції традиційно здійснюється за природою агресивного середовища або за домінуючим механізмом впливу на будівельний матеріал.

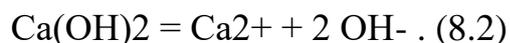
8.1.1. Корозія I типу: механізм вилуговування

До першого виду хімічної корозії бетону та залізобетонних конструкцій (згідно з класифікацією В. М. Москвіна) належить корозія вилуговування. Цей процес індукується контактом цементного каменю з слабкомінералізованими водами (водами низької жорсткості).

До об'єктів, найбільш схильних до цієї деструкції, належать гідротехнічні споруди: греблі, резервуари, трубопроводи, а також елементи портової інфраструктури (причальні стінки, палі).

Механізм вилуговування зумовлений фізико-хімічним розчиненням продуктів гідратації цементу. Вплив вод з малою жорсткістю призводить до цього розчинення, а у конструкціях, що працюють під гідростатичним тиском (в умовах фільтрації), спостерігається інтенсивне винесення розчинених компонентів потоком води, що проходить крізь пори.

Ключовий момент полягає у тому, що за відсутності фільтрації гідратні сполуки цементного каменю перебувають у стані рівноваги з гідроксидом кальцію. Його розчинність є відносно високою (1,2 г/л у перерахунку на CaO). Проте, фільтрація агресивної води спричиняє першочергове вилуговування, що, у свою чергу, запускає східчасте розчинення всіх інших гідратних сполук цементного каменю відповідно до хімічних схем (8.1) та (8.2).



Агресивність водного середовища, згідно з чинними нормативними документами, корелює зі зростанням концентрації бікарбонат-іонів. При концентрації рівній або меншій за 1,05 ммоль/л, вода класифікується як слабоагресивна для бетону з класом водонепроникності W 4; для бетону класу W6 середовище вважається неагресивним.

Стабільність основних компонентів цементного каменю є функцією їх контакту з поровою рідиною, в якій підтримується необхідна концентрація гідроксиду кальцію. При інтенсивному омиванні або фільтрації води під тиском відбувається процес вилуговування.

Деструктивний механізм полягає в першочерговому розчиненні високоосновних сполук, які вивільняють $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Унаслідок цього знижується концентрація гідроксиду кальцію у рідкій фазі, що спричиняє падіння показника рН. Коли величина рН опускається нижче критичного значення 10,17, починається розчинення менш основних гідратних сполук цементу, включно з основними гідросилікатами кальцію.

Швидкість корозії вилуговування залежить не лише від швидкості розчинення складових матриці, але й від хімічного складу води. Особливе значення має присутність вугільної кислоти та бікарбонату кальцію. Води з підвищеним вмістом карбонатів можуть сприяти карбонізації в капілярах, що підвищує щільність бетону та знижує швидкість фільтрації. Проте, в інших випадках агресивні води розчиняють не лише гідратні фази цементу, але й вже утворений карбонат кальцію.

Захист бетону від вилуговування реалізується через комбінацію конструктивних та матеріалознавчих заходів:

- а) Модифікація в'язучого: Застосування пуцоланового цементу або цементу з додаванням активного кремнезему.
- б) Оптимізація складу: Забезпечення низького водоцементного відношення (В/Ц).
- в) Підвищення щільності: Інтенсивне ущільнення бетонної суміші для досягнення високого класу водонепроникності (W4–W8).
- г) Бар'єрний захист: Застосування зовнішніх гідроізоляційних систем.

1.18.2. Корозія II Типу: Взаємодія з кислотами, лугами та солями

Другий вид корозії характеризується впливом на бетонну матрицю розчинів кислот, лугів та магнезіальних солей.

Найбільш інтенсивною та розповсюдженою є кислотна корозія, яка відбувається під дією як мінеральних кислот, так і органічних кислот (зокрема, оцтової, мурашиної, масляної та щавлевої). Ці процеси є типовими для середовищ підприємств хімічної та харчової промисловості, а також для зон контакту зі специфічними стічними водами.

Основним кількісним показником, що визначає агресивність цих середовищ, є значення рН — від'ємний логарифм концентрації іонів водню ($\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$).

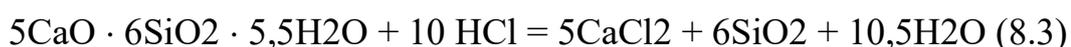
– нейтральне середовище – $\text{pH} = 7$, $[\text{H}^+] = 10^{-7}$ г-моль H^+ /л;

– кисле середовище – $\text{pH} = 1$, $[\text{H}^+] = 10^{-1}$ г-моль H^+ /л;

– лужне середовище – $\text{pH} = 12$, $[\text{H}^+] = 10^{-12}$ г-моль H^+ /л.

8.1.2. Загальнокислотна корозія бетону

Корозія в мінеральних кислотах. Деструкція бетону під впливом мінеральних кислот відбувається внаслідок формування легкорозчинних солей, що призводить до швидкої ерозії цементної матриці. Наприклад, реакція гідросилікату кальцію із соляною кислотою ілюструється схемою нейтралізації (8.3), що призводить до утворення високорозчинного хлориду кальцію та силікатного гелю:



Термодинамічна стійкість. Жоден із традиційних видів цементу не демонструє стійкості до кислих середовищ при $\text{pH} < 4$. Бетони, що експлуатуються у водних середовищах із $\text{pH} < 6,5$, є термодинамічно нестійкими, хоча їхня опірність є диференційованою. Зокрема, трикальційалюмінат виявляє нижчу кислотостійкість, ніж гідратовані силікати.

Особливі випадки. Фосфорна кислота є менш агресивною завдяки утворенню важкорозчинного фосфату кальцію, що пасивує поверхню. Проте, при підвищенні концентрації (понад 5%) швидкість деструкції зростає.

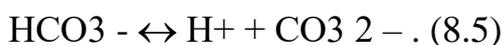
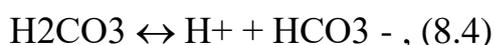
Кінетика процесу. Швидкість кислотної корозії лімітується швидкістю підведення агресивного реагенту та площею контакту. Продукти реакції (солі) є переважно розчинними і постійно виносяться зовнішнім потоком, що перешкоджає формуванню захисного шару.

Вуглекислотна Корозія. Вуглекислотна корозія є окремим різновидом корозії II типу, агресивність якої визначається вмістом у воді вільного (агресивного) вуглекислого газу.

Критерії агресивності:

- 10–40 мг/л: Слабоагресивне середовище (для W4).
- > 40 мг/л: Середньої агресивності середовище (для W4), але неагресивне для бетону W8.

У водному розчині вугільна кислота дисоціює, формуючи іони водню, за двома послідовними етапами:



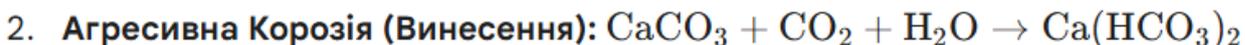
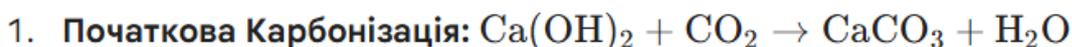
Частина вугільної кислоти, що утворюється шляхом розчинення CO₂, класифікується як вільна вугільна кислота. У природних водних об'єктах її концентрація, як правило, не перевищує 150 мг/л.

Ключові фактори агресивності. Характер корозійного впливу водного середовища, що містить H₂CO₃, залежить від:

- Концентрації розчиненої вугільної кислоти.
- Вмісту іонів кальцію та бікарбонат-іонів.
- Умов гідродинамічного омивання конструкції.
- Фізико-механічних властивостей бетону.

Якщо бетонна поверхня вже була частково карбонізована, корозія проявляється у розчиненні карбонатної захисної плівки на поверхні, що має бути описано схемою (8.6).

Хімізм корозії вільним CO₂. Висока агресивність вільного CO₂ пояснюється його здатністю перетворювати відносно малорозчинні кальцієві сполуки на високорозчинний бікарбонат кальцію, що забезпечує постійне вилуговування кальцію з матриці:



Це кінцевий продукт, бікарбонат кальцію, є високорозчинним, і саме його утворення робить вільний CO₂ агресивним реагентом, оскільки він забезпечує винесення кальцію з бетону.



Вплив рівноваги та гідродинаміки. Хімічна рівновага у системі "бетон—вуглекислотна вода" може бути досягнута лише за відповідних умов. Однак, якщо водне середовище, що містить вільну вугільну кислоту, перебуває у русі відносно бетону, вкритого карбонатною плівкою, і концентрації Ca²⁺ та HCO₃⁻ не зростають, карбонатна плівка розчиняється безперешкодно. Це підтверджує, що вугільна кислота є агресивним агентом не лише для бетону, але й для металів арматури.

Утворення карбонату. Якщо вміст вугільної кислоти у воді перевищує рівноважний, у порах цементного каменю не утворюється CaCO₃ шляхом реакції з вапном. CaCO₃ може сформуватися тільки за концентрації кислоти, нижчої за рівноважну.

Кінетичний вплив. При високій швидкості руху вод рівновага між рідкою та твердою фазами не встановлюється, і корозія розвивається до повного руйнування, сповільнюючись лише за рахунок зменшення площі контакту.

Специфіка руйнування при фільтрації (зональний механізм). Фільтрація води, що містить вуглекислоту, крізь тіло бетону, демонструє специфічний зональний характер руйнування:

1. Зона руйнування: фільтрувальна вода розчиняє CaCO₃ за допомогою кислоти. Цементний камінь насичується бікарбонатом.
2. Зона ущільнення. Гідроксид кальцію з цементного каменю реагує з бікарбонатом, утворюючи важкорозчинний карбонат кальцію. Цей вторинний CaCO₃ заповнює мікротріщини та капіляри, ущільнюючи структуру бетону.

3. Зона вилуговування (І типу). Вода, позбавлена агресивної кислоти, в наступній зоні вилуговує складові частини бетону, і процес корозії відбувається за механізмом корозії першого виду.

8.1.3 Заходи попередження агресії

Протидія вуглекислотній корозії. Для запобігання руйнуванню під впливом вуглекислотної агресії найбільш ефективним є використання глиноземистого цементу. Пуцолановий цемент виявляє меншу стійкість, а звичайний портландцемент руйнується швидше. Істотно підвищує стійкість також введення до складу портландцементу 25% тонкомеленого вапняку.

Захист від солей-коагулянтів. Оскільки в розчинах коагулянтів при $\text{pH} < 4$ застосування бетонів на звичайному портландцементі, навіть із захистом, є недоцільним, використовують кислотостійкі цементи. Вони базуються на рідкому склі та кремнієфтористому натрію з додаванням кислототривкого наповнювача (наприклад, діабазу, андезитового порошку або меленого піску).

8.1.4. Корозія в середовищі органічних кислот

Органогенна корозія спостерігається у спорудах, що контактують з кислими стічними водами, які містять органічні кислоти. Ці процеси характерні для сільськогосподарських підприємств та об'єктів харчової промисловості, а також для конструкцій, що контактують із біологічно активним середовищем.

Механізм впливу. Агресивність органічних кислот корелює з їхньою відносною молекулярною масою — чим вища маса, тим більша руйнівна дія:

- Низькомолекулярні кислоти: молочна, масляна, оцтова, винна, яблучна, щавлева тощо.
- Високомолекулярні кислоти (жирні кислоти): олеїнова, стеаринова, пальмітинова тощо.

Особлива небезпека. Для бетонів найбільш небезпечними є жири та рослинні олії. При взаємодії з водою вони піддаються гідролізу, унаслідок чого утворюються гліцерин і жирні кислоти, які й спричиняють деструкцію бетону

8.1.5. Стійкість до органічних кислот та специфічні механізми

Розчини органічних кислот спричиняють деструкцію звичайного портландцементу, а також пуцоланових і шлакопортландцементів. Глиноземистий цемент зберігає стійкість лише до порогу $\text{pH} = 4$.

Специфічні ефекти. Слабкі розчини винної кислоти не викликають помітних руйнувань. Розчини щавлевої кислоти мають незначний корозійний вплив, оскільки утворюють на поверхні та у порах бетону нерозчинний оксалат кальцію, який виконує функцію пасивувальної плівки.

Вплив молекулярної маси. Органічні кислоти з високими відносними молекулярними масами демонструють виражену агресивну дію, сила якої збільшується зі зростанням M_r . Дія цих кислот спричиняє значне зниження pH цементного каменю (наприклад, бензойна кислота знижує pH порової рідини до 11,95, малеїнова — до 9,5).

8.1.6. Вплив олій, жирів та інших сполук

Вуглеводневі сполуки. Органічні сполуки типу нафти, масел для опалювання та нафтових дистилятів, як правило, не справляють помітного впливу на затверділий бетон, оскільки їхні компоненти не взаємодіють хімічно зі складовими цементного каменю. Проте, легкі мінеральні олії здатні вільно проникати у бетонну матрицю.

Жири та рослинні олії. Агресивність рослинних і тваринних олій визначається їхньою в'язкістю, що характеризує ступінь їхнього проникання. Вони шкідливі через наявність вільних органічних кислот, вміст яких залежить від процесів окислювання. Гліцериди та інші складні ефіри гідролізуються в контакті з цементним каменем, розпадаючись на спирт та кислотні компоненти, які утворюють із гідроксидом кальцію відповідні кальцієві солі (мила).

Особливо агресивні. Олії типу кокосової, лляної, маслинової, пальмової, тунгової, бавовняної, а також рибний жир є агресивними при постійному контакті. З ацетатів сильний вплив має ацетат амонію. Також агресивними вважаються фенол, крезол та подібні органічні сполуки.

8.1.7. Узагальнені рекомендації щодо захисту

Оскільки рН стічних і природних ґрунтових вод, що контактують зі спорудами, часто є значно нижчим за 4, необхідно застосовувати більш водостійкі й безусадкові склади бетонів.

Рекомендовані матеріали. Бетони на основі рідкого скла, кремнієфтористого натрію і кислотостійких заповнювачів є досить стійкими до дії концентрованих кислот і гарячої фосфорної. Корозійна стійкість бетону зростає зі збільшенням концентрації кислот та температури середовища.

8.1.8. Корозія у розчинах солей (магнезіальна корозія)

Магнезіальна корозія цементного каменю характеризується специфічним хімізмом. В основі цього деструктивного процесу лежать реакції обміну між солями магнію та гідроксидом кальцію, що міститься у цементній матриці:



Механізм та кінетика. У результаті обох реакцій утворюється важкорозчинний гідроксид магнію, а також відбувається зниження рН порової рідини до рівня 10. Цей рівень рН створює сприятливі умови для подальшої деградації цементного каменю.

Витрата $\text{Ca}(\text{OH})_2$. При концентрації MgSO_4 на рівні 0,26% увесь гідроксид кальцію може бути повністю витрачений. Експериментально встановлено, що чим більше агресивного розчину припадає на одиницю маси цементного каменю, тим за нижчої критичної концентрації MgSO_4 відбувається повне зникнення $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Комбінована агресія (MgSO_4): Під впливом MgSO_4 накладається агресія іонів Mg^{2+} (обмінні реакції та утворення $\text{Mg}(\text{OH})_2$ у поверхневих шарах) та сульфат-іонів. У внутрішніх шарах одночасно розвивається сульфоалюмінатна (еттрингітна) або гіпсова корозія.

Вплив концентрації $MgCl_2$

Концентрація	Характер реакції	Результат
Низька (1–2% $MgCl_2$)	Реакційна ємність порівняно невелика; реакція здійснюється на зовнішній поверхні.	Утворюється пухкий шар $Mg(OH)_2$, що не перешкоджає дифузії $Ca(OH)_2$. Зниження лужності у внутрішніх шарах спричиняє розвиток корозії вилогоування (I типу). Введення активних мінеральних домішок підвищує стійкість.
Висока (> 5% $MgCl_2$)	Реакційна ємність системи настільки значна, що надходження $Ca(OH)_2$ із глибинних шарів недостатньо для своєчасної нейтралізації.	Іони M^{2+} дифундують углиб бетону та руйнують усі гідратні новоутворення цементного каменю.

8.1.9. Захист від магнезійної корозії

Ефективна протидія магнезійній корозії вимагає забезпечення максимальної щільності бетонної конструкції. За умов дуже високих концентрацій агресивних солей необхідне додаткове захисне покриття (обмазувальна ізоляція):

- Слабкий ступінь агресії. Застосування бітумних або бітумно-латексних складів.
- Середній ступінь агресії. Використання асфальтобетонної обмазки або мастик на основі епоксидних смол.

Ізоляційні методи. Також використовується обклеювальна ізоляція рулонними матеріалами (руберойд, гідроізол, ізол, брізол) у поєднанні з притискною стінкою зі штучних каменів (цегла, плитка, шлакоситал, кам'яне литво) або хімічно стійкими плівковими матеріалами (поліетилен, ізобутилен, полівінілхлорид).

Нормативна база. Оцінка ступеня агресивності кислих і магнезіальних розчинів та вибір протикорозійного захисту регламентується нормативом СНиП 2.03.11-85.

8.1.10. Корозія у лужних середовищах

Механізм та агресивність. Розчини лугів становлять небезпеку для бетону при концентрації, що перевищує 50 г/л. Під їхньою дією розчинність гідроксиду кальцію ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) значно знижується. Водночас різко зростає розчинність кремнезему (SiO_2) та полуторних оксидів, що входять до складу цементного каменю.

Агресивність. Найбільш агресивно на бетон діють розчини NaOH , за ними слідують розчини KOH , аміаку та Na_2CO_3 .

Заходи захисту. Найбільшу стійкість до розчинів лугів демонструють бетони на пуцоланових і шлакопортландцементях. При виборі складу бетонів для таких середовищ необхідно приділяти особливу увагу вибору заповнювачів: за високих концентрацій лугів найбільш ефективними є щільні карбонатні породи.

8.2 КОРОЗІЯ БЕТОНУ ТРЕТЬОГО ВИДУ (ЕКСПАНСИВНА)

Механізм напружень. Механізм корозії третього виду (експансивної корозії) обумовлений виникненням внутрішніх напружень у бетонній матриці. Ці напруження генеруються внаслідок накопичення важкорозчинних солей у порах і капілярах.

Даний процес є результатом:

- Кристалізації продуктів хімічних реакцій (утворення нових фаз).
- Кристалізації солей, поглинених безпосередньо з агресивних розчинів.

Найбільш поширеною корозією цього виду є сульфатна корозія.

8.2.1. Сульфатна корозія бетону

Сульфат-іони, присутні у водному середовищі, можуть не лише підвищувати розчинність компонентів цементного каменю, але й ініціювати обмінні реакції. Ці реакції супроводжуються випаданням в осад кристалічних продуктів:

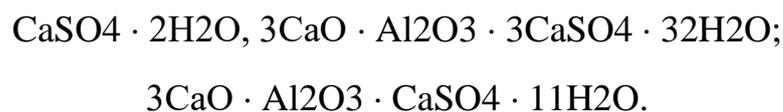
1. Гіпсу.
2. Гідросульфоалюмінату кальцію (ГСАК), або етtringіту.

Експансивний ефект. Накопичення цих продуктів у порах сприяє виникненню внутрішніх напружень та руйнуванню бетону. Кристалізація етtringіту супроводжується збільшенням об'єму приблизно у 4,76 разів, що спричиняє макроскопічну деструкцію.

Чинники впливу. Зовнішні ознаки та швидкість протікання сульфатної корозії визначаються:

- Концентрацією сульфат-іонів.
- Видом катіону.
- Хімічним і мінералогічним складом в'язучого.

У порах бетону можуть утворюватися три основні сполуки:



8.2.2. Термодинамічні умови утворення сполук

Можливість появи продуктів сульфатної корозії визначається термодинамічними умовами, що виникають під час змішування рідкого агресивного середовища (з сульфат-іонами) і порового електроліту цементного каменю.

Згідно з термодинамічними розрахунками:

- **Етtringіт** ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ або $\text{C}_6\text{A}\bar{\text{S}}_3\text{H}_{32}$) можливий при $\text{pH} > 10$ та низькій концентрації сульфат-іонів.
- **Моносульфат** ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$ або $\text{C}_4\text{A}\bar{\text{S}}\text{H}_{11}$) можливий при $\text{pH} = 12,5$ та дефіциті сульфат-іонів.

Внаслідок цих вузьких умов обидві сполуки практично не фіксуються у складі кінцевих продуктів сульфатної корозії. Експериментально доведено, що гідросульфоалюмінат кальцію (ГСАК) частіше утворюється за концентрації сульфат-іонів у межах 1000–1500 мг/л, що відповідає насиченим розчинам гіпсу.

8.2.3. Деструктивний механізм та кінетика

Механізм руйнування цементного каменю під дією сульфатів полягає у тому, що накопичення твердої фази в обмеженому поровому просторі завжди викликає напруження розриву у стінках пор, незалежно від типу кристалічних ґрат чи зміни об'єму системи.

Вплив катіону на кристалізацію гіпсу. Вид катіону впливає на мінімальну концентрацію сульфатів, необхідну для кристалізації гіпсу: для Na_2SO_4 ця концентрація складає 1980 мг/л, а для MgSO_4 – 1800 мг/л.

Порогова концентрація. Якщо концентрація сульфатів у розчині менше 0,18%, гіпс не кристалізується, і ГСАК залишається єдиною твердою фазою. При цьому відкладення гіпсу, незважаючи на його кількість, не завжди супроводжуються небезпечними об'ємними деформаціями.

Роль цементного гелю: Напівтверда гелеподібна маса у гідратованих цементах має здатність набухати (інтенсивність набухання зростає з вищою початковою концентрацією вапна). Співвідношення швидкостей дифузії $\text{Ca}(\text{OH})_2$ та агресивних іонів визначає, чи будуть утворюватися кристали двоводного гіпсу на зруйнованій поверхні.

8.2.4. Осмотичний механізм руйнування

Руйнування бетону під впливом розчинів сульфатів також пояснюється виникненням осмотичного тиску позитивного знаку. Цей тиск спрямований зсередини назовні, що призводить до виникнення тріщин або повного руйнування бетонної структури внаслідок внутрішніх напружень.

8.2.5. Стратегії захисту від сульфатної корозії

Вплив добавок та складу.

Зв'язування $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Для підвищення стійкості до сульфатовмісних середовищ використовують добавки у вигляді летючої золи. Вони містять низькоосновні алюмінати кальцію, які майже повністю зв'язують гідроксид кальцію, що виділяється під час гідратації цементу. Це забезпечує підвищення стійкості бетону.

Стійкі в'яжучі. Стійкість гіпсоцементно-пуцоланових і гіпсошлакоцементних в'яжучих обумовлена пониженою концентрацією СаО, оскільки СаО нейтралізується пуцолановими добавками або шлаками.

Фізико-хімічні принципи захисту. Сульфатостійкість цементних бетонів і розчинів критично залежить від фізико-хімічних характеристик порової рідини, зміна яких у період ранньої гідратації забезпечує той чи інший ступінь стійкості.

- Зниження алюмінату. Визнаним способом підвищення сульфатостійкості є зменшення вмісту алюмінію у цементі, оскільки це знижує ймовірність утворення ГСАК.
- Зниження осмосу: Аналогічний ефект досягається шляхом модифікації характеристик порової рідини, що призводить до зниження осмотичного тиску за рахунок максимального видалення вапна у період ранньої гідратації.

Інші заходи протидії

Додаткові заходи боротьби із сульфатною агресією включають:

- Застосування сульфатостійкого або низькоалюмінатного портландцементів.
- Використання бетонів підвищеної щільності.
- Застосування різних захисних покриттів (обмазок, ізоляції рулонними і плівковими матеріалами, пластбетонами).

8.3. Корозійні процеси між компонентами бетону (лужно-агрегатна реакція)

До корозії третього виду також належить процес лужно-агрегатної (лужно-кремнеземної) реакції, що являє собою хімічну взаємодію між компонентами бетонної суміші.

Механізм. Реакція відбувається між лугами цементу (переважно Na_2O еквівалент, що походить з глинистих компонентів шихти та золи палива) та реакційно здатним кремнеземом у заповнювачах. До реакційно здатних модифікацій кремнезему належать тридиміт, кристобаліт, кремнеземисте скло, опал, опока, трепел, халцедон та інші. Реакція призводить до утворення

продуктів зі значним збільшенням об'єму, що генерує руйнівний тиск у тілі бетону. Заповнювач вважається небезпечним при вмісті розчинних видів кремнезему більше 50 ммоль/л.

Запобігання. Найдієвішим способом є обмеження вмісту лугів у цементі до 0,6\% або введення активних мінеральних добавок та деяких інших видів добавок (наприклад, вуглекислого літію, альбуміну).

Газова корозія бетонних і залізобетонних конструкцій

Загальні механізми та умови активації корозії. Руйнування бетонних та залізобетонних конструкцій спричинене взаємодією з різноманітними газовими середовищами. В умовах повітряно-сухої експлуатації агресивний вплив газів є незначним. Однак, критичним чинником активації корозійних процесів є підвищення відносної вологості атмосфери (нижня межа небезпеки становить 40-45%) та температури. В агресивному газоповітряному середовищі швидкість руйнування конструкцій зазвичай визначається процесами корозії арматурної сталі.

Механізм дії агресивних газів полягає у їхньому проникненні в пористу структуру бетону. Гази вступають у реакцію, перш за все, з гідроксидом кальцію, а потім з гідросилікатами та іншими гідратними новоутвореннями цементного каменю. Результатом є утворення різних сполук (важкорозчинних, наприклад, гіпсу або CaCO_3 , чи легкорозчинних, таких як CaCl_2). Ця взаємодія призводить до нейтралізації лужного середовища та зниження рН порового електроліту з початкових 12.6–13 до 8.5–9 і нижче, що зумовлює депасивацію та подальшу корозію арматурної сталі (пасивність сталі забезпечується при $\text{pH} > 11.8$).

Класифікація агресивних газів за впливом на бетон. Агресивні гази класифікуються на три основні групи за природою продуктів взаємодії з цементним каменем:

- Група 1 (фтористий кремній): утворюють у поверхневому шарі бетону нерозчинні або важкорозчинні солі, які викликають кольматацію пор. Це підвищує щільність бетону та знижує дифузійну проникність. CO_2

(карбонізація) підвищує міцність бетону на 40-70% та зменшує пористість, проте є агресивним для залізобетону, оскільки знижує рН до 8.5-9, руйнуючи пасивний шар арматури.

- Група 2 (діоксид сірки SO_2 , сірководень H_2S): утворюють важкорозчинні кальцієві солі, кінцевим продуктом яких є двоводний гіпс. Формування гіпсу супроводжується збільшенням обсягу вихідних продуктів приблизно у 2 рази, що спричиняє значні внутрішні напруження та тріщиноутворення в захисному шарі бетону. Ці гази особливо небезпечні, оскільки інтенсивно знижують рН до 8 і нижче.
- Група 3 (хлористий водень HCl , молекулярний хлор Cl_2 , оксиди азоту NO , пари йоду та броду): Утворюють легкорозчинні солі (наприклад, $CaCl_2$). Галогеновмісні гази (HCl і Cl_2) є найбільш небезпечними для арматурної сталі, оскільки вже за відносної вологості 60\ і концентрації HCl 10 мг/л глибина нейтралізації досягає 8 мм при рН < 7 протягом 10 місяців.

Вимоги до протикорозійного захисту (згідно зі СНіП 2.03.11-85). Для забезпечення довговічності залізобетонних конструкцій товщина захисного шару бетону та його характеристики мають відповідати ступеню агресивності середовища:

Ступінь агресивності	Мінімальна товщина захисного шару	Мінімальна марка бетону за водонепроникністю
Слабоагресивні	≥ 20 мм	$W \geq 4$
Середньоагресивні	≥ 20 мм	$W \geq 6$
Сильноагресивні	≥ 25 мм	$W \geq 8$

Рекомендована товщина лакофарбових покриттів також залежить від ступеня агресивності:

- Слабоагресивні: 0.1 мм до 0.15 мм (Групи I та II).
- Середньоагресивні: 0.15 мм до 0.2 мм.
- Сильноагресивні: 0.2 мм до 0.25 мм [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 дозвіллієві 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. Кондращенко О.В. Корозія і захист будівельних матеріалів та конструкцій (конспект лекцій). – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2023. – 91 с.