

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет Конструювання та дизайну

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри**

Кафедра будівництва

професор, д.т.н. \_\_\_\_\_ Яковенко І. А.

(науковий ступінь, учене звання) (підпис) (ПІБ)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему «Проектування майстерні ремонту будівельної техніки  
у Донецькій області»**

Спеціальність (напрямок підготовки) 192 Будівництво та цивільна інженерія

**Гарант освітньої програми**

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Дмитренко Є. А.

(ПІБ)

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи**

К.Т.Н., старший викладач

(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Усенко М. В.

(ПІБ)

**Виконав**

\_\_\_\_\_

(підпис)

Крамаренко В.Ю.

(прізвище та ініціали студента)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет Конструювання та дизайну

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри будівництва

професор, д.т.н. Яковенко І. А.  
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)  
“ ” 2025р.

**ЗАВДАННЯ**

**На виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту**

Крамаренку Віталію Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 192\_ «Будівництво та цивільна інженерія»

(код і назва)

Спеціалізація Освітньо-професійна

(назва)

Програма підготовки ОЗ «Бакалавр»

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тему бакалаврської кваліфікаційної роботи затверджено наказом ректора НУ-БіП України від «16» грудня 2025 р. № 2264 «Проектування майстерні ремонту будівельної техніки в Донецькій області»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 7 червня 2025 року

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: геологічні умови майданчика будівництва, природно-кліматичні умови відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010, навантаження та впливи згідно з ДБН В.1.2-2:2006.

Бакалаврська робота складається з аркушів пояснювальної записки, 10 аркушів формату А1 та використаних літературних джерел Перелік питань, які потрібно розробити:

Розділ 1. Архітектурні рішення.

Розділ 2. Розрахунково-конструктивні рішення

Розділ 3. Технологія та організація будівельного виробництва



## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
<b>1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА .....</b>	<b>8</b>
1.1 Вихідні дані проектування .....	8
1.2 Технологічний процес у будівлі .....	9
1.3 Генеральний план ділянки забудови .....	9
1.4 Об'ємно-планувальне рішення .....	11
1.5 Конструктивне рішення будівлі .....	13
1.5.1 Конструктивна схема будівлі .....	13
1.5.2 Фундаменти .....	14
1.5.3 Стіни .....	15
1.5.4 Перегородки .....	15
1.5.5 Перекриття та покриття .....	16
1.5.6 Сходи будівлі .....	17
1.5.7 Вікна та двері .....	18
1.5.8 Покрівля .....	19
1.6 Теплотехнічний розрахунок стіни .....	19
1.7 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення .....	23
1.8 Інженерне обладнання будівлі .....	23
1.8.1 Водопровід і каналізація .....	23
1.8.2 Теплопостачання та вентиляція .....	24
1.8.3 Електропостачання .....	25
<b>2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА .....</b>	<b>26</b>
2.1 Розрахунок ферми .....	26
2.2 Розрахунок круглопорожнистої плити перекриття .....	29
2.3 Розрахунок балок перекриття .....	35
2.4 Розрахунок та проектування фундаментів .....	36
2.4.1 Аналіз інженерно-геологічних умов майданчика будівництва .....	36
2.4.2 Розрахунок стрічкових фундаментів на природній основі .....	39
<b>3 ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА .....</b>	<b>44</b>

3.1 Розробка технологічної карти .....	44
3.1.1 Вибір та обґрунтування методів виконання робіт .....	45
3.1.2 Цегляна кладка стін та перегородок .....	45
3.2 Вибір монтажного крану .....	48
3.2.1 Визначення кількості монтажних кранів .....	48
3.2.2 Вибір вантажозахоплювальних пристроїв .....	49
3.2.3 Вибір крана за технічними параметрами .....	49
3.2.4 Вибір крана за техніко-економічними показниками .....	52
3.3 Монтаж конструкцій .....	52
3.3.1 Монтаж залізобетонних конструкцій .....	52
3.3.2 Монтаж ферм .....	54
3.3.3 Монтаж профнастилу .....	55
3.3.4 Монтаж конструкцій, що виконуються одночасно з кладкою .....	56
3.3.5 Виробництво малярних робіт .....	57
3.3.6 Вказівки щодо виконання будівельних процесів .....	58
3.3.7 Вказівки щодо приймання та якості робіт .....	59
3.3.8 Заходи з техніки безпеки .....	60
3.3.9 Розрахунок техніко-економічних показників .....	61
4 ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА .....	62
4.1 Календарний план .....	62
4.2 Будгенплан .....	64
4.2.1 Визначення потреб у тимчасових будівлях .....	70
4.2.2 Розрахунок відкритих складів .....	71
4.2.3 Розрахунок площ складів .....	71
4.2.4 Розрахунок тимчасових будівель .....	75
4.2.5 Забезпечення будівництва енергоресурсами та водою .....	76
4.2.6 Розрахунок тимчасового водопостачання .....	77
4.2.7 Розрахунок тимчасового електропостачання .....	80
4.2.8 Техніко-економічні показники генплану .....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	84

## ВСТУП

При проектуванні виробничих будівель необхідно враховувати гармонійне поєднання функціональних, економічних та архітектурно-мистецьких аспектів. Знаходження таких поєднань за умови забезпечення надійної міцності будівель та економічності їх зведення є основним завданням проектування.

Будівництво споруд станцій технічного обслуговування автомобілів збільшився попит на даний вид послуг, обумовленого зростанням кількості автотранспорту в Донецькій області.

Проте з огляду на нестабільність економіки в Україні часто до громадських будівель пред'являється вимога в такому аспекті як багатофункціональність.

Будівля проектованої станції технічного обслуговування включає кілька технологічних ліній.

Населенню буде надано широкий спектр послуг, починаючи від технічного обслуговування автомобілів до надання послуг у сфері громадського харчування.

Будівля зводиться на пустки, таким чином реалізується програма міської влади з благоустрою Донецької області.

Проект розроблено відповідно до чинних нормативних документів та вимог до будівництва виробничих будівель.

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	шАр-
мін.Змі	шАр-	кум.№ докум.№	писПідпу-	та-		

# 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Вихідні дані для проектування

У проекті розробляється будівля станції технічного обслуговування автомобілів у **Донецькій області**.

### *Природні умови*

Майданчик будівництва відповідно до СНиП 2.01.07-85 відноситься :

- за вагою снігового покриву – до 1 району з нормативним навантаженням 0,5 кПа;

- за натиском вітру – до III району з нормативним навантаженням 0,38 кПа.

- панівний напрямок вітру – південно-східний;

Відповідно до **ДСТУ-Н Б В. 1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»** майданчик будівництва відноситься до підзони III -2, зони III;

- розрахункова зимова температура зовнішнього повітря найбільш холодної доби -27 °С, найбільш холодної п'ятиденки – 23 °С;

- глибина промерзання ґрунту –1,0 м.

### *Інженерно-геологічні умови майданчика будівництва*

Рельєф ділянки спокійний.

Згідно з даними інженерно-геологічних вишукувань, основою фундаментів служать суглинки коричнево-бурі, напівтверді, вологі шару ІГЕ – 2 і щєбенисті ґрунти : зеленувато-сірі, сильно вивітрілі –піщаних.

для шару ІГЕ – 2:

- кут внутрішнього тертя  $\varphi = 16$  град;
- питоме зчеплення  $s = 16$  кПа;
- питома вага  $\gamma = 19,63$  кН/м<sup>3</sup>;
- модуль деформації  $E = 17,2$  кПа.

для шару ІГЕ – 3:

- кут внутрішнього тертя  $\varphi = 28$  град;

					<b>Бакалаврська кваліфікаційна робота</b>	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		8

- питоме щеплення  $s = 32$  кПа;
- питома вага  $\gamma = 22,26$  кН/м<sup>3</sup>;
- модуль деформації  $E = 35,0$  кПа.

Грунтові води на період досліджень зустрінуті на глибині 4,0 – 4,7 м, по відношенню до бетонів на основі портландцементів ґрунтові води – слабоагресивні, до всіх марок цементу – неагресивні.

Майданчик будівництва знаходиться на території, що не підробляється, ґрунт відноситься до непросадочних.

## 1.2 Технологічні процеси у будівлі

За функціональним призначенням та особливостями експлуатації проєктованої будівлі належить до виробничих будівель.

З огляду на багатофункціональність будівлі слід виділити такі технологічні лінії:

- технічне обслуговування автомобілів;
- мийка автомобілів;
- кафе на 25 місць.

Будівля складається з двох прямокутних у плані блоків.

В одноповерховому блоці правого крила будівлі здійснюється технічне обслуговування автомобілів.

На першому поверсі двоповерхового блоку здійснюється миття автомобілів на 3 лінії.

На другому поверсі проєктом передбачається розміщення приміщень кафе на 25 посадкових місць.

## 1.3 Генеральний план ділянки забудови

Плануванням ділянки передбачено забезпечення санітарних рівнів шуму у приміщеннях. Вертикальне планування вирішено у зв'язку з існуючою

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Змін.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		9

вулицею та благоустроєм до неї.

Рельєф ділянки спокійний.

У зв'язку з тим, що частина майданчика під будівництво зайнята багатолітніми зеленими насадженнями, частину їх необхідно прибрати.

Окрім будівлі станції передбачено будівництво очисних споруд для зливових вод.

До всіх будівель спорудами у необхідних місцях передбачені автопід'їзди із майданчиками для розвороту автомобілів. На території станції передбачено місце для стоянки автомобілів.

Вертикальне планування майданчика станції вирішено за умов максимального збереження природного рельєфу, з урахуванням організації водовідведення, у зв'язку з відмітками існуючих автопід'їздів.

Проектом передбачається благоустрій території станції з улаштуванням тротуарів з покриттям із дрібноштучних кольорових полімербетонних плиток, асфальтового покриття, декоративного огороження, посіву трав.

Поздовжні та поперечні ухили по проїздам, тротуарам та газонам запроєктовані відповідно до ДБН 360-92.

До початку будівництва рослинний шар ґрунту зрізається на всій території, що підлягає плануванню та використовується для подальшого підси-пання газонів.

Озеленення території ділянки розроблено з урахуванням архітектурно-планувального рішення цієї ділянки, наявності підземних інженерних комунікацій, ґрунтових умов, а також функціонального призначення проєктованих насаджень.

При вирішенні генплану вирішено та враховано вимоги норм щодо забезпечення протипожежних розривів між будинками, забезпечено вільний під'їзд до будівлі.

Щитки дорожніх знаків виготовляються зі сталі і повинні мати поверхню, що повертає світло. Щитки встановлюються на металевих опорах  $d = 100$  мм на відстані 0,5 – 0,75 м від бортового каменю.

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		10

Розмітку пішохідного переходу на проїжджій дорозі виконати білою фарбою.

#### 1.4 Об'ємно-планувальне рішення

Об'ємно-планувальне рішення будівлі станції технічного обслуговування автомобілів розроблено з урахуванням функціональних, конструктивних, архітектурно-художніх та економічних критеріїв, а також з урахуванням діючих будівельних норм та правил.

Будівля складається з двох прямокутних у плані блоків.

Блок в осях «1 – 9», «Д – Ж» – двоповерховий з несучими поздовжніми та поперечними стінами. У плані блок має розміри в осях 33,6×9, 6 м.

Висота до плит перекриття 1-го поверху – 3,3 м.

Висота до низу несучих конструкцій покриття 2-го поверху – 4 м.

Блок в осях «6 – 9», «А – Ж» – одноповерховий з неповним каркасом і подовжніми і поперечними стінами, що несуть. У плані блок має розміри в осях 28,8×9, 6 м. Висота до низу перекриття – 3,3 м.

У будівлі запроектований один головний вхід, через який проходять клієнти станції технічного обслуговування автомобілів та один службовий вхід для обслуговуючого персоналу.

У двоповерховому блоці у його центральній частині на першому поверсі розташована зала миття автомобілів площею 112,2 м<sup>2</sup>. Із зали мийки клієнти прямують до кімнати очікування площею 31,1 м<sup>2</sup>.

У цій частині будівлі розташовані такі приміщення:

- приміщення адміністратора площею 4,5 м<sup>2</sup>;
- кабінет директора площею 13,1 м<sup>2</sup>;
- санвузол площею 3,4 та 3,1 м<sup>2</sup>.

У правій частині двоповерхового блоку передбачені приміщення для обслуговуючого персоналу та підсобні приміщення:

- гардероб площею 6,1 та 2,3 м<sup>2</sup>;

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		11

- душові для персоналу площею 2,5 та 2,5 м<sup>2</sup>;
- компресорна площею 6,6 м<sup>2</sup>;
- котельня площею 8,4 м<sup>2</sup>;
- електрощитова площею 4,6 м<sup>2</sup>;
- кімната для персоналу СТО площею 12,0 м<sup>2</sup>.

Через головний вхід клієнти прямують до кімнати очікування, або сходами на другий поверх. Для мінімізації тепловтрат передбачено тамбур.

На другому поверсі клієнти можуть прямувати до таких приміщень:

- зал кафе площею 94,7 м<sup>2</sup>;
- більярдний зал площею 73,2 м<sup>2</sup>;
- зал для VIP осіб площею 25,1 м<sup>2</sup>;
- санвузол для VIP персон площею 4,1 м<sup>2</sup>.

Для входу на другий поверх обслуговуючого персоналу передбачені сходи у правій частині двоповерхового блоку.

У цій частині будівлі на другому поверсі розташовуються:

- кухня площею 20,2 м<sup>2</sup>;
- миття площею 5,2 м<sup>2</sup>;
- комора площею 4,7 м<sup>2</sup>;
- підсобне приміщення площею 6,3 м<sup>2</sup>;
- приміщення для оформлення замовлень площею 20,1 м<sup>2</sup>.

Сходи для переходу на другий поверх влаштовані у вогнестійких сходових клітках та висвітлюються природним світлом.

Для здійснення примусової вентиляції використовуються два вентилятори, які розташовані в третьому рівні у приміщенні площею 30,6 м<sup>2</sup>. Поруч знаходиться технічне приміщення площею 9,9 м<sup>2</sup>. Вихід у ці приміщення здійснюється за металевими сходами.

В одноповерховому блоці розташовується обладнання для технічного обслуговування автомобілів.

Над фасадом будівлі розташована вивіска з назвою станції, крім того, на фасаді будівлі розташовуються рекламні щити.

Техніко-економічні показники:

Робоча площа,  $P_p$ : 547,7 м<sup>2</sup>;

Загальна площа,  $P_z$ : 672,7 м<sup>2</sup>.

$K_1$  – показник, який виражає доцільність планування, підраховується як ставлення робочої площі до загальної. %

$$K_1 = \frac{P_p}{P_z} = \frac{547,7}{672,7} \times 100\% = 81\%$$

$K_2$ ;  $K_3$  – показники, що характеризують об'ємне рішення будівлі, визначаються ставленням загального будівництва обсягу ( $V_{об} = 4631,3$  м<sup>3</sup>) до загальної площі та до робочої площі.

$$K_2 = \frac{V_{об}}{P_z} = \frac{4631,3}{672,7} = 6,9$$

$$K_3 = \frac{V_{об}}{P_p} = \frac{4631,3}{547,7} = 8,5$$

## 1.5 Конструктивне вирішення будівлі

### 1.5.1 Конструктивна схема будівлі

Конструктивне рішення будівлі, так само як і об'ємно-планувальне, має бути функціонально та технічно доцільним, економічним у будівництві та експлуатації. Крім того, конструктивне рішення має відповідати встановленим технічним вимогам (міцності, стійкості, довговічності, пожежній безпеці, благоустрою).

Конструктивне рішення впливає зовнішній вигляд будівлі, його інтер'єри і, отже, є найважливішим чинником, що визначає архітектурну виразність будівлі.

Таким чином конструктивне рішення ґрунтується на комплексній ув'язці його з об'ємно-планувальним та архітектурно-мистецьким рішенням.

У даному проекті застосовується безкаркасна схема з подовжніми і

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		13

поперечними несучими стінами із шлакоблоку.

Перегородки – цегляні, дах – односхилий, безгорищний.

Для прокладання інженерних мереж передбачено технічне підпілля.

### 1.5.2 Фундаменти

Під будівлю станції технічного обслуговування автомобілів запроєктовано збірні стрічкові фундаменти із залізобетонних плит-подушок (за ГОСТ 13580-85) та бетонних стінових блоків (за ГОСТ 13579-78) з урахуванням характеру несучого складу будівлі, характеру геологічних та гідрогеологічних умов ділянки та умов району будівництва. Основою для фундаментів служить суглинок напівтвердий, середньої порочності. Фундаментні плити-подушки укладаються на утрамбовану піщану підготовку завтовшки 100 мм.

**Таблиця 1.1 – Специфікація фундаментних блоків**

№ з/п	Позначення.	Найменування.	Кількість, шт.	Маса, кг.
1	ГОСТ 13580-85	ФО 12.12.-21	112	980
2		ФО 16.12.-2	14	1030
3	ГОСТ 13579-78	ФБС 24.5.6-Т	168	1630
4		ФБС 24.5.6-Т	38	790
5		ФБС 24.5.6-Т	168	590

Монолітний фундаментний та монолітний обв'язувальні пояси виконати з бетону кл. В15 з конструктивним армуванням (арматура Ø12 А400 ГОСТ 5781-82, Ø6 А240 ГОСТ 5781-82).

Вертикальна гідроізоляція поверхні стін, що стикаються із ґрунтом – обмазка гарячим бітумом за 2 рази. Горизонтальна гідроізоляція фундаментів цементна з рідким склом. Антикоровий захист заставних деталей виконати з 2-х шарів лакофарбового покриття емалями ПФ-115 та ПФ-133.

### 1.5.3 Стіни

Зовнішні стіни будівлі станції технічного обслуговування автомобілів виконані з дрібноштучного шлакобетонного каміння (ГОСТ 6133-84) товщиною, 400 мм на цементно-піщаному розчині М75.

Для забезпечення необхідної міцності кладку пілястр армувати по кожному ряду сіткою. Порожнечі шлакоблоків заповнюють розчином М150.

Кутову кладку та випуски внутрішніх стін армують анкерами 2Ø 6АІ,  $L = 300$  мм, через 2 ряди. Для забезпечення зв'язку між навантаженими і ненавантаженими ділянками стіни горизонтальні шви кладки слід встановити зв'язні сітки в рівні низу перекриттів. Сітки, що армують кладку, повинні бути захищені від корозії. Шви у кладці мають бути заповнені розчином.

Антисептовані дерев'яні пробки для кріплення віконних та дверних коробок рекомендується встановлювати у внутрішньому шарі кладки.

Внутрішні несучі стіни виконуються із суцільної цегляної кладки, завтовшки 380 мм із звичайної глиняної цегли по ГОСТ 530-80.

Отвори для вікон та дверей влаштовуються без чвертей. .

Поверху отвори перекривається збірними залізобетонними перемичками згідно з ГОСТ 948-84 сер. 1.038.1-1. В несучих стінах застосовуються посилені перемички із попередньо напруженою арматурою А800 (вип. 8).

### 1.5.4 Перегородки

У будівлі запроектовані цегляні перегородки із глиняної звичайної цегли, М 75 за ГОСТ 530-80, товщиною  $\frac{1}{2}$  цегли.

Над отворами шириною до 600 мм включно встановлюється навіс з арматури Ø 10 А240, два стрижні через кожні 120 мм.

Перегородки не доводять до низу несучих конструкцій на 30 мм. Зазори заповнюють пружним матеріалом. Всі прорізи в перегородках після прокладання комунікацій ретельно закладають цементно-піщаним розчином.

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	Арку-
Змін.З	Арку-	№ докум.№ до-	ПідписПід-	Да-		157

### 1.5.5 Перекриття та покриття

Перекриття має забезпечувати надійну стійкість та міцність будівлі.

В якості несучих конструкцій перекриттів першого поверху застосовані залізобетонні вироби заводського виготовлення – багатопустотні плити з великими порожнечами, товщиною 220 мм.

Плити перекриття укладаються на шар розчину М100.

Шви між панелями, а також шви в місцях примикання панелей до стін, очистити від будівельного сміття та ретельно залити цементним розчином М100. Монолітні секції повинні бути виготовлені з бетону В15.

Отвори в плитах перекриттів для пропусків стояків опалення виконуються шляхом свердління за місцем спеціальними свердлами, не порушуючи несучих ребер панелей, з наступним закладенням їх цементним розчином.

Необхідно передбачити звукоізоляцію труб від перекриття із утепленням зазорів. Перекриття другого поверху здійснюється за фермами індивідуального виготовлення.

Таблиця 1.2 – Специфікація плит перекриття та покриття

Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Маса, кг
П1	с 1.141.-1 ст. 63	ПК 48-12.	74	2200
П2	с 1.141.-1 ст. 63	ПК 48-10	4	3350
Перемички				
ПР1	с 1.038.1-1 вип. 12	ЗПБ 35-37	4	482
ПР2	с 1.038.1-1 вип. 1	ЗПБ 16-37	27	102
ПР3	с 1.038.1 вип. 1	ЗПБ 18-37	10	119
ПР4	с 1.038.1 вип. 1	ЗПБ 21-8	2	137
ПР5	с 1.038.1 вип. 1	ЗПБ 34-4	10	222
ПР6	з 1.038.1 вип. 1	2ПБ 16-2	18	65

Плити перекриття скріплюються між собою, а торцеві між собою анкерами з арматурного дроту для утворення жорсткого горизонтального диска.

### 1.5.6 Сходи будівлі

Сходи призначені для сполучення між приміщеннями, що розташовані на різних поверхах.

Сходи є вертикальними, використовуються для зв'язку між поверхами, а також як евакуаційні шляхи.

У цьому проекті використані сходи зі зварних металевих елементів.

Колони та косоури кріпляться до закладних деталей тавровим швом за ГОСТ 5264-80. Перед зварюванням елементів їхнє проектне положення фіксується монтажними болтами.

Сходові марші влаштовані із ухилом 1:2.

Сходинок маршу однакові і характеризуються висотою підступенка (150 мм) і шириною проступи (300 мм). Сходові майданчики на рівні кожного поверху – поверхові, між поверхами – проміжні. сходові клітини і висвітлюються природним світлом через вікна.

### 1.5.7 Вікна та двері

Вікно влаштовується для освітлення та провітрювання (вентиляції) приміщень.

Вікна є зовнішнім огороженням, тобто. теплозахисна якість повітропроникність. Виходячи з цього було виконано підбір конструкції віконних заповнень, згідно з якими прийнято потрібне скління в дерев'яних роздільно-спарених стулках.

Двері внутрішні та зовнішні виготовляються з деревини на деревообробних заводах.

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Змін.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		17

**Таблиця 1.3 – Специфікація елементів заповнення отворів**

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк. на поверх		Усього	Розмір отвору <i>b</i> × <i>h</i> , мм.
			1 пов.	2 пов.		
<b>Ворота</b>						
В-1	Серія 1435.9-17	ВР 30-30Т	6		6	3000×2500
В-2	Серія 1435.9-17	ВР 30-30Т	1		1	3000×3000
<b>Двері</b>						
Д-1	ГОСТ 24698-81	ДН 21-10	2		2	1010×2070
Д-2	Серія 1.236-5	ДП 1.17	4	1	5	1010×2070
Д-3	ГОСТ 24698-81	ДН 21-9	1		1	910×2070
Д-4	ГОСТ 6629-88	ДГ 21-9	2	3	5	910×2070
Д-5	ГОСТ 6629-88	ДГ 21-8	10	4	14	810×2070
Д-6	ГОСТ 6629-88	ДГ 24-15		1	1	1510×2370
<b>Вікна</b>						
О-1	ГОСТ 12506-81	ОСВ 6-12	11	4	15	1220×620
О-2	ГОСТ 11214-86	ОС 18-13.5Г	1	1	2	1360×1760
О-3	ГОСТ 11214-86	ОС 18-27Г	2	7	9	2710×1760
О-4	ГОСТ 11214-86	ОС 18-12Г	1		1	1170×1760
О-5		Вітраж	3		3	
О-6		Вітраж	1		1	
О-7	ГОСТ 11214-86	ОС 18-18Г	1		1	1810×1810

Поверхні віконних та дверних блоків, що примикають до стін, необхідно антисептувати та захищати гідроізоляційними матеріалами (толь).

Зазори між коробкою та кладкою зовнішніх стін закладають термоізоляційними матеріалами. Віконні та дверні коробки кріпляться шурупами у дерев'яні антисептовані пробки, що встановлюються по дві з кожного боку, відстань між якими не перевищує 1 м.

Підвіконні дошки в межах одного приміщення встановлюють горизонтально та на одному рівні. Торці закладають у стіну, попередньо обробивши антисептиком та ізолюють від кладки толлю.

Ущільнюючі прокладки для притворів вікон слід встановлювати на водостійких клеях після закінчення фарбування блоків.

### 1.5.8 Покрівля

Для будівлі станції технічного обслуговування автомобілів запроєктовано суміщене покриття, що не вентилується. Ухил покрівлі двоповерхового блоку становить 10%.

Пристрій покрівлі починають з наклейки наплавленого руберойду на ґрунтований накат із дошок.

Перший шар покрівельного килима наклеюють поперек схилу суцільно шляхом теплового розплавлення мастики до 140-160°C, розстилання рулону і накочення укладеного шару.

Верхня частина полотнища повинна перекивати нижній шар, що підсилює, на ковзані покрівлі.

Наступні шари наклеюють шляхом суцільного наклеювання полотнищ.

Покрівля одноповерхового блоку та техповерху становить 1%.

Основу під покрівельний килим покривають ґрунтовками збільшеної товщини (не менше 0,8 мм бітуму після висихання).

Руберойд склеюють шляхом пластифікації мастики розчинниками (бензин). Через 7-15 хв. після укладання поверхні склеюваних полотнищ прикочують багаторазовими проходами прикатного пристрою.

Водовідведення з покриття – зовнішнє організоване.

### 1.6 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Розрахунок огорожувальних конструкцій ведемо відповідно до вимог ДБН В.2.6-31 2006 «Теплова ізоляція будівель»..

Опір теплопередачі огорожувальних конструкцій виробничих будівель  $R_0$  має бути не меншим за необхідний опір теплопередачі  $R_0^{mp}$ , що

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
						19
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

визначається за формулою 1 [1] та економічно доцільного опору теплопередачі  $R_0^{ек}$ , що визначається за пунктом 2.15 [1].

Необхідний опір теплопередачі  $R_0^{mp}$ , (м<sup>2</sup>·°С)/Вт, що огороджують конструкцій визначається за формулою:

$$R_0^{mp} = \frac{n(t_g - t_n)}{\Delta t_n \cdot \alpha_g}, \quad (1)$$

де  $n$  – коефіцієнт, що приймається залежно від положення зовнішньої поверхні огороджувальних конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря;

$t_g$  – розрахункова температура внутрішнього повітря, ос, прийнята за нормами проектування відповідних будівель та споруд;

$t_n$  – Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря, °С, що приймається за [ДСТУ-Н Б В. 1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»](#) в залежності від теплової інерції  $D$ ;

$\Delta t_n$  – нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, що приймається за табл. 2.;

$\alpha_g$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальних конструкцій, що приймається за табл. 4.

Теплову інерцію  $D$  огороджувальної конструкції визначаємо за формулою (2):

$$D = R_1 S_1 + R_2 S_2 + \dots + R_n S_n, \quad (2)$$

де  $R_1, R_2, \dots, R_n$  – термічні опори окремих шарів огороджувальної конструкції, (м<sup>2</sup>·°С)/Вт, що визначаються за формулою (3) [1];

$S_1, S_2, \dots, S_n$  – розрахункові коефіцієнти теплосвоєння матеріалу окремих шарів огороджувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), що приймаються за дод. 3.[1].

Термічний опір  $R$ , (м<sup>2</sup>·°С)/Вт, шару багат шарової огороджувальної конструкції, а також однорідної огороджувальної конструкції визначаємо за

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		20

формулою (3):

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \quad (3)$$

де  $\delta$  – товщина шару;

$\lambda$  – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, Вт/(м<sup>2</sup>·°C), що приймається за дод. 3 [1].

Зовнішня стіна є послідовно розташованими однорідними шарами матеріалів.

**Таблиця 1.3** – Характеристика матеріалів стінового огородження

Номер шару	Найменування шару	Товщина, м	Об'ємна вага, кг/м <sup>3</sup>	Коеф. теплопровідності, Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	S, Вт/(м <sup>2</sup> °C)
1	Штукатурка складна	0,02	1700	0,70	8,92
2	Шлакоблок	0,40	1500	0,64	5,35
3	Теплоізоляційний шар «Rannila»	0,04	40	0,039	0,40
4	Пароізоляція із плівки «Rannila»	0,002	600	0,17	3,53
5	Повітряний прошарок	0,02	–	–	–
6	Алюмінієвий профіль (захисний) «Rannila»	0,002	2600	221	187,60

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,02}{0,7} = 0,029, \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт};$$

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,40}{0,64} = 0,624, \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт};$$

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,04}{0,039} = 1,03, \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт};$$

$$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,002}{0,17} = 0,012, \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт};$$

$$R_5 = 0,15, \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт};$$

$$R_6 = \frac{\delta_6}{\lambda_6} = \frac{0,002}{221} = 0, (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}.$$

Тоді теплова інерція зовнішньої стіни:

$$D = 0,029 \cdot 8,92 + 0,624 \cdot 5,35 + 1,03 \cdot 0,4 + 0,012 \cdot 3,53 + 0,15 \cdot 0 + 0 \cdot 187,6 = 4,02.$$

Відповідно до табл.5  $t_n$  приймаємо як середню температуру найбільш холодних трьох діб  $-26 \text{ °C}$ :

$$\text{Тоді } R_0^{mp} = \frac{1(18 + 26)}{1,4 \cdot 8,7} = 2,8 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}.$$

Економічно доцільний опір теплопередачі  $R_0^{ек}$ ,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ , що захищає конструкції приймаємо за п. 2.15 [1]:

$$R_0^{ек} = R_0^{mp} \cdot r_{ef}, \quad (4)$$

де  $r_{ef}$  – коефіцієнт економічності,

$$\text{тоді } R_0^{ек} = 1,01 \cdot 1,8 = 1,82, (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}.$$

Опір теплопередачі  $R_0$   $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ , огорожувачої конструкції визначаємо за формулою:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_e} + R_k + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (5)$$

де  $\alpha_e$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції;

$R_k$  – термічний опір конструкції,  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ ;

$\alpha_e$  – коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ .

Термічний опір  $R_k$  огорожувальної конструкції з послідовно розташованими однорідними шарами визначаємо за формулою:

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{en}, \quad (6)$$

де  $R_1, R_2, R_n$  – термічний опір окремих шарів огорожувальної конструкції  $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$ , що визначається за формулою (3);

$R_{e.n.} = 0,15 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  – термічний опір замкнутого повітряного прошарку.

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$R_x = 0,029 + 0,624 + 2,03 + 0,012 + 0,15 + 0 = 2,85, (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}.$$

Тоді опір теплопередачі зовнішньої стіни  $R_0$  дорівнюватиме:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + 2,85 + \frac{1}{23} = 2,91, (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}.$$

$$R_0 = 2,91 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт} > R_0^{\text{ек}} = 2,82 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}.$$

## 1.7 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Зовнішні стіни облицьовуються оцинкованими профільованими листами типу «*Rannila*», алюмінієвими листами типу “*ALUCOBOND*” та керамогранітною плиткою. Ворота, віконні та дверні блоки пофарбуються атмосферостійкою емаллю у 2 шари.

Укоси воріт, дверних та віконних отворів оштукатурити та облицьовувати відповідними додатковими елементами, що входять до комплекту облицьовального матеріалу.

Забарвлення будівельних конструкцій виконати за [ДБН Д.2.2-15-99](#).

## 1.8 Інженерне обладнання будівлі

### 1.8.1 Водопровід і каналізація

Водопостачання питної води передбачає на підживлення котла, встановленого в будівлі комплексу. Для обліку витрати води передбачається встановлення водоміру ВКСМ-15, який монтується в колодязі точці підключення до існуючого водопроводу діаметром 300 мм. Витрата на підживлення котла становить 0.1 м<sup>3</sup>/добу.

Відповідно до [ДБН В.2.5-64 2012](#) внутрішній протипожежний водопровід не передбачається. Витрата на зовнішню пожежогасіння згідно з ВСН 01-89 становить 10 л/с. Для забезпечення витрати на зовнішню пожежогасіння передбачається встановлення пожежного гідранту.

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		23

## 1.8.2 Теплопостачання та вентиляція

Джерело теплопостачання – котельня. Котельня розташована в приміщенні адміністративно-побутової зони двоповерхового блоку будівлі комплексу. У котельні встановлений котел Термо-100 продуктивністю 70 кВт, що працює на рідкому паливі.

Відведення продуктів згоряння здійснюється через димову трубу перетином 250×150 мм, виведену вище покрівлі на 2 м.

У приміщеннях комплексу запроектована водяна система опалення з параметрами теплоносія 85 – 60 °С. Схема системи опалення прийнята однотрубна з верхнім розведенням, проточна.

В якості нагрівальних приладів прийняті радіатори MC140-AT.

Трубопроводи для системи опалення сталеві з водогазопровідних труб за ГОСТ 3262-75 діаметром 15 – 40 мм.

У приміщеннях комплексу запроектовано припливно-витяжну систему вентиляції з механічним і природним спонуканням.

Приплив природний через фрамуги вікон і воріт, що відкриваються.

Витяжка з санвузлів, щитової котельні, мийки і кухні в кафе – через вентканалі. У виробничих приміщеннях миття передбачається механічна вентиляція для видалення надлишків волого, що діє періодично.

Витяжні вентиляційні установки запроектовані з типових збірних конструкцій та деталей, що виготовляються на заводах та механічних майстернях. Крім того, передбачена уніфікація типорозмірів вентиляційного обладнання.

Повітроводи вентиляційних систем запроектовані для систем витяжної вентиляції з листової оцинкованої сталі товщиною 0,5 – 1.4 мм залежно від розмірів повітроводу.

Передбачено можливість централізованого відключення всіх систем вентиляції з механічним спонуканням у разі виникнення пожежі. Проект опалення та вентиляції виконано з урахуванням комплексу протипожежних вимог.

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		24

У системах вентиляції не застосовуються матеріали, які під час пожежі можуть виділяти речовини 1-го та 2-го класів небезпеки. Вентиляційне обладнання знаходиться в межах приміщення комплексу та працює періодично.

### 1.8.3 Електропостачання

Згідно з технічними умовами електричних мереж, електропостачання комплексу з розрахунковою потужністю 70 кВт здійснюється напругою 380/220 В.

Освітлення комплексу виконується світильниками з люмінесцентними лампами та розжарюванням.

Штучне освітлення комплексу виконано відповідно до вимог [ДБН В.2.5-28:2018 «Природне та штучне освітлення»](#). Нормативний рівень освітленості на робочих місцях, у залі кафе та у виробничих приміщеннях мийки – 300 люкс, у складських приміщеннях – 30 люкс у побутових приміщеннях – 200, 80 люкс, у душовій, санвузлах – 30 люкс.

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Змін.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		25

## 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Розрахунок ферми

На ферму діють навантаження, зведені до **табл. 2.1**.

**Таблиця 2.1** – Постійні навантаження на ферму

Склад навантаження	Нормат. навантаж., кПа	Коефіцієнт надійності за навант.	Розрахункове навантаження, кПа
1. Оцинкований профнастил	0,15	1,05	0,156
2. Прогони	0,12	1,05	0,126
3. Шар руберойду з накату з дошки	0,20	1,05	0,210
4. Власна маса МК (0,4 + 0,1)	0,50	1,05	0,525
Разом			<b>1,017</b>

Розрахункове навантаження на 1 м визначали за формулою:

$$q = q' \cdot B = 1,017 \cdot 2,4 = 2,568, \text{ кН/м} \quad (1)$$

Тимчасове навантаження (від снігу) розраховували на 1 м довжини ферми за формулою:

$$p = n \cdot p_0 \cdot c \cdot B = 1,4 \cdot 0,5 \cdot 2,4 = 1,68 \text{ кН/м}, \quad (2)$$

де  $p_0$  – нормативна вага снігового покриву для м. Донецька, що дорівнює 0,5 кПа.

Усі навантаження призводять до вузлових від постійного навантаження:

$$p_1 = p_5 = 2,568 \cdot 1,2 = 3,08 \text{ кН};$$

$$p_2 = p_3 = p_4 = 2,568 \cdot 2,4 = 6,16 \text{ кН};$$

$$\text{від снігу } p_1 = p_5 = 1,68 \cdot 1,2 = 2,01 \text{ кН};$$

$$p_2 = p_3 = p_4 = 1,68 \cdot 2,4 = 4,03 \text{ кН}.$$

Опорні реакції ферми:

а) від постійного навантаження

$$R_A = R_B = q \cdot l/2 = 2,568 \cdot 9,6/2 = 12,32 \text{ кН};$$

б) від снігового навантаження

$$R_A = R_B = q \cdot l/2 = 1,68 \cdot 9,6/2 = 8,064 \text{ кН}.$$

Визначаємо зусилля у стрижнях ферми від кожного виду завантаження та заносимо їх величини до **табл. 2.2**.

**Таблиця 2.2** – Розрахункові зусилля у стрижнях ферми

Позначення стрижня	Від постійних навантажень	Від снігу	Розрахункові зусилля, кН
1-Ж	+52,2	+ 34,1	+ 6,3
1-Б	-53,0	-34,6	-87,6
1-2	-	-	-
2-Ж	+52,2	+34,1	+86,3
2-3	-17,7	-11,6	-29,3
3-В	-35,3	-23,0	-58,3
3-4	+3,1	+2,0	+5,1
4-Ж	+34,8	+22,7	+57,5
4-5	-18,5	-12,1	-30,6
5-Г	+17,7	+11,6	+29,3
5-6	+6,2	+4,0	+10,2
6-Ж	+17,4	+11,4	+28,8
6-7	-19,7	-12,9	-32,6
7-е	+3,08	+2,01	+5,09
7-Д	-	-	-

*Підбір поперечних перерізів стрижнів*

Підбір перерізу почнемо зі стрижня 1-Б. Розрахункове зусилля становить 86,3 кН, розрахункові довжини  $l_x = l_y = 243,7 \text{ см}$ .

Приймаємо перетин із двох рівнополочних кутиків.

$$A_{mp} = \frac{\gamma_n N}{(0,6 \dots 0,9) R_y \gamma_c} = \frac{0,95 \cdot 86,3 \cdot 10}{0,75 \cdot 235 \cdot 0,95} = 5,16 \text{ см}^2.$$

Приймаємо два рівнополочні кутики  $\perp 50 \times 5$ .

$A = 2 \cdot 4,8 = 9,6 \text{ см}^2$ ,  $i_x = 1,54 \text{ см}$ ,  $i_y = 2,45 \text{ см}$ ,  $R_y = 235 \text{ МПа}$  (товщина фансонки  $t = 6 \text{ мм}$ ).

Максимальна гнучкість прийнятого стрижня:

$$\lambda_y = l_y / i_y = 243,7 / 2,45 = 99,46 < 120, \text{ приймаємо } \varphi_{min} = 0,542.$$

Перевіряємо стійкість стрижня за формулою:

$$\sigma = \frac{r_n N}{\varphi_{min} A} = \frac{0,95 \cdot 86,3 \cdot 10}{0,542 \cdot 9,6} = 157,5 \text{ МПа} < R_y \gamma_c = 0,95 \cdot 235 = 225.$$

Підбираємо переріз розтягнутого стрижня 1-Б, розрахункове зусилля  $N = 87,6 \text{ кН}$ . Приймаємо два рівнополочні кутики.

$$A_{mp} = \frac{\gamma_n N}{\alpha R_y \gamma_c} = \frac{0,95 \cdot 87,6 \cdot 10}{1 \cdot 235 \cdot 0,95} = 3,72 \text{ см}^2.$$

Приймаємо  $2 \perp 50 \times 5$ ;  $A = 9,6 \text{ см}^2$ ,  $i_x = 1,54 \text{ см}$ ,  $i_y = 2,45 \text{ см}$ ,  $R_y = 235 \text{ МПа}$ .

$$\lambda_x = l_x / i_x = 240 / 1,54 = 155,8 < [400].$$

Визначаємо напруження:

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{87,6}{0,542 \cdot 9,6} = 168,3 \text{ МПа} < 235 \text{ МПа}.$$

Визначаємо довжини швів, необхідні для прикріплення стрижнів до фансонки. Приймаючи катет шва  $t_{uw} = 5 \text{ мм}$ , визначаємо необхідну довжину швів:

$$l_w^{ob} = \frac{r_1 N}{2 \beta r_f R_w \gamma_w \gamma_c} = \frac{0,7 \cdot 86,3 \cdot 10}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 180} = 8,6 \text{ см};$$

$$l_w^{II} = \frac{r_2 N}{2 \beta r_f R_w \gamma_w \gamma_c} = \frac{0,3 \cdot 86,3 \cdot 10}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 180} = 2,56 \text{ см}.$$

На ферму діють постійні та тимчасові навантаження.

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		28

## 2.2 Розрахунок круглопорожнистої плити перекриття

Таблиця 2.3 – Навантаження на плиту перекриття

Навантаження	Нормативне кН/м <sup>2</sup>	Коеф. надійності, $\gamma_f$	Розрахункове кН/м <sup>2</sup>
1	2	3	4
<u>Постійне:</u>			
1. Керамічна плитка-30мм; $\rho = 2500\text{кг/м}^2$	0,75	1,2	1,9
2. 2 шари оубероїду-5мм $\rho = 600 \text{ кг/м}^3$	0,03	1,2	0,036
3. Цементно піщана стяжка – 25мм; $\rho = 1800\text{кг/м}^3$	0,45	1,3	0,59
Вага з/б плити; $\rho = 2500\text{кг/м}^3$	3	1,1	3,3
<u>Разом:</u>	$g_n = 4.23$		$g = 4.83$
Тимчасове	$u_n = 2$	1.2	$u = 2.4$
Всього	$q_n = 6.23$		$q = 7.23$

Матеріали та їх характеристики:

Бетон класу В15. Розрахунковий опір на розтяг  $R_{bt} = 0.67$ .

Арматура робоча класу А400С. Розрахунковий опір арматури на стиск  $R_s = 365\text{МПа}$ . Розрахунковий опір на розтяг  $R_{sw} = 29\text{МПа}$ .

Повне розрахункове навантаження при  $\varphi_f > 1$  на один метр довжини плити при ширині 1,5 м.

$$P = q \cdot 1.5 \cdot 0,95 = 10,3 \text{ кН/м.}$$

$$l_0 = 5380 \text{ мм.}$$

Зусилля від розрахункових навантажень:

$$M = \frac{P \cdot l_0^2}{8} = \frac{10,3 \cdot 5,38^2}{8} = 37,27 \text{ кН};$$

$$Q = \frac{P \cdot l_0}{2} = \frac{10,3 \cdot 5,38}{2} = 27,7 \text{ кН.}$$

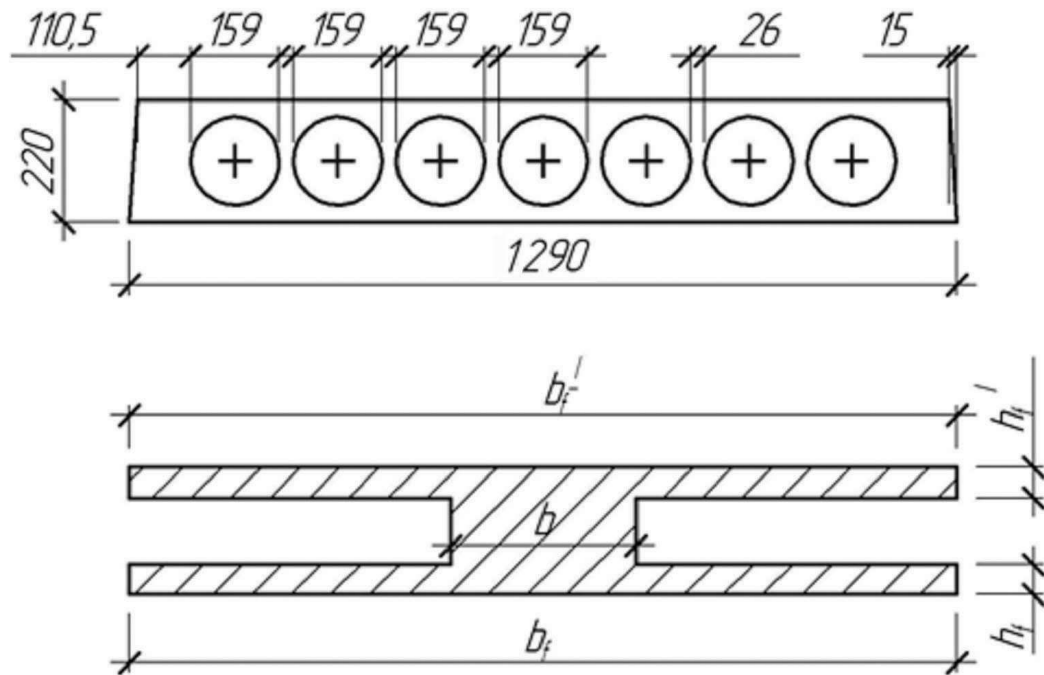
*Розрахунок міцності плити по нормальному перерізу*

Переріз порожнистої плити замінюємо на еквівалентний – тавровий.

$$b = b'_f - 159.7 = 1460 - 1113 = 347 \text{ мм};$$

$$b'_f = b_n - 15 \cdot 2 = 1490 - 30 = 1460 \text{ мм};$$

$$h'_f = \frac{220-159}{2} 30.5 \text{ мм}.$$



**Рисунок 2.1** – Розрахункова схема плити перекриття

$$h_0 = h - h_f = 220 - 20 = 200 \text{ мм},$$

$$\text{де } a = c + \frac{d}{2} = 15 + \frac{10}{2} = 20 \text{ мм}.$$

Тут  $d = 10$ , приймаємо умовно.

Визначаємо до якого варіанту відноситься розрахунок таврового перерізу. Для цього визначаємо яка загальна величина загального моменту сприймається полицкою, умовно приймаємо  $x = h'_f = 3,05 \text{ см}$ .

$$Ix \leq h'_f; \text{ II } x \geq h'_f$$

$$M = R_b h'_f b'_f (h_0 - 0.5 h'_f) = 7700 \cdot 1.46 \cdot 0.0305 \cdot (0.2 - 0.5 \cdot 0.0305) = 63.35 \text{ кНм}$$

$$63,35 > M_{\max} = 37.27 \text{ кНм}.$$

Висновок: Нейтральна вісь знаходиться в межах полицки, тобто  $x \leq h'_f$ , маємо I випадок розрахунку таврового перерізу, тому у формулах робочою довжиною полки вважається  $b'_f = b = 1460$  мм.

Визначаємо коефіцієнти:  $\alpha_m, \xi$ .

$$\alpha_m = \frac{M}{R_{bt}bh_0^2} = \frac{164700}{7700 \cdot 1.46 \cdot 0.2^2} = 0.083.$$

За допомогою інтерполяції знаходимо  $\xi$ :

$$\frac{0,077}{0,086} - \frac{0,960}{0,955} \rightarrow 0,960 - \frac{0,960}{0,086-0,077} \cdot (0,083 - 0,077) = 0,957,$$

$$\xi = 0,957.$$

Визначаємо робочу арматуру:

$$A_s = \frac{M}{\zeta \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{164700}{0.768 \cdot 22 \cdot 3400} = 3,51 \text{ см}^2,$$

Приймаємо  $6\emptyset 12$  A400C  $A_s = 6,79 \text{ см}^2$ .

$$\text{Визначаємо } \mu = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{6.79}{34.7 \cdot 20} = 0.01 > 0.003.$$

$$\text{Уточнюємо } h_0 = h - l - \frac{d}{2} = 220 - 15 - \frac{12}{2} = 199 \text{ мм.}$$

Несуча здатність панелі по нормальному перерізу:

$$M = R_b x b_f^I (h_0 - 0.5x)$$

$$x = \frac{R_s A_s}{R_b b'_f} = \frac{365 \cdot 6.79}{7.7 \cdot 146} = 2.2 < h'_f = 3.05 \text{ см, тоді:}$$

$$M = 7.7 \cdot 10^3 \cdot 1.46 \cdot 0.022(0.199 - 5 \cdot 0.0179) = 46.99 \text{ кНм.}$$

$$M = 46.99 > M_{\max} = 37.27 \text{ кНм.}$$

Міцність забезпечена.

*Розрахунок міцності по похилому перерізу*

$$Q \leq 0.3 \varphi_{w1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0$$

Приймаємо:

$$\text{Поперечну арматуру } 4\emptyset 6 \text{ A240C, } A_{sw} = 0,283 \times 4 = 1,13 \text{ см}^2.$$

$$\text{крок } S = 0,5 h = 1/2 \cdot 220 = 110 \text{ мм, приймаємо } S = 100 \text{ мм.}$$

$$\text{Визначаємо } \varphi_{w1} = 1 + 5\alpha \cdot \mu_w = 1 + 5 \cdot 8.69 \cdot 0.003 = 1.13.$$

$$\text{тут } \alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{2000000}{23000} = 8.69$$

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$\mu = \frac{A_{sw}}{b \cdot s} = 1.13/34.7 \cdot 10 = 1.13/347 = 0.92$$

Підставляємо:

$$Q = 27.7 < 0.3 \cdot 1.13 \cdot 0.92 \cdot 770 \cdot 0.347 \cdot 0.199 = 165.83 \text{кН.}$$

Умова виконується.

*Розрахунок на дію поперечної сили по навісній тріщині*

Навісні тріщини в центрі не утворюються, якщо дотримуватися умови:

$$Q \leq \varphi_{b3}(1 + \varphi_f + \varphi_n)R_{b1} \cdot b \cdot h_0,$$

тут для зовнішніх елементів  $\varphi_n = 0$ .

$\varphi_s$  – коефіцієнт, який враховує вплив стиснених полицок у таврових елементах.

$$\varphi_f = 0.75 \frac{(b'_f - b)h'_f}{bh_0} \leq 0.5,3,$$

де  $b'_f \geq b + 3h'_f$ , при цьому поперечна арматура зазначена у полиці.

В нашому випадку  $b'_f \geq b + 3h'_f$   $1.46 > 0.347 + 3 \cdot 0.0305 = 0.452$ ,

тому:

$$\varphi_f = 0.75 \frac{3h'_f}{bh_0} h'_f = 0.75 \frac{37.21}{690.53} = 0.04.$$

Для важкого бетону  $\varphi_{b3} = 0,6$

Підставляємо у формулу:

$$Q_u = 0.6(1 + 0.04) \cdot 0.67 \cdot 10^3 \cdot 0.347 \cdot 0.199 = 28.87 \text{кН};$$

Висновок:  $Q_{\max} = 27.7 < Q_u = 28.87 \text{кН}$ .

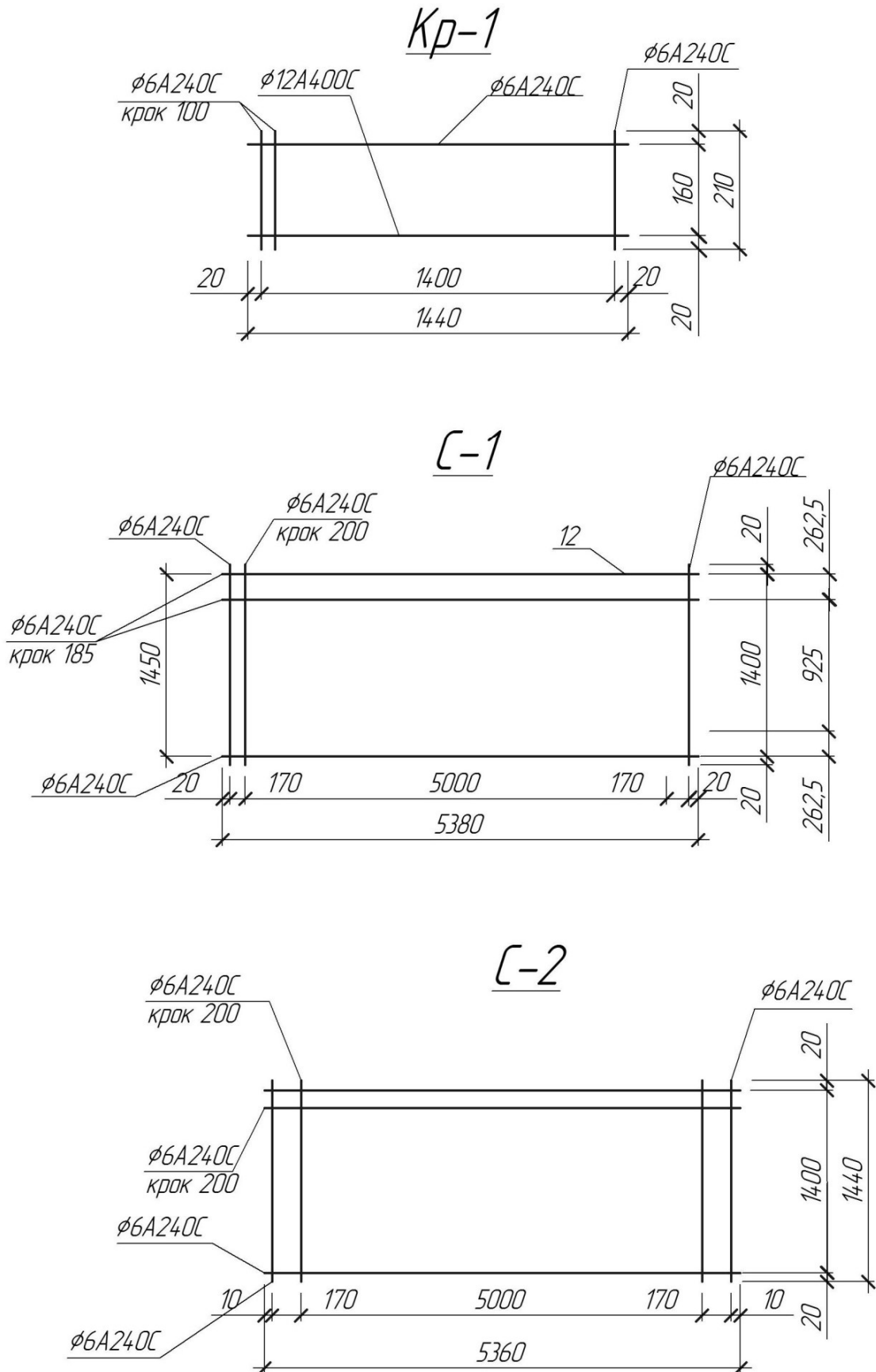
Умова задовольняється.

Поперечна арматура по розрахунку непотрібна, приймаємо поперечну арматуру конструктивно. Приймаємо крок поперечних стержнів:

$$S = 100 < \frac{1}{2}h = \frac{220}{2} = 110.$$

Діаметр  $\varnothing 6$  А240С. Встановлюємо каркас Кр-1 на опорних ділянках.

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		33

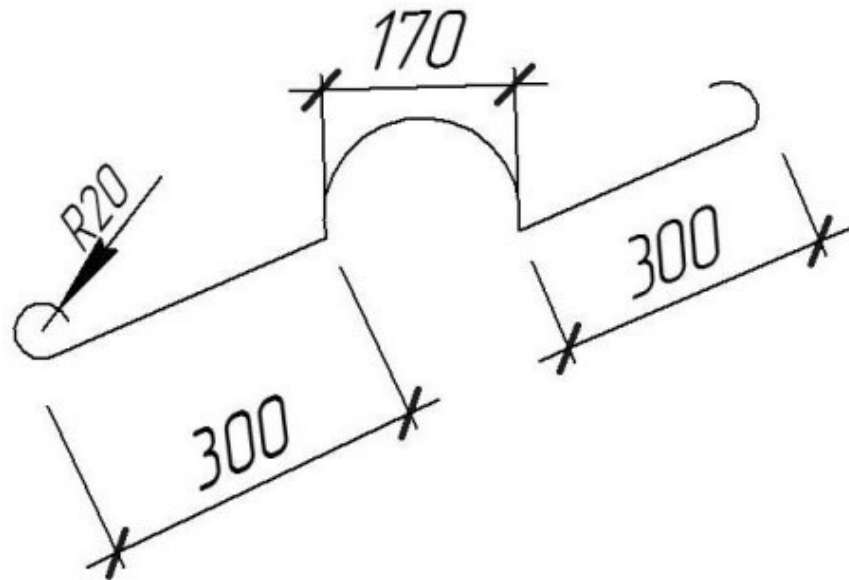


**Рисунок 2.2** – Конструювання кругло порожнистої плити перекриття

					<b>Бакалаврська кваліфікаційна робота</b>		Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата			33

### Розрахунок монтажної петлі ПМ-1

Вага плити  $G = 0,12 \cdot 5,38 \cdot 1,5 \cdot 25 = 24,21$  кН.



**Рисунок 2.3** – Конструювання монтажної петлі ПМ-1

Арматура петлі класу А240С,  $R_s = 225$  МПа.

Петель всього  $n = 4$ .

Визначаємо переріз арматури:

$$A_s = \frac{G \cdot K_1 \cdot K_2}{R_s(n-1)} = \frac{24,21 \cdot 1,4 \cdot 1,5 \cdot 10}{225(4-1)} = 0,66 \text{ см}^2$$

Приймаємо арматуру  $\varnothing 10$  А240,  $A_s = 0,785 \text{ см}^2$ .

## 2.3 Розрахунок балки перекриття

Таблиця 2.4 – Постійні навантаження на балку

Склад навантаження	Нормативне навантаження, кПа	Коеф. надійності за навантаженням	Розрахункове навантаження, кПа
1. Бетон класу В 12,5	0,55	1,2	0,66
2. Керамзитобетон	0,3	1,2	0,36
3. Збірна з/б плита	2,9	1,2	3,48
4. Корисне навантаження	1,0	1,2	1,2
Разом			<b>5,7</b>

Розрахункове навантаження на 1 м визнаємо за формулою:

$$q = q' \cdot B = 5,7 \cdot 4,8 = 27,36, \text{ кН/м.}$$

Нормативне навантаження на балку:

$$q_n = 6 \cdot 4,48 = 22,8, \text{ кН / м,}$$

Знаходимо розрахунковий згинальний момент у балці за формулою:

$$M = q_p l^2 / 8 = 27,36 \cdot 8,42^2 / 8 = 241,3 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Необхідний момент опору визначаємо за формулою з урахуванням розвитку пластичних деформацій:

$$W_{nx} = M_x / (c_x R_y \gamma_c) = 24130 \cdot 10 / (1,12 \cdot 235 \cdot 1,1) = 833 \text{ см}^3;$$

Приймаємо перетин із двох двотаврів № 30.

Момент інерції знаходимо за формулою (3):

$$J_x = 2J + 2bta^2 = 2 \cdot 7080 + 2 \cdot 0,8 \cdot 24 \cdot 15,4^2 = 23267 \text{ см}^4.$$

Жорсткість балки дорівнює:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q'' l^3}{EJ_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,228 \cdot 10 \cdot 840^3}{2,06 \cdot 10^5 \cdot 23267} = \frac{1}{271} < 1/250.$$

Перевіряємо міцність балки:

$$W_{nx} = 2J_{nx} / h = 2 \cdot 23256 / 30 = 1551 \text{ см}^3.$$

$$\sigma = \frac{M_x}{l_x W_{nx}} = \frac{27360 \cdot 10}{1,1 \cdot 1551} = 160,3 < 235 \cdot 1,1 \text{ МПа.}$$

Умова виконується.

## 2.4 Розрахунок та проектування фундаментів

### 2.4.1 Аналіз інженерно-геологічних умов майданчика будівництва

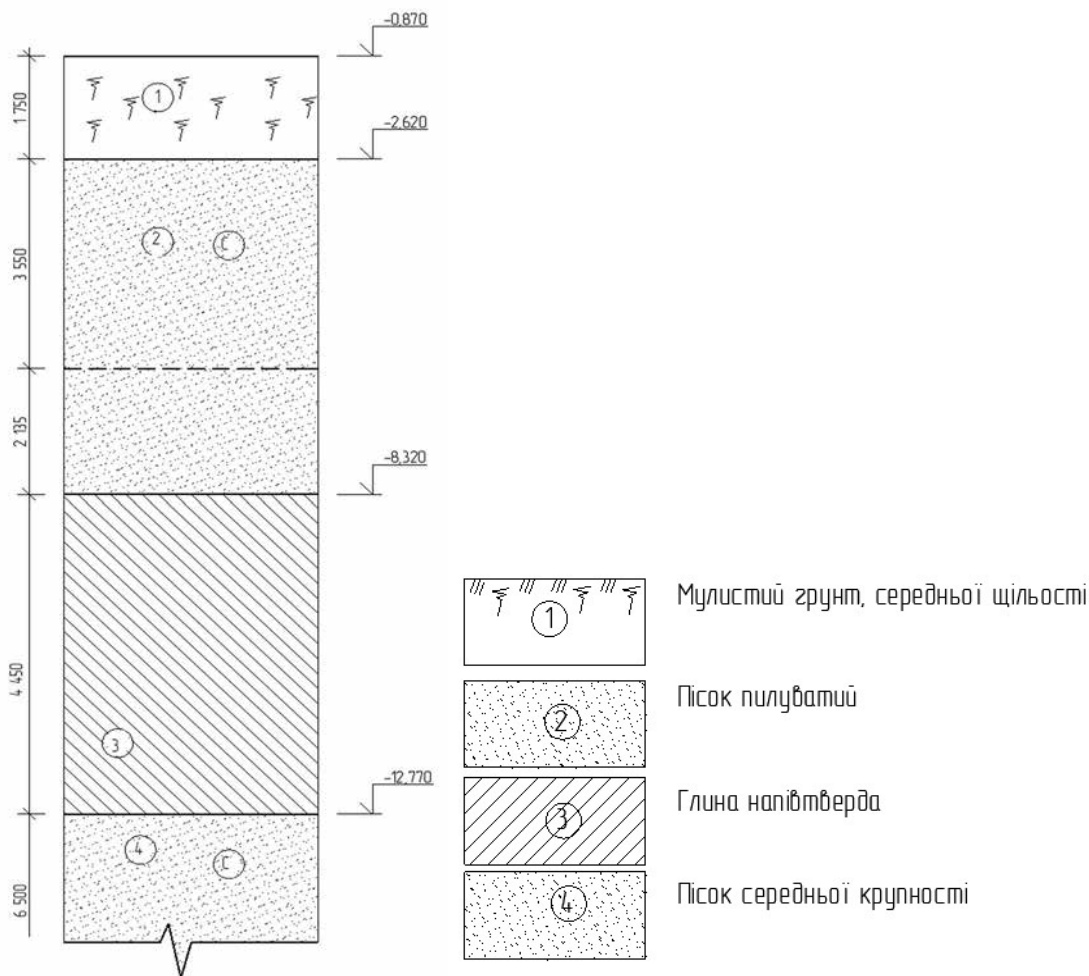
Майданчик будівництва проектованої будівлі розташований у **Донецькій області**. За результатами інженерно-геологічних вишукувань геологічний розріз включає наступні шари ґрунту:

- |  |              |
|--|--------------|
| 1. Насипний ґрунт, потужністю            | 3,0...3,5 м. |
| 3. Суглинки жовто-бурі потужність        | 4,0 м.       |
| 4. Піски середньої крупності, потужністю | 5,0 м.       |
| 5. Глини потужністю                      | до 10,0 м.   |

Основні характеристики фізико-механічних властивостей ґрунтів наведено у **табл. 2.5**. Геологічний розріз подано на **рис. 2.4**.

**Таблиця 2.5** – Характеристики фізико-механічних властивостей ґрунтів

Номер шару	Найменування	$\gamma_s$ , кН/м <sup>3</sup>	$\gamma$ кН/м <sup>3</sup>	$\omega$	$\omega_L$	$\omega_p$	$E$ , МПа	$\varphi$ , град	$c$ , кПа
1	Насипний ґрунт	25,0	16,0	0,12	–	–	–	–	–
2	Суглинок	27,1	17,2	0,12	0,22	0,11	20	12	11
3	Пісок	26,5	18,0	0,13	–	–	21	35	3
4	Глина	27,5	19,1	0,13	0,32	0,13	22	18	65



**Рисунок 2.4** – Геологічний розріз майданчика будівництва

Перший шар представляє відвали пілувато-глинистого ґрунту неоднорідні за складом та властивостями, що не дозволяє рекомендувати його до використання як природну основу фундаментів.

Другий шар – суглинки жовто-бурі.

Знаходимо похідні характеристики ґрунту:

Питома вага сухого ґрунту:

$$\gamma_d = \gamma / (1 + \omega) = 17,2 / (1 + 0,12) = 15,4 \text{ кН/м}^3.$$

Коефіцієнт пористості:

$$e = (\gamma_s - \gamma_d) / \gamma_d = (27,1 - 15,4) / 15,4 = 0,75.$$

Ступінь вологості:

$$S_r = \gamma_s \cdot \omega / e \cdot \gamma_w = 27,1 \cdot 0,12 / 0,75 \cdot 10 = 0,43 < 0,8.$$

Кількість пластичності:

$$I_p = \omega_L - \omega_p = 0,22 - 0,11 = 0,11 \text{ (найменування ґрунту-суглинок).}$$

Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата

Показник плинності:

$I_L = (\omega - \omega_p) / (\omega_L - \omega_p) = (0,12 - 0,11) / (0,22 - 0,11) = 0,09$  (стан напівтвердий ґрунту).

*Висновок*

Напівтверді жовто-бурі суглинки можуть бути використані як природна основа фундаменту.

Третій шар – піски середньої крупності. Визначаємо похідні характеристики фізико-механічних властивостей:

Питома вага сухого ґрунту:

$$\gamma_d = \gamma / (1 + \omega) = 18 / (1 + 0,13) = 15,9 \text{ кН/м}^3.$$

Коефіцієнт пористості:

$$e = (\gamma_s - \gamma_d) / \gamma_d = (26,5 - 15,9) / 15,9 = 0,66 \text{ (піски середньої щільності).}$$

Ступінь вологості:

$$S_r = \gamma_s \cdot \omega / e \cdot \gamma_w = 26,5 \cdot 0,13 / 0,66 \cdot 10 = 0,52 \text{ (вологі).}$$

*Висновок*

Піски середньої крупності середньої щільності вологі можуть використовуватися як природна основа фундаментів будівлі.

Четвертий шар – глини червоно-бурі. Визначаємо похідні характеристики фізико-механічних властивостей:

Питома вага сухого ґрунту:

$$\gamma_d = \gamma / (1 + \omega) = 19,1 / (1 + 0,14) = 16,8 \text{ кН/м}^3.$$

Коефіцієнт пористості:

$$e = (\gamma_s - \gamma_d) / \gamma_d = (27,5 - 16,8) / 16,8 = 0,64.$$

Ступінь вологості:

$$S_r = \gamma_s \cdot \omega / e \cdot \gamma_w = 27,5 \cdot 0,14 / 0,64 \cdot 10 = 0,60.$$

Кількість пластичності:

$$I_r = \omega_L - \omega_p = 0,32 - 0,13 = 0,19 \text{ (найменування ґрунту -глина).}$$

Показник плинності:

$$I_L = (\omega - \omega_p) / (\omega_L - \omega_p) = (0,13 - 0,13) / (0,32 - 0,13) = 0,0 \text{ (стан ґрунту -}$$

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	Аркуш
						38
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

тверде).

#### Висновок

Тверді глини можуть бути використані як основа фундаментів.

### 2.4.2 Розрахунок стрічкових фундаментів на природній основі

Визначення глибини закладання підшви фундаментів

Глибина закладання підшви фундаментів відповідно до вимог ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти будівель та споруд» визначається з урахуванням: конструктивних особливостей будівлі, діючих навантажень, рельєфу поверхні ґрунту, інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов майданчика будівництва, глибини сезонного промерзання ґрунтів.

Глибина сезонного промерзання ґрунтів  $d_f$ :

$$d_f = k_h \cdot d_{fn} = 0,6 \cdot 0,9 = 0,54 \text{ м,}$$

де  $d_{fn} = 0,9$  м – нормативна глибина промерзання;

$k_h = 0,6$  – коефіцієнт, що враховує тепловий режим будівл.

Глибина закладання підшви фундаменту з урахуванням наявності насипного ґрунту складає 4,0 м. Приймаємо глибину закладання підшви фундаменту, що дорівнює  $d_l = 4,0$  м.

Розрахунок розмірів підшви фундаментів

Величина розрахункового навантаження, що діють фундаменти по осі 6  $N = 112,3$  кН; по осі 8  $N = 140,6$  кН.

Під підшвою фундаменту повинні виконуватися наступне співвідношення напруги:

$$p \leq R,$$

де  $p$  – середній тиск під підшвою фундаменту;

$R$  – розрахунковий опір ґрунту під підшвою фундаменту.

Визначаємо розміри підшви фундаментів графоаналітичним методом.

Середній тиск під підшвою стрічкового фундаменту:

- по осі 6

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$p_1 = N/b + \gamma_{\phi} \cdot \beta \cdot d = 112,3/b + 25 \cdot 0,85 \cdot 0,5 = 112,3/b + 10,62 \text{ кПа.}$$

- по осі 8

$$p_2 = N/b + \gamma_{\phi} \cdot \beta \cdot d = 140,6/b + 25 \cdot 0,85 \cdot 0,5 = 140,6/b + 10,62 \text{ кПа.}$$

Розрахунковий опір ґрунту під подошвою фундаменту знаходимо з виразу:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k \left[ M_{\gamma} \cdot k \cdot b \cdot \gamma_{11} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{11} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{11} + M_c \cdot c_{11} \right]},$$

де  $\gamma_{c1} = 1,2$ ;  $\gamma_{c2} = 1,0$  – коефіцієнти умов роботи;

$k = 1$  – коефіцієнт;

$M_p, M_q, M_c$  – коефіцієнти, при  $\phi = 8^\circ$ ;  $M_{\gamma} = 0,14$ ;  $M_q = 1,55$ ;  $M_c = 3,93$ ;

$\gamma_{11} = 17,2 \text{ кН/м}^3$  – середнє значення питомої ваги ґрунту під подошвою фундаменту;

$\gamma'_{11}$  – те ж, вище подошви фундаменту,  $\gamma'_{11} = (16,0 \cdot 0,5 + 17,2 \cdot 7) / 3,2 = 16,84 \text{ кН/м}^3$ ;

$d_1 = 4,0 \text{ м}$  – глибина закладення подошви фундаменту;

$c_{11} = 24 \text{ кПа}$  – питоме зчеплення.

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k \left[ M_{\gamma} \cdot k \cdot b \cdot \gamma_{11} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{11} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{11} + M_c \cdot c_{11} \right]} = \frac{1,2 \cdot 1,0}{1 \left[ 0,14 \cdot 1 \cdot b \cdot 17,2 + 1,55 \cdot 4,0 \cdot 16,84 + 3,93 \cdot 8 \right]} = \frac{(2,88b + 142,12)}{[0,14 \cdot 1 \cdot b \cdot 17,2 + 1,55 \cdot 4,0 \cdot 16,84 + 3,93 \cdot 8]} \text{ кПа.}$$

Знаходимо значення  $p$  і  $R$  за різних значень  $b$  (табл.2.6).

**Таблиця 2.6** – Тиск під подошвою стрічкового фундаменту та розрахунковий опір ґрунту, кПа

Показники	Ширина подошви фундаменту $b$ , м			
	0	0,8	1,0	1,2
$p_1$	-	150,9	122,9	104,2
$p_2$	-	186,4	150,9	127,5
$R$	142,12	–	–	145,5

Приймаємо розміри подошви фундаментних подушок по осях 6 та 8 рівними 1,2 м.

Перевірка:

$$p_1 = 104,2 \text{ кПа} \leq R = 145,5 \text{ кПа};$$

$$p_2 = 127,5 \text{ кПа} \leq R = 145,5 \text{ кПа. Умови виконуються.}$$

*Розрахунок осідання стрічкових фундаментів на природній основі*

Розрахунок осідання стрічкових фундаментів відповідно до вимог [ДБН В.2.1-10-2009](#) виробляємо методом пошарового підсумовування.

Проводимо розрахунок тисків:

$$\sigma_{Zg,0} = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 = 16,0 \cdot 3,5 + 17,2 \cdot 0,5 = 64,6 \text{ кН/м}^2;$$

$$\sigma_{Zg,1} = \sigma_{Zg,0} + \gamma_2 \cdot h_3 = 72,6 + 17,2 \cdot 3,5 = 124,8 \text{ кН/м}^2;$$

$$\sigma_{Zg,2} = \sigma_{Zg,1} + \gamma_3 \cdot h_3 = 124,80 + 18,0 \cdot 1,5 = 151,80 \text{ кН/м}^2;$$

$$\sigma_{Zg,3} = \sigma_{Zg,2} + \gamma_{sb,3} \cdot h_5 = 151,80 + 9,93 \cdot 3,5 = 186,56 \text{ кН/м}^2,$$

$$\text{де } \gamma_{sb,3} = (Y_s - Y_w)/(1 + e) = (26,5 - 10)/(1 + 0,66) = 9,93 \text{ кН/м}^3;$$

$$\sigma_{Zg,31} = \sigma_{Zg,3} + \gamma_w \cdot h_w = 186,56 + 10 \cdot 3,5 = 221,56 \text{ кН/м}^2;$$

$$\sigma_{Zg,4} = \sigma_{Zg,31} + \gamma_4 \cdot h_6 = 221,56 + 19,1 \cdot 1,0 = 240,7 \text{ кН/м}^2.$$

Відповідно до отриманих значень будемо епюру побутових тисків з лівого боку від осі фундаменту.

Проводимо розрахунок додаткових тисків, що ущільнюють тиск від будівлі під подошвою фундаменту.

Додатковий тиск безпосередньо під подошвою фундаментів:

$$\text{по осі 5 } p_{o1} = p_1 - \sigma_{Zp} = 104,2 - 64,6 = 39,6 \text{ кПа};$$

$$\text{по осі 4 } p_2 = p_2 - \sigma_{Zp} = 127,5 - 64,6 = 62,9 \text{ кПа.}$$

Розбиваємо товщу ґрунту під подошвою фундаменту на умовні шари потужністю  $0,4 - b_{умов} = 0,4 \cdot 1,2 = 0,46 \text{ м}$ .

Знаходимо додатковий тиск на межах умовних шарів за формулою:

$$\sigma_{Zp,I} = \alpha P_o$$

Розрахунок додаткових тисків по осях 6 та 8 на межах умовних шарів наведено в [табл. 2.7](#), [рис. 2.6](#).

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		41

Таблиця 2.7 – Додатковий тиск під подошвою стовпчастого фундаменту

$Z$	$\xi = 2Z / b$	$\eta = 1 / b$	$\alpha$	$\sigma_{zp,1} = \alpha P_o$	$\sigma_{zp,2} = \alpha P_o$
0	0	стрічковий	1	39,6	62,9
0,46	0,8		0,881	34,8	55,4
0,92	1,6		0,642	25,4	40,4
1,38	2,4		0,477	18,9	32,6
1,84	3,2		0,374	14,8	25,6
2,3	4,0		0,306	12,1	20,9
2,94	4,8		0,258	10,2	17,8
2,58	5,6		0,223	8,8	15,3

Знаходимо місце розташування нижньої межі товщини, що стискається ( $\sigma_{zp,1} = 0,2\sigma_{zp,1}$ )  $Hbc1 = 1,8$  м;  $Hbc2 = 2,3$  м.

Розрахунок осідання стрічкового фундаменту виконуємо за формулою:

$$S_1 = \beta \sum \sigma_{zp,i} \cdot h_i / E_i = 0,8[(39,6/2 + 34,8 + 25,4 + 18,9 + 14,8/2) \cdot 0,46 / 20000] = 0,0019 \text{ м} = 0,19 \text{ см.}$$

$$S_2 = 0,19 \text{ см} < S_u = 10,0 \text{ см.}$$

Перевірка виконується.

Розрахунок осідання стрічкового фундаменту виконуємо за формулою:

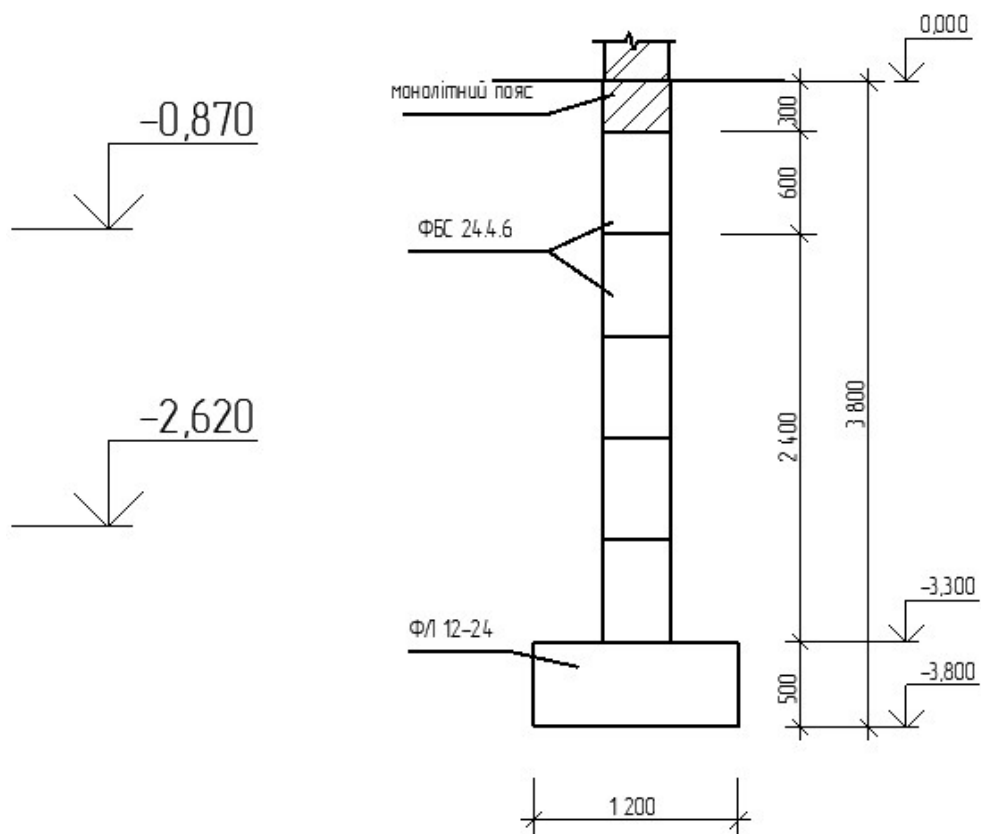
$$S_2 = \beta \sum \sigma_{zp,i} \cdot h_i / E_i = 0,8[(62,9/2 + 55,4 + 40,4 + 32,6 + 25,6 + 20,9/2) \cdot 0,46 / 20000] = 0,0034 \text{ м} = 0,34 \text{ см.}$$

$$S_1 = 0,34 \text{ см} < S_u = 10,0 \text{ см.}$$

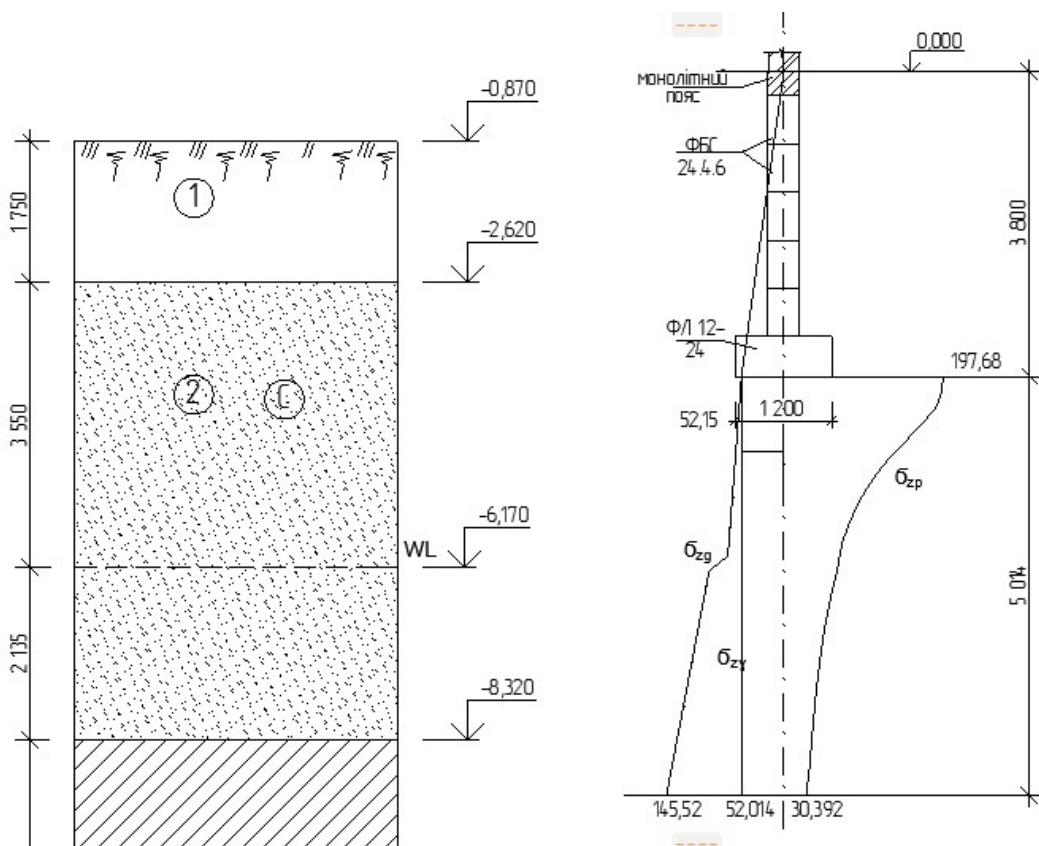
Перевірка виконується.

Проводимо розрахунок відносної опади:

$$(S_1 - S_2) / L = (0,34 - 0,19) / 480 = 0,00031 < 0,003.$$



**Рисунок 2.5**– Конструювання стрічкового фундаменту



**Рисунок 2.6** – Епюра осідання стрічкового фундаменту

### 3 ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата

### 3.1 Розробка технологічної карти

Технологічна карта складена на зведення наземної частини будівлі із шлакоблоку та цегли.

Зовнішні стіни завтовшки 400 мм виконані із шлакоблоку, з зовні стіни обробляються алюмінієвими панелями за технологією «*Alucobond*».

Такі стіни більш економічні за витратою шлакоблоку ( $\approx 30\%$ ).

Внутрішні стіни виконані з керамічної цегли завтовшки 400 мм, перегородки – завтовшки 120 мм, плити перекриття – збірні залізобетонні.

При розробці техкарти слід керуватися правилами виробництва та приймання робіт викладеними у [ДБН В.2.6-162:2010 «Кам'яні конструкції»](#).

Вихідними даними для розробки технологічної карти є: стройгенплан, робочі креслення будівлі, терміни початку та закінчення будівництва, наявність у будівельній організації машин, механізмів та пристроїв для виконання кам'яних робіт.

Кам'яна кладка стін будівлі виконується як комплексний процес до складу якого крім кам'яних робіт, входять монтажні елементи збірних конструкцій, устрій та перестановку риштування, подача на робоче місце будівельних матеріалів.

#### *Визначення обсягів робіт та трудомісткості їх виконання*

За кресленнями будівлі, що будується, визначаємо необхідну кількість шлакоблоку, цегли, збірних залізобетонних перемичок, плит перекриття та складаємо калькуляцію трудових витрат.

Кладка стін зовнішніх та внутрішніх стін завтовшки 400 мм складає  $402,1 \text{ м}^3$ ; перегородки –  $89,2 \text{ м}^3$ , всього кладка складає  $491,3 \text{ м}^3$ .

У  $1 \text{ м}^3$  кладки є 62 шт. шлакоблоки або 395 шт. цегли та  $0,23 \text{ м}^3$  розчину. Тобто. необхідно 29,93 тис. шт. шлакоблоку, 35,24 тис. шт. цегли та  $113 \text{ м}^3$  розчину.

#### 3.1.1 Вибір та обґрунтування методів виконання робіт

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		45

Процес цегляної кладки організований потоково-розчленованим способом. При потоково-розчленованому методі бригада мулярів займає частину будівлі, яку називають захваткою, яку розбивають на ділянки і закріплюють за окремими ланками.

Робота мулярів організована за вертикальною схемою. Захватка – один поверх будівлі. Кам'яна кладка ведеться ярусами на висоту всього поверху. Установку риштування та заготівлю матеріалів на робочому місці необхідно передбачати у другу зміну. При розрахунку розмірів ділянок виходять із умови, що за зміну ланка повинна по всій довжині ділянки виконувати кладку на висоту ярусу (1,1 м).

Розмір ділянки (довжину фронту робіт) визначають за формулою:

$$L = N \cdot C \cdot q / 100 \cdot V \cdot H_{\text{час}},$$

де  $N$  – кількість робітників у ланці – 2 чол;

$C$  – тривалість робочої зміни – 8 год;

$q$  – виконання норми – 100%;

$V = 0,51 \cdot 1 \cdot 1,1 = 0,561 \text{ м}^3$  – обсяг кладки на 1 м стіни на висоту ярусу;

$H_{\text{час}} = 3,3 \text{ м}^3/\text{чол.}$  – норма часу на  $1 \text{ м}^3$  кладки.

$$L = (2 \cdot 8 \cdot 100) / (100) \cdot 0,561 \cdot 3,3 = 9 \text{ м.}$$

За календарним графіком ми маємо 6 ланок на 2 зміни, тобто. за день цегляна кладка зовнішніх стін буде виконана на висоту ярусу.

### 3.1.2 Цегляна кладка стін та перегородок

Цегляна кладка стін ведеться горизонтальними рядами завтовшки 510 і 380 мм, перегородок – 120 мм. Система перев'язки – багаторядна, виконується чергуванням шести рядів цегли: тичкової та п'яти ложкових.

Цегляну кладку ведуть ланки «двійка» у складі мулярів 4 та 3 розрядів. Для кладки прийняті шарнірно-панельні блокові риштування ППУ-4.

До початку встановлення риштування необхідно:

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Змін.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		46

- виконати кладку стін на висоту першого ярусу;
- звільнити перекриття від піддонів та ящиків для розчину та очистити від сміття.

До початку робіт із цегляної кладки необхідно:

- зробити розбивку стін та простінків (при кладці першого ярусу);
- встановити підмоцнення для кладки другого ярусу та перевірити їх готовність до роботи;
- подати на робоче місце матеріали, інструмент та пристрої.

Цегла укладають на розчин марки М50. Середня товщина горизонтальних швів має становити 12 мм, а вертикальних – 10 мм.

При виконанні кам'яних робіт на продуктивність праці мулярів великий вплив має правильна організація робочого місця, що представляє собою обмежену ділянку стіни, що зводиться, і частина риштування або перекриття, в межах яких складені матеріали і переміщаються робітники.

Організація робочого місця повинна виключати непродуктивні рухи робітників та забезпечувати найвищу продуктивність праці.

Тому робоче місце має бути в радіусі дії крана.

Кладка стін ведеться впритиск: муляр 4 розряду розрівнює розчин на ділянці довжиною 50 -60 см; лівою рукою підносить цеглу до місця укладання, а кельмою в правій руці загібає частину розчину осторонь розчинної ліжка, підготовленої під цеглу, і наносить її на ложкову грань; потім притискає цеглу до покладеного, для чого лівою рукою щільно кладе цеглу на підготовлену розчинну постіль, притискаючи її до полотна кельми, а правою одночасно витягує кельму.

Натисканням цеглиною, що укладається, муляр 4 розряду утворює з розчину вертикальний шов. Укладена цегла осідає до рівня раніше укладених натисканням лівої руки зверху і легким постукуванням рукою кельми.

Вичавлений на поверхню розчин муляр підрізає кельмою і закидає в розчинну ліжку.

Кладка перегородок у півцеглини ведеться впритул.

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		47

Каменяр 4 розряду спочатку кельмою розрівнює розчин під три цеглини. Потім, тримаючи цеглу лівою рукою в похилому положенні, тичковою гранню загібає частину розстеленого розчину і рухає його до раніше покладеної цегли, створюючи повний вертикальний шов.

Після цього вирівнює цеглу врівень з поверхнею перегородки, легкими ударами ручки кельми осаджує цеглу до рівня причального шнура, щоб зазор між шнуром і цеглою не перевищував 1-2 мм.

Видавлений на лицьову поверхню перегородки розчин підрізають кельмою і закидає вертикальний шов кладки.

Потім укладають ще три цеглини на цій же ділянці.

Кладку перегородок ведуть по причалці з перев'язкою швів на розчині марки М50. Під час роботи у укоси закладають дерев'яні пробки, прорізи перекривають перемичками.

Стійкість перегородок забезпечується укладанням через 5-6 рядів у горизонтальних швах арматури діаметром 4 - 6 мм. У місцях примикання до капітальних стін забиваються сталеві йоржі або штирі.

Для подачі цегли до місця робіт використовується чотиригілкова строп.

З метою забезпечення найбільшої продуктивності праці мулярів, кладку по висоті розбивають на яруси заввишки 1,1 м, а кожен ярус виконують з використанням шарнірно-панельних риштування ППУ-4. Перестановка риштування ведеться краном.

Віконні та дверні отвори перекривають збірними залізобетонними перемичками. Збірні перемички встановлюють по ходу кладки і укладають на них на розчині цеглу. Далі кладку ведуть у звичайному порядку.

Відповідність кам'яної кладки проекту контролюють у процесі надходження матеріалів на будівельний майданчик – вхідний контроль, у процесі зведення конструкцій – операційний контроль та під час приймання – приймальний контроль.

Готовий розчин, що поставляється на будівельний майданчик, повинен мати паспорт із зазначенням дати та часу виготовлення, марки та рухливості.

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		47

Операційний контроль здійснюють муляри під час робіт.

По мірі зведення стін та перегородок ведеться систематичний контроль правильності перев'язування кладки, товщини та заповнення швів, вертикальності, горизонтальності та прямолінійності поверхонь та кутів кладки.

Правильність закладки кутів будівлі перевіряють дерев'яним косинцем, горизонтальність рядів – правилом та рівнем не менше двох разів на кожному ярусі кладки. Вертикальність укосів та рядів кладки перевіряють ухилом та рівнем з правилом не рідше двох разів на кожному метрі висоти кладки; товщину швів – сталевую лінійкою – через 5-6 рядів кладки.

Після закінчення кладки на висоту ярусу встановлюють риштування.

Після закінчення кладки поверху монтажники приступають до монтажу перекриттів та сходів.

## 3.2 Вибір монтажного крану

### 3.2.1 Визначення кількості монтажних кранів

Кількість кранів у комплекті  $N$  визначається за формулою;

$$N_{кр} = \frac{P_{заг} \times K_{вс}}{T_p \times П_{сер} \times A},$$

де  $P_{заг}$  – об'єм елементів, що монтуються, м<sup>3</sup>, т;

$K_{вс} = 1,1$  для стрілових кранів – коефіцієнт, що враховує монтаж і пробний пуск крана;

$T_n$  – нормативний термін будівництва, приймаємо 40 днів;

$П_{сер}$  – середня експлуатаційна продуктивність  $i$ -го крана за зміну, приймаємо для залізобетонних конструкцій – 17,5 м<sup>3</sup>/зм.; для металевих конструкцій – 4т/зм.;

$A = 2$  зміни – прийнята кількість змін роботи крана на добу.

$$N_{кр} = \frac{741,7 \times 1,1}{40 \times 17,5 \times 2} + \frac{8,072 \times 1,1}{40 \times 4 \times 2} = 0,61 \approx 1 \text{кран}.$$

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		48

Для будівництва будівлі приймаємо один кран.

### 3.2.2 Вибір вантажозахоплювальних пристроїв

При підборі вантажозахоплювальних пристроїв прагнемо до того, щоб одним пристроєм піднімати найбільше конструкцій. Вибрані вантажозахоплювальні пристрої зводимо до **табл. 3.1**.

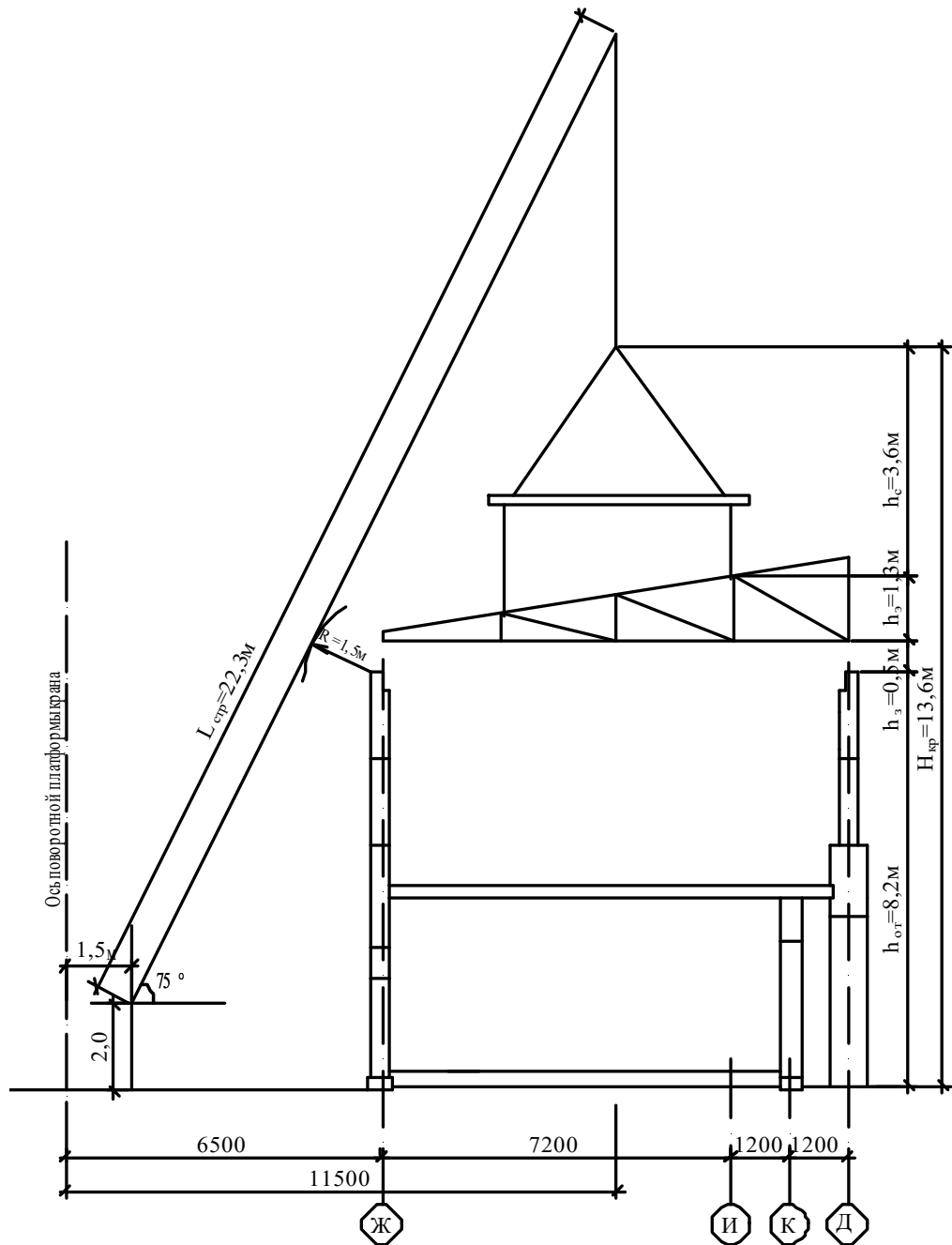
Таблиця 3.1 – Відомість вантажозахоплювальних пристроїв

Найменування конструкції	Маса конструкції, т	Найменування монтажного пристрою	Характеристика пристроїв		
			Вантажо-підйомність, т	Маса, т	Розрахункова висота, м
1	2	3	4	5	6
Плита покриття та перекриття	1,85	Строп чотиригілковий ПІ Промстальконструкція	3,2	0,015	2,2
Балка ста-лева	0,437- 0,922	Строп двогілковий ГОСТ 19144-73	2	0,02	2,8
Ферма ста-лева	0,216	Траверса тресту «Мосо-ргбуд» №310	2,4	0,576	3,6

### 3.2.3 Вибір крана за технічними параметрами

До основних технічних параметрів самохідного стрілового крана відносяться: вантажопідйомність, виліт стріли крана, висота підйому гака і довжина стріли.

Для визначення необхідного вильоту стріли та висоту підйому гака становить графічну схему вибору крана (**рис. 3.1**).



**Рисунок 3.1** – Схема графічного визначення технічних параметрів крана під час монтажу сталевих ферм

Необхідна висота підйому гака  $H$  для самохідного стрілового крана з гу-  
саком визначається за формулою:

$$H = h_o + h_z + h_e + h_c,$$

де  $h_o = 9,5$  м – висота монтування елемента по нормам над рівнем стоя-  
нки крану;

					Аркуш	
					Бакалаврська кваліфікаційна робота	
					50	
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

$h_3$  – запас висотою над місцем установки елемента, 0,5 м;

$h_e = 0,22$  м – висота монтуємого елемента;

$h_c = 3,6$  м – висота стропування від точки підвіски елемента до гака крана;

$$H = 9,5 + 0,5 + 0,22 + 3,6 = 13,82 \text{ м} \approx 14 \text{ м.}$$

Необхідна вантажопідйомність крана визначається за формулою:

$$Q = 1,1 Q_e + 1,2 \Sigma T_n = 1,1 \cdot 2,8 + 1,2 \cdot 0,084 = 3,18 \text{ т}$$

де  $Q_e$  – маса конструкції, що монтується; т

$\Sigma T_n$  – маса такелажних та монтажних пристроїв.

Необхідна довжина стріли  $L$  визначається графічно.

Виліт стріли  $L_{cmp} = 17$  м.

Виліт стріли  $L_{min} = 15,4$  м, висота шарніра п'яти стріли над рівнем стоянки крана  $h_{ш} = 1,5$  м (приймається попередньо) відстань від шарніра кріплення стріли до осі обертання крана  $C = 1,5$  м.

За довідником «Будівельні крани» вибираємо кран за вантажопідйомністю, вильоту стріли, висоти підйому.

Приймаємо кран МКП 25, з довжиною стріли  $L_{cmp} = 18,5$  м, довжиною гусака  $L_2 = 5$  м; вильотом стріли  $L_{min} = 16$  м, висотою підйому гака  $H = 15,5$  м.

Визначаємо радіус небезпечної зони:

$$R_o = R_{max} + (l_{max} / 2) + \Delta R,$$

де  $R_{max} = 16$  м – максимальний робочий виліт гака крана;

$l_{max}$  – найбільший розмір у плані монтованого елемента;

$\Delta R = 4$  м – запас кордонів небезпечної зони поблизу місця переміщення вантажів.

$$R_o = 16 + (6/2) + 4 = 23 \text{ м.}$$

Отриманими технічними параметрами крана відповідають крани:

*1 варіант* – пневмоколісний кран МКП-25 вантажопідйомністю 25 т із довжиною стріли 22,5 м;

*2 варіант* – гусеничний кран МКГ-25 вантажопідйомністю 25 т з довжиною стріли 19,5 м.

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		51

### 3.2.4 Вибір крана за техніко-економічними показниками

Порівняння варіантів виконуємо на комп'ютері.

Вважається змінна експлуатаційна продуктивність та тривалість роботи крана на об'єкті, трудомісткість робіт, собівартість та наведені витрати.

Ефективним вважається варіант із меншими наведеними витратами.

Як очевидно з розрахунків, найефективнішим є перший варіант, тому що у нього менші наведені витрати.

Для монтажу конструкцій приймаємо пневмоколісний кран МКП-25 вантажопідйомністю 25 т із довжиною стріли 22,5 м.

Цим же краном монтуються сталеві балки, плити перекриття, залізобетонні сходи, перемички, подаються піддони з цеглою та ящики з розчином на робочі місця мулярів.

## 3.3 Монтаж конструкцій

### 3.3.1 Монтаж залізобетонних конструкцій

Монтаж конструкцій ведеться пневмоколісним краном МКП-25 вантажопідйомністю 25 т із довжиною стріли 22,5 м.

Монтаж збірних залізобетонних конструкцій складається з наступних процесів:

- підготовка конструкції до підйому;
- стропування;
- підйому та встановлення;
- тимчасового закріплення;
- вивіряння;
- остаточного закріплення.

Після виконання всіх робіт нульового циклу розпочинають зведення надземної частини будівлі. Роботи починають зі зведення цегляних стін і

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		52

монтаж колон в осях «А – Г» будівлі з подальшим укладанням на них залізо-бетонних прогонів. Далі монтують плити перекриття першого поверху.

Потім проводиться зведення одноповерхової частини будівлі в осях «6 – 10» та «Р – Е».

Після цього продовжується кладка другого поверху та монтаж покриття чотириповерхової частини будівлі

Плити перекриття укладають після кладки стін та перегородок першого поверху. До монтажу плит перекриття перевіряють опорні поверхні стін нівеліром і при необхідності вирівнюють кладку цементно-піщаною стяжкою.

Плити перекриття та покриття довжиною до 6 м стропують чотиригілковим стропом, решта – за допомогою траверси тресту «Стальмонтаж» ІС-585, їх укладають на розчинну постіль двоє мулярів.

Монтаж починають від стіни з інвентарних риштування, а наступні плити – з раніше покладених.

Балки та прогони монтують наступним методом.

При вивірці встановленої конструкції горизонтальність верхньої грані досягається головним чином за рахунок зміни товщини розчинного ліжка.

Деталі готують до підйому два такелажники. Встановлюють конструкцію два монтажники з інвентарних риштування.

Прогони та балки монтують двогілковими стропами. Щоб уникнути удару цих конструкцій про інші, їх при підйомі утримують розвороту відтяжками. За ці ж відтяжки монтажники підтягують до себе кінці конструкцій, що встановлюються. Встановлення конструкцій ведуть ро ризикам.

До початку підйому залізобетонних прогонів покриття перевіряють наявність закладних деталей та осьових рисок, прив'язують відтяжки. Стропування ведуть двогілковим стропом. Підйом ведуть у два прийоми, а наведення конструкції регулюють відтяжками. Після вивіряння деталі вузлів закріплюють електрозварюванням, виконують розстроповку і відразу розкріплюють плитами покриття. Плити покриття монтують підряд від одного краю до іншого. На кожному прогоні наперед розмічені місця встановлення першої

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Змін.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		53

плити. Перша плита приварюється у чотирьох точках, наступні – у трьох.

Після цегляної кладки кран розпочинає встановлення плит покриття технічного поверху.

До початку зварювальних робіт необхідно провести перевірку правильності установки конструкцій, положення деталей, що зварюються, і підготовки стиків до зварювання.

Випуски арматури та закладні деталі безпосередньо перед зварюванням повинні бути ретельно очищені від напливів бетону, бітуму, фарби, іржі, вологи, бруду та очищені за допомогою металевих щіток.

Антикорозійний захист зварних швів та окремих ділянок сталевих деталей всіх конструкцій виробляють у процесі монтажу слідом за зварювальними роботами до закладення та герметизації стиків.

Антикорозійне покриття необхідно виконувати у всіх місцях, де при монтажі та зварюванні було порушено заводське покриття або виявлено недостатню товщину заводського покриття.

У процесі виконання монтажних робіт перевіряють:

- правильність встановлення елементів у проектне положення (вертикальність, горизонтальність, зміщення осей, товщина швів та інше);
- щільність їхнього примикання до опорних поверхонь і між собою;
- якість зварювання та закладення стиків, а також дотримання низки інших вимог.

### 3.3.2 Монтаж ферм

Підготовка ферми до монтажу складається з таких операцій:

- укрупнювального складання,
- облаштування люльками, сходами та розчалками,
- стропування,
- підйому в зону установки,
- розвороту за допомогою розчалок упоперек прольоту,

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Змін.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		54

- тимчасового кріплення з використанням кондукторів, розчалок, розпірок між фермами та відтяжками. Положення ферми вивіряють за положенням осевих рисок на торцях ферми.

Залежно від їхньої маси та довжини ферми піднімають за допомогою траверс монтажним краном. Стропування ферм роблять тільки у вузлах верхнього поясу, щоб у стрижнях не виникали згинальні зусилля; ферми монтують у чотирьох точках траверсами з напівавтоматичними захватами дистанційного керування. Першу ферму, що піднімається, розвертають за допомогою відтяжок у проектне положення на висоті 0,5...0,7 м над верхом колон, опускають на монтажні столики, приварені до колон, тимчасово закріплюють на болтах, вивіряють і здійснюють остаточне кріплення.

При підйомі, щоб уникнути розгойдування, її підтримують чотирма гнучкими відтяжками.

Після встановлення та закріплення першої ферми та розкріплення її чотирма розтяжками встановлюють другу, яку пов'язують з першою за допомогою прогонів, в'язів та розпірок, вони всі разом утворюють жорстку просторову систему. На колонах середніх рядів ферму додатково з'єднують болтами з фермами поряд змонтованого прольоту.

### 3.3.3 Монтаж профнастилу

Для облаштування даху профільований настил бажано підбирати так, щоб його довжина була не меншою за довжину схилу покрівлі. В цьому випадку виключаються поперечні стики, тим самим підвищуються вологозахисні якості покрівлі та знижується трудомісткість її виготовлення.

Якщо скат покрівлі довше за наявний у розпорядженні профнастилу, то його монтаж зручно здійснювати порядним укладанням в горизонтальному напрямку від нижнього ряду до верхнього, починаючи з правого або лівого нижнього кута, коли наступний лист накриває попередній.

Стики профлістів по скату слід робити внахлест з перехлестом не менше

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Змін.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		55

200 мм і заповнювати герметиком (рис. 3.2).

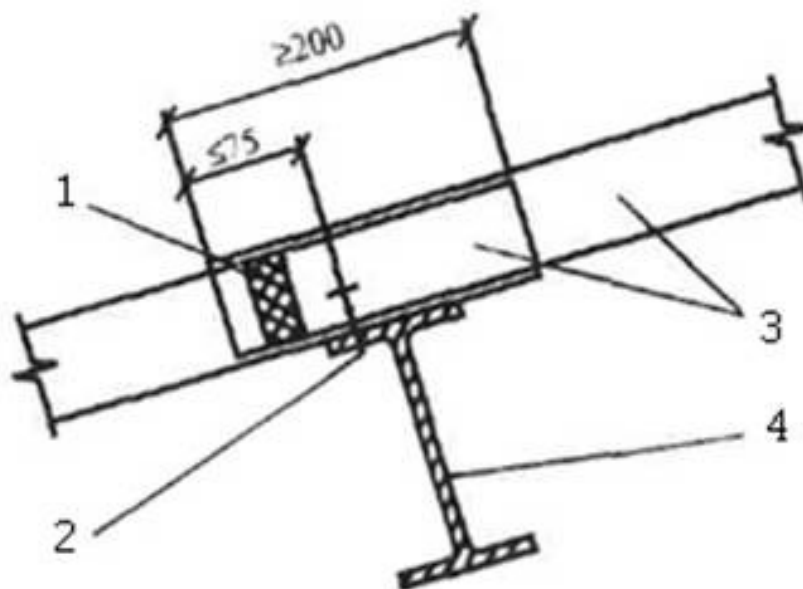


Рисунок 3.2 – Організація стиків профнастилу на покрівлі: 1 – стрічка ущільнювача, 2 – метвироби кріплення, 3 – профнастил, 4 – прогін.

### 3.3 4 Монтаж конструкцій, що виконуються одночасно з кладкою

Перемички укладають на ліжку після завершення кладки простінків.

Перемички, що несуть, крокують за монтажні петлі і встановлюють пневмоколісним краном МКП-25. Рядові перемички укладають вручну.

Укладаючи перемички, перевіряють точність їх установки за вертикальними відмітками, горизонтальність та глибину загортання кінців.

Сходові майданчики та марші встановлюють по ходу кладки. Після перевірки місць спирання укладають розчин і краном подають сходовий майданчик. Монтажники приймають конструкцію, перебуваючи на риштування або на перекритті. Уклавши майданчик, перевіряють її горизонтальність (за двома напрямками) та вертикальність.

При необхідності конструкцію рихтують.

У такому самому порядку встановлюють наступний сходовий майданчик. Відстань між укладеними майданчиками перевіряють у двох місцях дерев'яним шаблоном, що має форму поздовжнього перерізу косоура. Сходовий

марш монтують чотиригілковим стропом з різною довжиною канатів.

Укладання плит перекриття та покриття проводиться після завершення кладки стін та перегородок.

Плити монтують чотиригалузевим стропом. До місця укладання плити подаються у горизонтальному положенні. Монтаж плит перекриття починають від сходової клітки і ведеться від неї послідовно в обидва боки.

Перша плита при укладанні приймається з риштування, наступні укладаються зі змонтованої частини перекриття.

До монтажу плит опорні поверхні стін перевіряють нівеліром і при необхідності вирівнюють стяжкою кладку з цементного розчину.

При кладці плит стежать, щоб стеля приміщення була горизонтальною, при цьому перепади по висоті не перевищували 3 мм.

Якщо укладену конструкцію необхідно перекласти, її піднімають, очищають розчини і встановлюють заново.

### **3.3 5 Виробництво малярних робіт**

До початку виконання малярних робіт усередині приміщень необхідно:

- закінчити монтаж санітарно-технічних та електротехнічних мереж;
- виконати всі роботи з влаштування покрівлі;
- закласти отвори, оштукатурити їх, а також місця сполучення стін і стель;
- забезпечити у приміщеннях температуру не нижче 8 °С;
- просушити поверхню стель (вологість їх повинна перевищувати 70%);
- доставити на робоче місце матеріали та інструменти.

У всіх приміщеннях, де проводиться обробка, щоб уникнути протягів, що викликають нерівномірне висихання фарбувальних шарів, віконні палітурки повинні бути заklenі.

Послідовність виконання робіт:

- 1) очищення поверхні;

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		57

- 2) згладжування ляском;
- 3) розшивка та підмазування тріщин;
- 4) ґрунтування стін та стель;
- 5) часткове підмазування вручну;
- 6) шліфування підмазаних місць;
- 7) друге ґрунтування стін та стель;
- 8) вапняне фарбування стель електрокраскопультом; фарбування стін пістолетом-розпилювачем.

Подача матеріалів та стисненого повітря до місця робіт проводиться від малярської станції по гумових шлангах.

Внутрішні малярські роботи в зимовий час приводяться в утеплених і опалюваних приміщеннях при температурі найбільш охолоджених поверхонь не нижче плюс 8° С при вимірі її на висоті 0,5 м від підлоги.

Перед масляним забарвленням поверхню стін та панелей необхідно прооліфити. Прооліфку слід робити пістолетом-фарборозпилювачем.

### **3.3.6 Вказівки щодо виконання будівельних процесів**

Вивантаження цегли з автомобіля провадиться краном. Піддони з цеглою складують на будмайданчику у відкритих складах. Для роботи кожної ланки мулярів визначається ділянка. робоче місце ланки мулярів включає робочу зону та зону розташування матеріалів. Ширина риштування 2,5 м, у тому числі робочої зони 0,6 м.

Для зони розташування матеріалів відводять смугу завширшки 1,2 м, де ящики з розчином встановлюють перпендикулярно до стіни проти отворів, цеглу розміщують проти простінків.

При зведенні зовнішніх стінок полегшеної конструкції матеріали розташовують, чергуючи піддони з цеглою, ящики з матеріалами для засипання порожнин і ящики з розчином.

Для будівель, наявних міжповерхові перекриття, застосовують

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		58

інвентарні переставні підмоцвання пакетні, універсальні ППУ-4.

Риштування складаються з 2-х металевих просторових рам, дерев'яного настилу та огорожі. Шарнірне кріплення настилу до рам дозволяє повертати їх за допомогою строп на 90° по відношенню до настилу і тим самим підняти його з висоти 1,0 м на висоту 1,94 м.

Для виробництва кам'яної кладки необхідний правильний підбір пристосувань, інструментів: установка для прийому, перемішування і видачі розчину, підйом розчину в ящиках «гірляндою», застосування різних типів контейнерів для матеріалів, Нижній ряд козирків встановлюють на висоті до 7 м. Відстань між кронштейнами 3 м.

Після виконання кладки зовнішніх стін та перегородок, виконується монтаж плит перекриття монтажниками краном. Після встановлення плити на місце спеціальним анкером скріплюють монтажні петлі і закладають анкер в цегляну кладку на глибину не менше 250 мм.

Дві установки першої плити використовують пересувні риштування.

### 3.3.7 Вказівки щодо приймання та якості робіт

Відповідність кладки проекту та вимогам [ДБН В.2.6-162:2010 «Кам'яні конструкції»](#) контролюють у процесі зведення та під час приймання (до оштукатурювання). Перевіряють вертикальність поверхонь стін та кутів, прямокутність та горизонтальність рядів, товщину та заповнення швів.

Для контролю правильності заповнення швів розчином у різних місцях кладки знімають цеглу викладеного ряду (2-3 перевірки на поверх).

Виявлені дефекти виправляють. Особливу увагу під час приймання робіт слід приділяти прихованим роботам, які закриваються такими елементами кладки та інших конструкцій.

До прихованих робіт відносяться: гідроізоляція кладки, встановлення закладних деталей та захист їх від корозії, закріплення карнизів, спирання балок, плит та закладення їх у кладці.

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		59

### 3.3.8 Заходи з техніки безпеки

Відповідно до ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» при виконанні цегляної кладки слід дотримуватися правил:

1) при переміщенні та подачі на робоче місце краном цегли слід застосовувати піддони, контейнери та вантажозахоплювальні пристрої, що унеможливають падіння вантажу при підйомі;

2) не допускається кладка стін будівлі наступного поверху без встановлення плит перекриття, а також майданчиків та маршів у сходових клітках;

3) при кладці стін заввишки більше 7 м необхідно застосовувати захисні козирки по периметру будівлі, які відповідають таким вимогам:

- ширина захисних козирків має бути не менше 1,5 м і вони повинні бути встановлені до стіни так, щоб кут, що утворюється між нижньою частиною стіни будівлі і поверхнею козирка був  $110^\circ$ , а зазор між стіною будівлі та настилом козирка не більше 50 мм;

- захисні козирки повинні витримувати рівномірно розподілене снігове навантаження для даного району ( $50 \text{ кгс/м}^2$ ) та зосереджене навантаження не менше 160 кгс, прикладене в середині прольоту;

- ходити по козирках, використовувати їх як риштування не допускається.

4) знімати тимчасові кріплення елементів карниза допускається після досягнення розчином міцності, встановленої проектом.

При виконанні монтажних робіт слід дотримуватись наступних правил:

1) на ділянці, де ведуться монтажні роботи, не допускається виконання інших та перебування сторонніх осіб;

2) способи стропування елементів конструкцій повинні забезпечувати їх подачу до місця встановлення в положенні близькому до проектного;

3) забороняється підйом збірних залізобетонних конструкцій, що не мають монтажних петель або міток, що забезпечують їх правильне стропування та монтаж;

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
						60
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

4) для переходу монтажників з однієї конструкції на іншу слід застосувати інвентарні сходи, перехідні містки, що мають огороження;

5) не допускається виконувати монтажні роботи на висоті у певних місцях при швидкості вітру 15 м/сек, при ожеледиці та грозі;

6) не допускається знаходження людей під монтованими елементами до встановлення їх у проектне положення та закріплення.

### 3.3.9 Розрахунок техніко-економічних показників

За графіком тривалість виконання процесу складає 46,4 днів.

Витрати праці весь обсяг робіт становили 491,3 чол.-дн.

Трудомісткість зведення 1 м<sup>3</sup> кладки склала:

$$T = 459,2 \text{ чол.-дн.} / 491,3 \text{ м}^3 = 0,93 \text{ чол.-дн./м}^3.$$

Виробіток одного робітника за 1 чол.-дн. у фізичних показниках:

$$491,3 \text{ м}^3 / 459,2 \text{ чол.} = 1,07 \text{ м}^3/\text{чол.}$$

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	Аркуш
						61
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4 ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

### 4.1 Календарний план

Календарний план будівництва об'єкта у вигляді лінійного графіка призначений для визначення послідовності та строків виконання загальнобудівельних, спеціальних та монтажних робіт, що здійснюються під час зведення об'єкта. Ці терміни встановлюються внаслідок раціональної ув'язки строків виконання окремих видів робіт, обліку складу та кількості основних ресурсів, насамперед робочих бригад та провідних механізмів.

Порядок розробки календарного плану наступний:

- складається перелік робіт;
- відповідно до нього по кожному виду робіт визначаються їх обсяги; – проводиться вибір методів виконання основних робіт і провідних машин;
- розраховуються нормативна машино- та трудомісткість;
- визначається склад бригад та ланок;
- виявляється технологічна послідовність виконання робіт;
- встановлюється змінність робіт;
- визначається тривалість окремих робіт та їх поєднання між собою;
- одночасно за цими даними коригується кількість виконавців та змінність;
- зіставляється розрахункова тривалість з нормативною та запроваджуються необхідні поправки;
- на основі виконаного плану розробляється календарний графік виконання робіт.

Склад ланок робітників приймається відповідно до Єдиних норм і розцінок на будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи. Усі розрахунки зводимо до таблиці 3.3.

1. Графік руху робітників оцінюється за допомогою розрахунку коефіцієнтів та використання:

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Змін.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		62

$$K_p = R_{max} / R_{сер};$$

$$R_{сер} = Q_{заг} / T_{пл};$$

$$K_p = 30/20 = 1,5;$$

$$R_{сер} = 4255,68/215 \approx 20.$$

де  $R_{max}$  – найбільша кількість робітників за графіком;

$R_{сер}$  – середня кількість робочих;

$Q_{заг}$  – загальна трудомісткість, чол.дн;

$T_{пл}$  – загальний термін будівництва;

$$K_p \leq 1,2 \div 1,5.$$

2. Нормативна тривалість будівництва  $T_n = 11$  місяців у тому числі підготовчий період.

Запланована тривалість будівництва 10 місяців.

$T_{пл} = 215$  днів (за календарним графіком).

3. Загальна трудомісткість робіт:

$$Q_{заг} = 1,46 \cdot Q_n \cdot K_{СП};$$

$$Q_{заг} = 1,46 \cdot 3770,68 \cdot 1,085 = 5973,13 \text{ чол.-дн.}$$

тут  $Q_n$  – трудомісткість основного та підготовчого періодів (за календарного графіка);

1,46 – коефіцієнт враховує витрати праці робітників не основного та підсобного виробництва дрібних не врахованих робіт;

$K_{СП} = 1,085$  – коефіцієнт облікового складу при п'ятиденному робочому тижні.

4. Трудомісткість, приведена до 1 м<sup>3</sup> будівлі:

$$q = Q_{заг} / V = 4255,68/6005 = 0,71 \text{ чол.-дн/м}^3,$$

де  $V$  – будівельний обсяг будівлі.

5. Ступінь поєднання робітників у часі:

$$C_n = \Sigma T_i / T_n = 480/215 = 2,23,$$

де  $\Sigma T_i$  – сума тривалості виконання всіх будівельних робіт, якби вони виконувались послідовно, дн.

6. Рівень механізації основних видів БМР:

$$P_{мех} = Q_{max} / Q_{заг} \cdot 100\% = 286,31/4255,68 \cdot 100\% = 6,7.$$

					<b>Бакалаврська кваліфікаційна робота</b>	Аркуш
						63
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

тут  $Q_{max}$ ,  $Q_{заг}$  – обсяг робіт виконаних механізованим способом та загальний обсяг робіт цього виду у натуральних показниках.

**Таблиця 4.1** – Техніко-економічні показники календарного плану

Показники	Кількість
1	2
Нормативна тривалість будівництва, міс.	11
Запланована тривалість будівництва, міс	10
Загальна трудомісткість робіт з об'єкту, чол.	25522
Трудомісткість 1 м <sup>3</sup> об'єкта, чол.-дн/м <sup>3</sup>	0,71
Коефіцієнт нерівномірності руху робітників по об'єкту	1,5
Ступінь поєднання робіт у часі	2,23
Рівень механізації, %	6,7

## 4.2 Будгенплан

Будгенплан розробляється на період зведення надземної частини будівлі. Будгенплан є важливим документом проекту виконання робіт.

Він є планом будівельного майданчика, на якому крім проектованої будівлі показано розташування тимчасових будівель і споруд, комунікацій, доріг, механізмів, складських майданчиків, необхідних для виконання будівельно-монтажних робіт.

Таблиця 4.2 – Калькуляція трудових витрат

Обґрунтування	Найменування робіт	Обсяг робіт	Машини та механізми		Машино-ємність, маш.-ч.		Трудомісткість, чол.-год.		Склад ланки	Прийнята кільк. Чол.	Змінність	Тривалість, дні
			марка	кільк.	на од. вимір.	на весь обсяг	на од. змін.	на весь обсяг				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Е 2-1-5 п.1а	Зрізання рослинного шару бульдозером, I група ґрунту, 1000 м <sup>2</sup>	3,5	Бульдозер Д-271А	1	0,84	2,94	–	–	Машиніст бр. – 1	1	1	1
Е 2-1-11, т. 3, п. 2 а	Розробка ґрунту одноковшовим екскаватором зворотна лопата з $q = 0,3 \text{ м}^3$ з навантаженням в автосамоскиди, I група ґрунту, 100 м <sup>3</sup>	5,96	Екскаватор ЕО-3311	1	4,2	25,03	–	–	Машиніст бр. – 1	1	1	3
Е 2-1-47, т. 1, п. 1 д	Ручна доробка ґрунту, I група, м <sup>3</sup>	74,7	–	–	–	–	0,85	63,5	Землекоп 2р. – 1	2	1	4
Е 19-36	Влаштування піщаного підстилаючого шару завтовшки 100 мм, 100 м <sup>2</sup>	0,747	–	–	–	–	10,5	7,84	Бетонник 3р. – 1	2	1	1
Е 4-1-1, т.2, п.1 – 4 а, б	Встановлення фундаментних блоків масою до 0,5 т, до 1,5 т до 3,5 т	150 83 607	Кран МКП-20	1	0,17 0,21 0,26	25,5 17,4 157,8	0,51 0,63 0,78	76,5 52,3 473,5	Монтажник 4 р.- 1, 3 р.-1, 2 р. – 1. Машиніст бр. – 1	4	2	13
Е 11 – 37, п. 3	Гідроізоляція фундаментів бітумною мастикою механізованим способом, 100 м <sup>2</sup>	5,87	–	–	–	–	2,3	13,5	Гідроізол. 4р. – 1, 2р. – 1	2	1	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Е 2-1-34, п. 2 а	Зворотне засипання ґрунту бульдозером, ґрунт І групи, 100 м <sup>3</sup>	0,468	Бульдозер Д-271А	1	0,35	0,16	-	-	Машиніст бр. – 1	1	1	1
Е 2-1-59, т.3, п.1	Ущільнення ґрунту електро-трамбуванням, 100 м <sup>2</sup>	44,0	-	-	-	-	2,3	101,2	Землекоп 3р. – 1	3	1	4
Е 3-3, т.3, п. 3, п.5 в	Кладка стін з легкобетонного каменя, м <sup>3</sup>	402,1	-	-	-	-	3,7	1487,8	Каменяр 4р. – 1, 3р. – 1	8	1	24
Е 3-12, п. 2	Влаштування цегляних перегородок, м <sup>2</sup>	743,3	-	-	-	-	0,66	490,6	Каменяр 4р.-1, 2р.-1	8	1	8
Е 5-1-6, т.2, п.2, г	Монтаж сталевих балок перекриття та покриття, шт.	5	Кран МКП-20	1	0,24	1,2	1,2	6	Монтажник бр.-1, 5р.-1, 4р.-1, 3р.-1, 2р. – 1. Машиніст бр. – 1	6	2	1
Е 22-1-1, п. 5, 7 д	Зварювання стиків балок, 10 м шва	0,48	-	-	-	-	4,6	2,21	Електрозварювальник 5р. – 1	1	1	1
Е 4-1-7, п. 2 а, б п. 3 а, б	Укладання плит перекриття та покриття площею до 10 м <sup>2</sup> шт.	79	Кран МКП-20	1	0,18	14,22	0,72	56,88	Монтажник 4р.-1, 3р.-1, 2р.-1. Машиніст бр. – 1	5	2	4
Е 4-1-26, п. 3 а	Заливка швів плит перекриття механізованим способом, 100 м шва	8,3	-	-	-	-	4,0	33,2	Монтажник 4р. – 1, 3р. – 1	2	1	3
Е 5-1-6, т.2 п. 1, 2, п.3	Монтаж сталевих ферм, шт.	11	Кран МКП-20	1	0,86	9,46	4,2	46,2	Монтажник 4р.-1, 3р.-2, 2р.-1. Маш. бр.-1	4	1	2

Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-------	-------	----------	--------	------

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Аркуш

66

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Е 22-1-6, п. 6, 7 д	Зварювання стиків ферм, 10 м шва	0,66	-	-	-	-	4,6	3,04	Елзварюваль- ник 5р. - 1	1	1	1
Е 5-1-6, т.2 п. 1, 2	Встановлення листів профнасти- лу, 100 м <sup>2</sup>	2,76	Кран МКП-20	1	0,42	1,16	10,95	30,22	Монтажник 4р.-1, 2р.-1. Маш. 6р.-1	3	1	2
Е 6-13, т.1 п.6 г	Встановлення віконних блоків площею до 3,5 м <sup>2</sup> , 100 м <sup>2</sup>	0,25	-	-	-	-	14,8	3,7	Тесляр 4р. - 1, 2р. - 1	2	1	1
Е 6-13, т.1, п. 3 б п. 5 б	Встановлення дерев'яних дверних блоків 100 м <sup>2</sup>	0,5	-	-	-	-	18,0	9	Тесляр 4р. - 1, 2р. - 1	2	1	1
Е 8-1-33, т.3, п.18 ж	Засклення вікон, 100 м <sup>2</sup>	0,25	-	-	-	-	70,0	17,5	Скляр 4р.-1, 2р.-1,	2	1	2
Е 7-4, п. 2, 5	Очищення основи покрівлі від сміг- тя та огрунтівка, 100 м <sup>2</sup>	1,84	-	-	-	-	1,05	1,93	Покрівельник 4р.-1, 2 р.-1	2	1	1
Е 7-1, п.2	Влаштування обклеювальної пароі- золяції з 1 шару руберойду, 100 м <sup>2</sup>	2,02	-	-	-	-	2,7	5,45	Покрівельник 4р. - 1, 2 р. - 1	2	1	1
Е 7-14, п. 9	Влаштування теплоізоляції з керам- зиту товщиною 130 мм, 100 м <sup>2</sup>	1,84	-	-	-	-	6,8	12,51	Покрівля 4р. - 1, 2 р. - 1	3	1	2
Е 7-15, п. 9	Пристрій цементно-піщаної стяжки, 100 м <sup>2</sup>	1,84	-	-	-	-	6,8	12,51	Покрівельник 4 р.-1, 3 р.-1, 2 р.-1	3	1	2
Е 7-2, п. 1	Влаштування 3х шарового килима з бікросту, 100 м <sup>2</sup>	6,72	-	-	-	-	7,2	48,38	Покрівельник 4р. - 1, 3р. - 1	2	1	4
Е 19-39, п. 1	Пристрій підстиляючого щелевено- го шару під підлоги, 100 м <sup>2</sup>	4,72	-	-	-	-	15,0	70,8	Бетонник 3р.-1, 2 р.-1	2	1	3

Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-------	-------	----------	--------	------

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Е 19-38, п. 1 б	Влаштування бетонного підстиляючого шару під підлоги, 100 м <sup>2</sup>	4,72	-	-	-	-	9,6	45,31	Бетонник Зр. -1, 2 р. -1	2	1	3
Е 19-43, п. 1	Влаштування цементної стяжки, 100 м <sup>2</sup>	0,64	-	-	-	-	23,0	14,72	Бетонник Зр. -1, 2 р. -1	2	1	1
Е 19-31, т.1, п. 1	Влаштування бетонної підлоги, 100 м <sup>2</sup>	4,08	-	-	-	-	9,6	39,17	Бетонник 4р. -1, 2 р. -1	2	1	3
Е 19-19, т.1, п. 2 б	Влаштування підлоги з керамічної плитки, м <sup>2</sup>	34,0	-	-	-	-	0,68	23,12	Плиточник 4р. -1, 3р. -1	2	1	2
Е 19-11, п. 1	Влаштування підлоги з лінолеуму, м <sup>2</sup>	30,0	-	-	-	-	0,23	6,9	Плиточник 4р. -1, 3р. -1	2	1	1
Е 8-1-2, т.2, п.1а, 3а, 5а, 7а	Штукатурка стін і перегородок, 100 м <sup>2</sup>	14,25	-	-	-	-	31,8	453,15	Штукатур 4р. -2, 2р. -1	6	1	10
Е 8-1-15, т.6, п. 1г, 2г, 4г, 11г	Фарбування стель водоемульсійними складами, 100 м <sup>2</sup>	7,83	-	-	-	-	25,2	197,32	Маляр 4р. -1, 3р. -1	4	1	7
Е 8-1-15, т.7 п.1б, 2б, 3б, 9б, 29б, 35б	Високоякісна фарба стін водостійкими фарбами, 100 м <sup>2</sup>	15,8	-	-	-	-	41,0	647,8	Маляр 4р. -1, 3р. -1	8	1	11
Е 8-1-15, т.6, п.1е, 2е, 6е, 20е, 34е	Олійне забарвлення дверей, 100 м <sup>2</sup>	0,194	-	-	-	-	44,0	8,54	Маляр 4р. -1, 3р. -1	2	1	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Е 5-1-20 т. 1, п. 1 б	Влаштування фасадів з сендвіч-панелей, 100 м <sup>2</sup>	11,35	Кран МКП-20	1	1,25	14,24	9,7	110,1	Монтажник 4р.-1, 2р.-1 Маш. бр.-1	2	1	7
Е 19-39, п. 1	Пристрій щєбєневого підстилаючого шару під вимощення, 100 м <sup>2</sup>	1,25	-	-	-	-	15,0	18,75	Бетонник Зр.-1, 2р.-1	2	1	2
Е 19-33, п. а	Влаштування асфальтобетонного покриття, 100 м <sup>2</sup>	1,25	-	-	-	-	14,0	17,5	Асф. бетонник 4р.-1, 2р.-1	2	1	2
	Разом:							4983,68				
	Сантехнічні роботи (12%)							598,04		5	1	15
	Електромонтажні роботи (10%)							498,37		5	1	13
	КВП та А (3%)							149,51		5	1	4
	Монтаж технологічного обладнання (15%)							747,55		5	1	19
	Благоустрій та озеленення (3%)							149,51		5	1	4
	Інші роботи (15%)							747,55		5	1	19
	Підготовка до здачі об'єкту									10	1	5
	Здача об'єкту									15	1	5
	Всього:							7874,21				

Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата
-------	-------	----------	--------	------

#### 4.2.1 Визначення потреб у тимчасових будівлях

Розрахунок потреб будівництва у тимчасових будівлях та спорудах зводиться до визначення розмірів майданчика, що виконується під тимчасові будівлі на період виконання монтажних робіт зі зведення надземної частини проєктованого об'єкта та розміщення її в межах будгенплану.

На будівельному майданчику при зведенні надземної частини будівлі працює ланка монтажників у складі 5 осіб, машиніст монтажного крана, електрозварювальник, один монтажник на пристрої антикорозійного захисту металевих деталей і випусків арматури та два монтажники на закладенні стиків конструкцій та заливанні швів плит перекриття, покриття.

З урахуванням роботи у дві зміни – 20 чол.

Питома вага категорій працюючих орієнтовно приймається рівною: робітники – 85%; ІТП, службовці та допоміжний персонал – 15%.

Загальна кількість працюючих на день становить

$$N = 20 \cdot 100 / 85 = 24 \text{ чол.}$$

Від загальної кількості працюючих чисельність першої зміни приймається рівною: робітники – 70%, інші категорії – 80%.

Таким чином, розрахункова кількість працюючих в першу найбільш численну зміну складе:

$$N_1 = 0,7 \cdot 20 + 0,8 \cdot (24 - 20) = 17 \text{ чол.}$$

За максимальною чисельністю працюючих за зміну приймаємо типове побутове містечко на 20 осіб.

Розміщення містечка на будгенплані має проводитися поза небезпечною зоною, із забезпеченням безпеки та зручності проходів та раціональних схем підключення до існуючих інженерних мереж.

Оптимальна віддаленість містечка від робочих місць 100÷200 м, але не ближче 24 м і не далі 500 м від об'єкта, що зводиться.

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	<i>Аркуш</i>
						70
<i>Змін.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

#### 4.2.2 Розрахунок відкритих складів

Розрахунок корисної площі складу  $S_{номр}$ , м<sup>2</sup> визначається за формулою:

$$S_{номр} = P_{скл} \cdot q,$$

де  $P_{скл}$  – розрахунковий запас матеріалу в натуральних вимірювачах;

$q$  – норма складування на 1 м<sup>2</sup> підлоги площі складу з урахуванням проїздів та проходів, прийнята за розрахунковими нормативами.

$$P_{скл} = \frac{P_{общ}}{T} \cdot T_n \cdot K_1 \cdot K_2,$$

де  $P_{заг}$  – кількість матеріалів, конструкцій, необхідних для виконання плану будівництва на розрахунковий період;

$T$  – тривалість розрахункового періоду за календарним планом, дн.;

$T_n$  – норма запасу матеріалів, дн.;

$K_1$  – коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалів на склади;

$K_2$  – коефіцієнт нерівномірності виробничого споживання матеріалу протягом розрахункового періоду.

З приоб'єктного складу монтуються тільки плити перекриття та ст.еновые панелі, інші конструкції розкладаються біля місць монтажу і їм площа складу не розраховується. Розрахунок площ складів відкритого типу зводимо до табл. 4.3.

#### 4.2.3 Розрахунок площ складів

Розрахунок площ складів зводимо до **табл. 4.4.**

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		71

Таблиця 4.3 – Розрахунок площ складів відкритого типу

Найменування конструкцій	Тривалість споживання, дн.	Потреба		Коефіцієнти		Запас матеріалів, дн.		Розрах. запас матеріалів	Площа складу, м <sup>2</sup>		Факт. на площу складу, м <sup>2</sup>
		загальна на розрах. період	добова	надход. матеріалів	спожив. матеріалів	но-рм	розрахунк.		но-рм	розрахункова	
	$T$	$P_{заг}$	$P_{заг}/T$	$K_1$	$K_2$	$T_n$	$T_{н}, K_1, K_2$	$P_{скл}$	$q$	$S_p$	$S$
Плити перекриття, м <sup>3</sup>	3	21,4	7,13	1,1	1,3	5	7,15	50,98	2	260,47	269,1
Піддони з цеглою, м <sup>3</sup>	5	170,79	34,16	1,1	1,3	5	7,15	244,23	1	244,23	252,0
Разом:											521,1

Разом:

Таблиця 4.4 – Відомість складів

№ з/п	Найменування конструкцій та деталей	Од. виміру	Кількість матеріалів для буд.	Найбільша добова витрата $P_c$	Норма запасу, дн.	Прийнятий запас, $P_n$	Норма зберіг. матеріалів	Корисна площа $m^2$	Коеф. на проходи $\beta$	Розрах. площа, $m^2$	Прийнята площа $m^2$	Розміри та тип складу по УТС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Цегла керам.	1000 шт.	403,3	19,2	3	57,6	0,7	82,3	0,6	137,1	130	(4×8) 4 шт відкр.
2	Конструкції металеві.	т	17,1	1,43	2	2,86	0,1	28,6	0,6	47,7	48	5×9 відкр
3	Збірні з/б конструкції	м <sup>3</sup>	278,4	19,9	5	99,5	0,5	199,0	0,6	331,76	-	3 транспорту. коштів
4	Збірні з/б марші та площадки	м <sup>2</sup>	35	12,5	5	62,5	0,5	125	0,6	208,5	-	3 транспорту. коштів
5	Цемент	т	35,58	5,1	5	25,5	2,5	10,2	0,5	20,4	24,3	2,7×9 закр.
6	Щебень	м <sup>3</sup>	180,5	9,2	3	27,6	4	6,9	0,5	13,8	12	3×4 відкр.
7	Пісок	м <sup>3</sup>	104,4	15	3	45	3,0	15,0	0,5	30	32	4×8 відкр.
8	Скло	м <sup>2</sup>	218	78	8	218	70	3,11	0,4	7,8	16,2	2,7×6 закр.
9	Пиломатеріали	м <sup>2</sup>	336,73	17,83	10	178,3	45	3,96	0,4	9,9	10	2×5 м
10	Лакофарбові матеріали.	т	0,3	0,018	12	0,22	0,8	0,28	0,5	0,56	1	закр.
11	Арматура	т	8,5	6,1	5	4,5	0,4	11,2	0,4	28,1	32,4	(2,7×6) 2шт закр.
12	Профнастил	т	7,9	1,13	5	4,0	4	1,0	0,4	2,5		закр.

Так як будівельний майданчик знаходиться в обмежених умовах, норми запасу знижено в 2 рази в порівнянні з нормами довідковими.

Монтаж залізобетонних виробів прийнято з транспортних засобів.

Найбільша добова витрата матеріалів визначається за формулою:

$$P_c = P \cdot K_1 \cdot K_2 / 2,$$

де  $P$  – кількість матеріалів, необхідних виконання роботи протягом розрахункового періоду;

$K_1 = 1,1$  – коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалів на склади (для автомобільного транспорту);

$K_2 = 1,3$  – коефіцієнт нерівномірності споживання;

$T$  – тривалість розрахункового періоду виконання роботи, протягом якої споживаються матеріали та деталі (див. календарний графік).

Прийнятий запас визначається за нормами зберігання основних матеріалів склади.

Прийнятий запас на складі у натуральних показниках визначається за формулою:

$$P_n = P_c \cdot n,$$

$n$  – норма запасу матеріалів.

Нормативна кількість матеріалів, конструкцій та деталей, що підлягають зберіганням на  $1 \text{ м}^2$  площі складу, визначається за довідковими даними.

Корисна площа складу без проходів визначається за такою формулою:

$$F = P_n / V,$$

де  $V$  – норма зберігання матеріалів на  $1 \text{ м}^2$  площі складу.

Загальна розрахункова площа складу (гр.11) визначається за такою формулою:

$$S = F / \beta,$$

де  $\beta$  – коефіцієнт на проходи.

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
						74
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.2.4 Розрахунок тимчасових будівель

Розрахунки тимчасових будівель зводимо до **табл. 4.5**.

**Таблиця 4.5** – Відомість потреби в тимчасових будинках та спорудах

№ з/п	Найменування тимчасових будівель	Розрах. кільк. робітників	Значення показ. на 1 роб., м <sup>2</sup>	Площа з розрахунок м <sup>2</sup>	Прийнята будівля		Прийнята площа, м <sup>2</sup>	Кільк., шт.
					ТИП	Розмір по УТС, м		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Службові будівлі								
1	Контора	7	3,0	21,0	420-01-0,7	2,7×9	24,3	1
2	Кабінет з ТВ	37	-	15,0	Те ж	2,7×9	24,3	1
3	Прохідна	37	-	3,0	420-04-31	2,7×3	8,1	1
4	Сторожова будка	37	-	3,0			3,0	1
5	Комори інструментів				420-04	2,7×6	16,2	1
Санітарно-побутові будівлі								
1	Гардеробні чоловічі	21	0,5	10,5	420-01-10	2,7×9,0	24,3 (3 душовим і вмив.)	2
2	Гардеробні жіночі	9	0,5	4,5	420-01-6	2,7×9,0		1
3	Душова чоловіча	21	0,82	17,22	Див.	2,7×9	24,3	1
4	Душова жіноча	9	0,82	7,38	Див.п. 2	2,7×9	24,3	1
5	Умивальна	37	0,06	2,22	420-01-07	2,7×9	24,3	1
6	Туалет чоловічий	26	0,07	1,82	-	-	5,0	1
7	Туалет жіночий	11	0,14	1,54	-	-	5,0	1
8	Приміщення для сушіння одягу	30	0,2	6	420-04	2,7×6	16,2	1
9	Приміщення для обігр. робітників	30	0,5	15	420-04	2,7×9	24,3	1
10	Кімната прийому їжі	30	0,25	7,5	420-01-07	2,7×9	24,3	1
11	Медпункт	30	-	-	420-04	2,7×6	16,2	1

Визначається розрахункова кількість робочих, ІТР, службовців (гр.3). кількість робітників визначається для найбільш численної зміни за графіком руху робітників:

$$N_{роб} = 30 \text{ чол.}$$

Кількість ІТР, службовців та МОП приймаємо у відсотковому співвідношенні від максимальної кількості робітників на об'єкті: ІТР – 10%, службовці – 2,5%, МОП – 1,5%. Отже:

$$N_{ітр} = 30 \cdot 0,1 = 3 \text{ чол.};$$

$$N_{служ} = 30 \cdot 0,025 = 0,75 \approx 1 \text{ чол.};$$

$$N_{МОП} = 30 \cdot 0,015 = 0,45 \approx 1 \text{ чол.}$$

Приймаємо 2 особи охорони.

Кількість чоловіків приймається 70%, жінок – 30% від розрахункової кількості робітників, ІТР, МОП, службовців.

$$N_{чол} = 0,7 \cdot 37 = 25,9 \approx 26 \text{ чол.}; \text{ у т.ч. робітників – 21 чол.};$$

$$N_{жін} = 0,3 \cdot 37 = 11,0 \text{ чол.}; \text{ у т.ч. робітників – 9 чол.}$$

#### **4.2.5 Забезпечення будівництва енергоресурсами та водою**

Споживачами електроенергії на будівельному майданчику є монтажний кран, машини, механізми та електрофікований інструмент.

Електроенергія витрачається на освітлення та обігрів тимчасових будівель, освітлення майданчика та робочих місць у темний час доби.

На території будівельного майданчика встановлюється комплектна трансформаторна підстанція потужністю 320 кВт, що підключається за допомогою кабелю до зовнішнього джерела високої напруги (ЛЕП 6÷10кВ).

Трансформаторна підстанція знижує напругу до 380/220В.

Подальший розвиток тимчасової електромережі здійснюється за допомогою інвентарного вводнорозподільного пристрою, що дозволяє підключити 3 магістральні лінії напругою 380/220В. Живлення окремих споживачів здійснюється через силові ящики (рубильники).

					<b>Бакалаврська кваліфікаційна робота</b>	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		76

Зниження напруги до 36/12В за умовами електробезпеки виконується вторинними трансформаторами 380/36/12В.

Тимчасова електролінія за межами небезпечної зони виконується повітряною на дерев'яних опорах висотою 9 м з кроком 30 м. Прокладання повітряної лінії передбачається по периметру майданчика за кільцевою схемою.

На цих опорах розміщуються прожектори охоронного освітлення.

У зоні роботи крана повітряні лінії замінюються на кабельні.

Під дорогами, майданчиками та складування, монтажними проїздами крана кабельні лінії прокладаються в захисних металевих трубах.

Тимчасове водопостачання призначене для забезпечення виробничих, господарсько-побутових та протипожежних потреб.

Джерелом тимчасового водопостачання є міські мережі.

Тимчасовий водопровід виконується із сталевих труб діаметром 100 мм.

Мережа прокладається за кільцевою схемою.

На тимчасовій мережі передбачено встановлення двох пожежних гідрантів віддалених один від одного на відстані не більше 150 м.

Видалення гідранту від автодороги не більше 2 м.

Від тимчасового водопроводу роблять відведення до побутових приміщень та місць виробництва робіт для технологічних потреб.

#### 4.2.6 Розрахунок тимчасового водопостачання

Визначаємо потребу води по кожному споживачеві за зміну та загальну кількість води на об'єкті.

Розрахункова витрата води на об'єкті, л/сек:

$$Q_{заг} = Q_{вир} + Q_{хоз} + Q_{пож},$$

де  $Q_{вир}$  – витрата води на виробничі потреби;

$Q_{хоз}$  – витрата води на господарські та санітарні потреби;

$Q_{пож}$  – витрата води для гасіння пожежі.

Секундна витрата води на виробничі потреби:

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		77

$$Q_{вир} = K_1 \cdot \Sigma q_c / 8,2 \cdot 3600,$$

де  $q_c$  – виробнича витрата кожного окремого споживача води (л/зміну),  
що отримується як добуток норми витрати води на обсяг робіт за зміну;

$K_1 = 1,5$  – коефіцієнт змінної нерівномірності споживання.

Секундна витрата води на санітарно-побутові потреби на будівельному майданчику, л/с;

$$Q_{госп} = K_2 ((N \cdot A / 8,2 \cdot 3600) + (0,4 \cdot N \cdot A) / t_{ду} \cdot 60)$$

тут:  $A$  – побутове споживання води одним працівником на будмайданчику, л/зміну;

$N$  – кількість максимальна працівників за зміну;

$K_2 = 1,5$  – коефіцієнт змінної нерівномірності водоспоживання,

$A_1$  – витрата води на 1 робітника, що користується душем;

$t_{ду} = 45$  хв. – тривалість роботи душової установки.

Витрата води на пожежогасіння приймається залежно від будівельного майданчика (до 30 га)  $Q_{пож} = 10$  л/с.

$$Q_{вир} = (1,5 \cdot 51543,26) / 8,2 \cdot 3600 = 2,61 \text{ л/сек.}$$

$$Q_{госп} = 1,5 \cdot ((10,30 / 8,2 \cdot 3600) + ((0,4) \cdot 30 \cdot 25) / (45 \cdot 60)) = 0,182 \text{ л/сек.}$$

Пожежогасіння  $Q_{пож} = 10$  л/сек.

Розрахункова витрата води на об'єкті л/сек:

$$Q_{заг} = 2,61 + 0,182 + 10 = 12,79 \text{ л/сек.}$$

Діаметр труб водопровідної мережі:

$$d = 2 \sqrt{(Q_{заг} \cdot 1000) / (3,14 \cdot V)},$$

де  $V$  – швидкість руху води трубами.

Для тимчасових водопроводів  $V = 1,5$  м/с.

$$d = 2 \sqrt{(12,79) \cdot 1000) / (3,14 \cdot 1,5)} = 104,2 \text{ мм.}$$

Приймаємо трубу  $\varnothing 108$  мм.

					<i>Бакалаврська кваліфікаційна робота</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Змін.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		78

Таблиця 4.6 – Потреба будівельного майданчика у воді

№ з/п	Найменування	Один. виміру	Кількість	Питома витрата води л/змін	Витрата води
1	2	3	4	5	6
<b>Виробничі потреби</b>					
<b>1 Будмашини, механізми, будівельний транспорт. Автомашини вантажні</b>					
	Краз 256, Краз 267	шт.	6	300	1800
	Кран гусеничний	шт.	1	250	250
	Бульдозер ДЗ-110	шт.	1	300	300
	Екскаватор одноковшовий Е-3322	шт.	1	200	200
2	Силкові компресорні установки. Компресор пересувний потужністю 25 м <sup>3</sup> /хв	шт.	1	5 л/с/на 1м <sup>3</sup>	7500
3	Технологічні процеси, що одночасно споживають воду: приготування розчину для кладки	1000 шт	403,29	100	40329,0
	Влаштування щебеневої підготовки під підлоги	м <sup>3</sup>	1,3	650	845
	Штукатурка вручну при готовому розчині	м <sup>2</sup>	39,7	5	198,5
	Малярні роботи	м <sup>2</sup>	30,19	4	120,76
<b>Разом</b>					<b>51543,26</b>
<b>Санітарно-побутові потреби</b>					
1	Робітники під час перебування на виробництві за відсутності каналізації	чол.	30	10	300
2	Користування душовою	чол.	30	25	750
<b>Разом</b>					<b>1050</b>

#### 4.2.7 Розрахунок тимчасового електропостачання

Розрахунок потужності джерел електропостачання (трансформаторної підстанції) провадиться для випадків максимального споживання електроенергії одночасно всіма споживачами на будівельному майданчику за формулою:

$$P = 1,1 \Sigma(P_c \cdot K_1) / \cos \varphi + \Sigma(P_T \cdot K_2) / \cos \varphi + (\Sigma P_{во} \cdot K_3 + \Sigma P_{зо} \cdot K_4),$$

де  $P$  – потрібна потужність електроустановки чи трансформатора, кВт;

1,1 – коефіцієнт враховує втрати потужності в мережі;

$P_c$  – потрібна потужність на машини та установки, кВт;

$P_{во}$  – те саме, для внутрішнього освітлення, визначається множенням питомої потужності на 1 м<sup>2</sup> площі приміщення на загальну освітлювану площу згідно будгенплану;

$P_{зо}$  – потрібна потужність для зовнішнього освітлення, кВт;

$K_1, K_2$  – коефіцієнт попиту, залежні від кількості потреб;

$\cos \varphi$  – коефіцієнт потужності залежить від характеру кількості та навантаження споживачів силової енергії  $\cos \varphi = 0,75$ .

Таким чином, потрібна потужність електроустановки дорівнює:

$$P = 1,1 ((100 \cdot 0,75) / 0,75 + (53,83) \cdot 0,75) / 0,75 + 4,9 \cdot 0,8 + 19,07 \cdot 1 = 194,51 \text{ кВт.}$$

За отриманими даними підбираємо тип трансформатора у підстанції – ТМ 240/6 із встановленою потужністю 240 кВт. Використовуємо існуючу ТП з двома трансформаторами  $P = 320$  кВт.

На будівельному майданчику встановлюємо лампи прожекторів потужністю 500 Вт (марка ПЕМ-35) через кожні 100 м у кількості 4 шт.

					Бакалаврська кваліфікаційна робота	Аркуш
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		80

Таблиця 4.7 – Витрати електроенергії будівельного майданчика.

№ з/п	Найменування споживачів (видів робіт)	Один. виміру	Кількість, обсяг, площа	Норма на од. виміру, кВт	Загальна встановл. потужність ел. енергії	Коеф. попиту $D_o$
1	2	3	4	5	6	7
Виробничі потреби. Живлення електродвигунів машин та механізмів						
1	Лебідки фрикційні	шт.	2	10	20	0,75
2	Екскаватор одноковшовий	шт.	1	60	60	0,75
3	Компресор пересувний 34Ø55 продуктивністю 25 м <sup>3</sup> /хв	шт.	1	20	20	0,75
Підсумки $P_c$					100	0,75
Технологічні потреби						
4	Штукатурні агрегати	шт.	2	3,7	7,4	0,75
5	Електродрилі	шт.	12	0,37	4,44	0,75
6	Електрозварювальні апарати	шт.	4	13	42	0,75
Разом $P_m$					53,84	0,75
Внутрішнє освітлення. Освітлення АГП						
7	Контора, побутові приміщення	100 м <sup>2</sup>	1,91	1,5	2,86	0,8
8	Склади	100 м <sup>2</sup>	1,36	1,5	2,04	0,8
Разом $P_{во}$					4,9	0,8
Зовнішнє електроосвітлення						
9	Територія будівельного майданчика	1000 м <sup>2</sup>	10,0	0,35	3,5	1,0
10	Освітлення відкритих складів матеріалів	1000 м <sup>2</sup>	0,952	0,6	0,57	1,0
11	Охоронне освітлення	1000 м <sup>2</sup>	10,0	1,5	15	1,0
Разом $P_{но}$					19,07	1,0

### Розміщення об'єктів на будівельному майданчику

Усі розміщені на об'єктному стройгенплані на надземну частину елементи будівельного господарства зводимо до таблиці, виходячи з якої підраховуємо ТЕП будгенплана.

**Таблиця 4.8** – Показники об'єктів будівельного майданчика

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Кількість	Розмір у плані, м	Тип споруди	Трудом. устр-ва чол.-дн.
1	2	3	4	5	6	7
1	Будівничі дороги	км	0,143	-	-	38
2	Склади:	шт.	6	-	-	45
	а) відкриті					
	б) навіси	шт.	1	-	-	4
	в) закриті	шт.	3/1	2,7×6,0	-	37,7
3	Огородження території	10 м <sup>2</sup>	62,4	2,7×9,0	420-01	64,9
4	Контора виконроба	м <sup>2</sup>	24,3	2,7×9	420-01	9,7
5	Контора майстрів, кабінет по ТБ	м <sup>2</sup>	24,3	2,7×9	420-01	9,7
6	Сторожова будка	м <sup>2</sup>	3	-	-	2,8
7	Вбиральня чоловіча	м <sup>2</sup>	48,3	2,7×9	420-01	19,3
	Жіноча	м <sup>2</sup>	24,3	2,7×9	420-01	9,7
8	Приміщення для обігріву робітників та прийому їжі	м <sup>2</sup>	24,3	2,7×9	420-01	9,7
9	Приміщення для сушіння робочого спецодягу та взуття	м <sup>2</sup>	16,2	2,7×6	420-04	6,5
10	Прохідна	м <sup>2</sup>	8,1	2,7×3	420-04	7,5
11	Туалет	м <sup>2</sup>	10	2×5	-	4
12	Мережі пристрою водопостачання та каналізації	100м	1,3	-	-	5,8
13	Тимчасові трансформаторні підстанції	шт.	-	-	-	-
14	Пристрій зовніш. освітлення	100м	2,3	-	-	24
15	Встановлення прожекторів	шт.	4	-	-	3,2
16	Влаштування внутрішнього освітлення закритих складів	шт.	3/1	2,7×6 2,7×9	420-01	32
17	Комора інструментальна	м <sup>2</sup>	16,2	2,7×6	420-04	6,5
	Разом					340

#### 4.2.8 Техніко-економічні показники генплану

Протяжність тимчасових доріг будівельному майданчику 0,143 км.

Тривалість підготовчого періоду:

- нормативна 38 днів;

- за проектом 34 дні.

Трудомісткість робіт по організації будгосподарства 340 ч.-днів.

Коефіцієнт використання майданчика тимчасовими будинками:

$$K = 517,4 + 500,5/4535,64 = 0,22$$

Загальна площа зайнята тимчасовими будинками 517,4 м<sup>2</sup>.

Загальна площа тимчасових доріг 500,5 м<sup>2</sup>.

Загальна площа будмайданчика 4535,64 м<sup>2</sup>.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ Б.В.2.6-23:2009 «Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Загальні технічні умови».
2. ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека проектів будівництва».
3. ДСТУ Б.А.2.4-4-2009 «Основні вимоги до проектної та робочої документації».
4. ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)».
5. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».
6. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків (ГОСТ 12.1.046-85, MOD)».
7. ДБН А.3.1-5-2009 «Організація будівельного виробництва».
8. ДСТУ EN 12464-2:2016 «Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 2. Зовнішні робочі місця (EN 12464-2:2014, IDT)».
9. ДСТУ Б А.2.4-7-2009 «Правила виконання архітектурно-будівельних креслень».
10. НПАОП 0.00-1.15-07 «Правила охорони праці під час виконання роботи на висоті».
11. ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та забезпечення будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна № 1».
12. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».
13. НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».
14. ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель».
15. ДБН В.2.6-220:2017 «Покриття будівель і споруд».
16. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій».

17. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій».
18. ДСТУ 3760:2019 «Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови».
19. ДБН В.2.5-38:2008 «Інженерне обладнання будинків та споруд».
20. ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації з пластикових труб».
21. В. І. Бабич «Практикум із залізобетонних конструкцій». Рівне. –2001.
22. В. І. Бабич «Довідник. Таблиці для проектування будівельних конструкцій». Рівне. – 1999.
23. М. Т. Сипко «Технологія зведення будинків і споруд». Рівне. – 2001.
24. Н. Л. Рускевич «Довідник по інженерно-будівельному кресленню». К., «Будівельник».
25. Л. А. Хмара «Будівельні крани. Конструкції та експлуатація». К., «Техніка». – 2001.
26. Колчунов В. И. Основные результаты экспериментальных исследований трещиностойкости наклонных сечений в составных железобетонных конструкциях при деформационном воздействии / В. И. Колчунов, И. А. Яковенко, Н. В. Усенко, А. О. Приймак // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. праць. – Рівне, 2014. – Вип. 28. – С. 219–228. *стаття у фаховому виданні України*
27. Dmytrenko, Y., Usenko, M., Yakovenko, I. (2024). Collisions of Strength Determination Modeling for Eccentrically Compressed Reinforced Concrete Constructions with Small Eccentricities by Normal Sections in Lira-FEM Software. In: Blikharsky, Z., Zhelykh, V. (eds) Proceedings of EcoComfort 2024. EcoComfort 2024. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 604. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-67576-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-031-67576-8_5)
28. Kaliukh Iu., Slyuserenko Yu., Marienkov M., Siedin V., Tytarenko, V., Kovba V., Kosheleva N., Kurash S., Yakovenko I., Usenko M., Zhemelinsky I., Kliuiev V., Berchun Ya. (2025). Application of Digital Twins and IoT for

investigating damage caused to buildings under dynamic influences.  
Proceedings of the fib Symposium n Antibes, pp. 3069–3073.