

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Будівництва, архітектури та дизайну  
(повне найменування факультету)

Кафедра Будівельного виробництва та управління проектами  
(повне найменування кафедри)

## Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему ПРОЕКТ ПРОМИСЛОВОЇ БУДІВЛІ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО  
ОБСЛУГОВУВАННЯ, АВТОСЕРВІС В М.ЗАПОРІЖЖЯ.

Виконав: студ. IV курсу, гр. БАД-113сп

Спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Промислове та цивільне будівництво

ЛИПСЬКИЙ Є.О.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник КУЛІК М.В.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент СКРЕБЦОВ А.А.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет «Запорізька політехніка»**

Факультет Будівництва, архітектури та дизайну

Кафедра Будівельного виробництва та управління проектами

Ступінь вищої освіти перший (бакалавр)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Промислове та цивільне будівництво  
(назва освітньої програми (спеціалізації))

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**В. о. завідувача кафедри БВУП**

**к.т.н., доцент Олексій НАЗАРЕНКО**

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

ЛИПСЬКИЙ Євген Олександрович

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект промислової будівлі станції технічного обслуговування, автосервіс в м.Запоріжжя.

"Project of an Industrial Building for a Technical Service Station (Auto Service Center) in Zaporizhzhia City"

керівник проекту (роботи) к.т.н., доцент КУЛІК Михайло Валерійович,  
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « \_\_\_\_\_ » квітня 2026 року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 12 червня 2026 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) рекомендована література, технічне завдання, інженерно-геологічні умови

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Архітектурно-будівельний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ. 3. Організаційно-технологічний розділ. 4. Економіка будівництва. 5. Охорона праці та цивільна безпека

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів) Слайди презентації, графічний матеріал 7 аркушів А1

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	ПРІЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Архітектурно-будівельний розділ	КУЛІК М.В., доцент		
Розрахунково-конструктивний розділ	КУЛІК М.В., доцент		
Організаційно-технологічний розділ	КУЛІК М.В., доцент		
Економіка будівництва	КУЛІК М.В., доцент		
Охорона праці та цивільна безпека	ЯКІМЦОВ Ю.В., доцент		
Нормоконтролер	БОБРАКОВ А.А., доцент		

7. Дата видачі завдання «08» травня 2026 року.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Постановка завдань по роботі	1 тиждень	Завдання
2	Розробка архітектурно-будівельних рішень.	1-2 тижні	Розділ 1
3	Розробка розрахунково-конструктивної частини.	3-5 тижні	Розділ 2
4	Прийняття організаційно-технологічних рішень	4-5 тижні	Розділ 3
5	Розробка економічної частини роботи	5 тиждень	Розділ 4
6	Розробка заходів з охорони праці та цивільної безпеки.	5-6 тиждень	Розділ 5
7	Оформлення пояснювальної записки та документів до неї	6 тиждень	
8	Оформлення графічної частини	1-7 тиждень	Розділи 1-5
9	Нормоконтроль та рецензування	7 тиждень	
10	Перевірка на плагіат	7 тиждень	
11	Захист роботи.	8 тиждень	

Студент

\_\_\_\_\_

( підпис )

Євген ЛИПСЬКИЙ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_

( підпис )

Михайло КУЛІК

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи бакалавра:  
108 с., 14 таблиць, 5 Мал., 42 джерел.

### ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА, ПРОМИСЛОВА БУДІВЛЯ, РОЗРАХУНОК РЕБРИСТОЇ ПЛИТИ, ОХОРОНА ПРАЦІ, ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

У кваліфікаційній роботі обґрунтовано комплексний підхід до проєктування промислової споруди автосервісного призначення (станції технічного обслуговування) в умовах м. Запоріжжя з детальним опрацюванням технологічних етапів будівництва. В архітектурно-планувальній частині представлено дескриптивну характеристику об'єкта та наведено теплотехнічне обґрунтування захисних конструктивних елементів (стінового комплексу та покриття) задля оптимізації енергоефективності. Розрахунково-конструктивний блок присвячено аналізу напружено-деформованого стану плити ребристої структури з подальшою графічною візуалізацією рішень. Організаційно-технологічний розділ акумулює відомості щодо матеріально-технічного забезпечення, обсягів будівельно-монтажних робіт, а також містить календарне планування на основі сіткових моделей та оптимізований будгенплан. Вартісні показники та фінансову спроможність інвестиційного проєкту детерміновано в економічному блоці з урахуванням ціноутворення станом на IV квартал 2025 року. Питання мінімізації виробничих ризиків і створення безпечного середовища висвітлено в розділі цивільного захисту та охорони праці через призму регламентації інструктажів і впровадження засобів індивідуального захисту.

## ЗМІСТ

	С.
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	9
1.1 Район будівництва	9
1.2 Генплан	10
1.3 Загальна характеристика будівлі	11
1.3.1 Опір теплопередачі зовнішніх стін	13
1.3.2 Теплотехнічний розрахунки покриття будівлі	15
1.4 Об'ємно планувальне рішення	18
1.5 Конструктивна схема будівлі	19
1.6 Експлікація приміщень	19
1.7 ТЕП будівлі	20
1.8 Стислий опис прийнятих елементів будівлі	20
1.8.1 Фундаменти	20
1.8.2 Вимощення	20
1.8.3 Колони	21
1.8.4 Зв'язки	21
1.8.5 Кроквяні конструкції	21
1.8.6 Дах і покрівля	22
1.8.7 Стіни	22
1.8.8 Вікна, двері, ворота	23
1.8.9 Підлоги	24
1.8.10 Архітектурно-художні рішення	24
1.8.11 Інженерні мережі та санітарно-технічні обладнання	25
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	26
2.1 Вихідні дані	26
2.2 Механічні характеристики бетону і арматури	28
2.2.1 Клас міцності бетону С25/30	28
2.2.2 Попередньо напружена класу А800	28

2.2.3	Ненапружена арматура класу А400	28
2.2.4	Арматура холоднодеформована періодичного профілю класу Вр-1	29
2.3	Визначення навантаження на плиту покриття	29
2.4	Розрахунок полиці плити	30
2.5	Розрахунок поперечного ребра	37
2.5.1	Розрахунок по міцності нормального перерізу поперечного ребра	39
2.5.2	Розрахунок похилого перерізу поздовжнього ребра по міцності	41
2.6	Розрахунковий прольот, навантаження і зусилля в повздовжніх ребрах	42
2.6.1	Зусилля в повздовжніх ребрах	43
2.6.2	Розрахунок нормальних перерізів повздовжніх ребер по міцності	43
РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА		47
3.1	Календарний план	47
3.1.1	Загальні положення	47
3.1.2	Аналіз проекту	47
3.1.3	Визначення номенклатури робіт	49
3.1.4	Підрахунок обсягу робіт	50
3.1.5	Складання технологічних розрахунків	52
3.1.6	Техніко-економічні показники	53
3.2	Будгенплан	54
3.2.1	Загальні положення	54
3.2.2	Загальна характеристика умов будівництва	55
3.2.3	Організація складського господарства	56
3.2.4	Визначення потреби у тимчасових будівлях та спорудах	58
3.2.5	Проектування тимчасових інженерних комунікацій	62
3.2.5.1	Проектування тимчасового водопостачання	62

3.2.5.2	Проектування тимчасового електропостачання	65
3.3	Характеристика будівлі, що монтується	69
3.4	Визначення кількості і характеристик монтажних елементів	70
3.5	Визначення параметрів крана та монтажних пристосувань.	70
3.6	Вибір технологічного транспорту	73
3.7	Виконання робіт	74
3.7.1	Встановлення фундаментів	74
3.7.2	Монтаж колон	75
3.7.3	Монтаж крокв'яних ферм	76
3.7.4	Монтаж ребристих плит покриття	77
3.7.5	Монтаж вікон, двері та воріт	78
3.7.6	Улаштування підлог	80
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА		81
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ В БУДІВНИЦТВІ		93
5.1	Правові та нормативні основи охорони праці в Україні	93
5.2	Виробнича санітарія	95
5.2.1	Шкідливі фактори будівельного виробництва	95
5.2.2	Основні заходи щодо санітарно-гігієнічного обслуговування на будівельному майданчику	96
5.3	Техніка безпеки	98
5.4	Пожежна безпека	101
5.5	Охорона довкілля	102
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ		104

## ВСТУП

Автомобільний транспорт є однією з ключових складових сучасної економіки та повсякденного життя суспільства. Зі стрімким зростанням автомобілізації населення України кількість легкових, вантажних автомобілів та комерційного транспорту постійно збільшується, що зумовлює стійкий попит на якісне технічне обслуговування, діагностику, поточний та капітальний ремонт транспортних засобів.

Станція технічного обслуговування (СТО, автосервіс) — це спеціалізоване промислове підприємство, яке забезпечує підтримання автомобілів у технічно справному стані, попередження передчасних відмов, підвищення безпеки дорожнього руху та продовження терміну експлуатації транспортних засобів. У результаті діяльності СТО створюється закінчена послуга — відновлена працездатність автомобіля, що відповідає вимогам безпеки, екологічності та комфорту.

Різноманітність марок, моделей автомобілів, умов їх експлуатації, а також широкий спектр виконуваних робіт (від мийки та шиномонтажу до складного ремонту двигунів, електроніки, кузовних робіт та діагностики) призводить до необхідності розробки та використання спеціалізованих технологій, обладнання та організаційних рішень. Основним елементом будь-якої технології СТО є технологічний процес обслуговування та ремонту автомобіля — послідовність операцій, що виконуються на постах, у зонах приймання, діагностики, ремонту та видачі.

Проект промислової будівлі станції технічного обслуговування — це комплексне інженерне рішення, яке охоплює архітектурно-планувальні, конструктивні, технологічні, інженерні та організаційні аспекти. Будівельне виробництво СТО включає роботи з облаштування підземної та наземної частин будівлі, влаштування оглядових ям, монтаж підйомників, вентиляційних систем, протипожежних заходів, оздоблення приміщень, інженерних мереж (електро-, водо-, тепlopостачання, каналізація, стиснене повітря), а також створення безпечних і ергономічних умов праці.

У цілому галузь автосервісу є однією з динамічно розвинених сфер послуг в Україні, яка забезпечує створення комфортних умов експлуатації транспорту, створює значну кількість робочих місць та стимулює розвиток суміжних галузей — постачання автозапчастин, діагностичного та ремонтного обладнання, лакофарбових матеріалів, будівельних конструкцій, енергетики тощо.

Таким чином, розробка проекту станції технічного обслуговування є актуальним завданням, спрямованим на задоволення потреб автовласників у якісному сервісі, оптимізацію технологічних процесів та раціональне використання ресурсів. Далі розглядаються основні вимоги до СТО, технологічний розрахунок потужності, архітектурно-планувальні та конструктивні рішення промислової будівлі.

## **РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ**

### **1.1 Район будівництва**

Географічно об'єкт будівництва локалізовано в західному секторі міста Запоріжжя. Відповідно до нормативно-кліматичного районування території України, майданчик проектування розташований у межах II будівельно-кліматичної зони (південно-східний степовий регіон). При розрахунку огорожувальних конструкцій та теплотехнічних показників враховано екстремальні температурні параметри зимового періоду: розрахункова температура найбільш холодної доби становить  $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а середній мінімум найхолоднішої п'ятиденки зафіксовано на рівні  $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Силові атмосферні впливи на тримальні конструкції споруди визначено згідно з районуванням за ДБН В.1.2-2:2006. Об'єкт зведення віднесено до III району за сніговим навантаженням (граничне значення становить 1200 Па) та до III району за вітровим тиском (характеристичне значення — 500 Па). Середньорічний обсяг атмосферних опадів у регіоні становить 443 мм. Задля коректного закладання підшви фундаментних конструктивів враховано

нормативну глибину сезонного промерзання ґрунтів, яка для цієї локації складає 0,9 м.

## **1.2 Генплан**

За функціональним призначенням об'єкт проектування класифікується як виробнича споруда підприємства автомобільного транспорту (станція технічного обслуговування з автосервісним комплексом). В плані ділянка будівництва має правильну геометричну форму прямокутника з габаритними розмірами 30,0 × 18,0 м. Топографічні умови майданчика характеризуються спокійним рельєфом із нульовим ухилом поверхні.

Просторову орієнтацію споруди забезпечено через систему горизонтальних і вертикальних геодезичних прив'язок. За відносну відмітку 0,000 прийнято рівень чистої підлоги першого поверху. Організація рельєфу та вертикальне планування території розроблені з урахуванням самопливного відведення поверхневих і зливових вод у межі зон озеленення. Задля захисту фундаментної частини від зволоження по периметру зовнішніх стін передбачено влаштування асфальтобетонного вимощення завширшки 1,0 м.

Інфраструктурний комплекс ділянки додатково включає майданчик для паркування автотранспорту та контрольо-пропускний пункт. Транспортна логістика реалізована за схемою одностороннього (суміщеного) в'їзду-виїзду. Розміщення всіх об'єктів на території виконано з суворим дотриманням чинних санітарно-гігієнічних та протипожежних регламентів. Технологічні проїзди й майданчики мають тверде асфальтобетонне покриття, тоді як вільні від забудови ділянки підлягають комплексному благоустрою та рекультивації шляхом висаджування газонів, чагарникових груп, чагарників, квітників та багаторічних трав.

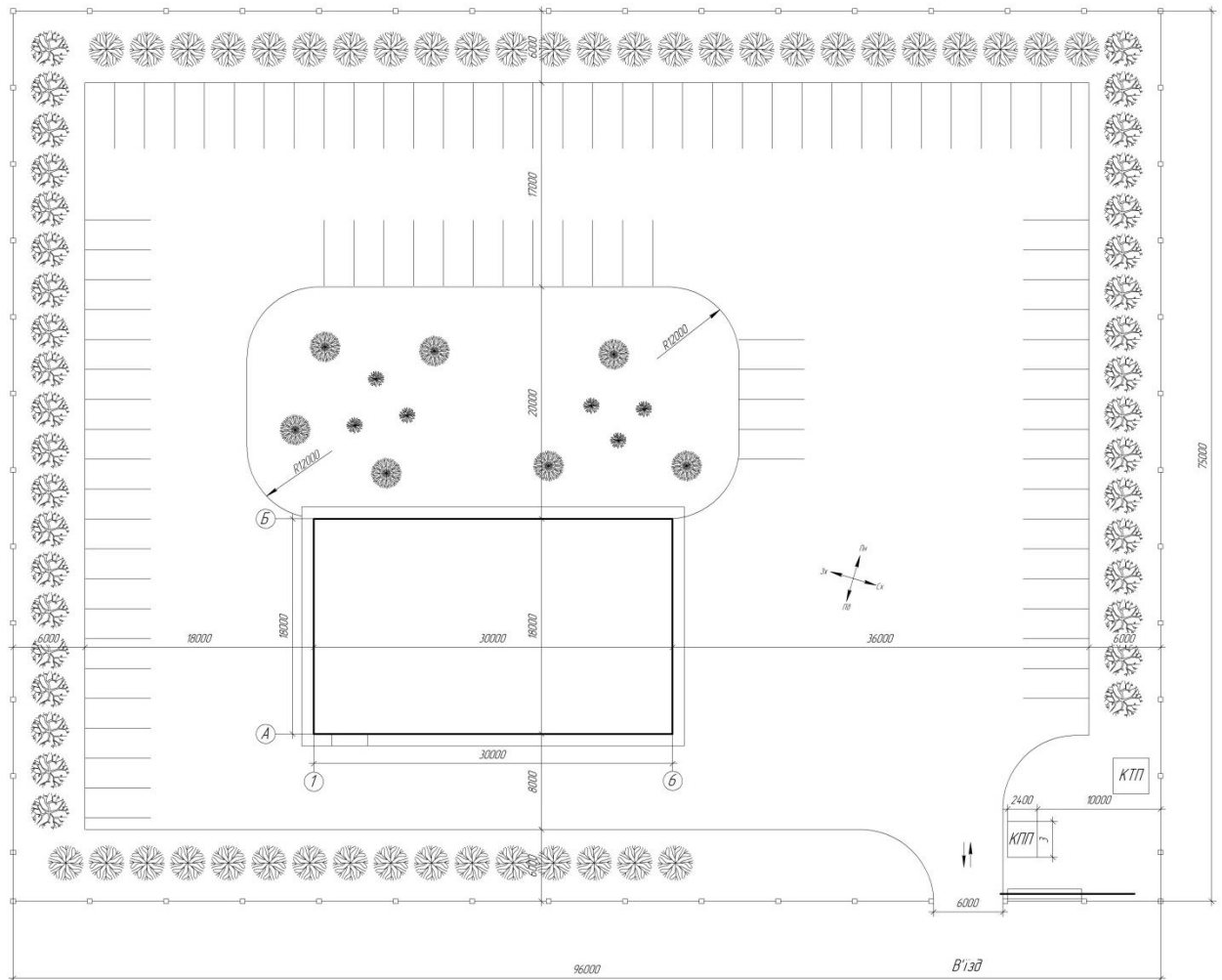


Рисунок 1.1 – Генплан

### 1.3 Загальна характеристика будівлі

Ідентифікація класу наслідків (відповідальності) та категорійності об'єкта

Параметри надійності та безпеки проекту зведення автосервісного комплексу (СТО) в межах житлової забудови м. Запоріжжя визначено на підставі положень ДСТУ 8855:2019. Класифікацію здійснено за трьома базовими критеріями:

1. Критерій постійного перебування людей ( $N_1$ ): Відповідно до штатного розкладу та технологічного регламенту підприємства (8-годинна робоча зміна), чисельність персоналу, який безперервно перебуває на об'єкті,

становить  $N_1=15$  осіб. Згідно з нормативними пороговими значеннями, за цим показником споруда відповідає класу наслідків СС1.

2. Критерій періодичного перебування людей ( $N_2$ ): Облікова кількість осіб, які перебувають у приміщеннях СТО тимчасово (водії, клієнти), детермінована виробничою потужністю інфраструктури (із розрахунку 8 робочих підйомників) і становить  $N_2=8$  осіб. Дана величина вкладається в межі характеристик класу СС1.

3. Критерій зовнішньої небезпеки ( $N_2$ ): Загальний контингент осіб, життєдіяльність яких може підпадати під загрозу зовні об'єкта, розраховано як сукупність постійного та змінного персоналу:

$$N_3=15+8=23 \text{ осіб}$$

Зазначений обсяг не перевищує ліміти, встановлені для класу наслідків СС1.

Оцінка потенційних матеріальних збитків: Прогнозний обсяг економічних втрат ( $\Phi$ ) розраховано на основі опосередкованої вартості будівництва, регламентованої Наказом Міністерства розвитку громад та територій України № 1168 від 23.10.2024 р. Для Запорізького регіону базовий тариф зафіксовано на рівні 21,951 тис. грн/м<sup>2</sup>

За загальної корисної площі СТО 540 м<sup>2</sup>, кошторисний еквівалент зведення об'єкта становить:

$$21,951 \times 540 = 11853540 \text{ грн}$$

Згідно з розрахунковою методикою, математичне очікування можливих фінансових збитків обчислюється за формулою:

$$\Phi = 0,225 \times 11853540 = 2667046,5$$

Співвідношення фінансових ризиків із соціально-економічними маркерами виконано з урахуванням Закону України «Про Державний бюджет», яким мінімальну заробітну плату (МЗП) встановлено у розмірі 8000 грн. Розрахунковий збиток у нормованих одиницях становить:

$$2667046,5 \div 8000 = 333,38 < 2500 \text{ м. р. з. п}$$

Отримане значення є суттєво меншим за граничний нормативний поріг у 2500. Таким чином, за всіма диференційованими та інтегральними показниками ДСТУ 8855:2019 об'єкт автосервісу остаточно віднесено до класу наслідків СС1 (незначні наслідки).

Проектні рішення розроблено з урахуванням того, що будівля автосервісу зводиться у звичайних геологічних умовах, не є екологічно небезпечною та не розташована в межах зон охорони культурної спадщини. Можлива відмова її конструкцій не вплине на роботу міських інженерних мереж чи транспорту. На підставі ДСТУ 8855:2019, який вимагає встановлювати категорію відповідальності за максимальним верифікованим критерієм ризику, об'єкту офіційно присвоєно **клас наслідків СС1**.

### 1.3.1 Опір теплопередачі зовнішніх стін

Стінове огороження будівлі СТО запроєктовано із повнотілої червоної цегли товщиною 510 мм. Спираючись на вимоги ДБН В.2.6-31:2021, для II температурної зони, де локалізовано промисловий об'єкт, нормативний мінімум опору теплопередачі дорівнює  $R_{q\ min} = 1,5\ \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ . Попередній теплотехнічний аналіз виконано за методикою ДСТУ 9191:2022, де опір теплопередачі і-ї термічно однорідної зони конструктивного елемента ( $R_{\Sigma i},\ \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ) розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l Ri + \frac{1}{h_{se}}, \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}} \quad (1.1)$$

У цьому рівнянні коефіцієнти конвективно-променистого теплообміну поверхні стіни з внутрішнім та зовнішнім середовищем становить  $8,7\ \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , та  $23\ \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  та відповідно (додаток Б нормативного документа). Термічний опір огороження з червоної цегли, за технічним каталогом виробника, дорівнює  $0,9\ \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ . Підстановка даних дозволяє отримати таку числову залежність:

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{8,7} + 0,9 + \frac{1}{23} = 1,06 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Конструкція з повнотілої цегли 510 мм не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2021 ( $1,06 < 1,5$ ). Стіна потребує додаткового утеплення.

Щоб вийти на показник 1,5, потрібно додати шар теплоізоляції (наприклад, мінеральної вати з  $\lambda=0,04$  Вт/м·К):

$$\Delta R = R_{q \text{ min}} - R_0 = 1,5 - 1,06 = 0,44 \text{ м К/Вт}$$

Товщина утеплювача:

$$d = \Delta R \cdot \lambda = 0,44 \cdot 0,04 \approx 0,018 \text{ м (20мм)}$$

Приведений опір теплопередачі фрагмента непрозорої огорожувальної конструкції (включно із зонами термічної неоднорідності зовнішніх стін) розраховується з метою перевірки його відповідності нормативним критеріям (4) ДБН В.2.6-31 за такою математичною залежністю:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i \left( \frac{A_i}{R_{\Sigma i}} \right) + \sum_m (l_m \cdot \Psi_m) + \sum_i (N_i \cdot \chi_i)}$$

У наведеній математичній залежності використано такі вихідні дані проєкту СТО: загальна площа стін  $A_{\Sigma}=826,5$  м<sup>2</sup> (за внутрішнім обміром мінус прорізи плюс укоси); чиста площа однорідного фрагмента  $A_i=796,5$  м<sup>2</sup>; його термічний опір  $R_{\Sigma i}=1,06$  м<sup>2</sup> · К/Вт. Вплив лінійного містка холоду на межі цегляної стіни та цоколя враховано через коефіцієнт  $\Psi_m=0,25$  Вт/(м·К) та довжину контактного вузла по периметру споруди  $l_m=96$  м.

$\chi_j$  — точковий коефіцієнт теплопередачі  $j$ -го дискретного теплопровідного включення, Вт/К. Його величина детермінується за допомогою моделювання тривимірного температурного поля або приймається за нормативними матрицями додатка Д; для розрахункових вузлів анкерного кріплення металевих стрижнів віконних блоків показник становить 0,08;

$N_j$  — сумарна кількість однакових точкових теплопровідних елементів, локалізованих на загальній площі огорожувальної конструкції (без урахування внутрішніх укосів прорізів), шт. Інтегральне значення формується

на основі специфікації заповнення прорізів: для 5 віконних блоків передбачено по 14 кріплень (70шт.), для 1 дверного блока — 8 кріплень, а для технологічних воріт — 23 кріплення. Загальний масив точкових включень становить:

$$N_j = (5 \times 14) + 8 + 23 = 101 \text{ шт.}$$

Визначення приведенного опору теплопередачі зовнішнього огороження На основі акумульованих геометричних та теплофізичних параметрів виконано розрахунок приведенного опору теплопередачі ( $R_{\Sigma \text{пр}}$ ) для досліджуваного фрагмента цегляної стіни будівлі СТО за стандартною математичною залежністю:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{826,5}{785,42} \approx 1,052 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

$R_{\Sigma \text{пр}} = 1,052 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , отримане розрахункове значення не задовольняє нормативні вимоги щодо мінімально допустимого приведенного опору теплопередачі для зовнішніх огорожувальних конструкцій промислових споруд, який згідно з ДБН В.2.6-31:2021 становить  $1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

З огляду на це, запроєктований стіновий контур із повнотілої цегли потребує обов'язкового влаштування додаткового теплоізоляційного шару.

### **1.3.2 Теплотехнічний розрахунок покриття будівлі.**

Огорожувальну конструкцію покрівлі виконують ребристі плити з утепленням мінеральної вати щільністю  $110 \text{ кг/м}^3$  та товщиною 250 мм.

Нормативний мінімум приведенного опору теплопередачі для зовнішніх огорожувальних контурів споруд виробничого та аграрного призначення

$R_{q \text{ min}} = 5,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К} \setminus \text{Вт}$ , згідно ДБН В.2.6-31:2021, що обумовлено географічним розташуванням об'єкта в межах другої температурної зони експлуатації України.

Згідно ДСТУ 9191:2022 та формули ми можемо зробити попередній теплотехнічний розрахунок стіни.

$R_{\Sigma i}$  — Розрахунок термічного опору теплопередачі для  $i$ -ї однорідної за структурою ділянки захисної споруди,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , визначають за формулою:

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R + \frac{1}{h_{se}} \quad (1.1)$$

де  $h_{si}$ ,  $h_{se}$  — коефіцієнти конвективно-променистого теплообміну внутрішньої та зовнішньої поверхонь огорожувального контуру відповідно,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , Їхні числові еквіваленти встановлюються згідно з нормативами додатка Б ДБН В.2.6-31:2021 і становлять  $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , та  $23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  відповідно.

$R_i$  - еквівалентний теплоізоляційний опір  $i$ -го структурного елемента захисного контуру,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Значення  $R$  огорожувальної конструкції беремо з каталогу таблиць технічних характеристик виробника,

Мінеральна вата (250 мм):  $R_{\text{ут}}=0,25/0,045=5,556 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Залізобетонна плита (50 мм):  $R_{\text{пл}}=0,05/2,04=0,025 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Розраховуючи значення за формулою будемо мати:

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{8,7} + 5,581 + 0,025 + \frac{1}{2,3} = 5,74 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Товщина утеплювача 250 мм забезпечує виконання вимог ДБН В.2.6-31:2021 для Запоріжжя (II кліматична зона), оскільки  $5,74 > 5,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Оцінювання теплотехнічних параметрів непрозорого периметра споруди, зокрема розрахунок приведенного опору теплопередачі зовнішніх стін або елементів із термічною неоднорідністю, здійснюється згідно з регламентом нормативних вимог (формула 4) ДБН В.2.6-31. Математична модель для визначення зазначеного інтегрального показника має такий вигляд:

$$R_{\Sigma \text{np}} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i (A_i / R_{\Sigma i}) + \sum_m (I_m \cdot \Psi_m) + \sum_j (N_j \cdot \chi_j)}, \quad (1.2)$$

де  $A_{\Sigma}$  — сумарна площа досліджуваного фасаду (чи фрагмента огороження), обчислена за його внутрішніми геометричними розмірами з інтеграцією площ внутрішніх укосів та вирахуванням площ світлопрозорих або технологічних прорізів; у межах цього проєкту геометричний еквівалент становить  $542 \text{ м}^2$ ;

$A_i$  — площа окремої  $i$ -ї термічно однорідної ділянки непрозорого огороження, обчислена без урахування геометричних розмірів внутрішніх укосів та зон безпосереднього спряження зовнішніх стін з іншими теплопровідними конструктивними елементами каркаса; у межах розроблюваного проєкту цей параметр дорівнює  $542 \text{ м}^2$ ;

$R_{\Sigma i}$  — опір теплопередачі  $i$ -ої термічно однорідної частини конструкції, визначено вище та складає  $5,74 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ . опір однорідної частини (для мінвати 250 мм та плити 50 мм).

$\Psi_m$  — лінійний коефіцієнт теплопередачі для  $m$ -го вузла неоднорідності (лінійного теплопровідного включення), який відображає питомі теплові втрати через погонний метр геометричного стику або спряження елементів (враховують теплопровідні включення, визначені за примітками 1 та 2 підрозділу 5.5), такі включення відсутні в даному проєкті. Сумарне значення лінійних втрат  $20,7 \text{ Вт/К}$

$l_m$  — геометрична протяжність (лінійна проєкція)  $i$ -го лінійного теплопровідного включення, що репрезентує фактичну довжину контактного стику або лінійного вузла неоднорідності в межах досліджуваного фасаду споруди, 96м.

$\chi_j$  — точковий коефіцієнт теплопередачі  $j$ -го дискретного (точкового) теплопровідного включення,  $\text{Вт/К}$ . Цей показник детермінують за допомогою числового моделювання тривимірного температурного поля або приймають за нормативними таблицями додатка Д; для розрахункового вузла фіксації, де застосовуються стандартні покрівельні пластикові дюбелі (елементи анкерного кріплення), величина становить 0,002.

$N_j$  — сумарна кількість однакових  $j$ -х точкових теплопровідних включень (елементів анкерного кріплення), локалізованих на загальній площі огорожувальної конструкції без урахування геометричних розмірів внутрішніх укосів прорізів, шт. Чисельний масив цих елементів детерміновано на підставі технологічної схеми монтажу термоізоляційного шару: відповідно до регламенту надійності фіксації, щільність встановлення становить 6 одиниць дюбелів на кожен  $1 \text{ м}^2$  приймаємо 6 шт дюбелів (4шт. на лист  $1000 \times 600 \text{ мм}$ ) тому загальна кількість включень – 3252 шт.

На основі виконаних теплотехнічних обчислень встановлено, що фактичний приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції становить:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 4,46 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Отриманий результат не задовольняє чинні нормативні критерії, оскільки є нижчим за граничний мінімум, регламентований ДБН В.2.6-31:2021 для об'єктів виробничого призначення у межах II температурної зони, який складає  $R_{q \text{ min}} = 5,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ . Задля забезпечення повної відповідності державним будівельним нормам та досягнення необхідного рівня енергоефективності споруди, виникла потреба в модернізації теплоізоляційного шару. Шляхом варіантного проектування визначено, що ліквідація теплотехнічного дефіциту досягається за рахунок інтенсифікації параметрів термомодернізації, зокрема шляхом збільшення проектної товщини мінераловатних плит до 320 мм

#### **1.4 Об'ємно планувальне рішення**

У плані проектуєма виробнича будівля автосервісу має правильну прямокутну геометрію з габаритними розмірами в крайніх координаційних осях  $30,0 \times 18,0 \text{ м}$ . Споруда запроєктована одноповерховою, без влаштування підвального поверху чи цокольного ярусу. Робоча висота приміщень (від позначки чистої підлоги до низу конструкцій ферми) становить 6,0 м, тоді як

загальна конструктивна висота будівлі від планувальної відмітки землі до верхньої точки парапету (або конька) складає 9,0 м.

Архітектурно-просторова структура об'єкта є однопрогоною; величина розрахункового прогону становить 18,0 м. Конструктивний крок вертикальних елементів (колон) за поздовжніми осями прийнято рівним 6,0 м, що забезпечує раціональний розподіл навантажень та оптимізацію внутрішнього технологічного простору станції технічного обслуговування.

### 1.5 Конструктивна схема будівлі

Конструктивне рішення будівлі станції технічного обслуговування базується на застосуванні рамно-зв'язкового каркаса, виконаного у збірному залізобетонному варіанті. Фундаменти: стовпчастого типу під кожен колону.

Колони: основні вертикальні несучі елементи, що сприймають навантаження від ферм та покриття.

Ферми: кроквяні конструкції, що перекривають проліт 18 м. Покриття: залізобетонні ребристі плити (6х3 м), що вкладаються на ферми.

Стіни: У цій схемі цегляна стіна (510 мм) є самонесучою або ненесучою (заповненням). Вона спирається на стрічковий фундамент.

### 1.6 Експлікація приміщень

Таблиця 1.1 – Експлікація приміщень

№	Найменування	Площа, м <sup>2</sup>	Кат. прим.
1	Сервісна зона (робоча зона)	441,75	В
2	Побутове приміщення персоналу (роздягальня, санвузол та духова)	16,05	
3	Кімната клієнтів (приймальня)	72,69	
4	Кабінет та склад запчастин та матеріалів	17,10	
5	Контрольно-пропускний пункт	7,2	

### **1.7 ТЕП будівлі**

- Площа забудови – 571,5 м<sup>2</sup>
- Будівельний об'єм – 5143,5 м<sup>3</sup>
- Загальна площа – 540 м<sup>2</sup>
- Робоча площа – 431,1 м<sup>2</sup>

### **1.8 Стислий опис прийнятих елементів будівлі**

#### **1.8.1 Фундаменти**

Фундаменти прийняті під колони каркасу монолітні залізобетонні стаканного типу з бетону класу С20/25. Позначка низу підшви фундаментів – 1,5 м. Під підшвою фундаменту обов'язково виконується бетонна підготовка товщиною 100 мм (бетон С8/10).

Фундаменти прийняті тип 1Ф12.8,.

Влаштується по периметру будівлі монолітний стрічковий фундамент зав'язаний з стаканними фундаментами. Стрічку заливають завширшки 0,51 м. для подальшого зведення стін, та має позначку низу підшви -1,5 м.

#### **1.8.2 Вимощення**

Задля запобігання інфільтрації поверхневих вод до основи фундаментів та захисту нижньої частини зовнішніх стін від зволоження, по всьому периметру споруди передбачено влаштування захисного асфальтобетонного вимощення завширшки 1,0 м. Як конструктивний підстильний шар запроєктовано ущільнену піщану підготовку завтовшки 100 мм. Напрямок та ефективність відведення зливових стоків забезпечується за рахунок формування нормативного поперечного ухилу відмостки, що становить 3% у бік зеленої зони території.

### 1.8.3 Колони

Як вертикальні елементи каркаса будівлі СТО запроєктовано збірні залізобетонні колони суцільного квадратного перерізу з геометричними розмірами 400x400 мм та загальною довжиною 7,5 м. Відповідно до номенклатури збірних виробів, у проєкті задіяно колони типу 2К66, які виготовляються з важкого бетону класу міцності на стиск С20/25.

Монтаж вертикальних елементів із підземною частиною споруди реалізовано шляхом їхнього встановлення у фундаменти склянкового типу. Проєктне положення передбачає зазор величиною 50 мм між нижнім торцем колони та дном склянки фундаменту, що необхідно для рихтування та вивірення. Остаточна фіксація та жорстке заземлення стійок у гніздах виконується шляхом замонолічування високоміцною дрібнозернистою бетонною сумішшю класу С25/30.

### 1.8.4 Зв'язки

Для колон висотою 6 м над рівнем підлоги ребристі плити покриття є ключовим елементом жорсткості. Після приварювання їх до ферм та замонолічування швів бетоном, вони утворюють **горизонтальну діафрагму жорсткості**.

Зв'язки між колонами відсутні. Кріплення цегли до колон відбувається за рахунок зварювання анкерів з цегли та закладних металевих пластин у колонах створює **жорстке з'єднання**. Оскільки зв'язки відсутні, кріплення до закладних пластин має бути частим — зазвичай через кожні 500–600 мм за висотою колони.

Над воротами шириною 6м встановлюється залізобетонний ригель.

### 1.8.5 Кроквяні конструкції

Кроквяні балки прийняті залізобетонні ферми для скатних промислових покрівель прольотом 18 м. Марка ферми 1ФТ18 відповідно. Матеріал використовується високоміцний бетон класу С35/45 (М600). Нижній пояс

ферми є попередньо напруженим, що дозволяє конструкції витримувати великі навантаження на розтяг без появи тріщини.

Балки покриття призначені для роботи в неагресивному експлуатаційному середовищі; їхній верхній пояс обладнано виступами із закладними деталями для фіксації плит покриття. Кроквяні ферми спираються на опорні зони залізобетонних колон. Фіксація конструкцій виконується шляхом приварювання опорних деталей ферм до сталевих закладних пластин колон, що забезпечує геометричну незмінність вузлів каркаса споруди.

### **1.8.6 Дах і покрівля**

Огороджувальну конструкцію покрівлі виконують ребристі плити з утепленням мінеральної вати щільністю  $110 \text{ кг/м}^3$  та товщиною 250 мм.

На верхньому поясі кроквяної ферми влаштовано спеціальні конструктивні виступи з інтегрованими сталевими закладними виробами. Зазначені елементи призначені для просторової фіксації та анкерування плит покриття, що реалізується шляхом виконання монтажного електродугового зварювання суміщених металевих деталей.

Пиріг покрівлі складається з:

Несуча конструкція-збірні залізобетонні ребристі плити висотою 300 мм.

Вирівнювання плоскості з муруванням швів та впадин.

Пароізоляція-бітумно-полімерна мембрана, з проклеюю стиків.

Утеплювач (основний)-мінеральна вата щільністю  $110 \text{ кг/м}^3$  завтовшки 250 мм (укладати у два шари: 150+100 мм з розбіжкою швів).

Гідроізоляційний шар - шари євроруберойду.

Водовідвід з даху внутрішній організований скид води в каналізацію.

### **1.8.7 Стіни**

Зовнішні стіни будівлі оздоблені за допомогою керамічної цегли товщиною 510 мм. з розшивкою. Укладаються, згідно всіх технологічних

вимог - дотримання перев'язки рядів, горизонтальність, повне заповнення швів та армування сіткою кожні 5-6 рядів

Внутрішні стіни товщиною 250 мм виконуються з повнотілої керамічної цегли на цементно-піщаному розчині з дотриманням перев'язки рядів та обов'язковим прив'язуванням до несучих конструкцій каркаса будівлі.

### **1.8.8 Вікна, двері, ворота**

Скління в будівлі відбувається віконними металопластиковими блоками двох типів: типу 4100x3000 мм з центрального фасаду. Створи рам не відчиняються крім вхідної групи. Другий тип 800x1500 мм. Кріплення віконних блоків до стін виконується за допомогою анкерних пластин, будівельних дюбелів та монтажною піни для герметизації стиків.

Задля забезпечення ефективного відведення атмосферних опадів та захисту стінового огороження від зволоження, на зовнішній грані нижньої частини віконних прорізів передбачено влаштування захисних відливів із тонколистової оцинкованої сталі. Конструктивне рішення елементів гарантує надійне самопливне відведення вологи за межі площини фасаду будівлі.

Двері в будівлі двох типів - металопластикові засклені одностулкові, розміром 2100x1000 мм які є частиною вікна. Та вхідні в будівлю двостулкові 2700x1500 мм. Кріплення дверних блоків виконується до стін за допомогою анкерних пластин, будівельних дюбелів та монтажною піни для герметизації стиків. А в випадку в віконний фасад чи віконні блоки в виді перегородки спеціальними саморізами.

Для в'їзду транспорту передбачено встановлення ролетних промислових воріт, що виготовлені з високоміцних утеплених профілів та обладнані автоматичним електроприводом розміром 3000x6000 мм.

Кріплення елементів ролетних воріт (направляючих шин та захисного короба з валом) до несучих конструкцій будівлі виконується накладним способом за допомогою розпорних металевих анкерів до цегляних стін.

Для запобігання утворенню містків холоду та випаданню конденсату передбачено зовнішнє утеплення укосів віконних та дверних прорізів за допомогою плит із екструдованого пінополістиролу товщиною 20–30 мм. Кріплення утеплювача виконується на клейову суміш із додатковою фіксацією тарілчастими дюбелями, після чого поверхня армується сіткою та оздоблюється штукатурним розчином.

### **1.8.9 Підлоги**

Конструкція підлоги прийнята з урахуванням функціонального призначення приміщень та величини експлуатаційних навантажень. У виробничих зонах передбачено влаштування монолітної залізобетонної плити підлоги з додатковим армуванням металевою сіткою. Для підвищення зносостійкості та безпильності верхній шар обробляється зміцнювачем (топінгом) та наступною заливкою безшовної наливної підлоги 5 мм епоксидно-фуранової. У санітарно-побутових приміщеннях підлога виконується з керамічної плитки по цементно-піщаній стяжці та шару гідроізоляції.

### **1.8.10 Архітектурно-художні рішення**

Головним елементом зовнішнього оздоблення є високоякісна лицьова кладка з керамічної цегли товщиною 510 мм, яка виконується з чітким дотриманням перев'язки рядів та акуратною розшивкою швів. Яка можливо після теплотехнічного розрахунку буде утеплена технологією «мокрый фасад» з подальшим фарбуванням.

По периметру будівлі передбачена відмостка 1 м. з асфальтобетону.

Внутрішнє оздоблення: всі поверхні цегляних стін почищені та фарбуються прозорим лаком у 2 шари. Всі бетонні поверхні оброблені антисептичним ґрунтом, та пофарбовані в білий колір.

### 1.8.11 Інженерні мережі та санітарно-технічне обладнання

Система водопостачання: забезпечення об'єкта холодною водою запроєктовано від внутрішньоквартального колекторного магістрального трубопроводу шляхом влаштування одного вводу діаметром  $d=32$  мм.

Поза межами будівлі передбачено прокладання об'єднаного господарсько-питного та протипожежного водопроводу з облаштуванням оглядового колодезя, в якому інтегровано підземний пожежний гідрант для забезпечення потреб зовнішнього пожежогасіння.

Система водовідведення (каналізація): Система каналізації об'єкта диференційована та розподілена на дві автономні мережі: зливову (дощову) та господарсько-побутову, із базовим діаметром випусків  $d=160$  мм.

Злилова мережа призначена для акумуляції та відведення атмосферних опадів, а також умовно-чистих технологічних стоків, які за своїм хімічним складом не потребують попередньої локальної очистки перед скиданням у загальну систему. До господарсько-побутової мережі відводяться стічні води санвузлів, а також виробничі стічні води, що містять специфічні технологічні забруднення і підлягають подальшій нейтралізації.

Електропостачання: Зовнішнє енергозабезпечення станції технічного обслуговування передбачено від міської трансформаторної підстанції. Для досягнення належного ступеня надійності електропостачання споживачів живлення об'єкта реалізовано за допомогою двох кабельних ліній — основної та резервної.

Електричне живлення 220 Вт, зовнішнього монтажу у металорукаві.

Опалювання - повітряне за рахунок теплонасосів.

Освітлення - природне та штучне (світлодіодні лампи).

Вентиляція - штучна, примусово-витяжна.

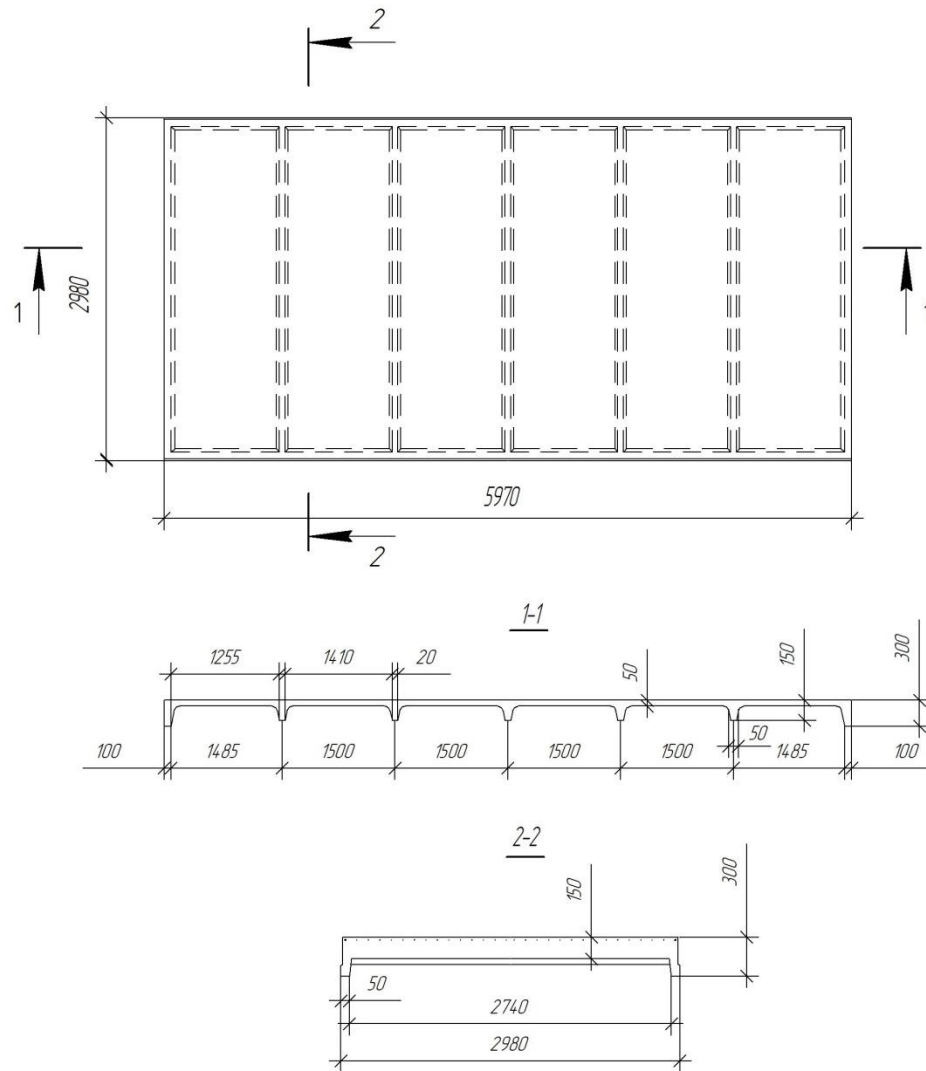
Пожежна сигналізація на незалежному живленні (акумулятори).

## **2. РОЗРАХУНКОВО - КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА РОЗРАХУНОК ТА КОНСТРУЮВАННЯ РЕБРИСТОЇ ПЛИТИ ПОКРИТТЯ 3×6 М**

### **2.1. Вихідні дані**

У межах розрахунково-конструктивного блоку розглянуто залізобетонну плиту покриття з номінальними геометричними розмірами 3х5м. Виготовлення даного конструктивного елемента передбачено за поточно-агрегатною технологічною схемою із застосуванням електротермічного способу натягу робочої арматури на упори стенда (форм) з подальшою тепловологою обробкою для інтенсифікації твердіння матеріалу.

Як базовий конструкційний матеріал прийнято важкий бетон класу міцності на стиск С25/30. Поздовжнє попереднє напруження плити реалізується за рахунок використання високої міцності стрижневої арматури класу А800. Ненапружуваний каркас та допоміжне армування формуються з гарячекатаного прокату класу А400С, а також за допомогою зварних сіток, виготовлених із низьковуглецевого холоднотягнутого дроту періодичного профілю класу Вр-1. Розрахунковий параметр силового атмосферного впливу (характеристичне снігове навантаження) для майданчика будівництва у м. Запоріжжя прийнято згідно з районуванням за ДБН В.1.2-2:2006 і становить  $S_0 = 1200 \text{ Па}$



Мал. 2.1. Ребриста плита.

Задля врахування ступеня відповідальності споруди та можливих відхилень у фізико-механічних властивостях матеріалів і параметрах навантажень, у розрахункову модель інтегровано такі коефіцієнти:

Коефіцієнт надійності за призначенням конструкції ( $\gamma_n = 0,95$ ): встановлений відповідно до класу наслідків СС1 для коригування розрахункових значень зусиль.

Коефіцієнт надійності за навантаженням ( $\gamma_f = 1,1$ ): враховує можливе несприятливе перевищення фактичного снігового та власного навантаження над їхніми характеристичними значеннями.

Коефіцієнт умов роботи бетону ( $\gamma_{B2} = 0,9$ ): введений для врахування впливу тривалості дії навантажень та специфіки бетонування на міцнісні характеристики важкого бетону під час експлуатації плити покриття.

## 2.2 Механічні характеристики бетону і арматури

### 2.2.1 Клас міцності бетону C25/30

Розрахункова міцність бетону на стиск

$$f_{cd} = 17 \text{ МПа} = 17 \times 0,9 = 15,3 \text{ МПа}$$

Розрахункова міцність бетону на розтяг

$$f_{ctd} = 1,2 \times 0,9 = 1,08 \text{ МПа}$$

Коефіцієнти умови роботи бетону  $\gamma_{c2} = 0,9$

Середній початковий модуль пружності бетону

$$E_{ct} = 32,5 \times 10^3 \text{ МПа}$$

Передавальна міцність бетону

$$f_c = 0,7 \times C = 0,7 \times 30 = 21 \text{ МПа}$$

### 2.2.2 Попередньо напружена класу A800

Розрахункова міцність арматурної сталі на границі текучості

$$f_{yd} = 680 \text{ МПа}$$

Характеристична міцність арматури на границі текучості

$$f_{yk} = 785 \text{ МПа}$$

Розрахункове значення модуля пружності арматурної сталі

$$E_s = 1,9 \times 10^5 \text{ МПа}$$

### 2.2.3 Ненапружена арматура класу A400

Розрахункова міцність арматури на границі текучості

$$f_{yd} = 365 \text{ МПа}$$

### 2.2.4 Арматура холоднодеформована періодичного профілю класу Вр-1

Розрахункова міцність арматури на границі текучості Ø3 мм

$$f_{yd} = 365 \text{ МПа}$$

Розрахункова міцність поперечної арматури на границі текучості

$$f_{ywd} = 270 \text{ МПа}$$

Розрахункова міцність арматури на границі текучості Ø4 мм

$$f_{yd} = 365 \text{ МПа}$$

Розрахункова міцність поперечної арматури на границі текучості

$$f_{ywd} = 265 \text{ МПа}$$

Розрахункове значення модуля пружності арматурної сталі

$$E_s = 17 \times 10^4 \text{ МПа}$$

### 2.3 Визначення навантаження на плиту покриття

Визначення навантаження на 1 м<sup>2</sup> покриття з урахуванням коефіцієнту надійності з призначення конструкцій  $\gamma_n = 0,955$  зведено в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 Навантаження на 1 м<sup>2</sup> покриття

Вид навантаження	Підрахунок $t \times \rho \times g_{bn} \times \gamma_n$	Норм. кН/м <sup>2</sup>	Коеф. надій	Розрах кН/м <sup>2</sup> .
Постійне				
2 шари руберойду $g=8\text{кг/м}^2$	$0,008 \times 0,95 \times 9,81$	0,074	1,3	0,0962
Цементно – піщана стяжка $p=1,8 \text{ т/м}^3$ $t=50$ мм	$0,05 \times 1,8 \times 0,95 \times 9,81$	0,838	1,3	1,0894
Утеплювач мінвата $t=250 \text{ мм}$ , $p=0,175\text{т/м}^3$ $p=0,55 \text{ т/м}^3$ $t=150 \text{ мм}$	$0,25 \times 0,175 \times 0,95 \times 9,81$	0,4077	1,3	0,53001

Пароізоляційна мембрана $g=0,005\text{кН/м}^2$	$0,005 \times 0,95$	0,00475	1,3	0,0061
Разом		$q_{1н} = 1,324$		$g_1 = 1,721$
Плита покриття $3 \times 6$ з бетонним замонолічуванням	$0,16 \times 9,81 \times 0,95$	1,49	1,1	1,639
Разом постійне навантаження		$q_{н}=2,814$		$g = 3,36$
Тимчасове (короткодiюче)				
Снiгове навантаження м. Запорiжжя $S_0 = 1200 \text{ Па} = 120\text{кг/м}^2$	$0,120 \times 9,81 \times 0,95$	$S_{н} = 1,12$	1,04	$S = 1,16$
Зосереджена сила F вiд робочого з iнструментом, яка враховується при розрахунку поперечних ребер i власної маси полицi	$1 \times 0,95$	$F_{н} = 0,95$	1,2	$F = 1,14$
Повне навантаження		$q_{н}=4,994$		$q = 5,78$

Розрахунковий пролiт плити визначається як вiдстань мiж рiвнодiючими опорними реакцiями

$$L_0 = 5970 - \left( \frac{2 \times 100}{2} \right) = 5870 \text{ мм}$$

#### 2.4 Розрахунок полицi плити

Полиця плити покриття розраховується як нерозрiзна багатопрогiнна плита, оперта по контуру поздовжнiми та поперечними ребрами. Стратегiя розрахунку базується на аналізі спiввiдношення сторiн  $l_{o1} / l_{o2} \leq 3$ . За умови певних геометричних пропорцiй (перевищення лiмiту вiдношення сторiн)

роботу конструкції моделюють за одновісною балковою схемою, де розрахункові зусилля визначають виключно у напрямку коротшого прогону в чистоті.

Полиця плити розраховується багатопрольотною нерозрізною, яка затиснута з чотирьох боків повздовжніми та поперечними ребрами. Подальший статичний розрахунок її залежить від співвідношення сторін  $l_{01} / l_{02}$

Розрахункові прогони середніх ділянок полиці плити у чистоті (у світлі між гранями ребер), м, що інтегруються в математичні моделі статичного аналізу.

$$L_{01} = 150 - (2 \times 4,5) = 141 \text{ см} = 1,41 \text{ м}$$

$$L_{02} = 298 - 2(1,5 + 10,5) = 274 \text{ см} = 2,74 \text{ м}$$

$$\frac{L_{02}}{L_{01}} = \frac{274}{141} = 1,94 < 3$$

Розрахункові прольоти плити в чистоті для крайніх ділянок

$$L_{01} = 148,5 - 1 - 17,5 - \frac{9}{2} = 125,5 \text{ см} = 1,255 \text{ м}$$

$$L_{02} = 298 - 2 \times (1,5 + 10,5) = 274 \text{ см} = 2,74 \text{ м}$$

$$\frac{L_{02}}{L_{01}} = \frac{274}{125,5} = 2,18 < 3$$

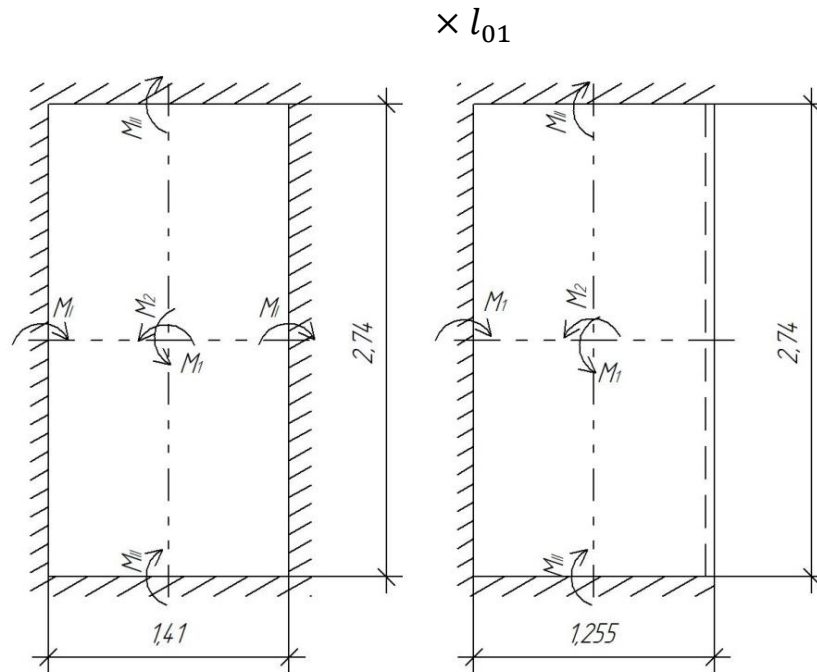
Зазначена умова задовольняється, що обґрунтовує перехід до розрахунку полиці за балковою схемою. Розрахункова величина постійного навантаження на одиницю корисної площі  $1 \text{ м}^2$ , яка інтегрує в собі безпосередню власну вагу полиці товщиною 30 мм, має такий вигляд:

$$\begin{aligned} g &= g_1 = h_f \times \rho \times \gamma_f \times 9,81 \times \gamma_n = \\ &= 1,721 + 0,03 \times 2,5 \times 1,1 \times 9,81 \times 0,95 = 2,48 \text{ кН/м}^2 \end{aligned}$$

Розрахункові згинальні моменти у полиці плити детермінуються для двох базових варіантів завантаження.

Схема А передбачає одночасний вплив постійного навантаження та тимчасового снігового впливу. Інтегральним критерієм для виконання подальших міцнісних обчислень є нормативна умова рівноваги внутрішніх та зовнішніх силових факторів у розрахунковому перерізі.

$$\left[ (q + S) \times \frac{l_0^2}{12} \right] \times (3l_{02} - l_{01}) = (2M_1 + M'_1 + M_{II}) \times l_{02} + (2M_2 + M_{I1} + M'_{II})$$



Мал. 2.2 Розрахункові схеми і розташування моментів, діючих в плиті панелі

а – для середніх ділянок  $L_{01} = 1,41$ ,

б– для крайніх ділянок  $L_{01} = 1,255$ ,

Нижче наведено розрахунок середніх ділянок плитної частини. При цьому граничні співвідношення між розрахунковими внутрішніми моментами набувають такого вигляду:

$$\frac{M_2}{M_1} = 0,4$$

$$M_1 = M'_1 = M_{I1}, M_{12} = M'_{II} = M_{II} = 0,4 \times M_1$$

Спираючись на вищезазначені передумови, вираз умови рівноваги сил у критичному перерізі середньої ділянки трансформується таким чином:

$$M_1 = \frac{[(g+s) \times \frac{l_0^2}{12}] \times (3 \times l_{02} - l_{01})}{(4 \times l_{02} + 4 \times 0,4 \times l_{01})}, \text{ вдосконалюємо}$$

$$M_1 = (2,48 + 1,28) \times 1,41 \frac{2}{12} \times \frac{(3 \times 2,74 - 1,41)}{(4 \times 2,74 + 1,64 \times 1,2)} = 0,32 \text{ кН} \times \text{м}$$

$$M_2 = 0,4 \times M_1 = 0,4 \times 0,32 = 0,1 \text{ кНм}$$

Розподіл внутрішніх моментів моделюється за фіксованими параметрами з обов'язковою адаптацією розрахункової схеми до реальних умов жорсткості та специфіки передачі зусиль на межі контакту полиці з торцевим ребром плити

$$M_1 = 0,32$$

Враховуючи викладені фактори, критерій пластичної рівноваги розрахункового перерізу трансформується у таку аналітичну залежність:

$$M_1 = (2,48 + 1,28) \times 1,255 \times 2 \times \frac{(3 \times 2,74 - 1,255)}{(3 \times 2,74 + 1,6 \times 1,255)} = 0,4 \text{ кНм}$$

$$M_2 = 0,4 \times M_1 = 0,4 \times 0,4 = 0,16 \text{ кНм}$$

При моделюванні Комбінації II інтегрується постійний тиск від конструкцій та експлуатаційне зосереджене навантаження від ваги робітника з інструментом. З огляду на дискретний характер прикладання тимчасової сили, рівняння рівноваги системи у найзавзятішому перерізі модифікується таким чином:

$$q \times \frac{l_0^2}{12} \times (31_{02} - 1_{01}) + F \times \frac{1_{01}}{2} = (2M_1 + M'_1 + M_1) \times 1_{02} + (2M_2 + M_{II} + M'_{II}) \times 1_{01}$$

Конфігурація та пропорції моментів у контурно опертій полиці є аналогічними до першого варіанта завантаження. Розрахункові величини внутрішніх зусиль для середніх прогонів збірного елемента покрівлі обчислюються за такими рівняннями:

$$M_1 = q \times \frac{1_{02}}{12} \times (31_{02} - 1_{01}) + F \times \frac{1_{01}}{(4 \times 1_{02} + 1,6 \times 1_{01})} =$$

$$= \left[ \frac{2,48 \times 1,2^2 \times (3 \times 2,74 - 1,2)}{12 = 1,14 \times \frac{1,2}{2}} \right] \frac{1}{(4 \times 2,74 + 1,6 \times 1,41)} = 0,14 \text{ кНм}$$

$$M_2 = 0,4 \times M_1 = 0,4 \times 0,14 = 0,056 \text{ кНм}$$

Конфігурація та коефіцієнти розподілу моментів у крайніх прогонах плити залишаються незмінними. Адаптація розрахункового алгоритму досягається шляхом урахування особливостей статичної роботи та напруженого стану конструкції на торцевому ребрі. Величина внутрішніх сил для цих зон визначається у такому вигляді:

$$M_1 = 0$$

Спираючись на вищезазначені передумови, вираз умови рівноваги сил у критичному опорному перерізі трансформується таким чином:

$$M_1 = 2,48 \times \frac{1,255^2}{12} \times (3 \times 2,74 - 1,255) + 1,14 \times \frac{1,2}{2} \times (3 \times 2,74 + 1,6 \times \\ \times 1,255) = 0,23 \text{ кНм}$$

$$M_2 = 0,4 \times M_1 = 0,4 \times 0,23 = 0,09 \text{ кНм}$$

Зіставлення силових схем свідчить, що Комбінація I є визначальною для розрахунку через наявність максимальних згинальних моментів. Розрахунок площі армування виконується за зусиллями в крайніх прогонах полиці плити. З урахуванням нормативного співвідношення між моментами, підсумкові результати обчислень становлять:

$$M_1 = M_I = 0,25 \text{ кНм}$$

$$M_2 = M_{II} = 0,17 \text{ кНм}$$

При підборі площі армування полиці розрахункові опорні моменти зменшуються внаслідок дії внутрішнього розпору: в крайніх прогонах і швах — на 10% (помноженням на коефіцієнт 0,90), у середніх прогонах — на 20% (помноженням на 0,80). Нижче наведено розрахунок поздовжньої арматури, інтегрованої у зварну плоску сітку С-1. Для арматурного дроту діаметром 4 мм корисна висота перерізу полиці дорівнює:

$$d = \frac{h}{2} - \frac{d}{2} = \frac{30}{2} - \frac{4}{2} = 13 \text{ мм}$$

Фізико-механічна характеристика деформативності стиснутого бетону полиці плити моделюється за прямокутною епюрою напружень. За умови відсутності приросту деформацій в арматурі на межі несучої здатності,

відносна висота стиснутої зони  $\xi = \frac{x}{h_0}$  обчислюється за такою математичною формулою:

$$\omega = \alpha - 0,008 \times f_{cd} = 0,85 - 0,008 \times 15,3 = 0,7276$$

де  $\alpha = 0,85$  для важкого бетону

Граничне значення відносної висоти стиснутої зони бетону  $\xi_R$ . У разі його перевищення руйнування елемента набуває крихкого характеру та розпочинається зі стиснутої зони. Показник  $\xi_R$  є базовою константою перерізу і розраховується залежно від характеристик важкого бетону класу C25/30 та арматурного дроту класу Вр-1.

$$\begin{aligned} \xi_R &= \frac{\omega}{\left(1 + \frac{\sigma_{SR}}{\sigma_{SC,U}} \times \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)\right)} = \frac{0,7276}{\left(1 + \frac{370}{500} \times \left(1 - \frac{0,7276}{1,1}\right)\right)} \\ &= \frac{0,7276}{(1 = 0,74(1 - 0,6615))} = 0,5818 \end{aligned}$$

де  $\sigma_{SR}$  - умовні напруження в розтягнутих стрижнях або дротяних сітках А240, Вр-1,

$$\sigma_{SR} = f_{yd}$$

$\sigma_{SC,U}$  - граничні стискальні напруження в арматурі, локалізованій у стиснутій зоні залізобетонного елемента

400 МПа при  $\gamma_{B2} = 1$  та 500 МПа при  $\gamma_{B2} = 0,9$

$$\alpha_m = 0,9 \times \frac{M_1}{f_{cd}} \times b \times h^2 = \frac{(0,9 \times 0,25 \times 102)}{(1,53 \times 100 \times 1,3 \times 2)} = 0,087$$

Згідно таблиці при  $\alpha_m = 0,087$  величина  $\xi = 0, < \xi_{opt} = 0,2$

де  $< \xi_{opt} = 0,2$  – граничний ліміт оптимальної висоти стиснутої зони бетону.

Перевіряємо умову  $\xi = 0,168 < \xi_R = 0,5818$ , умова виконується.

В залежності від  $m = 0,08$  по таблиці знаходимо коефіцієнт  $\eta = 0,96$

Необхідна площа арматури полиці:

$$A_{S1} = \frac{M_1}{f_{yd}} \times b \times \eta = \frac{25}{37,5} \times 1,3 \times 0,96 = 0,83 \text{ см}^2$$

Обчислення дійсного коефіцієнта армування базується на зіставленні сумарної площі поперечного перерізу розтягнутого арматурного остова сітки С-1 та робочої площі стиснутої зони бетону, що формалізується у такому вигляді:

$$\rho = \frac{A_{s1}}{b \times d} = \frac{0,83}{100 \times 1,3} = 0,0005 > \rho_{\text{мін}} = 0,005 = 0,5\%$$

Оскільки фактичний відсоток армування перевищує мінімальний нормативний ліміт, міцність перерізу вважається забезпеченою. До впровадження у конструкцію полиці плити приймається арматурна сітка з холоднотягнутого дроту діаметром 4 мм класу Вр-1 із кроком 200 мм

$$z A_{s1} = 5 \text{ стержнів } 0,196 = 0,98 \text{ см}^2 > 0,83 \text{ см}^2$$

Мінімальна робоча висота залізобетонного перерізу полиці, мм, визначена з урахуванням захисного шару та фактичного діаметра арматурних стрижнів (дроту діаметром 3 мм).

$$d = \frac{h}{2} - \frac{d}{2} = \frac{30}{2} - \frac{3}{2} = 13,5 \text{ мм}$$

$$\alpha_m = 0,9 \times \frac{M_2}{f_{cd}} \times b \times h^2 = 0,9 \times 0,17 \times 10 \times \frac{6}{13} \times 13,5 \times 2 = 0,065$$

В залежності від  $\alpha_m = 0,065$  по таблиці знаходимо коефіцієнт

$$\eta = 0,978$$

Необхідна площа арматури полиці:

$$A_{s2} = \frac{M_2}{f_{yd}} \times d \times \eta = \frac{0,17 \times 10^6}{375} \times 13,5 \times 0,978 = 59,85 \text{ мм}^2$$

Дійсний коефіцієнт армування:

$$\rho = 59,85 \times (1000 \times 13,5) = 0,00044 > 0,0005$$

Оскільки фактичний відсоток армування є більшим за мінімальний нормативний ліміт, тримальна здатність полиці вважається забезпеченою. До реалізації у плиті СТО прийнято арматурну сітку з холоднотягнутого дроту діаметром 3 мм класу Вр-1 із кроком 200 мм. Конструктивні габарити виробу становлять 2970 мм × 5950 із сумарною площею перерізу арматурного остова:

$$A_{S2} = 64 \text{ мм}^2 > 59,85 \text{ мм}^2$$

Остаточно для армування полиці плити приймається зварна сітка з холодноотягнутого дроту діаметром 4 мм класу Вр-1 із кроком 200 мм. Розрахункова насиченість перерізу робочим металлом забезпечується встановленням 5 стрижнів  $A_{S1} = 5$  стержнів  $0,196 = 0,98 \text{ см}^2 > 0,83 \text{ см}^2$

Гранично мінімальна робоча висота перерізу полиці з урахуванням діаметра арматури 3 мм.

$$d = \frac{h}{2} - \frac{d}{2} = \frac{30}{2} - \frac{3}{2} = 13,5 \text{ мм}$$

$$\alpha_m = 0,9 \times \frac{M_2}{f_{cd}} \times b \times h^2 = 0,9 \times 0,17 \times 10 \times \frac{6}{13} \times 1000 \times 13,5 \times 2 = 0,065$$

В залежності від  $\alpha_m = 0,065$  по таблиці знаходимо коефіцієнт  $\eta = 0,96$

Необхідна площа арматури полиці:

$$A_{S2} = \frac{M_2}{f_{yd}} \times d \times \eta = \frac{0,17 \times 10^6}{375} \times 13,5 \times 0,978 = 59,85 \text{ мм}^2$$

Фактичний коефіцієнт армування:

$$\rho = 59,85 \times (1000 \times 13,5) = 0,00044 > 0,0005$$

Фактичний відсоток армування більш, ніж мінімальний коефіцієнт  $\mu$

Приймаємо арматуру з холодноотягнутого дроту  $\varnothing 3$  Вр-1 з кроком 200 мм, розмірами 2970 мм  $\times$  5950 мм з площею  $A_{S2} = 64 \text{ мм}^2 > 59,85 \text{ мм}^2$

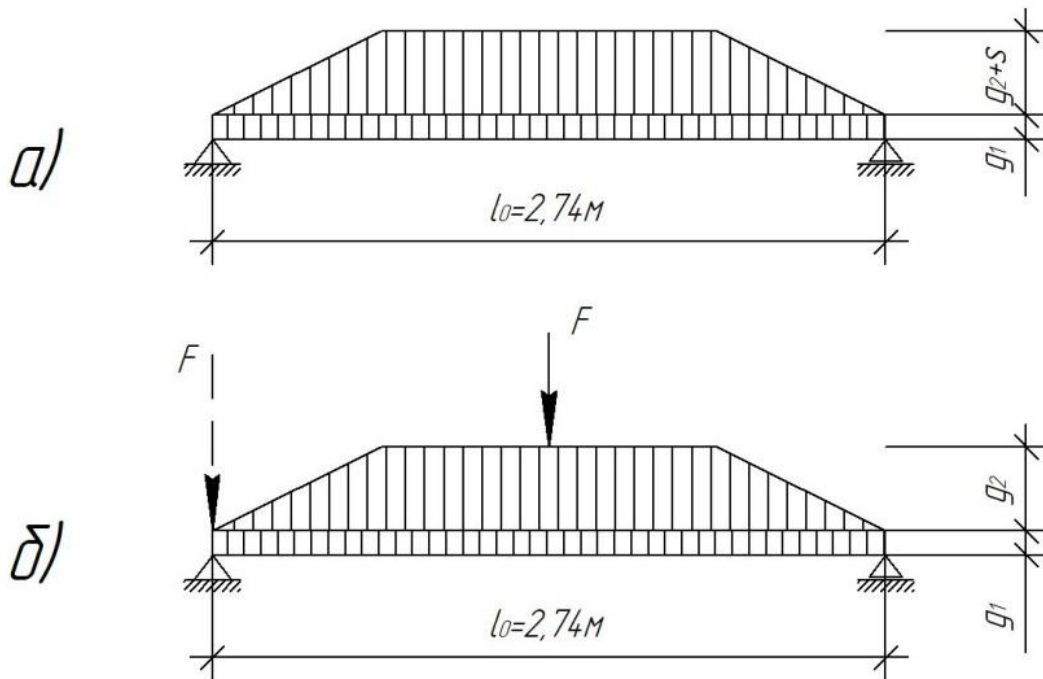
На основі проведеного міцнісного аналізу, для підсилення плитної частини остаточно приймається зварна сітка

$$C \frac{4\text{Вр1} - 200}{3\text{Вр1} - 200} 2970 \times 5950$$

## 2.5 Розрахунок поперечного ребра

Завдяки жорсткому з'єднанню середнього поперечного ребра з поздовжнім каркасом і полицею плити досягається ефект спільної монолітної роботи матеріалів. Вказане рамне суміщення переводить алгоритм статичних обчислень тримальної здатності ребра з площинної постановки у категорію

просторових інженерних комплексів.



Мал. 2.3. Розрахункова схема поперечного ребра опертих по контуру.

а) від постійного і снігового навантаження

б) від постійного і зосередженого навантаження

Трапецієвидна форма епюри навантажень пояснюється характером розподілу зусиль від плит із контурним опертям. При цьому розрахунковий прогін дорівнює чистому простору у світлі між поздовжніми ребрами плити.

$$l_0 = l_{02} = 274 \text{ см}$$

Вага 1 м поперечного ребра:

$$q_1 = \frac{(0,05 + 0,09)}{2} \times (0,15 - 0,03) \times 2,5 \times 1,1 \times 9,81 \times 0,95 = 0,22 \text{ кН\м}$$

Навантаження від ваги  $\frac{1}{4}$  плити і ізоляційного килима:

$$q_2 = 2,48 \times 1,5 = 3,72 \text{ кН\м}$$

Комбінація – I. Зусилля від розрахункового навантаження:

$$\begin{aligned} M &= (q_1 + q_2 + S) \times \frac{l_0^2}{8} - (q_2 + S) \times \frac{l_1}{24} = \\ &= (0,22 + 3,72 + 1,28) \times \frac{2,74^2}{8} - (3,72 + 1,28) \times \frac{1,5^2}{24} = 4,4 \text{ кНм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{ed} &= (q_1 + q_2 + S) \frac{l_0}{2} - (q_2 + S) \times \frac{1,5}{4} = \\
 &= (0,22 + 3,72 + 1,28) \times \frac{2,74}{2} - (3,72 + 1,28) \times \frac{1,5}{4} = 5,2 \text{ кН}
 \end{aligned}$$

При аналізі Комбінації II інтегрується постійний тиск від конструкцій та тимчасове зосереджене навантаження від маси працівника з інструментом. Внутрішні силові фактори (зусилля) для цього розрахункового випадку обчислюються у такому аналітичному вигляді:

$$\begin{aligned}
 M &= (q_1 + q_2) \times \frac{l_0^2}{8} - (q^2 + \frac{l_1^2}{24} + F \times \frac{l_0}{5} = \\
 &= (0,22 + 3,72) \times \frac{2,74^2}{8} - 3,72 \times \frac{1,5^2}{24} + 1,14 \times \frac{2,74}{5} = 3,9 \text{ кНм}
 \end{aligned}$$

під час обчислення згинального моменту від впливу тимчасового зосередженого навантаження математична модель коригується шляхом урахування фактора часткового защемлення (пружного фіксування) опорних вузлів ребра жорсткості.

$$\begin{aligned}
 V_{ed} &= (q_1 + q_2) \frac{l_0}{2} - q_2 \times \frac{1,5}{4} + F = \\
 &= (0,22 + 3,72 \times \frac{2,74}{2} - 3,72 \times \frac{1,5}{4} + 1,14 = 5,14 \text{ кН}
 \end{aligned}$$

(при визначенні поперечної сили зосереджене навантаження розташоване у опори)

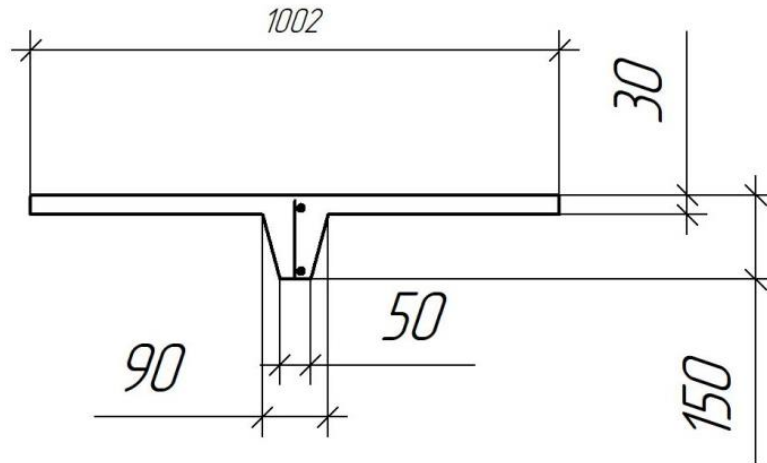
Таким чином, розрахунковою по  $M$  та  $V_{ed}$  є комбінація – I.

### **2.5.1 Розрахунок по міцності нормального перерізу поперечного ребра**

Геометрична модель досліджуваної конструкції представлена у вигляді еквівалентного таврового перерізу. Його параметри обумовлені сумісним деформуванням у стиснутій зоні поперечного ребра висотою 150 мм та фрагмента плити завтовшки 30 мм, а саме:

$$b'_f = \frac{1}{3} \times l_0 + b = \frac{1}{3} \times 2740 + 90 = 1002 \text{ мм}$$

$$h = 150 \text{ мм}, b'_f = 30 \text{ мм}$$



Мал. 2.4. Розрахункові геометричні характеристики плити покриття інтерпретуються як умовно тавровий переріз.

Ефективна робоча висота розглянутого таврового профілю плити покриття становить  $h_0 = 129 \text{ мм}$ , що визначено з урахуванням параметрів армування елемента ( $a_b = 129 \text{ мм}, d = 12 \text{ мм}$ ).

$$d = h - a = 150 - \left(15 + \frac{12}{2}\right) = 129 \text{ мм}$$

$\xi_R$  обчислення міцнісних характеристик елемента виконується з урахуванням нормативних та розрахункових опорів для комбінації матеріалів «бетон С25/30 — арматура А400».

$$\xi_R = \frac{\omega}{\left(1 + \frac{\sigma_{SR}}{\sigma_{SC}} \times \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)\right)} = \frac{0,746}{\left(1 + \frac{365}{500} \times \left(1 - \frac{0,746}{1,1}\right)\right)} = 0,604$$

Згинальний момент, який сприймає стисла полицка, обчислюється за критерієм її повного завантаження:

$$M = 6,4 \times 10^6 < f_{cd} \times b'_f \times h'_f \times (d - 0,5 \times h'_f) =$$

$$= 13 \times 1002 \times 30 \times (129 - 0,5 \times 30) = 44,5 \times 10^6 \text{ Нмм}$$

Зважаючи на виконання критерію міцності, положення нейтральної лінії обмежене висотою полицки плити. Відтак, геометрична модель перерізу трансформується у прямокутну із шириною стиснутої зони:  $b'_f = 1002\text{мм}$

$$\alpha_m = \frac{M}{f_{cd}} \times b'_f \times d^2 = 6,4 \times \frac{10^6}{13} \times 1002 \times 129^2 = 0,03$$

Згідно таблиці при  $\alpha_m = 0,03$   $\xi = 0,03$

Умова  $\xi = 0,025 < \xi_R = 0,604$  виконується.

По таблиці в залежності від  $\alpha_m = 0,03$  знаходимо коефіцієнт:

$$\eta = 0,994$$

Армування нижньої зони ребра (кількість та номінальний діаметр робочих стержнів) обчислюються за критерієм забезпечення несівної здатності елемента:

$$A_s = \frac{M}{f_{yd}} \times d \times \eta = \frac{6,4 \times 10^6}{365} \times 1,29 \times 0,994 = 1,37 \text{ см}^2$$

Приймаємо 1  $\varnothing$  14 A400C з  $A_s = 1,54 \text{ см}^2$

## 2.5.2 Розрахунок похилого перерізу поздовжнього ребра по міцності

Розрахункова висота ребра  $d = 129 \text{ мм}$

розподілу експлуатаційних і постійних навантажень на розрахункові погонні метри ребра визначається згідно з наведеною нижче залежністю:

$$q_H^1 = q_1 + q_2 + \frac{S}{2} = 0,22 + 3,72 + \frac{1,2}{2} = 4,54 \text{ кН/мм}$$

Ураховуючи, що вектор прикладання силових факторів є перпендикулярним до площини настилу, розподіл погонних зусиль на дискретне поперечне ребро набуває такого вигляду:

$q_H^1 = 4,54 \frac{\text{кН}}{\text{мм}} < ga = 0,16 \times \varphi_{b4} (1 + \varphi_n) \times f_{ctd} \times b$   $4,54 < 0,16 \times 1,5 \times 0,95 \times 70 = 16,0 \text{ Н/мм}$ , то довжину проєкції найбільш небезпечного похилого перерізу приймаємо  $c = 2,5 \times d = 2,5 \times 129 = 322,5 \text{ мм}$ , коефіцієнтний  $\varphi_{b4} = 1,5$  (для важкого бетону), коефіцієнт  $\varphi_n = 0$ , так як відсутня повздовжня сила.

Наступним етапом є перевірка необхідності встановлення поздовжнього робочого армування за розрахунком. Аналіз напруженого стану дозволяє диференціювати потребу між розрахунковим та конструктивним підбором площі перерізу стержнів.

$$V_{ed} = Q_{max} - q_1 \times c = 5250 - 4,54 \times 322,5 = 3785,8 \text{ H} <$$

$$V_{ed} b^4 = \varphi_{b4} \times \varphi_n \times f_{ctd} \times b \times \frac{d^2}{c} = 1,5 \times 0,95 \times 70 \times 129 \times \frac{2}{322,5} = 5147 \text{ H}$$

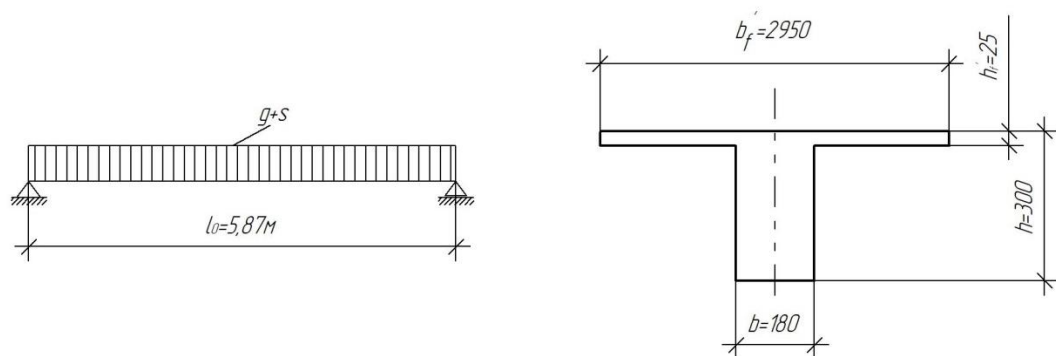
Завдяки виконанню нормативної умови, поздовжня арматура вводиться в структуру елемента суто за конструктивними міркуваннями. Параметри армування прийнято такими: холоднотягнутий дріт  $\varnothing 4$  Вр-1 із кроком розставлення стержнів 75 мм.

## 2.6 Розрахунковий прольот, навантаження і зусилля в повздовжніх ребрах

Розрахунковий проліт елемента за осями опорних конструкцій дорівнює:

$$l_0 = 5,97 - 2 \times 0,05 = 5,87 \text{ м}$$

де 0,05 м – відстань від вісі опори до торця плити.



Мал. 2.5. Розрахункова схема ребра

Повний спектр постійних і тимчасових навантажень на поздовжнє ребро узагальнено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 Навантаження на 1 м<sup>2</sup> плити

Вид навантаження	Нормативне навантаження кН/м	Коеф. $\gamma_f$	Розрахункове кН/м
Постійне:			
Плита покриття з бетоном замонолічування 1,6×0,95×3	4,56	1,1	5,0
Ізоляційний килим -нормативне 1,32×3 - розрахункове 1,72×3	3,96		5,16
Разом	$g_n = 8,52$		$g = 10,16$
Тимчасове: - снігове навантаження 1,28×3	3,84	1,04	3,99
Повне навантаження	$q_n = 12,36$		$q = 14,15$

### 2.6.1 Зусилля в повздовжніх ребрах

Від повного розрахункового навантаження

$$M = q \times L_o^2 / 8 = 14,15 \times 5,87^2 / 8 = 60,9 \text{ кН} \times \text{м}$$

$$V_{ed} = 0,5 \times q \times L_o = 0,5 \times 14,15 \times 5,87 = 41,53 \text{ кН}$$

Від повного нормативного навантаження

$$M_n = q_n \times L_o^2 / 8 = 12,36 \times 5,87^2 / 8 = 53,2 \text{ кН} \times \text{м}$$

$$V_{ed} = 0,5 \times q \times L_o = 0,5 \times 12,36 \times 5,87 = 36,2 \text{ кН}$$

Від постійного нормативного навантаження

$$M_g = g_n \times L_o^2 / 8 = 8,52 \times 5,87^2 / 8 = 36,6 \text{ кН} \times \text{м}$$

$$V_{ed} = 0,5 \times q \times L_o = 0,5 \times 10,16 \times 5,87 = 29,8 \text{ кН}$$

### 2.6.2 Розрахунок нормальних перерізів повздовжніх ребер по міцності

Розрахунковий переріз ребра умовний тавровий з розмірами

- ширина полиці  $b_f' = (2980 - 2 \times 15) \times 0,65 = 1918 \text{ мм}$ .

- висота перерізу  $h = 300$  мм.

Робоча висота плити при  $a = 20 + 14/2 = 27$  мм:

$$d = h - a = 300 - 27 = 273 \text{ мм.}$$

$$\omega = \alpha - 0,008 \times f_{cd} = 0,85 - 0,008 \times 17 = 0,746$$

Передчасне напруження арматури приймаємо:

$$\sigma_{sp} = 0,75 \times f_{yk} = 0,75 \times 785 = 588,75 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{sp} + \Delta\sigma_{sp} = 588,75 + 45 = 633,75 \text{ МПа} \leq f_{yk} = 785 \text{ МПа,}$$

де  $\Delta\sigma_{sp}$  - прирощення напруження при електротермічному засобі тяжіння, яке визначається

$$\Delta\sigma_{sp} = 30 + 90/l = 30 + 90/6 = 45 \text{ МПа,}$$

де  $l = 6$  м – довжина напруженого стержня

Визначаємо граничне відхилення передчасного напруження при числі стержнів 2:

$$\Delta\gamma_{sp} = (0,5 \times P/\sigma_{sp}) \times 1 + 1 \times \sqrt{l_{пр}} = (0,5 \times 45/588,75) \times 1 + 1 \times \sqrt{2} = 0,07$$

оскільки  $\Delta\gamma_{sp} = 0,07 < 0,1$  – мінімально допустимого значення, то приймаємо  $\Delta\gamma_{sp} = 0,1$

$$\text{Точності тяжіння } \gamma_{sp} = 1 - \Delta\gamma_{sp} = 1 - 0,1 = 0,9$$

Передчасне напруження арматури з урахуванням знижуючого коефіцієнта  $\sigma_{sp} = 0,9 \times 588,75 = 524,875 \text{ МПа}$

Втрати попереднього напруження від деформації анкерів, розташованих у натяжних устроях:

$$\sigma_3 = \Delta l E_s = 3,35/6000 \times 19 \times 10^4 = 106 \text{ МПа,}$$

$$\text{де } \Delta l = 1,25 + 0,15 \times d = 1,25 + 0,15 \times 14 = 3,35 \text{ мм}$$

$d = 14$  мм – попередньо прийнятий діаметр повздовжньої робочої арматури.

Втрати попереднього напруження від деформації сталеної форми  $\sigma_5 = 30$  МПа (при відсутності даних о формі).

Попереднє напруження в напруженій арматурі до обтиску бетону при коефіцієнті точності натягнення  $\gamma_{sp} < 1$  і з обліком втрат  $\sigma_3$ ,  $\sigma_5$

$$\sigma_{SP1} = \sigma_{SP} (1 - \Delta\gamma_{sp}) - \sigma_3 - \sigma_5 = 524,875 (1 - 0,1) - 106 - 30 = 359 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{SP1} = 1500 \sigma_{SP1} / f_{yd} - 1200 = 1500 \times 359 / 680 - 1200 < 0$$

Приймаємо  $\Delta\sigma_{sp} = 0$

Попереднє напруження  $b$  арматурі при невідомих значеннях повних витрат для розрахунку напруження  $\Delta\sigma_{sR}$  приймаємо

$$\sigma_{sp} = 0,6 f_{yd} = 0,6 \times 680 = 408 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{sR} = f_{yd} + 400 - \sigma_{sp} - \Delta\sigma_{sp} = 680 + 400 - 408 - 0 = 672 \text{ МПа}$$

При коефіцієнті  $\gamma_{B2} = 0,9$ , напруження  $\sigma_{sc, u} = 500 \text{ МПа}$

Гранична відносна висота стислої зони:

$$\begin{aligned} \xi_R &= \omega / (1 + \sigma_{sR} / \sigma_{sc, u} \cdot (1 - \omega / 1,1)) = 0,746 / (1 + 672 / 500 \times (1 - 0,746 / 1,1)) = \\ &= 0,746 / (1 + 1,34 \times (1 - 0,678)) = 0,52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M &= 65,9 \times 10^6 \text{ Н} \times \text{мм} < f_{cd} \times b_f' \times h_f' \times (d - 0,5 \times h_f') = \\ &= 13 \times 1918 \times 30 \times (273 - 0,5 \times 30) = 193 \times 10^6 \text{ Н} \times \text{мм} \end{aligned}$$

Умова виконується, тому нейтральна вісь проходить в межі полиці, а розрахунковий переріз розраховується як прямокутний шириною  $b_f' = 1918 \text{ м}$  і висотою  $300 \text{ мм}$ .

$$\alpha_m = M_{\max} / f_{cd} \times b_f' \times d^2 = 65,9 \times 10^6 / 13 \times 1918 \times 273^2 = 0,039$$

по таблиці при  $\alpha_m = 0,039$  інші коефіцієнти  $\xi = 0,032$ ;  $\eta = 0,986$

Площа напруженої арматури:

$$A_s = M_{\max} / f_{yd} \times \eta \times \gamma_{sp} \times d = 65,9 \times 10^6 / 680 \times 0,986 \times 1,15 \times 273 = 344 = 3,4 \text{ см}^2$$

Визначаємо фактичний коефіцієнт армування:

$$\rho = 344 / (180 \times 273) = 0,007 > \zeta_{f \text{ мин}} = 0,0005 = 0,5 \%$$

$$\text{де } b = 2 \times (75 + 105) / 2 = 180 \text{ мм}$$

У ребристих плитах робочу арматуру у вигляді стержнів розташовують по осі кожного ребра плити або поблизу від цієї осі.

**Приймаємо напружену арматуру в кількості двох стержнів 2  $\varnothing 16$  A800 з  $A_s = 4,02 \text{ см}^2$  по одному в кожному ребрі з  $A_{sp} = 402 \text{ мм}^2 > A_{sp1} = 326 \text{ мм}^2$**

$$\rho_{\text{факт}} = 402 / (180 \times 273) = 0,008$$

Фактичний відсоток армування більш, ніж мінімальний коефіцієнт  $\zeta_f$  і знаходиться в межах оптимального (від 0,003 до 0,009).

Розрахунок похилого перерізу ребра на дію поперечної сили

$$g_1 = g + s/2 = 10,34 + 4,73 / 2 = 12,71 \text{ кН/м}$$

$$g_1 < g_a = 0,16 \times \varphi_{b4} \times (1 + \varphi_n) \times f_{ctd} \times b$$

$$12,71 < 0,16 \times 1,5 \times (1 + 0,35) \times 0,95 \times 180 = 55,4 \text{ кН/м}$$

де  $\varphi_n$  - коефіцієнт впливу зусиль стиску

$$\varphi_n = 0,1 \times P / f_{ctd} \times b \times d = 0,1 \times 1628,1 / 1,2 \times 0,18 \times 0,273 = 0,27 < 0,5$$

де  $P$  - зусилля передчасного стиску арматури, прийнято при

орієнтованому значенні сумарних витрат  $\sigma_\ell = 100$  МПа, і  $\gamma_{sp} < 1$

$$P = \gamma_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_\ell) \times A_{sp} = (1 - 0,1) \times (550 - 100) \times 402 = 1628,1 \text{ кН}$$

Перевіряємо необхідність постанови поперечної арматури по розрахунку:

$$V_{ed} = 36,2 \text{ кН} < V_b = 37,8 \text{ кН}$$

$$\text{де } V_{ed} = V_{\max} - g_1 \cdot c = 44,9 - 12,71 \times 0,683 = 36,2 \text{ кН}$$

$$V_b = \varphi_{b4} \times (1 + \varphi_n) \times f_{ctd} \times b \times d^2 / c = 1,5 \times (1 + 0,27) \times 0,95 \times 0,18 \times 0,273^2 / 0,683 = 37,5 \text{ кН}$$

Довжина проекції нахилого перерізу

$$c = 2,5 \times d = 2,5 \times 0,273 = 0,683 \text{ м}$$

Задоволення зазначеної умови свідчить про достатню міцність похилої бетонної смуги, внаслідок чого розрахунок поперечної арматури не проводиться, а її призначення регламентується конструктивними правилами. Параметри армування вздовж поздовжньої осі прийнято такими: у чверті прольоту біля опор крок становить  $sw_1 = 150$  мм., у центральній половині елемента —  $sw_2 = 300$  мм. Матеріал поперечних стержнів — холоднотягнутий дріт  $\varnothing 5$  Вр-1.

## **РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА**

### **3.1 Календарний план**

#### **3.1.1 Загальні положення**

Розроблення календарного графіка будівельного виробництва базується на розгалуженій системі проектно-технологічних та організаційних рішень. Першочерговим підґрунтям для розрахунків слугує робоча документація (креслення), яка деталізує просторові параметри споруди та черговість технологічних етапів.

У процесі моделювання строків до уваги беруться закріплені нормативно-правовими актами часові межі реалізації об'єкта. Окрім цього, залучаються профільні технологічні карти, які встановлюють конкретні методи виконання операцій і регламентують питомі витрати людських та технічних ресурсів. Важливу роль відіграють відомості про наявні потужності генерального підрядника й субпідрядних ланок: чисельний та кваліфікаційний склад робітників, фактичну продуктивність праці, укомплектованість парку будівельних машин, а також логістичні можливості щодо безперебійного постачання конструкцій та матеріальних засобів.

Відповідно до розрахункових положень ДСТУ Б А.3.1-22:2013 «Визначення тривалості будівництва об'єктів», регламентний строк виконання будівельно-монтажних робіт для цього об'єкта дорівнює 2 місяцям і 22 дні (із виділенням 7 діб на розгортання процесів підготовчого етапу). Зазначений часовий орієнтир закладено в основу оптимізації календарного плану, що створює умови для збалансованого використання ресурсів, синхронізації дій усіх учасників будівництва та гарантує здачу об'єкта в межах контрактних строків.

#### **3.1.2 Аналіз проекту**

Запроектований проект одноповерхової будівлі - станція технічного обслуговування(автосервіс) в м. Запоріжжя має прямокутну форму з

загальними розмірами в крайніх осях 30,0 x 18,0 м., будівля має 1 прольот, розмір прольоту 18 м, висота до низу несучої конструкції 6,0 м.

Розглядання проекту з точки зору технології визначає наступні методи виробництва робіт:

### **Нульовий цикл**

Підготовчий та підземний етапи (нульовий цикл)

Земляним роботам передують вертикальне планування території будівництва, яке реалізується за допомогою бульдозера Caterpillar D6. Безпосереднє виймання ґрунтової маси здійснюється одноковшевим екскаватором Caterpillar M315, обладнаним робочим органом типу «зворотна лопата» з місткістю ковша 0,5 м<sup>3</sup>. Об'єм ґрунту, що знадобиться для подальшого влаштування зворотного засипання котловану (пазух), тимчасово складається у відвал у межах майданчика. Залишок розробленої породи підлягає транспортуванню за межі будівельної зони з використанням автомобільних самоскидів. Процес засипання пазух навколо фундаментних конструкцій супроводжується пошаровим ущільненням товщиною по 100 мм за допомогою мобільних автономних бензинових вібротрамбовок Wacker Neuson (модель BS60). Увесь комплекс робіт нульового циклу покладено на інтегровану комплексну бригаду.

Надземний етап

Монтажні роботи зі зведення залізобетонного каркаса споруди організовано в однозмінному режимі силами спеціалізованої ланки монтажників та зварювальників. Поелементний монтаж конструктивних елементів здійснюється за допомогою гусеничного крана МКГ-40, траєкторія руху якого під час встановлення каркаса пролягає по осі прогону будівлі. Паралельно зі збиранням збірних залізобетонних елементів виконуються супутні процеси: замонолічування бетонних стиків та антикорозійне фарбування зварних з'єднань.

Влаштування покрівлі

Покрівельні роботи організуються за потоковим методом із поділом робочої зони на дві технологічні захватки. До формування покрівельного пирога приступають виключно після повного завершення та приймання залізобетонних конструкцій вищезазначеного етапу. Всі операції виконуються в одну зміну силами комплексної бригади покрівельників.

#### Опоряджувальні роботи та благоустрій

Оздоблення стін: Зведення цегляних огорожувальних конструкцій виконується кількома підрядними ланками у двозмінному режимі. Одночасно з муруванням здійснюється встановлення віконних і дверних блоків, монтаж ворітних систем, а також повний комплекс супутніх робіт із герметизації та ущільнення примикань зовнішніх стін. Робочі місця мулярів організують за допомогою збірно-розбірних інвентарних риштувань.

Влаштування підлог: Перед початком формування підлогового покриття виконується ретельне стабілізаційне ущільнення ґрунтової основи щебенем. Подальше бетонування підстиляючого шару та безпосереднє укладання бетонної суміші реалізується механізованим способом за допомогою бетоноукладача з подальшим віброущільненням.

### **3.1.3 Визначення номенклатури робіт**

Специфікація та таймінг процесів, внесених до календарного графіка будівництва СТО, наведені на цьому аркуші графічного додатка ДП ОБВ-3. Для забезпечення чіткої інженерної послідовності та контролю термінів, усі види робіт структуровані за такими технологічними етапами (циклами): нульовий та надземний цикли, влаштування покрівельного пирога, монтаж підлоги й фінішне оздоблення приміщень і фасадів.

### 3.1.4 Підрахунок обсягу робіт

Обчислення обсягів будівельних процесів проведено відповідно до методологічних карт і правил нормування, встановлених чинними нормативними документами. Зведені результати кількісного аналізу конструктивних елементів споруди наведені у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Визначення обсягів БМР

№лк	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість
1	2	3	4
Земляні роботи			
1	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами, група ґрунтів 2	1000 м <sup>3</sup>	0,96
2	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди ґрунтів 2	1000 м <sup>3</sup>	0,072
3	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 2	100 м <sup>3</sup>	6,4
Фундаменти			
4	Улаштування основи під фундаменти піщаної	1 м <sup>3</sup>	28,8
5	Улаштування бетонної підготовки	100 м <sup>3</sup>	0,144
6	Укладання фундаментів під колони при глибині котлована до 4 м, маса конструкцій до 3,5 т	100 шт	0,12
7	Улаштування стрічкових фундаментів бетонних	100 м <sup>3</sup>	0,7344
8	Гідроізоляція стін, фундаментів горизонтальна обклеювальна в 1 шар	100 м <sup>2</sup>	2,88
9	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт (80 к.с.) з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 2	1000 м <sup>3</sup>	0,8866
10	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунту 1-2	100 м <sup>3</sup>	8,8656
Надземний цикл			
11	Установлення колон прямокутного перерізу у стакани фундаментів будівель при глибині закладення колон до 0,7 м, масі колон до 2 т	100 шт	0,12

12	Установлення в одноповерхових будівлях кроквяних балок і ферм прогоном до 18 м, масою до 10 т, при довжині плит покриття до 6 м, при висоті будівель до 25 м	100 шт	0,06
13	Конструкції з цегли. Мурування стін зовнішніх складних при висоті поверху понад 4 м	1 м <sup>3</sup>	341,6
14	Розшивання швів мурування із цегли	100 м <sup>2</sup>	6,698
15	Мурування перегородок неармованих товщиною в 1/2 цегли при висоті поверху до 4 м	100 м <sup>2</sup>	0,125
Перекриття			
16	Укладання в одноповерхових будівлях і спорудах плит покриття довжиною до 6 м, площею до 20 м <sup>2</sup> , при масі кроквяних і підкроквяних конструкцій до 10 т, при висоті будівель до 25 м	100 шт	0,02
Покрівля			
17	Укладання в одноповерхових будівлях і спорудах плит покриття довжиною до 6 м, площею до 20 м <sup>2</sup> , при масі кроквяних і підкроквяних конструкцій до 10 т, при висоті будівель до 25 м	100 шт	0,3
18	Улаштування вирівнюючих стяжок цементно-піщаних товщиною 15 мм	100 м <sup>2</sup>	5,4
19	Улаштування обклеювальної пароізоляції в один шар	100 м <sup>2</sup>	5,4
20	Утеплення покриттів плитами з пінопласту полістирольного на бітумній мастиці в три шари (по 100мм)	100 м <sup>2</sup>	16,2
21	Улаштування покрівель рулонних з матеріалів, що наплавляються, із застосуванням газофламеневих пальників, в три шари із захисним шаром з гравію	100 м <sup>2</sup>	5,89
Двері			
22	Установлення дверних коробок в кам'яних стінах	100 м <sup>2</sup>	0,04
Вікна			
23	Заповнення віконних прорізів готовими блоками площею до 2 м <sup>2</sup> з металопластику в	100 м <sup>2</sup>	0,045

	кам'яних стінах житлових і громадських будівель		
Вітражі			
24	Заповнення стрічкових віконних прорізів у стінах промислових будівель блоками віконними з одинарними і спареними рамами, висота прорізу 4,215 м	100 м <sup>2</sup>	0,565
Ворота			
25	Установлення воріт зі сталевими коробками, з розсувними або розпашними неутепленими полотнами і хвіртками	100 м <sup>2</sup>	0,18
Перегородки			
26	Заповнення стрічкових віконних прорізів у стінах промислових будівель блоками віконними з одинарними і спареними рамами, висота прорізу 3,615 м	100 м <sup>2</sup>	0,36
Підлоги			
27	Ущільнення ґрунту щебенем	100 м <sup>2</sup>	5,5163
28	Улаштування підлоги бетонної товщиною 250 мм	100 м <sup>2</sup>	5,5163
29	Улаштування покриттів безшовних товщиною 5 мм епоксидно-фуранових	100 м <sup>2</sup>	5,5163
Оздоблювальні роботи			
30	Улаштування основи під фундаменти піщаної	1 м <sup>3</sup>	15,9
31	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунту 1-2	100 м <sup>3</sup>	0,159
32	Улаштування асфальтобетонних жорстких покриттів товщиною 25 мм (відмостка 1,5м ширини)	100 м <sup>3</sup>	1,59

### 3.1.5 Складання технологічних розрахунків

Обчислення трудомісткості будівельно-монтажних процесів, а також визначення часу роботи задіяних машин і механізмів базується на положеннях чинних національних стандартів ДСТУ та актуальної ресурсно-кошторисної нормативної бази. Часові межі виконання окремих технологічних операцій і

кількісний склад робочих бригад обґрунтовані з урахуванням планованого перевиконання базових норм виробітку на рівні 110–120 %, що відображає сучасні умови інтенсифікації праці. На етапі моделювання календарного графіка проведено оптимізацію та взаємну ув'язку всіх елементів будівельного потоку. При цьому закладено обов'язкові організаційно-технологічні перерви (наприклад, для набрання міцності бетоном чи просушування шарів), які гарантують безперервність, системність та безпеку виробничого циклу.

У комплексі з основним календарним планом розроблено систему інтегрованих супутніх графіків. До них належать графік руху людських ресурсів на майданчику, логістичний план-графік постачання й акумулювання будівельних матеріалів та конструкцій, а також розклад експлуатації основної техніки та будівельного транспорту. Створення такої проектної моделі дозволяє збалансувати операційне постачання об'єкта ресурсами, нівелювати простуї та досягти високої ритмічності будівельного виробництва.

### 3.1.6 Техніко-економічні показники

Будівельний об'єм

$$V_{\text{буд.}} = 5310 \text{ м}^3$$

Загальна трудомісткість

$$T_{\text{рн}} = 262,15 + 20,74 = 282,89 \text{ л-дн}$$

$$T_{\text{рп}} = 247,30 + 19,55 = 266,85 \text{ л-дн}$$

Питома трудомісткість

$$t_{\text{рн}} = T_{\text{рн}} / V = 282,89 / 5310 = 0,053 \text{ л-дн/м}^3$$

$$t_{\text{рп}} = T_{\text{рп}} / V = 266,85 / 5310 = 0,05 \text{ л-дн/м}^3$$

Середньодобовий вироботок

$$B_{\text{н}} = V / T_{\text{рн}} = 5310 / 282,89 = 18,77 \text{ м}^3/\text{л-дн}$$

$$B_{\text{п}} = V / T_{\text{рп}} = 5310 / 266,85 = 19,90 \text{ м}^3/\text{л-дн}$$

Коефіцієнт скорочення будівництва

$$K_{\text{скор}} = 266,85 / 282,89 = 0,94$$

Коефіцієнт змінності робіт

$$K_{zm} = \Sigma_{ti+n} / \Sigma_{ti} = 42,5+9,35/42,5 = 1,22$$

Продуктивність праці

$$P_{pp} = 282,89 / 266,85 \times 100\% = 106\%$$

## 3.2 Будгенплан

### 3.2.1 Загальні положення

Проектування будівельного генерального плану орієнтоване на фазу розгортання робіт зі зведення надземного каркаса промислової будівлі. Розрахунковою базою для його формування слугує комплект робочої документації, що містить просторово-планувальні параметри, геодезичні висотні позначки та загальні характеристики майданчика. У процесі моделювання враховано результати інженерно-геологічних вишукувань та матеріали техніко-економічного аналізу території. Окрім цього, інтегровано закладені в календарному графіку відомості щодо логістики постачання будівельних матеріалів, напівфабрикатів і збірних елементів, а також графіки експлуатації спеціалізованих машин та механізмів. Окремим блоком обґрунтовано точки підключення до джерел тимчасового водо- та електрозабезпечення, які покликані підтримувати безперервність технологічних процесів під час монтажного етапу.

Прийняті інженерно-організаційні рішення регламентуються вимогами актуального законодавства та нормативних актів України. Серед основних документів залучено ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва», чинні Кошторисні норми України щодо визначення витрат, а також профільні стандарти безпеки, зокрема ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» та супутні галузеві інструкції.

У рамках формування будгенплану проведено детальний аналіз специфіки виконання будівельно-монтажних операцій на об'єкті. Розраховано геометричні параметри та трасування внутрішньомайданчикових транспортних шляхів, оптимізовано розташування відкритих і закритих складських зон із визначенням їхнього корисного метражу. Обґрунтовано

номенклатуру й місткість тимчасових інфраструктурних споруд адміністративного, санітарно-побутового та виробничого призначення. Спроектовано схеми розведення тимчасових інженерних комунікацій (енергомереж та водопроводу). Проектні рішення містять жорсткі вимоги щодо дотримання правил техніки безпеки, пожежної профілактики та екологічного захисту навколишнього середовища. Ефективність розробленої моделі майданчика підтверджено розрахунком відповідних техніко-економічних показників.

### **3.2.2 Загальна характеристика умов будівництва**

Майданчик під зведення запроєктованої будівлі розташований у межах міської забудови. Топографічні умови території характеризуються відносно спокійним рельєфом із незначним природним ухилом, що забезпечує ефективне та безперешкодне самопливне відведення поверхневих (атмосферних і талих) вод за межі будівельної зони. За даними інженерно-геологічних вишукувань, рівень залягання ґрунтових вод оцінюється як низький, що виключає необхідність застосування систем штучного водозниження. Основою для фундаментів слугують лесоподібні ґрунти, які вимагають неухильного дотримання технологічних заходів щодо захисту підстави від замочування в процесі виконання робіт нульового циклу.

Логістичне забезпечення об'єкта є раціональним завдяки наближеності основних баз постачання. Дистанція транспортування матеріальних ресурсів становить:

Від виробничих потужностей заводу будівельних матеріалів — 15 км;

Від підприємства з виготовлення залізобетонних конструкцій — 15 км;

Від центрального матеріально-технічного складу генеральної підрядної організації — 15 км.

Транспортне сполучення з майданчиком організовано за допомогою наявних автомобільних доріг із удосконаленим твердим покриттям. Внутрішньомайданчикова логістика запроєктована за кільцевою схемою, що

повністю нівелює появу тупикових зон і оптимізує маневрування спецтехніки. Геометричні параметри транспортних шляхів прийняті згідно з нормативними вимогами: ширина двосмугової проїжджої частини становить 6 м, забезпечуючи безпечний двосторонній рух. У місцях розвантаження будівельних матеріалів передбачено локальні розширення полотна (кишені) аналогічною шириною 6 м для тимчасової стоянки транспорту. Радіус закруглення доріг у плані прийнято рівним 12 м, при цьому в зонах поворотів виконано нормативне розширення проїзду 6 м і більше для безперешкодного руху довгомірних машин.

### **3.2.3 Організація складського господарства**

Параметри та конструктивні особливості складських зон обґрунтовуються номенклатурою, фізико-хімічними властивостями та обсягами матеріальних ресурсів, конструкцій і виробів, що акумулюються на об'єкті. При цьому враховуються чинні регламентні норми виробничих запасів та специфіка їх розміщення.

Інженерне проектування складської інфраструктури реалізується за такою чіткою послідовністю:

Обчислення нормативного обсягу матеріальних запасів на майданчику (на підставі зведеної відомості потреби в ресурсах, напівфабрикатах та збірних елементах);

Обґрунтування оптимального способу та умов збереження для кожної групи вантажів;

Розрахунок корисних площ складських приміщень та відкритих локацій за відповідними категоріями зберігання;

Визначення конструктивного типу, геометричних розмірів та просторового розташування складів на плані.

Логістична схема передбачає надходження будівельних матеріалів на об'єкт невеликими партіями та з мінімальними часовими інтервалами. Основний потік постачання розгортається після завершення технологічних

процесів нульового циклу, орієнтуючись на затверджений графік виконання робіт. Конструкції та вироби, що не потребують захисту від атмосферних опадів, розміщуються на відкритих майданчиках. Їх укладання виконується рівномірно вздовж фронту зведення споруди, що створює максимально зручні умови для їх стропування та безпосереднього подання в монтажну зону.

Для матеріалів, які необхідно захистити від прямого впливу опадів без суворого дотримання температурного режиму, влаштовуються склади під навісами. Вони позиціонуються в безпосередній близькості до основної транспортної магістралі та зони дії підйомних механізмів, що оптимізує внутрішньомайданчикове переміщення вантажів.

Дані розрахунку по визначенню складів зводимо у таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок складських приміщень

№ п/п	Конструкції, вироби, матеріали	Загаль. потреба м <sup>3</sup>	Тр-сть. робіт	Сер. витрата	Кор. площа складу м <sup>2</sup>	Коеф. викор. складу	Заг-на площа складу м <sup>2</sup>	Хар-р. складу
1	З/б.кон-ції	143	27,6	35	32	1,17	160	Відкритий
2	Арматура	2,5	36,65	1	15	0,7	15	Навіс
3	Цегла	323,5	462	14	160	1,3	160	Відкритий
4	Пісок, щебень	160	462	100	100	0,7	160	Відкритий
5	Бітумна мастика, руберойд електроди, кріплення, цемент, тощо.	-	36,65	-	25	0,8	30	Закритий склад

Загальна площа складу  $S=160 \text{ м}^2$

Надходження матеріальних ресурсів на об'єкт організовано дрібними партіями з мінімальними інтервалами, а основний логістичний потік розгортається безпосередньо після завершення підготовчих процесів

підземного циклу. Елементи та вироби, що допускають відкритий спосіб зберігання, рівномірно розподіляються по території майданчика. Їхнє геодезичне позиціонування підпорядковане критеріям технологічної доцільності, що забезпечує мінімальний радіус подачі та максимальну зручність при використанні вантажопідйомних механізмів під час зведення каркаса.

Окремі великогабаритні залізобетонні конструкції, що постачаються на майданчик у строго обмеженій кількості відповідно до добового графіка монтажу, складуванню не підлягають. Їхнє встановлення в проектне положення передбачено безпосередньо з транспортних засобів (методом «з коліс»), що дозволяє уникнути повторного перевантаження, знижує ризик пошкодження конструкцій та мінімізує потребу в додаткових складських площах.

### **3.2.4 Визначення потреби у тимчасових будівлях та спорудах**

Тимчасова інфраструктура розгортається на території майданчика виключно на період проведення будівельно-монтажних робіт. З метою мінімізації капітальних витрат та раціонального використання простору, забезпечення об'єкта необхідними приміщеннями реалізується за рахунок таких організаційних заходів:

Залучення мобільних інвентарних будівель пересувного типу (контейнер);

Розгортання тимчасових споруд та критичних модулів, що виконані зі збірно-розбірних елементів легких конструкцій.

Розрахунковою базою для обчислення корисних площ та загальної місткості об'єктів адміністративно-побутового призначення є максимальна чисельність працюючих, які одночасно перебувають на майданчику протягом найбільш завантаженої робочої зміни (визначається за графіком руху робочої сили). Кількісні параметри та габарити кожного типу приміщень встановлюються на основі цієї максимальної чисельності персоналу та чинних

питомих нормативних показників площі, що виділяється на одну особу відповідно до категорії приміщення.

Довідково-нормативні критерії та питомі нормативи для розрахунку параметрів побутового містечка будівельників і тимчасових споруд наведені в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 - Нормативні дані тимчасових будівель.

Найменування приміщень	Площа на одного працюючого, м <sup>2</sup>	Відсоток робітників, які користуються даним приміщенням %
Контора виконавця робіт	3–4	100
Прохідна (площа прохідної)	9,6	100
Гардеробна і умивальна	0,4–0,7	70
Душові	0,54	50
Приміщення для сушіння одягу	0,2	40
Приміщення для обігрівання робітників	0,1	50
Приміщення для прийняття їжі	1–1,2	50
Громадські туалети	0,1	100

Кількість робітників визначається за формулою:

$$N_{\text{заг}} = (N_{\text{роб}} + N_{\text{ІТП}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{обс}}) \times k, \text{ чол}$$

, де:  $N_{\text{заг}}$  – загальна чисельність робітників на будівельному майданчику, чол;

$N_{\text{роб}}$  – кількість штатних робітників, чол;

$N_{\text{ІТП}}$  – кількість інженерно-технічного персоналу, чол;

$N_{\text{служ}}$  – кількість службовців, чол;

$N_{\text{МОП}}$  – кількість молодшого обслуговуючого персоналу;

$k$  – коефіцієнт, що враховує відпустки, хвороби, виконання громадських обов'язків тощо, приймається у розмірі 1,05 – 1,06.

Таким чином, проводимо розрахунок:

$$N_{\text{роб}} = \frac{10 \times 100}{83.9} = 12 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{ІТП}} = 11 \times 0,12 = 1,32 \approx 1 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{служ}} = 1,5 \times 0,12 = 0,18 \approx 1 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{МОП}} = 3,6 \times 0,12 = 0,43 \approx 1 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{заг}} = (10 + 1 + 1 + 1) \times 1,05 = 13,65 \approx 14 \text{ чол}$$

Використовуючи довідкові дані, виконуємо розрахунок площ інвентарних споруд адміністративно-побутового призначення. Необхідні габарити приміщення контори будівництва (виконробської) визначаються відповідно до кількості ІТП та обслуговуючого персоналу за нормативом питомої площі 3-7 м<sup>2</sup> \ люд. Математичне втілення зазначеної залежності має такий вигляд:

$$S_1 = 7 \times \sum (N_{\text{ІТП}} + N_{\text{МОП}})$$

$$S_1 = 7 \times (1 + 1) = 14 \text{ м}^2$$

Площа побутових гардеробних приміщень, розрахована за піковою чисельністю робітників у зміну. Розрахунок базується на нормативному питомому стандарті виділення площі на одну особу: 7 м<sup>2</sup>/10 осіб

$$S_2 = N_{\text{max}} \times 0,7$$

$$S_2 = 10 \times 0,7 = 10 \text{ м}^2$$

Необхідні габарити душових приміщень із переддушовими обчислюються за нормою 5,4 м<sup>2</sup> на 10 люд. на базі максимального числа працюючих у зміну за графіком руху робочої сили. Облікова чисельність персоналу, який користується душем, приймається в обсязі 30–40% від загальної кількості працівників у зміну. Математичний вираз для визначення площі має такий вигляд:

$$S_3 = 0,54 \times (N_{\text{max}} + N_{\text{сл}})$$

$$S_3 = 0,54 \times (10 + 1) = 5,94 \text{ м}^2$$

$$40\% \text{ складатиме } 4 \text{ чол. } -2,38 \text{ м}^2.$$

Місткість та сумарна площа тимчасових приміщень для відпочинку та приймання їжі обчислюються на базі повної чисельності працюючих на об'єкті



Службові							
Прорабська	14	100	2	28,8	2,4x12,0	1	Контейнер
Для обігріву, прийому їжі	14	50					
Санітарно-побутові							
Туалет	14	70	0,2	1	1x1	3	Біотуалет
Умивальна	14	50	2	28,8	2,4x12,0	1	Контейнер
Душова	14	50					
Комори (склад)	14	70	2	11,4	2,4x12,0	1	Контейнер

### 3.2.5 Проектування тимчасових інженерних комунікацій

#### 3.2.5.1 Проектування тимчасового водопостачання

Водопостачання будівельного майданчика організується на базі функціонуючих мереж із пріоритетним використанням ліній постійного водопроводу на початкових етапах робіт. Розрахунок тимчасових систем полягає у виборі трасування та діаметра трубопроводів для задоволення потреб виробництва ( $Q_{\text{вир.}}$ ), господарчих нужд ( $Q_{\text{гос.}}$ ), душових приміщень ( $Q_{\text{душ.}}$ ) та протипожежного захисту ( $Q_{\text{пож.}}$ ). Загальні витрати води встановлюються за формулою:

Загальна потреба води визначається з формули:

$$Q_{\text{заг}} = 0,5 \times (Q_{\text{вир.}} + Q_{\text{гос.}} + Q_{\text{душ.}}) + Q_{\text{пож}}$$

Виробнича потреба у воді визначається відповідно до затвердженого календарного графіка та регламентованих норм водоспоживання, узагальнених у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Розрахунок тимчасового водозабезпечення будівельного майданчика

Назва споживача	Одиниця виміру	Кількість	Норми витрат за зміну, л	Коеф. нерівномірності водоспож.	Загальні потреби води, л
-----------------	----------------	-----------	--------------------------	---------------------------------	--------------------------

1	2	3	4	5	6
I. Виробничі потреби:					
Розробка землі екскаваторами с двигунами внутрішнього згорання	маш.-год.	49,54	10	1.1	761,09
Автомашини (на заправлення, споживання, промивку) маш./добу	шт	2	400	2.0	1600
Зволоження ґрунту у ущільненні	м <sup>3</sup>	10	150	1.6	2400
Приготування цементного розчину,	м <sup>3</sup>	2,8	150	1.6	672
Поливання бетону	м <sup>3</sup>	135	300	1,6	1080
опалубки	м <sup>3</sup>	7,7	50	1,6	616
цегли	1000 шт	4,442	220	1,6	1563,6
Всього по розділу I					8692,69
II. Господарсько–побутові потреби					
Прийняття душу	на одного робочого	4	30	1.0	120
Всього по розділу II					120
III. Потреби води на пожежогасіння					
Пожежогасіння приймаємо за площею буд. майданчика до 2 га	10 л/с				

За графіком завантаження системи водозабезпечення максимальне змініння споживання припадає на квітень і становить  $V_{\text{макс.}} = 8692,69$  л/зміну. Виходячи з пікової потреби, величину секундної витрати води на нужди виробництва (л/с:) знаходять у такий спосіб:

$$V_{\text{вир}} = \frac{\sum V_{\text{макс1}} \cdot K_1}{8 \cdot 3600} = \frac{8692,69 \cdot 1,6}{8 \cdot 3600} = 0,5 \text{ л/с}$$

де  $V_{\text{макс1}}$  - максимальні витрати води;

$K_1$  – коефіцієнт нерівномірності споживання (приймається 1,6);

8 – кількість годин роботи, до якої віднесені втрати води;

3600 – кількість секунд у 1 годині.

Інтегральний показник витрат води на побутові та господарські цілі  $Q_{\text{госп}}$  (л/с) диференціюється за напрямками використання і включає витрати на пиття, харчоблок та експлуатацію душових комплексів.

$$V_{\text{госп}} = \frac{\sum Q_{\text{госп}} \cdot K}{8 \cdot 3600} = \frac{120 \cdot 3}{8 \cdot 3600} = 0,013 \text{ л/с}$$

де  $t = 8$  годин – тривалість зміни,

$\sum Q_{\text{госп}}$  – сумарні господарчо-побутові потреби води в зміну, (л)

3600 – число секунд в годині;

Нерівномірність водоспоживання протягом доби враховується за допомогою коефіцієнта  $K=3$ . Мінімальний обсяг витрат води для забезпечення пожежної безпеки обчислюється на основі умови синхронного функціонування двох пожежних струменів із гідрантів із продуктивністю 5 л/с кожен, що сумарно становить  $Q_{\text{пож}} = 5 \times 2 = 10$  л/с. Відповідно до нормативних положень організації будівництва, такий рівень пожежних витрат допускається для об'єктів із загальною площею будівельного майданчика до 10 га. Для територій площею до 50 га включно цей показник дорівнює 20 л/с. У випадку більшої площі майданчика нормативне значення становить 20 л/с на початкові 50 га території з додатковим нарахуванням по 5 л/с на кожні наступні 25 га. Зважаючи на те, що площа досліджуваного будівельного майданчика не перевищує 2 га, розрахункові витрати на протипожежний захист приймаються рівними  $Q_{\text{пож}} = 10$  л/с.. Загальний інтегральний секундний обсяг водоспоживання об'єкта встановлюється за формулою:

$$q_p = Q_{\text{вир}} + Q_{\text{госп}} + Q_{\text{пож}} = 0,5 + 0,013 + 10 = 10,63 \text{ (л/с)}$$

Проектний діаметр магістралей тимчасової водопровідної системи для інженерного забезпечення будівельного процесу встановлюється на базі граничних секундних витрат за виразом:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot q_p \times 1000}{\pi \times v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,63 \times 1000}{3,14 \times 1,5}} = 95,01 \text{ (мм) (приймається 100мм)}$$

де  $q_p$  – розрахункові сумарні секундні витрати води, л/с;

$v$  – швидкість води в трубах м/с,  $\pi = 3,14$

### 3.2.5.2 Проектування тимчасового електропостачання

Електрична енергія на території будівельного майданчика залучається для енергозабезпечення механізованого інструменту, задоволення виробничо-технологічних процесів, а також для внутрішнього й зовнішнього освітлення територій та побутового містечка. Відомості щодо питомих витрат електричної енергії наведені в таблиці 3.7. На основі розробленого календарного плану робіт, графіка експлуатації будівельної техніки та рішень будженплану встановлено загальну потребу в потужності (кВт) для періоду найвищого операційного навантаження.

З метою підвищення мобільності та автономності будівельних процесів, на об'єкті переважно застосовується інструмент, що функціонує на базі знімних акумуляторних батарей, або обладнання з автономними бензиновими та дизельними двигунами внутрішнього згорання. Зокрема, основна силова установка надземного циклу — гусеничний кран СКГ-40 потужністю 105,8 кВт — є дизель-електричною та працює автономно, що дозволяє мінімізувати пряме споживання ресурсів із загальної електричної мережі майданчика під час монтажу.

Таким чином, у денну зміну безпосереднє підключення до мережі живлення напругою 220 В/380 В потрібне лише для двох одиниць обладнання: інверторного зварювального апарата Dnipro-M i120 Mini (потужністю 4,8 кВт) та глибинного вібратора для ущільнення бетонної суміші (потужністю 2,3 кВт).

Оскільки зазначене технологічне обладнання задіюється в різні часові проміжки будівництва, а акумуляторний інструмент підлягає масовому циклічному заряджанню в неробочі години, пікове навантаження на трансформаторну підстанцію зміщується на нічний час. З огляду на це, розрахунок максимальної потреби в електроенергії виконується для періоду нічного заряджання акумуляторних блоків та одночасного функціонування охоронного й чергового освітлення майданчика.

Сумарна споживана електропотужність будівельного майданчика встановлюється шляхом інтегрування окремих категорій навантажень з урахуванням втрат у розподільчих лініях. Математична модель розрахунку інтегральної потужності має такий вигляд:

$$P_{\text{заг}} = (P_{\text{вир}} + P_{\text{з.о.}} + P_{\text{в.о.}}) \cdot K$$

де  $P_{\text{вир}}$  — розрахункова силова потужність, необхідна для забезпечення технологічних та виробничих процесів, кВт;

$P_{\text{з.о.}}$  — енергетичний потенціал мережі зовнішнього (територіального) освітлення майданчика, кВт;

$P_{\text{в.о.}}$  — сумарна потужність систем внутрішнього освітлення тимчасових будівель і споруд, кВт;

$K$  — інтегральний коефіцієнт, що нівелює падіння напруги та втрати потужності в силових ланцюгах (приймається рівним 1,1).

Аналіз календарного плану робіт, режимів експлуатації будівельної техніки та структури будгенплану дозволяє встановити склад споживачів та їх сумарне завантаження у фазі максимального електроспоживання. Потреба у силувій потужності для виробничих нужд обчислюється відповідно до такого критерію:

$$W_{\text{вир}} = \frac{\sum P_{\text{вир}} \cdot K_{\text{поп}}}{\cos \varphi}$$

де  $K_{\text{поп}}$  — коефіцієнт попиту;

$\cos \varphi$  — коефіцієнт потужності.

Таблиця 3.6 – Середні значення  $K_{\text{поп}}$  та  $\cos\varphi$  для будівельного майданчика

Характеристика навантаження	КП	$\cos\varphi$
Екскаватори з електрообладнанням	0,5	0,6
Розчинні вузли	0,5	0,65
Крани (баштові, козлові, мостові)	0,3	0,5
Насоси, компресори, вентилятори	0,7	0,8
Зварювальні трансформатори	0,35	0,4
Переносні механізми	0,1	0,4
Трансформаторний прогрів бетону	0,7	0,75
Зовнішнє освітлення	1,0	1,0
Внутрішнє освітлення (крім складів)	0,8	1,0
Освітлення складів	0,35	1,0
Установки електропрогрівання	0,5	0,85
Ремонтно-механічні майстерні	0,3	0,65

Таблиця 3.7 – Енергоємність механізованих процесів та розрахунок навантаження від роботи технологічного комплексу на майданчику.

Механізми	Од. Вим.	Кіль-ть	Потужність одиниці(кВт)	Загальна потужність (кВт)
СКГ-40	шт.	1	105,8	105,8
Вібратор глибинний Т154	шт.	2	2,3	4,6
Зварювальний апарат Dnipro-M i120 Mini	шт.	2	4,8	9,6
Всього				120

$$W_{\text{вир}} = \frac{\sum P_{\text{вир}} \cdot K_{\text{поп}}}{\cos\varphi} = \frac{120 \cdot 0,3}{0,5} = 72 \text{ кВт}$$

Визначаємо потужність мереж зовнішнього освітлення за формулою

$$W_{\text{з.о.}} = K_{\text{поп}} \cdot \sum P_{\text{з.о.}}$$

де  $K_{\text{поп}}$  – коефіцієнт попиту

$\sum P_{з.о.}$  – потужність, яку складають споживачі електроенергії зовнішнього освітлення.

Таблиця 3.8– Споживання електроенергії зовнішнього освітлення на будівельному майданчику.

Споживачі електроенергії	Одиниця виміру	Кількість	Норма Освітлення, кВт	Потужність, кВт
Земляні роботи	1000м <sup>2</sup>	0,54	0,6	0,324
Каменярські роботи	1000м <sup>2</sup>	0,54	0,7	0,378
Бетонні роботи	1000м <sup>2</sup>	0,54	1,0	0,54
Відкриті склади	1000м <sup>2</sup>	0,16	1,0	0,16
Разом				1,402

$$W_{з.о.} = 1 \cdot 1,402 = 1,402 \text{ кВт}$$

Потужність для внутрішнього освітлення визначають за формулою

$$W_{в.о.} = K_{\text{поп}} \cdot \sum P_{в.о.}$$

Де  $\sum P_{в.о.}$  – потужність, яку складають споживачі внутрішнього освітлення

$$W_{в.о.} = 0,8 \cdot 0,6 = 0,48 \text{ кВт}$$

Загальна потужність електроспоживачів:

$$W_{\text{заг.}} = (72 + 1,4 + 0,48) \times 1,1 = 81,27 \text{ кВт}$$

Облік фактичного обсягу електричної енергії, що споживається на території будівельного майданчика, здійснюється за допомогою комерційних приладів обліку (електролічильників), які встановлюються на ввідно-розподільчому пристрої КТП.

На основі виконаних інженерних розрахунків встановлено, що сумарна максимальна потреба об'єкта в електричній потужності становить 81,27 кВт. Зазначений показник підтверджує, що підключення до стандартної трифазної мережі напругою 380 В є цілком достатнім для надійного енергозабезпечення всіх виробничих та технологічних процесів у період пікових навантажень. При забезпеченні рівномірного розподілу навантаження на три робочі фази:

Потужність на фазу  $\approx 81,27 / 3 = 27,09$  кВт

Струм на фазу:  $I = 27090 / 220 \approx 123$  А

Рекомендований ввідний автомат — 125 А або 160 А (з запасом).

Приймаємо кабель алюмінієвий 95 мм<sup>2</sup>, та автомат на 160А.

Струм подається з опори ЛЕП на будмайданчик до щитової.

### **3.3 Характеристика будівлі, що монтується**

Технологічна карта складена на виконання комплексу монтажних робіт зі зведення типових збірних залізобетонних конструкцій одноповерхової промислової будівлі. Споруда має прямокутну конфігурацію в плані з габаритними розмірами в координативних осях 30,0×18,0 м. Конструктивна схема об'єкта передбачає один уніфікований прогін шириною 18,0 м. Повна висота виробничого поверху від рівня чистої підлоги до нижнього поясу кроквяних конструкцій становить 6,0 м. Будівля є одноповерховою, без підвальних приміщень.

Номенклатуру збірних залізобетонних елементів каркаса (включаючи тримальні колони та кроквяні балки) підібрано відповідно до чинного каталогу типових збірних залізобетонних конструкцій для промислового будівництва. Проектними рішеннями передбачено, що весь комплекс робіт із підйому, позиціонування та встановлення елементів у проектне положення реалізується механізованим способом за допомогою автономного гусеничного крана, технічні характеристики якого відповідають ваговим параметрам монтованих елементів та монтажним радіусам.

### 3.4 Визначення кількості і характеристик монтажних елементів

Приводиться перелік монтажних елементів будівлі, відзначаються марки елементів, кількість, об'єм та вага окремих елементів. Підраховуються загальні значення та вносяться до таблиці 3.9

Таблиця 3.9 - Таблиця монтажних елементів.

Назва елемента	Марка елемента	Од. вим	Кількість	Об'єм, м <sup>3</sup>		Вага, т	
				1 шт	Заг.	1 шт	Заг.
Фундаменти стаканного типу	1Ф12.8.	шт.	12	0,75	9	1,9	22,8
Колони 7500x400x400	2К66	шт.	12	1,2	14,4	3	36
Ферма 18м	1ФТ18	шт.	6	2,2	13,2	5,6	33,6
Рибриста плита 6x3м	П1	шт.	30	1,16	34,8	2,9	87
Разом:					71,4		179,4

### 3.5 Визначення параметрів крана та монтажних пристосувань

Для реалізації запланованого комплексу будівельно-монтажних процесів виконується інженерне обґрунтування та підбір монтажного підйомного механізму. Оптимізація вибору марки крана базується на порівнянні його паспортних характеристик із розрахунковими технічними параметрами, що визначені специфікою майданчика та габаритами конструкцій.

До базових монтажних критеріїв належать:

$Q_m$  — маса монтажного блока та вантажозахоплювальних пристроїв, т;

$H_k$  — гранична висота підйому гака машини, м;

$L_k$  — необхідний робочий виліт стрілової системи, м.

Величина монтажної маси обчислюється як сукупна вага безпосередньо конструктивного елемента та знімних вантажозахоплювальних засобів, що піднімаються одночасно з ним у процесі встановлення в проєктне положення.

1. Розрахунок монтажної маси:

$$Q_m = Q_{ел} + q = 9.4 + 0.46 = 9,86$$

У межах цієї моделі  $Q_{ел}$  позначає чисту вагу конструктивного елемента ( $\tau$ ), а  $q$  — сумарну масу допоміжного риштування, оснащення та пристроїв, зафіксованих на ньому до початку підйому ( $\tau$ ).

Гранична висота підняття вантажного гака обчислюється на основі просторових параметрів споруди за залежністю:

$$H_k = h_0 + h_3 + h_e + h_c = 6 + 0,5 + 2,735 + 1,8$$

Де  $h_0$  — вертикальна відстань від рівня стоянки монтажного крана до опорної позначки, на яку проектується встановлення елемента (становить 6 м);

$h_3$  — технологічний зазор (безпечна висота) підйому конструкції над рівнем опори (прийнято 0,5 м);

$h_e$  — власна геометрична висота (товщина) елемента, що монтується (дорівнює 2,735 м);


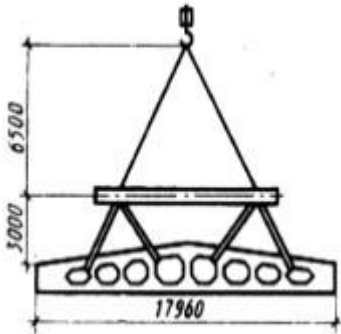

$h_c$  — розрахункова висота вантажозахоплювального оснащення у робочому (натягнутому) стані над верхньою гранню елемента (складає 1,8 м).

3. Визначаємо мінімально необхідну відстань від рівню крана до верху стріли:

$$H_{ст} = H_k + h_{п} = 11,035\text{м} + 1,5 = 12,535\text{м}$$

де  $h_{п}$  - висота поліспасти в стягнутому стані приймається = 1,5м

Таблиця 3.10 - Вантажозахватні пристрої для монтажу конструкцій

№ П/П	Найменування, призначення, вантажопідйомність та інші характеристики	Технічні параметри		
		Вантажопідйомність, т	Маса, т	Висота строповки ,м
1	 <p>Чотирьохгільковий канатний строп 4СК в/п 6.3т для вивантаження та подачі різноманітних матеріалів</p> <p>L=6000мм d = 16,5мм</p>	6,3	0,22	6
2	 <p>Траверса, ПК Стальмонтаж, 1950-53</p>	10	0,46	1,8
3	 <p>Строп текстильний петльовий СТП 3,0/3000 L=3000мм b=90мм</p>	3	0,01	3

4. Виліт стріли крана визначаємо за формулою:

$$L_k = b + c = 9 + 9 = 18 \text{ м}$$

$b$  - відстань від осі крана до найближчої виступаючої частини будівлі 9 м

$c$  – відстань від центру ваги елемента до виступаючої частини будівлі з боку крана 9 м.

За технічними характеристиками для монтажу конструкції надземної частини будівлі найкращим чином буде відповідати гусеничний кран СКГ 40 з наступними характеристиками:

- максимальний виліт стріли - 28м;
- висота підйому крюка – 53м;
- максимальна вантажопідйомність - 40т;

### **3.6 Вибір технологічного транспорту**

Організація транспортного забезпечення будівництва базується на комплексному аналізі просторово-геометричних параметрів споруди, специфіки вантажопотоків, сумарних обсягів перевезень матеріальних засобів, а також експлуатаційних умов роботи рухомого складу та критеріїв загальної економічної доцільності. У цьому підрозділі систематизовано ключові вимоги до підбору логістичних засобів, задіяних на майданчику, та наведено розрахунково-технічне обґрунтування їхнього ефективного використання.

Головним чинником при виборі марок і типів автотранспорту є масо-габаритні характеристики та кількісний склад збірних залізобетонних елементів каркаса, що підлягають переміщенню з баз постачання. Для систематизації інженерних даних та подальшого розрахунку кількості рейсів, геометричні розміри, загальна чисельність та монтажна вага всіх конструктивних елементів зведені у підсумкову специфікаційну таблицю (Таблиця 3.11). На основі цих показників сформовано комплект спеціалізованих транспортних засобів, що включає довгомірні балковози для доставки тримальних балок прогоном 18 м та бортові автомобілі для перевезення стінових матеріалів і супутніх вантажів.

Таблиця 3.11 – Вибір технологічного транспорту.

№ п/п	Назва конструкцій	Характеристики		Тип і марка машини	Вантажопідйомність,	Кількість елементів, що перевозяться, шт.	Коефіцієнт використання.
		Маса, Q, т	Довжина, L, м				
1	Колона 2к66	3,0	7,5	Volvo FH 460 (6x4) Напівпричіп Zaslaw,	35	10	0,86
2	Фундамен Стакан. Типу 1Ф12.8	1,35	750x1000x1000	Volvo FH 460 (6x4) Напівпричіп Zaslaw,	35	12	0,46
3	Ферма 1ФТ18	8,1	17960x2695	Volvo FH 460 (6x4) Напівпричіп Zaslaw,	35	4	0,93
4	Рєбриста плита 6x3м	2,65	6000x3000x300	Volvo FH 460 (6x4) Напівпричіп Zaslaw,	35	13	0,98
5	Цегла в палетах	1,3	1200x800x1000	Volvo FH 460 (6x4) Напівпричіп Zaslaw,	35	26	0,97

Для перевезення приймаємо Volvo FH 460 (6x4) Напівпричіп Zaslaw, 16500 x 2550 x 3600 мм. Вантажопідйомність 35т.

### 3.7 Виконання робіт

#### 3.7.1 Встановлення фундаментів

Розгортання робіт із влаштування опорної частини споруди дозволяється виключно після повного завершення земляних процесів та інженерного приймання котловану. Проектом передбачено встановлення збірних залізобетонних фундаментів стаканного типу марки 1Ф 12.8, які виготовляються з високоміцного бетону класу С20/25. Надійна посадка блоків забезпечується за рахунок попереднього влаштування багатошарової основи,

що складається з піщаної підготовки завтовшки 100 мм та бетонної підготовки (підбетонки) аналогічною товщиною 100 мм.

Монтаж фундаментних елементів у проектне положення здійснюється за допомогою гусеничного крана СКГ-40, який переміщується згідно з розробленою схемою проходок. Контроль точності позиціонування та дотримання висотних позначок дна стаканів реалізується інструментальним методом із залученням геодезичних приладів.

По завершенню нульового циклу по периметру будівлі монтується інвентарна опалубка, необхідна для зведення монолітного стрічкового фундаменту, що слугуватиме основою для подальшого мурування зовнішніх цегляних стін товщиною 510 мм.

Після зняття опалубки виконується комплекс робіт із захисту конструкцій від підземної вологи: здійснюється обмазувальна гідроізоляція бічних поверхонь фундаментів гарячою або холодною бітумною мастикою в один шар.

Наступним технологічним етапом є пошарове зворотне засипання пазух котловану з обов'язковим механізованим ущільненням кожного шару.

### **3.7.2 Монтаж колон**

Монтаж колон виконується після підготовки фундаментів. Подачу та підйом колон марки 2К66 у проектне положення реалізують за допомогою гусеничного крана СКГ-40 із залученням уніфікованої монтажної траверси. Для безпечного та ефективного дистанційного розстропування конструкцій застосовують спеціалізовані штангові замки. Безпосереднє керування рухом елемента на вазі, його орієнтування та запобігання розгойдуванню під час опускання забезпечуються за допомогою гнучких відтяжних канатів (прядив'яних мотузок).

Нижню частину колони плавно занурюють у гніздо (стакан) фундаменту, на дно якого заздалегідь укладається шар цементно-піщаного розчину марки М300 для забезпечення рівномірного розподілу навантаження.

Після посадки елемента виконується його тимчасова фіксація за допомогою інвентарних кріпильних пристроїв та металевих або залізобетонних клинових вкладишів. Інструментальне вивірення вертикальності та суміщення геометричних осей конструкції проводиться одночасно двома теодолітами, що встановлюються по двох взаємно перпендикулярних цифрових чи літерних осях будівлі.

Після досягнення проєктної точності та надійного защемлення елемента в гнізді виконується його розстропування. Наступним етапом є остаточне замонолічування стику: вільний простір між гранями колони та внутрішніми стінками стакана заповнюється дрібнозернистою бетонною сумішшю (або високоміцним розчином) з обов'язковим ретельним пошаровим ущільненням. Демонтаж тимчасових клинових вкладишів дозволяється лише після того, як матеріал у стику набере щонайменше 70% своєї проєктної міцності. Безпосередньо по завершенню заповнення технологічних щілин проводиться контрольний інструментальний замір для підтвердження геометричної правильності та вертикальності встановленої колони.

### **3.7.3 Монтаж кроkv'яних ферм**

Монтаж кроkv'яних ферм дозволяється розпочинати лише після повного завершення встановлення вертикальних елементів каркаса. Для підйому та позиціонування конструкцій використовується гусеничний кран СКГ-40, обладнаний спеціалізованою лінійною траверсою типу «ПК Стальмонтаж» вантажопідйомністю 10 тонн.

До початку безпосередніх вантажопідйомних операцій на об'єкті має бути виконаний такий комплекс підготовчих робіт:

Проведено інженерне приймання, геодезичну перевірку та розмітку опорних поверхонь на оголовках змонтованих колон;

Забезпечено остаточне защемлення та досягнення нормативної міцності бетону в стиках колон каркаса;

Організовано робочі місця на висоті шляхом навішування допоміжних монтажних пристроїв, встановлення приставних драбин із майданчиками біля оголовків колон, а також підготовлено зварювальне обладнання та слюсарний інструмент.

Після контрольної перевірки надійності стропування ферму плавно піднімають над землею. За допомогою парних гнучких відтяжок монтажники орієнтують конструкцію в просторі, утримуючи її від розгойдування, і наводять на опорні майданчики. Елемент встановлюють у проєктне положення із суміщенням осьових рисок і тимчасово закріплюють за допомогою зварювальних прихваток до закладних деталей колон.

Остаточна фіксація опорних вузлів залізобетонної ферми виконується шляхом ручного електродугового зварювання кріпильного листа із закладною пластиною колони. Зварювальні роботи реалізуються з використанням якісних електродів типу Е-42, при цьому висота катета накладеного шва має строго відповідати проєктній величині й становити 6 мм. Для забезпечення просторової стійкості перша змонтована крокв'яна ферма надійно розчалюється трьома сталевими канатами, що кріпляться до інженерних якорів. Просторова жорсткість і геометрична незмінність наступних ферм забезпечується безпосередньо в процесі їхнього послідовного з'єднання змонтованими плитами покриття.

#### **3.7.4 Монтаж ребристих плит покриття**

Укладання збірних залізобетонних ребристих плит номінальним розміром 6×3 м (масою 2,65 т) дозволяється розпочинати після завершення зварювальних робіт на опорних вузлах крокв'яних ферм та інженерного приймання каркаса. Подача елементів у зону монтажу здійснюється безпосередньо з транспортних засобів Volvo FH 460 або з приоб'єктного складу за допомогою гусеничного крана СКГ-40.

Перед підйомом кожену плиту піддають візуальному огляду на відсутність тріщин, сколів бетону та очищають її закладні деталі. Стropування

виконується за допомогою чотиривіткового стропа («павука») або спеціальної траверси, що забезпечує рівномірне підняття та виключає виникнення небезпечних внутрішніх напружень у залізобетоні.

Монтаж плит ведеться послідовно від центру до торця будівлі. Укладання елементів здійснюється строго за технологічною схемою: перша плита монтується з приставних драбин-риштувань, а наступні — безпосередньо з уже змонтованих та надійно закріплених сусідніх плит. У процесі позиціонування монтажники суміщають грані плит з опорними майданчиками на верхньому поясі крокв'яних ферм.

Остаточне кріплення виконується шляхом приварювання закладних деталей кожної плити до верхнього поясу ферми щонайменше у трьох опорних точках за допомогою електрозварювання. По завершенню зварювальних робіт поздовжні та поперечні шви між плитами ретельно очищаються від залишків будівельного сміття та замонолічуються дрібнозернистою цементно-піщаною сумішшю, що дозволяє сформувати жорсткий, суцільний горизонтальний диск покриття будівлі.

### **3.7.5 Монтаж вікон, дверей та воріт**

Заповнення світлопрозорих та огорожувальних прорізів споруди виконується металопластиковими віконними конструкціями двох конфігурацій. Перша представлена великорозмірними блоками габаритами 4100×3000 мм, що формують скління центрального фасаду (рами виконуються глухими, без можливості відчинення, за винятком елементів вхідної групи). Друга категорія — це стандартні блоки розміром 800×1500 мм. Фіксація віконних рам у стінових прорізах реалізується комбінованим методом: за допомогою металевих анкерних пластин і будівельних дюбелів, із подальшим заповненням монтажних зазорів поліуретановою піною для забезпечення надійної тепло- та гідроізоляції стиків. Зі зміщеної назовні сторони вздовж нижньої грані кожного прорізу передбачено влаштування водовідливів із

листової оцинкованої сталі, які слугують для захисту конструкцій від атмосферної вологи.

Для організації руху людей у будівлі передбачено дверні блоки двох типів:

Одностулкові металопластикові двері із заскленням розміром 2100×1000 мм, які конструктивно інтегровані безпосередньо у площину фасадного засклення;

Двостулкові вхідні двері габаритами 2700×1500 мм.

Монтаж дверних коробок до цегляних стін виконується аналогічно до віконних конструкцій — із залученням анкерних пластин, рамних дюбелів та герметизуючої монтажної піни. У місцях спряження дверей із вітражним фасадом або внутрішніми віконними перегородками з'єднання елементів реалізується за допомогою спеціалізованих саморізів по металу підвищеної міцності.

Доступ автотранспорту в приміщення забезпечується промисловими ролетними воротами габаритами 6000×3000 мм (ширина × висота), полотно яких виготовлене з високоміцних теплоізолюваних ламелей та оснащено автоматичним електричним приводом. Монтаж шин (напрямних профілів) та захисного короба з намотувальним валом виконується накладним способом на внутрішню площину несучих цегляних стін із використанням металевих розпірних анкерів.

З метою нівелювання «містків холоду» та попередження появи конденсату на внутрішніх поверхнях проектом закладено технологію теплоізоляції зовнішніх укосів навколо віконних і дверних прорізів. Для цього використовуються плити з екструдованого пінополістиролу завтовшки 20–30 мм. Утеплювач монтується на спеціальну клейову суміш із паралельним механічним докріпленням тарілчастими дюбелями. Отримане покриття підлягає обов'язковому армуванню склосіткою з подальшим нанесенням захисно-декоративного штукатурного розчину.

### 3.7.6 Улаштування підлог

Проектні рішення щодо конструктивного влаштування підлог обґрунтовані функціональним призначенням конкретних приміщень споруди та характером прогнозованих експлуатаційних (інтенсивних та силових) навантажень.

У виробничих зонах будівлі передбачено формування багатошарового міцного покриття. Основою виступає монолітна залізобетонна плита підлоги, яка додатково підсилюється армуванням зварною металевою сіткою для підвищення несучої здатності. З метою забезпечення максимальної зносостійкості, міцності та повної безпильності, верхня зона бетонного масиву на етапі бетонування піддається механізованій обробці сухими зміцнювальними сумішами (топінгом). Фінішним високотехнологічним шаром є влаштування безшовної наливної епоксидно-фуранової підлоги товщиною 5 мм, яка укладається по підготовленій базі й гарантує високу хімічну стійкість та довговічність робочої поверхні.

Для приміщень санітарно-побутового блоку прийнято іншу конструктивну схему. Покриття тут виконується з керамічної плитки, що укладається на клейову суміш по вирівнювальній цементно-піщаній стяжці. Для захисту конструкцій від капілярної вологи та протікань під стяжкою в обов'язковому порядку передбачено влаштування надійного гідроізоляційного шару (рулонного або обмазувального типу) з виведенням його на стіни.

## РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

Економічний блок дипломного проєкту спрямований на розрахунок та обґрунтування загальної кошторисної вартості зведення об'єкта згідно з актуальними нормативно-правовими вимогами та методологічними засадами ціноутворення в будівельній галузі України. Обчислення вартісних показників реалізовано за допомогою автоматизованого програмного комплексу «КОШТОРИС 8», що дозволяє забезпечити повну відповідність складеної фінансової документації вимогам чинних національних стандартів ДСТУ та положенням ДБН.

Структура розробленої локальної та об'єктної кошторисної документації комплексно враховує прямі виробничі витрати, загальновиробничі (накладні) витрати, а також плановий кошторисний прибуток підрядної організації. Такий підхід забезпечує точне визначення сумарної вартості будівельно-монтажних процесів і слугує інженерною базою для подальшого аналізу техніко-економічної ефективності реалізації проєкту. Усі розрахунки виконані в поточному рівні цін станом на жовтень 2025 року, а підсумкові вартісні результати наведені у зведеній таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Локальний кошторис на виконання БМР (станом на жовтень 2025р.)

Додаток 1  
до Настанови (пункт 3.11)

ЛК-СТО

(найменування об'єкта будівництва)

## Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-001

на Локальний кошторис на загальнобудівельні роботи при зведенні будівлі.

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

ОСНОВА:

креслення(специфікації)№

Кошторисна вартість 3 904,195 тис. грн.

Кошторисна трудомісткість 8,90525 тис. люд.-год

Кошторисна заробітна плата 1 061,812 тис. грн.

Середній розряд робіт 4,2 розряд

Складений в поточних цінах станом на 26 жовтня 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
					6	7	8	9	10		
<b>Розділ № 1 Земляні роботи</b>											
1	КБ1-12-8	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами	1000 м3 ґрунту	0,96	27 947,33 1 337,11	26 610,22 6 576,44	26 829	1 284	25 545 6 313	15,1000 49,5431	14,50 47,56

2	КБ1-17-8	'драглайн' або 'зворотна лопата' з ковшом місткістю 0,65 (0,5-1) м3, група ґрунтів 2 Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 0,65 (0,5-1) м3, група ґрунтів 2	1000 м3 ґрунту	0,072	40 858,46	39 322,96	2 942	107	2 831	16,7300	1,20
					1 481,44	9 582,08			690	70,9322	5,11
3	КР1-14-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунту 1-2	100 м3 ущільненого ґрунту	0,0	9 352,17	7 302,35	-	-	-	21,0800	-
					2 049,82	2 536,90			-	23,6555	-
		<b>Разом прямих витрат по розділу № 1</b>					29 771	1 391	28 376		15,70
									7 003		52,67
		<b>Розділ № 2 Фундаменти</b>									
4	КБ8-2-1	Улаштування основи під фундаменти піщаної	1 м3 основи	28,8	1 357,37	107,34	39 092	6 153	3 091	2,3000	66,24
					213,65	37,69			1 085	0,3399	9,79
5	КБ6-1-1			0,144		3 049,72	48 386	2 016	439	150,7000	21,70

6	КБ7-1-6	Улаштування бетонної підготовки	100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі	0,12	336 010,63		11 478	3 416	189	10,6641	1,54
		Укладання фундаментів під колони при глибині котлована до 4 м, маса конструкцій до 3,5 т	100 шт збірних конструкцій		13 998,52	1 312,45			8 062	278,4000	33,41
					28 463,62	26 393,11			3 167	202,8782	24,35
7	КБ6-1-20	Улаштування стрічкових фундаментів бетонних	100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі	0,7344	387 684,31	10 550,53	284 715	27 442	7 748	369,9300	271,68
8	КБ8-3-2	Гідроізоляція стін, фундаментів горизонтальна обклеювальна в 1 шар	100 м2 поверхні, що ізолюється	2,88	37 366,63	4 539,56	63 656	8 389	3 334	36,8869	27,09
					22 102,88	-			-	28,1300	81,01
9	КБ1-27-2	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт (80 к.с.) з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 2	1000 м3 ґрунту	0,88656	8 445,78	8 445,78	7 488	-	7 488	-	-
					-	2 145,97			1 903	17,6730	15,67
10	КР1-14-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунту 1-2	100 м3 ущільненого ґрунту	8,8656	9 352,17	7 302,35	82 913	18 173	64 740	21,0800	186,89
					2 049,82	2 536,90			22 491	23,6555	209,72

		<b>Разом прямих витрат по розділу № 2</b>					537	65 589	91 568	660,93	
						728		32 169	288,16		
		<b>Розділ № 3 Надземний цикл</b>									
11	КБ7-5-2	Установлення колон прямокутного перерізу у стакани фундаментів будівель при глибині закладення колон до 0,7 м, масі колон до 2 т	100 шт збірних конструкцій	0,12	201 494,07	71 780,63	24 179	9 013	8 614	700,3500	84,04
					75 105,53	28 210,41			3 385	212,3758	25,49
12	КБ7-12-9	Установлення в одноповерхових будівлях кроквяних балок і ферм прогоном до 18 м, масою до 10 т, при довжині плит покриття до 6 м, при висоті будівель до 25 м	100 шт збірних конструкцій	0,06	809 888,25	255 242,13	48 593	12 054	15 315	1	103,53
					200 899,97	93 847,86			5 631	725,5000	
										716,0663	42,96
13	КБ8-5-6	Конструкції з цегли. Мурування стін зовнішніх складних при висоті поверху понад 4 м	1 м3 мурування	341,6	2 210,42	148,18	755 079	412 075	50 618	10,2100	3 487,74
					1 206,31	66,95			22 870	0,5440	185,83
14	КБ8-10-1	Розшивання швів мурування із цегли	100 м2 без відрахування прорізів	6,698	2 959,67	-	19 824	19 824	-	26,9600	180,58
					2 959,67	-			-	-	-

15	КБ8-6-5	Мурування перегородок неармованих товщиною в 1/2 цегли при висоті поверху до 4 м	100 м2 перегородок (з відрахуванням прорізів)	0,125	29 960,95	1 563,34	3 745	2 533	195	191,1800	23,90
					20 266,99	706,30			88	5,7392	0,72
<b>Разом прямих витрат по розділу № 3</b>								851 420	455 499	74 742	3 879,79
										31 974	255,00
<b>Розділ № 4 Переkritтя</b>											
16	КБ7-13-7	Укладання в одноповерхових будівлях і спорудах плит покриття довжиною до 6 м, площею до 20 м <sup>2</sup> , при масі кроквяних і підкроквяних конструкцій до 10 т, при висоті будівель до 25 м	100 шт збірних конструкцій	0,02	158	58 860,44	3 162	829	1 177	400,2000	8,00
					104,83				434	171,6704	3,43
					41 440,71	21 699,22					
<b>Разом прямих витрат по розділу № 4</b>								3 162	829	1 177 434	8,00 3,43
<b>Розділ № 5 Покрівля</b>											
17	КБ7-13-7	Укладання в одноповерхових будівлях і спорудах плит покриття довжиною до 6 м,	100 шт збірних конструкцій	0,3	158	58 860,44	47 431	12 432	17 658	400,2000	120,06
					104,83				6 510	171,6704	51,50
					41 440,71	21 699,22					

18	КБ12-22-1	площею до 20 м <sup>2</sup> , при масі кроквяних і підкроквяних конструкцій до 10 т, при висоті будівель до 25 м Улаштування вирівнюючих стяжок цементно-піщаних товщиною 15 мм	100 м <sup>2</sup> стяжок	5,4	11 660,68	2 251,36	62 968	18 220	12 157	38,3900	207,31
					3 374,10	805,84			4 352	6,4686	34,93
19	КР8-36-1	Улаштування обклеювальної пароізоляції в один шар	100м <sup>2</sup>	5,4	10 351,23	28,77	55 897	17 199	155	29,7000	160,38
					3 185,03	26,07			141	0,2550	1,38
20	КБ12-18-1	Утеплення покриттів плитами з пінопласту полістирольного на бітумній мастиці в три шари (по 100мм)	100 м <sup>2</sup> покриття, що утеплюється	16,2	17 649,22	669,55	285 917	46 298	10 847	29,3900	476,12
					2 857,88	248,51			4 026	1,9888	32,22
21	КР8-32-1	Улаштування покрівель рулонних з матеріалів, що наплавляються, із застосуванням газопламневих пальників, в три	100м <sup>2</sup>	5,89	21 028,95	256,63	123 861	37 715	1 512	59,7100	351,69
					6 403,30	232,54			1 370	2,2746	13,40

		шари із захисним шаром з гравію									
		<b>Разом прямих витрат по розділу № 5</b>					576 074	131 864	42 329	1 315,56	
									16 399	133,43	
		<b>Розділ № 6 Двері</b>									
22	КР6-24-1	Установлення дверних коробок в кам'яних стінах	100 м2 прорізу	0,04	21 657,10 11 173,85	284,13 248,69	866	447	11 10	114,9100 2,1978	4,60 0,09
		<b>Разом прямих витрат по розділу № 6</b>					866	447	11 10	4,60 0,09	
		<b>Розділ № 7 Вікна</b>									
23	КБ10-20-2	Заповнення віконних прорізів готовими блоками площею до 2 м <sup>2</sup> з металлопластику в кам'яних стінах житлових і громадських будівель	100 м2 прорізів	0,045	18 127,51 16 915,93	1 094,35 755,12	816	761	49 34	149,5000 6,4856	6,73 0,29
		<b>Разом прямих витрат по розділу № 7</b>					816	761	49 34	6,73 0,29	
		<b>Розділ № 8 Вітражі</b>									
24	КБ10-22-5	Заповнення стрічкових віконних прорізів у стінах промислових будівель блоками	100 м2 прорізів	0,565	50 709,28 12 076,36	3 409,89 1 353,65	28 651	6 823	1 927 765	122,6400 9,7465	69,29 5,51

		віконними з одинарними і спареними рамами, висота прорізу 4,215 м									
		<b>Разом прямих витрат по розділу № 8</b>					28 651	6 823	1 927		69,29
									765		5,51
		<b>Розділ № 9 Ворота</b>									
25	КБ10-34-1	Установлення воріт зі сталевими коробками, з розсувними або розпашними неутепленими полотнами і хвіртками	100 м2 прорізів	0,18	73 938,08	9 882,85	13 309	6 211	1 779	325,4800	58,59
					34 504,13	3 341,74			602	24,1761	4,35
		<b>Разом прямих витрат по розділу № 9</b>					13 309	6 211	1 779		58,59
									602		4,35
		<b>Розділ № 10 Перегородки</b>									
26	КБ10-22-4	Заповнення стрічкових віконних прорізів у стінах промислових будівель блоками віконними з одинарними і спареними рамами, висота прорізу 3,615 м	100 м2 прорізів	0,36	45 539,08	3 022,48	16 394	4 084	1 088	115,2200	41,48
					11 345,71	1 193,69			430	8,5960	3,09

		<b>Разом прямих витрат по розділу № 10</b>					16 394	4 084	<u>1 088</u>	41,48	
									430	3,09	
		<b>Розділ № 11 Підлоги</b>									
27	КБ11-1-2	Ущільнення грунту щебенем	100 м2 площі, що ущільнюється	5,5163	8 076,47	404,21	44 552	4 257	2 230	8,0800	44,57
					771,80	124,25			685	1,1053	6,10
28	КБ11-14-4	Улаштування підлоги бетонної товщиною 250 мм	100 м2 підлоги	5,5163	108 899,28	7 466,79	600 721	37 413	41 189	61,7800	340,80
					6 782,21	756,99			4 176	5,4632	30,14
29	КБ11-23-4	Улаштування покриттів безшовних товщиною 5 мм епоксидно- фуранових	100 м2 покриття	5,5163	115 926,32	955,84	639 484	74 224	5 273	103,0200	568,29
					13 455,44	851,43			4 697	8,7568	48,31
		<b>Разом прямих витрат по розділу № 11</b>					1 284	115 894	<u>48 692</u>	953,66	
							757		9 558	84,55	
		<b>Розділ № 12 Оздоблювальні роботи</b>									
30	КБ8-2-1	Улаштування основи під фундаменти піщаної	1 м3 основи	15,9	1 357,37	107,34	21 582	3 397	1 707	2,3000	36,57
					213,65	37,69			599	0,3399	5,40
31	КР1-14-1	Ущільнення грунту пневматичними трамбівками, група ґрунту 1-2	100 м3 ущільненого грунту	0,159	9 352,17	7 302,35	1 487	326	1 161	21,0800	3,35
					2 049,82	2 536,90			403	23,6555	3,76
32	КБ11-19-3	Улаштування асфальтобетонних жорстких покриттів	100 м2 покриття	1,59	43 208,71	1 160,42	68 702	5 342	1 845	32,8600	52,25
					3 359,61	407,34			648	3,0818	4,90

	товщиною 25 мм (відмостка 1,5м ширини)								
	<b>Разом прямих витрат по розділу № 12</b>			91 771	9 065	4 713		92,17	
						1 650		14,06	
	<b>Разом прямих витрат по кошторису</b>			3 434	798 457	296 451		7	
				719				106,50	
						101 028		844,63	
	Разом прямі витрати	грн.		3 434					
				719					
	в тому числі:								
	вартість матеріалів, виробів і комплектів	грн.		2 339					
				811					
	вартість ЕММ	грн.		296					
				451					
	в т.ч. заробітна плата в ЕММ	грн.			101 028				
	заробітна плата робітників	грн.			798 457				
	всього заробітна плата	грн.			899 485				
	Загальновиробничі витрати	грн.		469					
				476					
	трудоємність в загальновиробничих витратах	люд-г						954,12	
	заробітна плата в загальновиробничих витратах	грн.			162 327				
	<b>Всього по кошторису</b>	грн.		3 904					
				195					
	Кошторисна трудоємність	люд-г						8	
								905,25	
	Кошторисна заробітна плата	грн.			1 061 812				

Склав

інженер-кошторисник

Липський Євген

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірів

---

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

## **РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ В БУДІВНИЦТВІ**

### **5.1 Правові та нормативні основи охорони праці в Україні**

Правове регулювання охорони праці в Україні ґрунтується на комплексній системі законодавчих та нормативно-правових актів, які чітко визначають права, обов'язки та відповідальність роботодавців і працівників у сфері безпеки та гігієни праці. Головною метою державної політики в цій галузі є збереження життя, здоров'я та працездатності працівників під час виконання ними трудових обов'язків.

Основу нормативно-правової бази охорони праці становлять:

- Конституція України;
- Кодекс законів про працю України;
- Закон України «Про охорону праці»;
- Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування»;
- державні будівельні норми (ДБН), правила, стандарти та інші підзаконні нормативні акти.

Конституція України гарантує кожному громадянину право на належні, безпечні та здорові умови праці, соціальний захист у разі часткової або повної втрати працездатності, а також право на відпочинок і медичну допомогу.

Згідно з положеннями Кодексу законів про працю України, забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці є прямим обов'язком роботодавця. Він зобов'язаний підтримувати обладнання в справному технічному стані, організовувати робочі місця відповідно до нормативних вимог і здійснювати постійний контроль за дотриманням норм безпеки праці.

Закон України «Про охорону праці» встановлює єдині принципи організації роботи з охорони праці на підприємствах незалежно від форми власності. Цей нормативний акт регулює взаємовідносини між роботодавцем і працівником у сфері безпеки праці, визначає порядок навчання персоналу,

забезпечення засобами індивідуального захисту, проведення обов'язкових медичних оглядів та розслідування нещасних випадків на виробництві.

Конкретні технічні та організаційні вимоги безпеки праці конкретизуються в міжгалузевих і галузевих нормативних документах, до яких належать правила безпечної експлуатації електроустановок, санітарні норми, державні стандарти системи безпеки праці, будівельні норми, правила пожежної безпеки, а також інструкції з охорони праці за професіями та видами робіт.

Організація охорони праці на підприємстві покладається на керівника та уповноважених ним посадових осіб. На виробничих об'єктах створюється служба охорони праці або призначається спеціаліст з охорони праці, обсяг повноважень якого залежить від чисельності працівників та рівня небезпеки виробництва.

До ключових завдань служби охорони праці належать:

- здійснення контролю за станом умов праці на робочих місцях;
- розроблення та впровадження профілактичних заходів щодо запобігання виробничому травматизму;
- організація навчання та перевірки знань працівників;
- забезпечення дотримання вимог нормативних документів;
- участь у розслідуванні нещасних випадків;
- розроблення внутрішніх інструкцій, положень та інших локальних актів.

Важливою складовою системи управління охороною праці є навчання працівників, яке включає теоретичну підготовку, практичне (виробниче) навчання та проведення інструктажів.

За характером і строками проведення інструктажі з охорони праці поділяються на:

- вступний — для всіх осіб, які приймаються на роботу, проходять виробничу практику або прибувають у відрядження;

- первинний — на робочому місці перед допуском до самостійної роботи;
- повторний — проводиться періодично у встановлені терміни;
- позаплановий — при зміні технологічного процесу, обладнання, нормативних вимог або після тривалої перерви в роботі;
- цільовий — перед виконанням разових, підвищено небезпечних або спеціальних робіт.

Працівники, які не пройшли навчання, відповідний інструктаж та перевірку знань з питань охорони праці, не допускаються до виконання робіт. Ця вимога є обов'язковою згідно з чинним законодавством і розглядається як один із ключових елементів профілактики виробничого травматизму.

## **5.2 Виробнича санітарія**

### **5.2.1 Шкідливі фактори будівельного виробництва**

Організація будівельних робіт суттєво відрізняється від стаціонарного промислового виробництва за параметрами санітарно-гігієнічної обстановки. Такі відмінності диктують потребу у розробці та застосуванні індивідуальних засобів і регламентів для забезпечення належного рівня безпеки життєдіяльності та охорони здоров'я робітників на майданчику.

До основних відмінностей належать:

- екстер'єрний характер ведення робіт за мінливих метеорологічних умов, що унеможлиблює постійне підтримання регламентованих санітарними нормами параметрів робочого мікроклімату.;

- постійне переміщення робочих місць і засобів механізації, яке вимагає оперативного вирішення питань охорони праці на кожному новому об'єкті;

- порівняно низький рівень механізації та автоматизації багатьох технологічних процесів, що зумовлює значні фізичні навантаження та потребує постійної уваги до змін виробничої обстановки;

- проведення операцій на висоті, що характеризується підвищеною небезпекою для життя і здоров'я працівників, особливо за умови

синергетичного впливу недостатньої інсоляції (освітленості) та складних погодно-кліматичних факторів.;

- Сучасні умови будівельного виробництва вимагають від персоналу суміщення суміжних за профілем занять та операцій. Сукупність зазначених факторів зумовлює особливий підхід до вибору форм, алгоритмів і методів медико-санітарного супроводу та гігієнічного моніторингу працівників безпосередньо на будівельних майданчиках.

### **5.2.2 Основні заходи щодо санітарно-гігієнічного обслуговування на будівельному майданчику**

Будівельна галузь характеризується наявністю значної кількості небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які негативно впливають на здоров'я та працездатність працівників. Особливістю будівельного виробництва є динамічний характер робочих місць, виконання робіт у різних погодних умовах, а також інтенсивна взаємодія людей, будівельної техніки та механізмів на обмеженій території будівельного майданчика.

На відміну від стаціонарних промислових підприємств, умови праці в будівництві постійно змінюються залежно від етапу будівництва, пори року, виду робіт та застосовуваних технологій і техніки. Це вимагає безперервного моніторингу санітарно-гігієнічного стану виробничого середовища та оперативного впровадження профілактичних заходів.

Основними особливостями будівельного виробництва є:

- виконання робіт на відкритому повітрі за умов впливу високих і низьких температур, вітру та атмосферних опадів;
- часте переміщення робочих місць у межах будівельного майданчика;
- поєднання ручної праці з механізованими процесами;
- проведення робіт на значній висоті;
- використання широкого спектру будівельних матеріалів і хімічних речовин;

-одночасне виконання робіт працівниками різних професій і спеціальностей.

Виробничі шкідливі фактори в будівництві традиційно поділяють на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

Фізичні фактори включають:

-підвищену або знижену температуру повітря;

-протяги та підвищену вологість;

-запиленість повітря робочої зони;

-загазованість вихлопними газами будівельної техніки;

-підвищений рівень шуму та вібрації;

-недостатнє або нерівномірне освітлення;

-іонізуюче та електромагнітне випромінювання (за наявності відповідного обладнання).

Особливо шкідливий вплив на організм справляють шум і вібрація, які можуть спричиняти швидку втому, зниження уваги, порушення слуху та розвиток професійних захворювань.

Хімічні фактори представлені цементним пилом, парами фарб, лаків і розчинників, зварювальними аерозолями, клеями, мастиками, герметиками та іншими речовинами подразнювальної або токсичної дії. Контакт із цими речовинами може призводити до алергічних реакцій, подразнення слизових оболонок, захворювань органів дихання та шкіри.

Біологічні фактори пов'язані з дією бактерій, грибів, вірусів та інших мікроорганізмів, особливо під час виконання робіт у вологих середовищах, каналізаційних мережах, ґрунтах або на забруднених територіях.

Психофізіологічні фактори зумовлені значними фізичними навантаженнями, високим темпом роботи, необхідністю постійної концентрації уваги, а також монотонністю або підвищеною відповідальністю окремих операцій. Вони сприяють розвитку перевтоми, зниженню працездатності та підвищенню ймовірності нещасних випадків.

Тривалий вплив зазначених шкідливих факторів може спричиняти розвиток професійних та професійно зумовлених захворювань, зокрема хвороб органів дихання, опорно-рухового апарату, порушення слуху та зору, нервово-психічні розлади, дерматологічні захворювання, теплові ураження, переохолодження та хімічні отруєння.

Для мінімізації негативного впливу шкідливих виробничих факторів на будівельному майданчику необхідно впроваджувати комплексні профілактичні заходи, серед яких:

- механізація важких і трудомістких процесів;
- застосування сучасних засобів індивідуального та колективного захисту;
- організація раціональних режимів праці та відпочинку;
- вентиляція робочих зон;
- забезпечення нормативного освітлення;
- проведення попередніх та періодичних медичних оглядів;
- систематичний контроль параметрів виробничого середовища.

Важливу роль у забезпеченні гігієни праці відіграє дотримання вимог чинного санітарного законодавства України, яке покладає на роботодавця обов'язок створювати безпечні умови праці, здійснювати профілактичні заходи та запобігати погіршенню здоров'я працівників у процесі трудової діяльності.

### **5.3 Техніка безпеки**

Забезпечення безпечних умов праці під час виконання будівельно-монтажних робіт є одним із пріоритетних завдань організації будівельного виробництва. Будівельна галузь належить до сфер діяльності з високим рівнем професійного ризику, оскільки значна частина робіт виконується на висоті, з використанням машин і механізмів, електроінструменту, вантажопідіймального обладнання та в складних погодно-кліматичних умовах. У зв'язку з цим неухильне дотримання вимог техніки безпеки та

охорони праці набуває першочергового значення для запобігання травматизму, аварій та професійних захворювань.

Ефективна профілактика нещасних випадків можлива лише за умови системного аналізу причин виробничого травматизму та оперативного впровадження організаційних і технічних заходів. Причини травмування працівників у будівництві мають комплексний характер.

Організаційні причини є найбільш поширеними і включають:

- неналежну організацію проведення інструктажів та навчання персоналу;
- недостатній контроль з боку інженерно-технічних працівників;
- порушення трудової дисципліни;
- допуск до виконання робіт осіб без відповідної кваліфікації або без проходження медичного огляду.

Технічні причини пов'язані з несправністю будівельної техніки, механізмів та обладнання, використанням застарілого або невідповідного оснащення, відсутністю захисних огорожень, блокувальних пристроїв, сигналізації та надійного заземлення. Особливу небезпеку становить незадовільний технічний стан риштувань, драбин, підйомників та вантажозахоплювальних пристроїв.

Значний вплив на рівень безпеки праці справляють санітарно-гігієнічні умови виробничого середовища (недостатнє освітлення, запиленість, шум, вібрація, несприятливі температурні умови). Не менш важливими є психофізіологічні фактори — перевтома, нервово-емоційне напруження, монотонність роботи, поспіх та невідповідність психофізіологічних можливостей працівника характеру виконуваних операцій.

Одним із найбільш небезпечних видів робіт у будівництві є роботи на висоті (монтаж конструкцій, покрівельні роботи, улаштування фасадів, монтаж обладнання тощо). Основною причиною травм у таких випадках є падіння працівників через відсутність або несправність огорожень, страхувальних систем, нестійких настилів або порушення технології

виконання робіт. Для запобігання таким випадкам робочі місця повинні обладнуватися інвентарними риштуваннями, надійними настилами, перилами та сучасними системами страхівки.

Особливу увагу слід приділяти покрівельним роботам, які характеризуються підвищеною небезпекою через обмежену площу, нахил поверхні та можливість ковзання. Перед початком робіт необхідно перевіряти несучу здатність конструкцій, міцність основи, наявність огорожень та засобів індивідуального захисту. Виконання покрівельних робіт забороняється за умов ожеледі, сильного дощу, грози, густого туману або при швидкості вітру, що перевищує встановлені норми.

Під час влаштування м'яких покрівель і гідроізоляції з використанням гарячих бітумних мастик виникає ризик опіків та пожеж. Котли для розігріву бітуму повинні бути справними, обладнаними кришками, контрольно-вимірними приладами та встановлюватися на спеціально підготовлених майданчиках. Перегрів бітуму, ручне транспортування гарячих мастик та порушення технології завантаження котлів категорично забороняються. Працівники повинні бути забезпечені відповідним захисним одягом, рукавицями та засобами захисту очей.

Важливим напрямом забезпечення безпеки є електробезпека. На будівельному майданчику експлуатується значна кількість тимчасових електромереж і переносного електроінструменту. Усі електроустановки повинні мати надійну ізоляцію, заземлення та пристрої захисного відключення. Використання пошкоджених кабелів і саморобних електричних з'єднань забороняється.

Для суттєвого зниження рівня виробничого травматизму на об'єкті необхідно забезпечувати постійний контроль за станом охорони праці, регулярно проводити навчання та інструктажі працівників, здійснювати технічне обслуговування обладнання та забезпечувати працівників сучасними засобами індивідуального захисту (каска, спецодяг, захисне взуття, страхувальні системи тощо) відповідно до виконуваних робіт.

Таким чином, суворе дотримання вимог техніки безпеки та охорони праці є необхідною умовою збереження життя і здоров'я працівників, забезпечення стабільної роботи будівельної організації та успішного завершення будівельних робіт без аварій і нещасних випадків.

#### **5.4 Пожежна безпека**

Розробка та впровадження комплексних протипожежних заходів на території будівельного майданчика є обов'язковою умовою забезпечення безпеки праці відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». Пожежна профілактика розповсюджується на всі зони будівництва, включаючи відкриті склади залізобетонних конструкцій, цегли М200 та тимчасове інфраструктурне побутове містечко. Основні планувальні рішення будгенплану виконані з урахуванням забезпечення безперешкодного проїзду пожежної техніки: внутрішні автодороги мають кільцеву схему з шириною проїжджої частини 6 м та радіусами закруглення 12 м.

На майданчику організуються спеціальні пости, комплектовані сертифікованими первинними засобами пожежотусіння. Інвентарні пожежні щити оснащуються вогнегасниками (порошковими та вуглекислотними), шанцевим інструментом, цебрами та ящиками з сухим піском. Особлива увага приділяється зонам підвищеного ризику — місцям проведення ручного електрозварювання під час фіксації закладних деталей колон 2К 66, крокв'яних ферм 1ФТ18 та ребристих плит покриття 6х3 м. Усі вогневі та зварювальні роботи виконуються за спеціальним нарядом-допуском, а робочі місця зварювальників огороджуються негорючими захисними екранами.

Через застосування легкозаймистих хімічних компонентів під час влаштування фінішної безшовної епоксидно-фуранової підлоги товщиною 5 мм, у приміщеннях діє суворя заборона на використання відкритого вогню та куріння. Складування та зберігання цих сумішей реалізується виключно в ізольованих закритих інвентарних складах під замком. Тимчасовий мережевий водопровід розраховується з урахуванням нормативної секундної витрати

води на пожежотусіння, а на майданчику встановлюються покажчики розташування найближчих пожежних гідрантів. Увесь інженерно-технічний та робочий персонал проходить обов'язковий первинний і повторний протипожежний інструктаж.

### **5.5 Охорона довкілля**

Реалізація інженерно-організаційних рішень під час зведення об'єкта підпорядкована вимогам екологічного законодавства України та спрямована на мінімізацію антропогенного впливу на навколишнє природне середовище. Комплекс природоохоронних заходів охоплює захист атмосферного повітря, ґрунтового покриву та підземних вод від забруднення будівельними відходами й викидами технологічної техніки. Логістичні процеси та рух сучасного автотранспорту в складі тягачів Volvo FH 460 оптимізовані за кільцевою схемою будгеплану, що дозволяє суттєво скоротити час роботи двигунів на холостому ходу та знизити обсяги викидів відпрацьованих газів в атмосферу.

У процесі виконання земляних робіт нульового циклу за допомогою бульдозера та екскаватора Caterpillar забезпечується суворе збереження родючого шару ґрунту. Родюча земля попередньо зрізається та складається в окремі відвали для подальшого використання під час благоустрою та озеленення прилеглої території. Зворотне засипання пазух фундаментів 1Ф 12.8 виконується чистим мінеральним ґрунтом без будівельного сміття. Для запобігання ерозії та руйнування лесоподібних ґрунтів на майданчику організовано тимчасове самопливне водовідведення атмосферних і талих вод за допомогою ухилів рельєфу.

Особлива увага приділяється поводженню з відходами будівельного виробництва. Залишки керамічної цегли М200, дерев'яна тара від палет, металевий брухт від зварювання каркаса та пакувальні матеріали підлягають роздільному збиранню у спеціально відведені контейнери з наступним вивезенням на утилізацію або вторинну переробку за договорами зі спеціалізованими підприємствами. Через хімічну специфіку влаштування

безшовних наливних епоксидно-фуранових підлог, промивка інструменту та утилізація тари з-під хімічних компонентів здійснюються у строго відведених місцях, що повністю виключає потрапляння токсичних речовин у відкритий ґрунт або систему водовідведення. По завершенню будівництва виконується повне демонтажне розбирання тимчасового побутового містечка та відновлення (рекультивация) порушених земель.

**ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ**

1. ДСТУ Б А.2.4-6:2009 Правила виконання робочої документації генеральних планів, – 30с.
2. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», К.: Мінрегіон України, 2017, – 47с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія [Чинний від 01.11.2011], 80с. (Інформація та документація).
4. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 01.09.2022]. Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (ДП «ДНДІБК»), 23с. (Інформація та документація).
5. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель [Чинний від 01.03.2023]. ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 60с. (Інформація та документація).
6. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері (EN 14351-1:2006 + A2:2016, IDT)
7. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності) [Чинний від 01.12.2019]. Технічний комітет стандартизації «Експертиза містобудівної та проектної документації на будівництво» (ТК 319), 19с. (Інформація та документація).
8. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції» (для слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.06010101 – «Промислове та цивільне будівництво») / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова; уклад.: Є. С. Сєдишев. – Х.: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2013. – 50 с.
9. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011, 71с.

10. ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення Архітектура громадських і промислових будівель / Укл.: Т.Г. Маклакова. – М.: Стройиздат, 1981. – 386с.
11. Методичні вказівки до виконання з дисципліни «Залізобетонні та кам'яні конструкції». Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: Є. Г. Стоянов, Н. О. Псурцева. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 35 с.
12. Проектування залізобетонних конструкцій: Довідник / О.Б. Голишев, В.Я. Бачинський, В.П. Поліщук; Ред. А.Б. Голишева. – К.: Будівельник, 1985. – 496с.
13. Конспект лекцій з курсу «Проектування залізобетонних конструкцій» (для студентів 4 і 5 курсів всіх форм навчання напряму підготовки 6.060101 / Є. Г. Стоянов, Н. О. Псурцева; Харків. НУ міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 105с.
14. ДСТУ 3760:2019 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови, 28с.
15. Технологія будівельного виробництва, Курсове й дипломне проектування / Хамзин С. К., | Карасев А. К. Для будів, спец. внз. — М.: ООО «БАСТЕТ», 2006, 216с., 62с.
16. Організація будівництва/ С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін.; За редакцією С.А. Ушацького. 0-64 Підручник. – К.: Кондор, 2007. – 521 с.
17. Організація будівельного виробництва: навчальний посібник / А. М. Дорош. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 255 с.
18. Система проектної документації для будівництва. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів: ДСТУ Б В.1.2-3:2006. – [Чинний від 1 січня 2007]. – К. : Держстандарт України, 2007. – 14 с. – (Національні стандарти України).
19. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва, 62с.

20. Організація будівництва/ С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін.; За редакцією С.А. Ушацького. Підручник. – К.: Кондор, 2007. – 521 с.
21. Організація і планування будівництва / В.М. Майданов, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін. – К.: Урожай, 1993. – 384с.
22. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», К.: Мінрегіон України, 2016. – 66с.
23. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 Огородження інвентарних будівельних площ і ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови (ГОСТ 23407-78, MOD), К.: Мінрегіон України, 2012. – 12с.
24. Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва, 57с.
25. Головацька С.І. Облік і контроль витрат на виконання робіт в підрядних будівельних організаціях (на матеріалах підрядних будівельних організацій споживчої кооперації): дис. ... кандидата екон. наук: 08.06.04 / Головацька Світлана Іванівна. – Львів, 1998. – 199 с.
26. Конспект лекцій дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі», змістовний модуль «Цивільний захист», для студентів усіх спеціальностей та всіх форм навчання / Укл.: М. О. Журавель – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка». Каф. ОП і НС, 2020 р. – 49 с.
27. Залізобетонні конструкції. Методичні рекомендації до практичних занять для студентів напряму підготовки 6.060101 Будівництво/ В.Є. Волкова. – Д.: ДВНЗ Національний гірничий університет, 2013. – 25 с
28. ДБН В.2.2-5:2023 Захисні споруди цивільного захисту, 131 с.
29. ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», К.: Мінрегіон України, 2016 – 39с.
30. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», К.: Мінрегіон України, 2016. – 66с.

31. ДСТУ Б А.3.2-13:2011 Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги, К.: Держбуд України, 2012. – 14с.
32. ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення», К.: Мінрегіон України, 2018. – 137с.
33. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Норми освітлення будівельних майданчиків (ГОСТ 12.1.046-85, MOD)», К.: Мінрегіон України, 2012. – 31с.
34. О.Ф. Осипов, Є.В. Літнарівич / Технологія влаштування буронабивних паль на складному рельєфі // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, Вип. 39, Технічний, 2019, С. 116-123.
35. Осипов О. Ф. Технологічні аспекти зведення конструкцій підземної частини з поруч розташованими будинками [Текст] / О. Ф. Осипов, Ф. Н. Акимов, І. Т. Гладун // Строительство и техногенная безопасность: сб. науч. трудов. – Симферополь: КАПКС, 2008. – Вип. 22. – С. 70-75 (концепція та методика дослідження, узагальнення результатів)
36. Шерешевський І. А. Конструювання промислових будівель та споруд. – М.: «Архітектура-С», 2005.– 186 с
37. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», К.: Мінрегіон України, 2016. – 66с.
38. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», К.: Держбуд України, 2012. – 202с.
39. Конспект лекцій з курсу «Безпека праці в будівництві» / Заїченко В. І // 2014 – 97с.
40. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження та впливи: ДБН В.1.2-2:2006.
41. ДСТУ EN ISO 12100:2016 «Безпечність машин. Загальні принципи проектування. Оцінювання ризиків та зменшення ризиків», ДП «УкрНДНЦ», 2016. 110с.

42. Система нормування та стандартизації у будівництві. Основні положення: ДБН А.1.1-1:2009. – [Чинні з 01.01.2011р.].