

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Кафедра технології та організації будівельного виробництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

ЗВЕДЕННЯ АДМІНІСТРАТИВНОГО КОРПУСУ АВТОСАЛОНУ
«PEUGEOT» З ШОУРУМОМ ТА СЕРВІС-ЗОНОЮ У ХАРКОВІ

Розробив: студ. IV курсу, групи БтаЦІ 2022-1
спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія
ОПП «Промислове та цивільне будівництво»

Гальченко Андрій Віталійович



Керівник: канд.техн.наук., доц. Джалалов М.Н.



Рецензент: доц. Братішко С.М.



Харків – 2026 рік

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О.М. БЕКЕТОВА

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри ТОБВ

д.т.н., проф. Шумаков І.В.

« » червня 2026 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

ГАЛЬЧЕНКО АНДРІЮ ВІТАЛІЙОВИЧУ

Спеціальність: *192 - Будівництво та цивільна інженерія*

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Зведення адміністративного корпусу автосалону «PEUGEOT» з шоурумом та сервіс-зоною у Харкові* затверджена наказом ректора ХНУМГ ім. О. М. Бекетова № 447-03 від 26.05.2026 р.

Термін подання завершеної роботи на кафедру “15” червня 2026 р.

Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: *інженерно-геологічні умови, основні вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій будівлі, архітектурно-планувальне рішення об'єкту.*

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): *архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна частина, технологічні рішення та організація будівництва, розділ охорони праці.*

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- архітектурно-будівельна частина: *фасад; план поверху; розріз будинку; план покрівлі; ситуаційна схема.*

- розрахунково-конструктивна частина: *ферма; специфікації; вузли ферми; схема розташування колон: план стовчатих фундаментів.*

- технологічні рішення та організація будівництва: *технологічна карта на монтаж колон та ферм, будгенплан, календарний графік виконання робіт по об'єкту.*

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		
		завдання видав	завдання прийняв	
1. Архітектурно-будівельна частина	доц. Казімагомедов Ф.І.			
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту	доц. Храпатова І.В.		
	Розрахунок наземної частини об'єкту	доц. Солодовник Ю.Ю.		
3. Технологічні рішення та організація будівництва	доц. Джалалов М.Н.			
4. Охорона праці	доц. Косенко Н.О.			
Нормоконтроль	зав.лаб. Зінов'єва О.М.			

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Архітектурно-будівельна частина	05.03.26-25.03.26	<i>виконано</i>
2. Розрахунково-конструктивна частина	27.03.26-27.04.26	<i>виконано</i>
3. Технологічні рішення та організація будівництва	29.04.26-20.05.26	<i>виконано</i>
4. Охорона праці	22.05.26-31.05.26	<i>виконано</i>

Керівник кваліфікаційної роботи _____

 доц. Джалалов М.Н.

Завдання прийняв до виконання _____

 Гальченко А.В.

Дата видачі завдання “05”березня 2026 р.

ЗМІСТ

ЗМІСТ	1
РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	3
1.1 Місцерозташування об'єкта	3
1.2 Відомості про природні умови	4
1.3 Генеральний план.....	5
1.3.1 Генеральний план, вертикальне планування та водовідведення.....	5
1.3.2 Благоустрій території	6
1.3.3 Автомобільний транспорт	6
1.3.4 Інженерні мережі	7
1.4 Архітектурно-будівельні рішення	7
1.4.1 Об'ємно-планувальні рішення.....	7
1.4.2 Конструктивні рішення	10
1.4.3 Заходи для забезпечення доступу маломобільних груп населення.....	12
1.4.4 Теплотехнічний розрахунок. Стінові огороження	12
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	16
2.1 Надземна частина.....	16
2.1.1 Збір навантажень на покриття	17
2.1.2 Снігове навантаження	19
2.1.3 Розрахунок стиснутих елементів рами	22
2.1.3 Підбір перерізів центрально-розтягнутих елементів.....	26
2.1.4 Розрахунки швів, що кріплять решітку до вузлових фасонки	28
(п. 16.1 ДБН В.2.6-198:2014)	28
2.1.5 Вітрові навантаження.....	35
2.1.6 Визначення жорсткості елементів рами	37
2.2 ПІДЗЕМНА ЧАСТИНА.....	39
2.2.1 Аналіз інженерно геологічних умов будівельного майданчика.....	39
2.2.2 Визначення розмірів подошви фундаменту	42

2.2.3 Розрахунок епюр напружень від власної ваги ґрунту за Інженерно геологічними умовами 1 ланки	44
2.2.4 Визначення осідання фундаменту методом пошарового підсумування	44
2.2.5 Розрахунок фундаменту на продавлювання	47
2.2.6 Армування фундаменту	48
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА ...	51
3.1 Підготовчі роботи	51
3.2 Земляні роботи	52
3.3 Вибір будівельних машин	53
3.4 Вибір монтажних кранів	53
3.5 Вибір вантажозахоплювальних пристроїв та обладнання	61
3.6 Зведення підземної частини	62
3.7 Зведення надземної частини	63
3.8 Оздоблювальні роботи	65
3.9 Будівельний генплан	66
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	67
4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні	67
4.2 Аналіз умов праці на виявлення потенційних небезпек на об'єкті проектування	68
4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проектування	71
4.4 Розробка організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проектування.	77
Висновок	79
Список використаних джерел	81

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Місцерозташування об'єкта

Ділянка проектування розташована по просп. Аерокосмічна, 199-и у Слобідському адміністративному районі м. Харкова.

Майданчик проектування (загальною площею 0,3650 га) з урахуванням знесення існуючої будівлі літ. «А-1».

Ділянка межує:

- на північно-заході – житлова п'ятиповерхова забудова повздовж просп. Аерокосмічна ;
- на південно-сході – майданчик шино-монтажу, будівля ресторан «Voyager» та АЗС ;
- на сході – територія ТОВ «Семарго»
- на півночі – житлова багатоквартирна забудова.

Ділянка має форму прямокутної трапеції. Напрямок розташування будівлі, що проектується, обумовлено сторонами меж ділянки, що передбачає максимально розташувати будівлю з автостоянками в межах даної ділянки.

Територія ділянки проектування розташована за межами червоних ліній просп. Аерокосмічна.

Рельєф території з ухилом в сторону пр. Аерокосмічна. Вертикальні позначки в межах 135,54 – 138,74 м. Вертикальне планування ділянки вирішено виходячи з умов геодезичної зйомки і прийнята в ув'язці з відмітками прилеглої території.

Процеси зміщення ґрунту на ділянці не виявлені.

1.2 Відомості про природні умови

Ділянка проектування розташована у І кліматичній зоні України.

Розрахункова температура зовнішнього повітря – -23°C .

Нормативне значення ваги снігового покриву прийнято – 1,6 кПа.

Нормативне значення повітряного тиску прийнято – 0,43 кПа.

Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту на даній ділянці – 1,2 м.

Категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями – III.

Ділянка являє собою незабудовану територію, де розташовані площадки із зруйнованим асфальтовим покриттям, загальне покриття території - природна трав'яна рослинність. Рельєф території з незначним перепадом висот, спланований місцевістю до 1,1 м, з загальним ухилом з південно-західним напрямком. В межах землевідведення інженерні мережі відсутні, а в межах проходять мережі водопроводу, каналізації побутової та дощової, теплотраса, електромережі високої та низької напруги, газопроводи середнього та низького тиску.

Ґрунті ділянки до глибини 12,0 м розділені на 7 інженерно-геологічних елементів (ІҒЕ).

Інженерно-геологічні умови ділянки вишукувань середньої складності. Категорія складності – друга.

В геологічній будові території приймають участь четвертинні суглинки ІҒЕ 3, ІҒЕ 5, ІҒЕ 6 і піски ІҒЕ 4, ІҒЕ 7, перекриті насипними ґрунтами ІҒЕ 1 і суглинками з домішкою рослинних залишків ІҒЕ 2. Лісові суглинки ІҒЕ 3 при замочуванні виявляють просадні властивості. Початковий посадковий тиск становить 0,10 МПа. Тип ґрунтових умов про просідання - перший. Насипні ґрунти ІҒЕ 1 характеризуються як злежані. Їхній розрахунковий опір 0,08 МПа. Насипні ґрунти ІҒЕ 1 та суглинки з домішки рослинних залишків ІҒЕ 2, враховуючи неоднорідність вмісту, збагаченої рослинними рештками та залягання в зоні сезонного промерзання, не рекомендується як природна основа фундаментів. Вони можуть бути використані як підстилаючі та вміщувальні

грунті для інженерних мереж. Ґрунтами-основами фундаментів можуть служити ґрунти ІґЕ 3-7. Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунтів – 1,1м. Інженерно-геологічні умови ділянки середньої складності, категорія складності – друга.

Корозійна активність ґрунтів на глибині закладання мереж по відношенню до чорних металів – середня.

1.3 Генеральний план

1.3.1 Генеральний план, вертикальне планування та водовідведення

Ділянка проектування розташована по просп. Аерокосмічна, 199-и у Слобідському адміністративному районі м. Харкова. Транспортний зв'язок з ділянкою здійснюється по просп. Аерокосмічна. В даний час ділянка проектування вільна від забудови та готова до нового будівництва чи благоустрою. Генеральним планом розміщення на ділянці салону з продажу та обслуговування автомобілів передбачається оптимальне розташування з визначенням основних і другорядних входів і під'їздів.

Вертикальне планування ділянки вирішено виходячи з умов топогеодезичного плану та прийнято у зв'язку з відмітками прилеглої території. Проектні позначки прийняті з умов максимального збереження ґрунтового відведення поверхневих вод зі швидкостями, що виключають можливість ерозії ґрунту, мінімального обсягу земляних робіт з урахуванням використання витісненого ґрунту на майданчику.

Відведення поверхневих вод передбачено з усієї території у проектувану дощову каналізацію з попереднім очищенням стоку.

Водостоки у будівлі запроектовані внутрішні з підключенням до мережі зливової каналізації.

Проектні відмітки коливаються від 136,30 до 138.80. За відмітку нуля прийнято 136,61.

1.3.2 Благоустрій території

Генеральним планом передбачено створення високого рівня благоустрою території з використанням елементів міського дизайну та озеленення. Комплексний благоустрій передбачає влаштування тротуарів з асфальтобетонним покриттям, асфальтобетонним покриттям під'їздів та майданчиків, встановленням малих архітектурних форм. На території вільної від забудови та дорожніх покриттів передбачено озеленення із посадкою газонів.

На території передбачено розмістити елементи малої архітектури: інформаційні пілони, урни для сміття тощо.

Прибирання території та вивезення сміття здійснюється комунальними підприємствами відповідно до договору. Для збирання та тимчасового зберігання сміття передбачені майданчики для смітєвих контейнерів. Тротуари, внутрішньо майданні пішохідні підходи до будівлі передбачено виконати з асфальтобетону та тротуарної плитки.

1.3.3 Автомобільний транспорт

Під'їзд автотранспорту на територію салону з продажу та обслуговування автомобілів здійснюється з проїжджої частини автодороги просп. Аерокосмічна двома в'їздами. Під'їзд та майданчики автостоянок проектом передбачені асфальтобетонні покриття.

Для пішохідного доступу та відпочинку розроблені тротуари та майданчики з тротуарної плитки.

Для зберігання автотранспорту клієнтів, на території планується паркування на 27 автомобілів, згідно з таблицею 10.7 ДБН Б.2.2-12-2019 на 2019 магазини з площею торгового залу 100-500м² потрібно 1-2 машино-місця на 100 м². Таким чином, проект задовольняє необхідну кількість машино-місць.

1.3.4 Інженерні мережі

Розміщення інженерних мереж і комунікацій що проектуються прийнято з урахуванням рішень генерального плану.

Проектом передбачається нові ділянки інженерних мереж та комунікацій із підключенням до існуючих мереж.

Таким як:

- каналізації побутової;
- каналізації зливової;
- водопостачання;
- електропостачання;
- електроосвітлення;
- зовнішній контур заземлення.

1.4 Архітектурно-будівельні рішення

1.4.1 Об'ємно-планувальні рішення

Проектом передбачено будівництво салону з продажу та обслуговування автомобілів в м. Харків.

Об'ємно-планувальні рішення прийняті з урахуванням:

- завдання замовника, концепції автосалонів brand book;
- геометричних та інженерно-технічних особливостей ділянки.

Будівля складається з двох рівних частин. Частина, в якій розташована демонстраційна зала, розгорнута головним входом до просп. Аерокосмічна; частина, в якій розташовані приміщення сервісного обслуговування автомобілів, вище ніж перша частина за рахунок зміни рельєфу та в плані розташована більше вглиб ділянки.

Основний об'єм являє собою 1-поверхову прямокутну в плані будівлю розмірами

30,0м*19,50м, в якому розміщена демонстраційна зала, адміністративні приміщення розташовані в глибині об'єму, на межі з'єднання з другою частиною

будівлі. Головний вхід розташовано між осями 2 і 3 та являє собою зашклену частину виділену кольором. По обидва боки відносно головного входу розташовані панорамні вікна, які виконані в безкаркасному склінні, крізь які добре проглядається демонстраційна зала; праворуч від головного входу розташовані підйомні ворота.

Будівля автосалону складається з двох корпусів, розділених деформаційним швом:

1. Адміністративний корпус і шоурум (між осями 1–7 і А - Б);
2. Сервісна зона (між осями 1–7 і Г - Е).

Адміністративний корпус і шоурум є каркасне три пролітна, без підвальна, прямокутна в плані будівля. Розміри адміністративного корпусу та шоуруму складають $29,54 \times 37,03$ м.

Автосалон - споруда одноповерхова, в плані має правильну прямокутну форму з габаритними розмірами в осях $40,0 \times 29,0$ м. Висота поверху в кінці до 8,0 м. Простір поділений на дві технологічні зони: зона СТО та зона шоурума.

Споруда розділена на дві секції протипожежною стіною з перепадом секцій по висоті в 750мм.

За відносну відмітку $\pm 0,000$ прийнятий рівень чистої підлоги першого поверху зони шоурума, що відповідає абсолютній відмітці 136.61.

Фасади головної частини, де розташована демонстраційна зала, мають модульну горизонтальну структуру; фасади другої частини, що зводиться углиб ділянки, мають модульну вертикальну структуру. Влаштування фасадів, що мають горизонтальну структуру з боку виставкового залу – це композитні панелі, розміри яких відповідають модулю за висотою – 800мм за довжиною – 4800мм; оздоблення фасадів, що мають горизонтальну структуру з боку СТО - це сандвіч-панелі типу Kingspan.

Внутрішній простір організовано так: по осі входу розташована рецепція, зона для відвідувачів та клієнтів. Демонстраційний зал розташований навколо рецепції. За виставковою залом розташовані службові та адміністративні

приміщення. Службові виходи розташовані з боку фасадів А-Г, Г-А та з тильного боку будівлі.

Конструкція зовнішньої стіни є вентиляльованим фасадом.

Внутрішні перегородки виконані з цегли та скла у торговому залі.

Покрівля – суміщене покриття з нахилом 2.5%.

Друга частина – 1-поверхова будівля, прямокутна у плані розмірами 30м*19,50м. Вздовж осі 5 розташовані автомийка, зона швидкий-сервіс і службові приміщення. У центральній частині будівлі розташоване приміщення СТО. Загальний об'єм будівлі має габаритні розміри у плані 30,0м*41,58м, висота поверху 4,0м, висота торгової частини будівлі 8,1м, висота будівлі, де знаходиться станція технічного обслуговування автомобілів – 7,65м.

Конструкція зовнішніх стін являє собою вентиляльований фасад.

Внутрішні перегородки виконані з цегли.

Покрівля – суміщене покриття з ухилом 2.5%.

Водостоки в будівлі запроектовані внутрішні з підключенням в мережі зливової каналізації.

Архітектурно-просторові та планувальні рішення будівлі, що проектується, направлені на створення комфортних умов праці співробітників та обслуговування відвідувачів.

Взагалі, архітектурні та конструктивні рішення, що були прийняті при проектуванні, передбачають використання сучасних будівельних технологій, конструктивних елементів і екологічно чистих матеріалів.

Проектом передбачено озеленення та благоустрій території, що проектується.

На території передбачено розташувати елементи малої архітектури: інформаційні пілони, урни для сміття та ін.

Прибирання території та вивезення сміття здійснюється комунальними підприємствами відповідно до договору. Для збору та тимчасового зберігання сміття передбачені майданчики для смітєвих контейнерів. Тротуари,

внутрішньо-майданчикові пішохідні підходи до будівлі передбачено виконати з асфальтобетону та тротуарної плитки.

1.4.2 Конструктивні рішення

- В основу проекту для прийняття рішень закладено такі вихідні дані:
- - клас наслідків (відповідальності) забудови, що відповідає значним наслідкам – СС2, згідно з ДБН В.1.2-14-2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд»;
- - Термін експлуатації будівлі $T_{ef} = 60$ років;
- - ступінь вогнестійкості будівлі – Ша;
- - сейсмічність району – 6 балів, згідно з ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво в сейсмічних районах України» та ДБН А.2.1-1-2008 Дослідження, проектування та територіальна діяльність. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва (додаток «Ж»);
- - склад навантажень на фундамент, перекриття та місцеві навантаження від технологічного обладнання прийнято відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та вплив»:
- вітрове навантаження – $W_0 = 430$ Па;
- снігове навантаження – $S_0 = 1600$ Па.

Конструкції об'єкта та їх елементи запроектовані відповідно до вимог:

Конструктивна схема будівлі – запроектована у металевому рамно-зв'язковому каркасі. Опис просторової жорсткості будівлі та елементів металевих каркасу. розділ конструкції металеві.

Основні конструкції зі спорудження в частині бетону прийняті:

- фундаменти з монолітного залізобетону ступінчасті, що окремо стоять, висотою 1200, 1500 мм. Низ фундаментів прийнято на відм. - 1.450, -1.900 та - 2.200.
- фундаментні стіни товщиною 300мм та фундаментні балки перетином 400x600(h)мм з монолітного залізобетону.

- Перекриття антресольної частини – монолітне залізобетонне товщиною 100 мм за металевими балками.

- Сходи виконуються з монолітного залізобетону.

- Фасад будівель виконаний із двох матеріалів: панелей Kingspan KS1000 FH (демонстраційний зал) товщиною 150 мм та RAL 5011 з композитом загальною товщиною 203 мм (автосервіс).

- Покрівля складається із шарів загальною товщиною 251.8 мм.

ПВХ мембрани δ - 1.8 мм, мінераловатних утеплювачів δ -1– 50 мм з ρ – 120 кг та δ - 2– 200 мм з ρ – 200 кг, паробар'єру та профнастилу.

- Сталеві ферми з довжиною 17860 мм.

- колони залізобетонні перетином 350*350 мм (у містах закривають листами гіпсокартону).

- Підлога складається з плитки 60 * 60, під нею теплоізоляція з армосіткою.

- Плита бетонна товщиною 200 мм.

- на фасадах присутні скляні панелі заввишки 3200 мм.

- перекриття виконані з монолітного залізобетону

Відповідно до ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» забудова відноситься до IIIа ступені вогнестійкості. Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвилинах) і максимальні межі поширення вогню по них:

- стіни несучі REI 60; M0;

- перекриття антресоль REI 15; M0.

Вогнезахист залізобетонних конструкцій забезпечується призначенням відповідних захисних шарів бетону для арматури.

Дана будівля підлягає обстеженню і оцінці технічного стану конструкцій по витіканню 20 років за умови безаварійності експлуатації.

Каркас адміністративного корпусу та шоуруму рамно-зв'язковий із зварних та прокатних профілів, заснований на монолітних залізобетонних ростверках на забивних залізобетонних палях. Несучі конструкції покриття – балки та ферми –

шарнірно спираються на сталеві колони каркасу. Спирання сталевих колон каркаса на фундаменти у площині рами – жорстке, із площини – шарнірне.

Корпус сервісної зони являє собою каркасну двопрогонову, безпідвальну прямокутну в плані будівлю з прибудованими допоміжними технічними приміщеннями по осі 12 і між осями В - Д. Розміри корпусу сервісної зони становлять 33,9 × 21,65 м.

Каркас будівлі металевий зв'язний із зварних і прокатних профілів, що спираються на монолітні залізобетонні ростверки на забивних залізобетонних палях.

Несучі конструкції покриття - балки і ферми покриття, шарнірно спираються на сталеві колони каркаса. Спирання сталевих колон каркаса на фундаменти - шарнірне.

1.4.3 Заходи для забезпечення доступу маломобільних груп населення

Заходи щодо забезпечення доступу маломобільних груп населення передбачені відповідно до вимог ДБН В.2.2-40:2018.

Згідно з п. 5.13, на автостоянці виділено місця для транспортування маломобільних груп населення.

Проектом передбачено безперешкодний доступ до адміністративних приміщень будівлі безпосередньо з прилеглої території.

1.4.4 Теплотехнічний розрахунок. Стінові огороження

1. З матеріалу [Kingspan KS1000 FH](#) на фасаді А-Г

Район будівництва м. Харків

Температурна зона І за ДБН В.2.6-31*2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» згідно з додатком Б.

Об'єкт – громадська, промислова будівля

Огороджувальна стіна складається лише з панелей [Kingspan KS1000 FH](#)

$$\delta_1 - \text{товщина панелі } 150 \text{ мм} \quad \lambda = 0.040 \quad s_{ip} = 0.26 \text{ Вт} \frac{\text{м}^2}{\text{К}}$$

Режим вологості приміщення: нормальний за ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування

Робота легка, температура повітря в приміщенні 20°C .

За картою-схемою температурних зон України м. Харків відноситься до I кліматичної зони. Для зовнішніх конструкцій, що захищають, попередньо при $D \leq 1,5$ значення $R_{q \min}$ приймаємо $2,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

За ДСТУ-9191-2022 додатку Б приймаємо коефіцієнти тепловіддачу для зовнішньої та внутрішньої поверхонь за відповідних умов.

$$h_{si} = 8.7 \text{ Вт} \frac{\text{К}}{\text{м}^2} \quad h_{se} = 23 \text{ Вт} \frac{\text{К}}{\text{м}^2} \quad R_{q \min} = 2.2 \text{ м}^2 \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.15}{0.040} + \frac{1}{23} = 3.9 \text{ м}^2 \frac{\text{К}}{\text{Вт}} \quad (1.1)$$

$$R_{\Sigma \text{пр}} > R_{q \min}$$

Для визначення правильно прийнятого $R_{q \min}$ залежно від показника теплової інерції D визначаємо за формулою

$$D = \sum_{i=1}^n R_i \cdot s_{ip}$$

$$D = R_1 \cdot s_{ip} = \frac{0.15}{0.040} \cdot 0.26 = 0.975 \quad (1.2)$$

$D \leq 1,5$ значення $R_{q \min}$ приймаємо $2,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

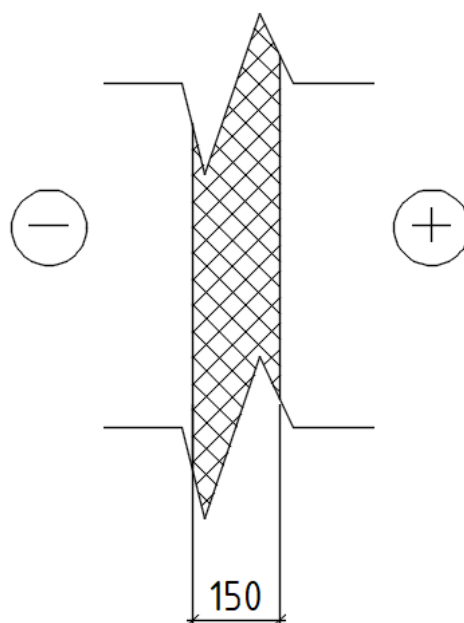


Рис 1.1 Стіна у розрізі 1

2. з панелей RAL 5011 на фасаді А-Г

Огороджувальна стіна складається з:

1. Панелей RAL 5011 δ 3 мм
2. Повітряної прослойки δ 50 мм **вентильованою, тобто $R = 0$**
3. Утеплювача с композиту Thermowool Acoustic 40

$$\delta - 150 \text{ мм} \quad s_{ip} = 0.48 \text{ Вт} \frac{\text{м}^2}{\text{К}}$$

$$\lambda = 0.043 \quad h_{si} = 8.7 \text{ Вт} \frac{\text{К}}{\text{м}^2} \quad h_{se} = 12 \text{ Вт} \frac{\text{К}}{\text{м}^2}$$

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.15}{0.043} + \frac{1}{12} = 3.7 \text{ м}^2 \frac{\text{К}}{\text{Вт}} \quad (1.3)$$

$$R_{\Sigma \text{пр}} > R_{qmin}$$

$$D = \sum_{i=1}^n R_i \cdot s_{ip}$$

$$D = R_1 * s_1 = \frac{0.15}{0.043} * 0.48 = 1.8 \quad (1.4)$$

$D \leq 1,5$ значення $R_{q \min}$ приймаємо $2,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$

Самі панелі **RAL 5011** не враховуються у розрахунку оскільки їх товщина складає 3 мм, і майже не впливає на теплопровідність.

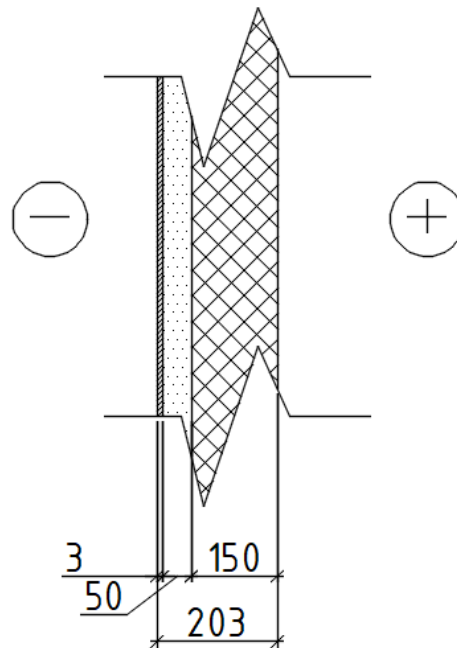


Рис 1.2 Стіна у розрізі 2

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1 Надземна частина

У цьому розділі була обрана для розрахунку металева кроквяна ферма.

Також для розділу «підземна частина» необхідно прорахувати поперечну плоску раму, для знаходження зусиль колон, що переходять до фундаменту.

Вихідні данні

Висота ферми $H = 1.8$ м (від полиці верхнього до полиці нижнього пояса)

Довжина $L = 19.5$ м

З кроком стійок $d=1.95$ м

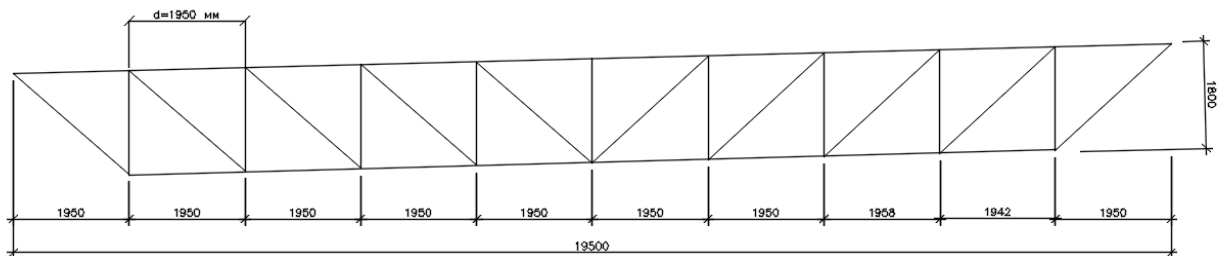


Рис. 2.1 Розрахункова схема ферми

2.1.1 Збір навантажень на покриття

Таблиця 2.1 Збір навантажень на покриття

№	Збір навантажень	Характеристичне значення навантаження, кН/м ²	Граничне розрахункове значення		
			g_e , кН/м ²	Коефіцієнт надійності за розрахунковим навантаженням	g_m , кН/м ²
1	Гідроізоляційний килим: ПВХ-мембрана 18 мм	0.15	0.15	1.2	0.18
2	Утеплювач: мінеральна вата $\gamma=0,12$ кН/м ³ ($t=50$ мм) $g_n=\gamma*t=0,12*0.05$	0.006	0.006	1.2	0.0072

Продовження табл. 2.1

3	Утеплювач: мінеральна вата $\gamma=0,2 \text{ кН/м}^3$ ($t=200\text{мм}$) $g_n=\gamma*t=0,2*0,2$	0.04	0.04	1.2	0.048
3	Пароізоляція: поліетиленова плівка	0.01	0.01	1.2	0.012
4	Сталевий профільований настил	0.11	0.11	1.05	0.116
5	Власна вага металевих конструкцій -прогони -кроквяні ферми -зв'язки	0.1 0.2 0.04	0.1 0.2 0.04	1.05 1.05 1.05	0.105 0.21 0.042
6			$g_e=\sum g_e=0.$ 66		$g_m=\sum g$ $m=0.72$

При нахилі покрівлі $i = 1.5 \%$: $\operatorname{tg} \alpha = 0.015$; $\sin \alpha = 0.859$; $\cos \alpha = 0.999 \approx 1$

$$q_m \frac{g_m * B * y_n}{\cos \alpha} = \frac{0.72 * 7.25 * 1.1}{0.999} = 5.75 \text{ кН/м} \quad (2.1)$$

$$V_{qm} = \frac{q_m * L}{2} = \frac{5.75 * 19.5}{2} = 56 \text{ кН} \quad (2.2)$$

2.1.2 Снігове навантаження

Оскільки на покрівлі присутній парапет, розрахунок снігового навантаження потрібно вести комбіновано за двома схемами розрахунку

Схема 1. Будинки з односхилими та двосхилими покриттями

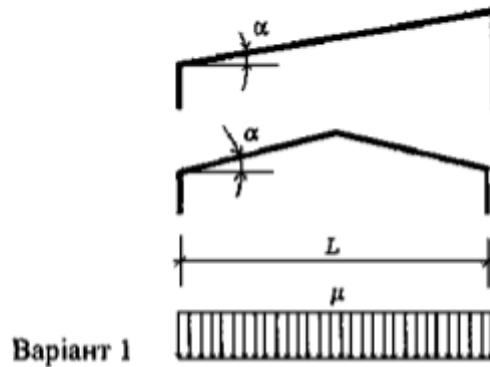


Рис. 2.2

схема даху є односхила при куті нахилу менше 25 градусів, та рівномірним навантаженням, виходячи з цього маємо

$\mu = 1$ при $\alpha \leq 25^\circ$, де α -нахил покрівлі

$$C_e = 1.0, C_{alt} = 1.0$$

$$\text{Тоді } C = \mu * C_e * C_{alt} = 1 * 1 * 1 = 1 \quad (2.3)$$

$$g_{сн,m} = y_{fm} * S_0 * C = 1 * 1.6 * 1 = 1.6 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (2.4)$$

Поверхнєве навантаження $g_{сн,m}$ приводимо до розрахункової схеми рами у вигляді погонного рівномірно розподіленого навантаження $q_{сн,m}$, яке в плані має вигляд прямої лінії

Приведення поверхневого граничного розрахункового снігового навантаження до погонного граничного розрахункового снігового навантаження, прикладеного до ригеля рами, виконуємо аналогічно, як і для постійного навантаження від покриття:

$$q_{сн,m} = g_{сн,m} * B * y_n = 1.6 * 7.25 * 1.1 = 12.76 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \quad (2.5)$$

Далі знаходимо вертикальну опорну реакцію ферми від снігового навантаження, що діє на колону 1:

$$Vq_{сн,m} = \frac{q_{сн,m}}{2} = \frac{12.76 * 19.5}{2} = 124.4 \text{ кН} \quad (2.6)$$

Схема 10. Покриття з парапетами

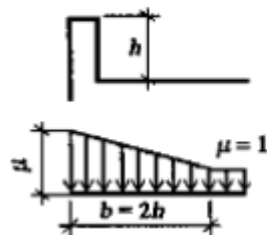


Рис 2.3



Схему слід застосовувати при

$$h > \frac{S_0}{2} \quad (h - \text{в м; } S_0 - \text{в кПа)}$$

$$\mu = \frac{2h}{S_0}, \text{ але не більш як 3.}$$

$$h < \frac{1.6}{2} = 0.8 \quad (2.7)$$

Висота парапету $h = 1.06 \text{ м}$

$$\mu = \frac{2h}{S_0} = \frac{2.12}{1.6} = 1.325 \quad (2.8)$$

$$C_e = 1.0, C_{alt} = 1.0$$

$$\text{Тоді } C = \mu * C_e C_{alt} = 1.325 * 1 * 1 = 1.325 \quad (2.9)$$

$$g_{сн,m} = y_{fm} * S_0 * C = 1 * 1.6 * 1.325 = 2.2 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (2.10)$$

$$q_{сн,m} = g_{сн,m} * B * y_n = 2.2 * 7.25 * 1.1 = 17.5 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \quad (2.11)$$

Також знаходимо навантаження для другого парапету

$$h < \frac{1.6}{2} = 0.8 \quad (2.12)$$

Висота парапету $h = 0.73$ м

Оскільки одна з умов не виконується, то розрахунок другого парапету не враховується

Сумарне навантаження на ферму

$$F = (12.76 + 5.75) * 1.95 = 36.1 \text{ кН} \quad (2.13)$$

$$F_2 = \frac{36.1}{2} = 18.05 \text{ кН} \quad (2.14)$$

Сумарне навантаження на ферму коло парапету

$$F = (17.5 + 5.75) * 1.95 = 45.5 \text{ кН} \quad (2.15)$$

Оскільки парапет знаходиться на крайньому вузлі його навантаження зменшується удвічі

$$F_2 = \frac{45.5}{2} = 22.75 \text{ кН} \quad (2.16)$$

Далі знаходимо вертикальну опорну реакцію ферми від снігового навантаження, що діє на колону 2

$$Vq_{сн,m} = \frac{q_{сн,m}}{2} = \frac{22.75 * 2.12 + 12.36 * 17.38}{2} = 131.5 \text{ кН} \quad (2.17)$$

Після чого у програмному комплексі SCAD беремо витяги про розташування вузлів та елементів а також зусилля в елементах

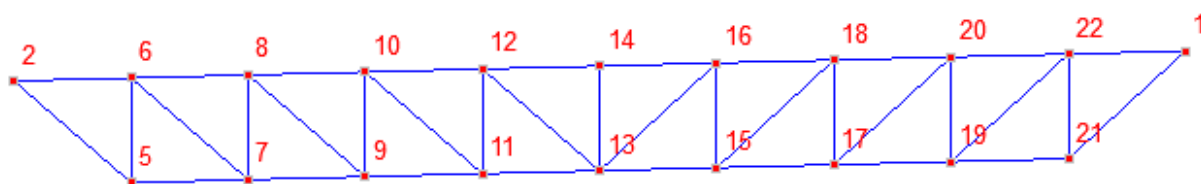


Рис 2.4 Схема розташування вузлів ферми

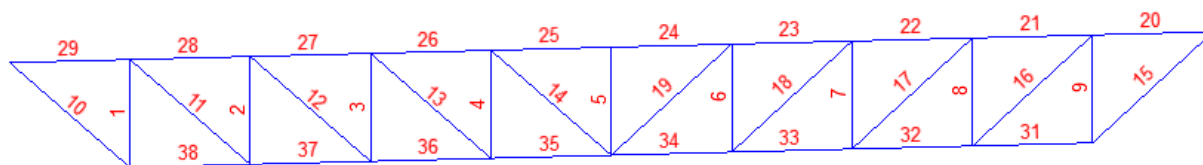


Рис 2.5 Схема розташування елементів

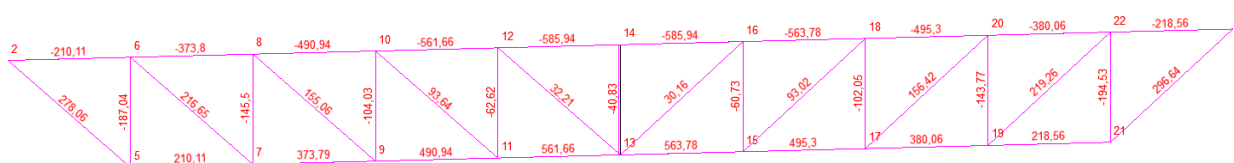


Рис 2.6 Зусилля в елементах

2.1.3 Розрахунок стиснутих елементів рами

2.1.3.1 Верхній пояс

(елемент 12-14 за номерами вузлів на рис. (2.4))

$$N = -586 \text{ кН}$$

1. Розрахункові довжини

$$\text{У площині ферми: } l_{ef,x} = \mu_x * l = 1 * 1.95 = 195\text{см} \quad (2.18)$$

Із площини ферми: розкріплення верхнього пояса приймаємо $l_1=1.95\text{м}$,
тоді
$$l_{ef,y} = \mu_y * l_1 = 1 * 1.95 = 195\text{см} \quad (2.19)$$

2. Попередньо задаємо

$$\lambda_{\max} = 80$$

Відповідна умовна гнучкість

$$\lambda = \lambda_{\max} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 80 \sqrt{\frac{24}{20600}} = 2.73 = \varphi_{\min} = 0.61 \quad (2.20)$$

Де $R_y=24 \text{ кН/см}^2$ за нормативними документами для С245
 $\gamma_c=1$

Знайдемо необхідну площу перерізу пояса:

$$A_{\text{необх}} = \frac{N}{\varphi_{\min} * R_y * \gamma_c} = \frac{586}{0.61 * 24 * 1} = 40\text{см}^2 \quad (2.21)$$

І необхідну площу перерізу одного кутика:

$$A_{\text{необх,кут}} = \frac{A_{\text{необх}}}{2} = \frac{40}{2} = 20\text{см}^2 \quad (2.22)$$

3. Враховуючи, що для поперечного перерізу верхнього пояса з парних кутиків завжди виконується умова:

$$\lambda_{\max} = \lambda_x > \lambda_y \quad (2.23)$$

З формули

$$\lambda_{\max} = \lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_{x,\text{необх}}} \quad (2.24)$$

Знайдемо необхідне значення мінімального радіуса інерції перерізу кутика

$$i_{x,min}^{необх} = \frac{l_{ef,x}}{\lambda_{max}} = \frac{195}{80} = 2.44 \text{ см} \quad (2.25)$$

4. За сортаментом на рівнобічні кутики за значеннями $A_{необх,кут}$ та $i_{x,min}^{необх}$ підбираємо переріз.

Приймаємо 2 кутики $100 \times 11 \text{ см}^2$ $A_{кут} = 20.03 \text{ см}^2$

$$A = 2 * A_{кут} = 2 * 20.03 = 40.06 \text{ см}^2 \quad z_0 = 2.87 \text{ см} \quad i_x = 3.03 \text{ см} \quad I_x = 194.15 \text{ см}^4$$

5. Щоб обчислити $i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$ треба обчислити, треба обчислити I_y

$$I_y = 2 * \left[I_x + A_{кут} \left(z_0 + \frac{t_\phi}{2} \right)^2 \right] = 2 * \left[194.15 + 20.03 * \left(2.87 + \frac{1.1}{2} \right)^2 \right]$$

$$= 470 \text{ см}^2 \quad (2.26)$$

$$i_y = \sqrt{\frac{136.69}{40.06}} = 1.84 \text{ см} \quad (2.27)$$

6. Фактичні гнучкості

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{195}{3.03} = 65 \quad (2.28)$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{195}{1.84} = 106 \quad (2.29)$$

$$\lambda = \lambda_{max} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 65 \sqrt{\frac{24}{20600}} = 2.21 = \varphi_{min} = 0.707 \quad (2.30)$$

$$\sigma = \frac{586}{0.707 * 40.6} = 20.4 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_y * \gamma_c = 24 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \quad (2.31)$$

стійкість забезпечена

2.1.3.2 Стійка

(елемент 21-22 за номерами вузлів)

$$N = -195$$

$$315$$

1. Розрахункові довжини

У площині ферми: $l_{ef,x} = \mu_x * l = 0.8 * 195 = 156\text{см}$

$$l_{ef,y} = \mu_y * l = 1 * 195 = 195\text{см}$$

2. Попередньо задаємо

$$\lambda_{\max} = 80$$

Відповідна умовна гнучкість

$$\lambda = \lambda_{\max} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 80 \sqrt{\frac{24}{20600}} = 2.73 = \varphi_{\min} = 0.61$$

Знайдемо необхідну площу перерізу пояса:

$$A_{\text{необх}} = \frac{N}{\varphi_{\min} * R_y * \gamma_c} = \frac{195}{0.61 * 24 * 0.8} = 16.7\text{см}^2$$

тут $= 0.8 \gamma_c$, тому що $\lambda_{\max} = 80 > 60$,

І необхідну площу перерізу одного кутика:

$$A_{\text{необх,кут}} = \frac{A_{\text{необх}}}{2} = \frac{16.7}{2} = 8.35\text{см}^2$$

3. необхідне значення мінімального радіуса інерції перерізу кутика

$$i_{x,\min}^{\text{необх}} = \frac{l_{ef,x}}{\lambda_{\max}} = \frac{156}{80} = 1.95\text{см}$$

4. За сортаментом на рівнобічні кутики за значеннями $A_{\text{необх,кут}}$ та

$i_{x,\min}^{\text{необх}}$ підбираємо переріз.

5. Приймаємо 2 кутики $75*6\text{ см}^2$ $A_{\text{кут}}=8.78\text{см}^2$

$$A=2*A_{\text{кут}}=2*8.78=17.56\text{см}^2 \quad z_0=2.06\text{ см} \quad i_x=2.3\text{см} \quad I_x=46.57\text{см}^4$$

6. Щоб обчислити $i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$ треба обчислити, треба обчислити I_y

$$\begin{aligned} I_y &= 2 * \left[I_x + A_{\text{кут}} \left(z_0 + \frac{t_\phi}{2} \right)^2 \right] = 2 * \left[46.57 + 17.56 * \left(2.06 + \frac{1}{2} \right)^2 \right] \\ &= 130\text{см}^2 \end{aligned}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{130}{17.56}} = 2.7 \text{ см}$$

7. Фактичні гнучкості

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{156}{2.3} = 67.8$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{195}{2.7} = 72$$

$$\lambda = \lambda_{\max} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 67.8 \sqrt{\frac{24}{20600}} = 2.3 = \varphi_{\min} = 0.69$$

$$\sigma = \frac{195}{0.69 \cdot 17.56} = 16 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} < R_y * \gamma_c = 24 * 0.8 = 19.2 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \text{ стійкість}$$

забезпечена

2.1.3 Підбір перерізів центрально-розтягнутих елементів

2.1.3.3 Розтягнутий розкіс

(елемент 1-21 за номерами вузлів)

$$N=297 \text{ кН}$$

1. З формули для перевірки міцності (п. 8.1.1. ДБН В.2.6-198:2014)

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_y * \gamma_c$$

знайдемо необхідну площу перерізу:

$$A_{\text{необх}} = \frac{N}{R_y * \gamma_c}$$

Де $R_y=24 \text{ кН/см}^2$ для С245

$\gamma_c=1$ - коефіцієнт умов роботи з табл. 5.1 ДЮН В.2.6-198:2014.

$$A_{\text{необх}} = \frac{297}{24 \cdot 1} = 12.4 \text{ см}^2 \quad A_{\text{необх}} \geq \frac{A_{\text{необх}}}{2} = \frac{7.87}{2} = 6.2 \text{ см}^2$$

2. За сортаментом на рівнобічні кутики за значеннями $A_{\text{необх,кут}}$ підбираємо переріз.

3. Приймаємо 2 кутики $70 \cdot 5 \text{ см}^2$ $A_{\text{кут}}=6.86 \text{ см}^2$

$$A=2 \cdot A_{\text{кут}}=2 \cdot 6.86=13.76 \text{ см}^2 \quad z_0=1.9 \text{ см}$$

4. Перевірка міцності елемента 1-21

$$\sigma = \frac{297}{13.76} = 21 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq 24 * 1 = 24 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

2.1.3.4 Нижній пояс

(елемент 9-2 за номерами вузлів)

$$N=565 \text{ кН}$$

1. З формули для перевірки міцності (п. 8.1.1. ДБН В.2.6-198:2014)

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_y * \gamma_c$$

знайдемо необхідну площу перерізу:

$$A_{\text{необх}} = \frac{N}{R_y * \gamma_c}$$

Де $R_y=24 \text{ кН/см}^2$ для С245

$\gamma_c=1$ - коефіцієнт умов роботи з табл. 5.1 ДБН В.2.6-198:2014.

$$A_{\text{необх}} = \frac{565}{24*1} = 23.5 \text{ см}^2 \quad A_{\text{необх}} \geq \frac{A_{\text{необх}}}{2} = \frac{23.5}{2} = 11.75 \text{ см}^2$$

2. За сортаментом на рівнобічні кутики за значеннями $A_{\text{необх,кут}}$ підбираємо переріз.

3. Приймаємо 2 кутики $80*8 \text{ см}^2$ $A_{\text{кут}}=12.3 \text{ см}^2$

$$A=2*A_{\text{кут}}=2*12.3=24.6 \text{ см}^2 \quad z_0=2.27 \text{ см}$$

4. Перевірка міцності елемента 9-10

$$\sigma = \frac{565}{24.6} = 23 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} \leq 24 * 1 = 24 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

Стійкість забезпечена

2.1.4 Розрахунки швів, що кріплять решітку до вузлових фасонки (п. 16.1 ДБН В.2.6-198:2014)

2.1.4.1 Верхній пояс

Стискаюче зусилля: $N=586$ кН

Умова міцності для обушка:

$$N_{об} = 0.7 * N \leq \beta_f * K_f^{об} * l_w^{об} * r_{wf} * \gamma_c \quad (2.32)$$

Де $R_{wf}=18$ кН/см²-ДБН В.2.6-198:2014, табл. Д.2 додатку Д для електродів Е42А за табл. Д.1 додатку Д;

$\beta_f = 0.7$ (табл. 16.2 ДБН В. 2.6 – 198: 2014).

За ДБН, табл. 16.1 задаємо мінімальний катет шва $K_{f,min}^{об} = 5$ мм

= 0,5 см, залежно від найбільшої товщини елементів, що зварюються:

$$t_{\phi} = 10\text{мм}, \quad t_{кут} = 8\text{мм}$$

$$\text{Визначимо } K_{f,max}^{об} = 1.2 * 11 = 1.32 \text{ см} \quad (2.33)$$

Остаточню приймаємо $K_f^{об} = 15$ мм.

Визначимо розрахункову довжину шва з боку обушка

$$l_w^{об} \geq \frac{0.7 * N}{2 * \beta_f * K_f^{об} * R_{wf} * \gamma_c} \quad (2.34)$$

$$l_w^{об} \geq \frac{0.7 * 586}{2 * 0.7 * 1.5 * 18 * 1} = 10.8 = 11 \text{ см}$$

Геометрична довжина шва $l_w + 1 = 11 + 1 = 12$ см

Аналогічно, умова міцності для пера:

$$N_{\text{пера}} = 0.3 * N \leq 2 * \beta_f * K_f^{\text{пера}} * l_w^{\text{пера}} * R_{wf} * \gamma_c \quad (2.35)$$

За ДБН В. 2. –198: 2014 «Сталеві конструкції»,

табл. 16.1 задаємо мінімальний катет шва $K_{f,\min}^{\text{об}} = 5 \text{ мм} = 0,5 \text{ см}$, залежно від найбільшої товщини елементів, що зварюються:

$$t_{\phi} = 10\text{мм}, \quad t_{\text{кут}} = 11\text{мм}$$

$$\text{Визначимо } K_{f,\max}^{\text{об}} = 1.2 * 1.1 = 1.32 \text{ см}$$

$$\text{Остаточно приймаємо } K_f^{\text{об}} = 13\text{мм}.$$

З боку пера з урахуванням закруглення на ньому маємо обмеження:

$$K_f^{\text{пера}} \leq 0.8 * t_{\text{кут}} = 0.8 * 1.3 = 10 \text{ мм} \quad (2.36)$$

$$\text{Остаточно приймаємо } K_f^{\text{пера}} = 10\text{мм}$$

Визначимо розрахункову довжину шва з боку пера:

$$l_w^{\text{пера}} \geq \frac{0.3 * N}{2 * \beta_f * K_f^{\text{пера}} * R_{wf} * \gamma_c} \quad (2.37)$$

$$l_w^{\text{пера}} \geq \frac{0.3 * 596}{2 * 0.7 * 1 * 18 * 1} = 7.8 \text{ см}$$

$$\text{Тоді геометрична довжина шва: } l_w + 1 = 7.8 + 1 = 8.8 \text{ см}$$

Відповідно до (п. 16.1.5, в) ДБН розрахункова довжина шва повинна бути не менш: $4K_f=4*6=24\text{мм}$ і не менш 50мм. Приймаємо $l_w^{\text{пера}} = 5 \text{ см}$

$$\text{Тоді геометрична довжина шва: } l_w + 1 = 9 + 1 = 10 \text{ см}$$

2.1.4.2 Нижній пояс

Стискаюче зусилля: $N=564$ кН

Умова міцності для обушка:

$$N_{об} = 0.7 * N \leq \beta_f * K_f^{об} * l_w^{об} * r_{wf} * \gamma_c$$

За ДБН, табл. 16.1 задаємо мінімальний катет шва $K_{f,min}^{об} = 5$ мм

= 0,5 см, залежно від найбільшої товщини елементів, що зварюються:

$$t_{\phi} = 8\text{мм}, \quad t_{кут} = 8\text{мм}$$

Визначимо $K_{f,max}^{об} = 1.2 * 0.8 = 0.96 = 1$ см

Остаточню приймаємо $K_f^{об} = 10$ мм.

Визначимо розрахункову довжину шва з боку обушка

$$l_w^{об} \geq \frac{0.7 * N}{2 * \beta_f * K_f^{об} * R_{wf} * \gamma_c}$$

$$l_w^{об} \geq \frac{0.7 * 564}{2 * 0.7 * 1 * 18 * 1} = 15.6 \text{ см}$$

Тоді геометрична довжина шва: $l_w + 1 = 15.6 + 1 = 16.6$ см

Аналогічно, умова міцності для пера:

$$N_{пера} = 0.3 * N \leq 2 * \beta_f * K_f^{пера} * l_w^{пера} * R_{wf} * \gamma_c$$

За ДБН, табл. 16.1 задаємо мінімальний катет шва $K_{f,min}^{об} = 5$ мм

= 0,5 см, залежно від найбільшої товщини елементів, що зварюються:

$$t_{\phi} = 10\text{мм}, \quad t_{кут} = 8\text{мм}$$

Визначимо $K_{f,max}^{об} = 1.2 * 0.8 = 1 \text{ см}$

З боку пера з урахуванням закруглення на ньому маємо обмеження:

$$K_f^{пера} \leq 0.8 * t_{кут} = 0.8 * 0.8 = 0.64$$

остаточно приймаємо $K_f^{пера} = 7 \text{ мм}$

Визначимо розрахункову довжину шва з боку пера:

$$l_w^{пера} \geq \frac{0.3 * N}{2 * \beta_f * K_f^{пера} * R_{wf} * \gamma_c}$$

$$l_w^{пера} \geq \frac{0.3 * 564}{2 * 0.7 * 0.7 * 18 * 1} = 9.6 \text{ см}$$

Тоді геометрична довжина шва: $l_w + 1 = 9.6 + 1 = 10.6 = 11 \text{ см}$

2.1.4.3 Стійка

Стискаюче зусилля: $N = -195 \text{ кН}$

Умова міцності для обушка:

$$N_{об} = 0.7 * N \leq \beta_f * K_f^{об} * l_w^{об} * r_{wf} * \gamma_c$$

За ДБН, табл. 16.1 задаємо мінімальний катет шва $K_{f,min}^{об} = 5 \text{ мм}$

= 0,5 см, залежно від найбільшої товщини елементів, що зварюються:

$$t_{\phi} = 10 \text{ мм}, \quad t_{кут} = 6 \text{ мм}$$

Визначимо $K_{f,max}^{об} = 1.2 * 0.6 = 0.72 \text{ см}$

Остаточно приймаємо $K_f^{об} = 7 \text{ мм}$.

Визначимо розрахункову довжину шва з боку обушка

$$l_w^{об} \geq \frac{0.7 * N}{2 * \beta_f * K_f^{об} * R_{wf} * \gamma_c}$$

$$l_w^{об} \geq \frac{0.7 * 195}{2 * 0.7 * 0.7 * 18 * 1} = 7.7 \text{ см}$$

Відповідно до (п. 16.1.5, в) ДБН розрахункова довжина шва повинна бути не менш: $4K_f=4*5=20\text{мм}$ і не менш 50мм. Приймаємо $l_w^{пера} = 8 \text{ см}$

Тоді геометрична довжина шва: $l_w + 1 = 8 + 1 = 9 \text{ см}$

Аналогічно, умова міцності для пера:

$$N_{пера} = 0.3 * N \leq 2 * \beta_f * K_f^{пера} * l_w^{пера} * R_{wf} * \gamma_c$$

За ДБН, табл. 16.1 задаємо мінімальний катет шва $K_{f,min}^{об} = 5 \text{ мм}$

= 0,5 см, залежно від найбільшої товщини елементів, що зварюються:

$$t_\phi = 10\text{мм}, \quad t_{кут} = 6 \text{ мм}$$

Визначимо $K_{f,max}^{об} = 1.2 * 0.6 = 0.72 \text{ см}$

З боку пера з урахуванням закруглення на ньому маємо обмеження:

$$K_f^{пера} \leq 0.8 * t_{кут} = 0.8 * 0.6 = 0.48$$

Щоб виключити попереднє обмеження, зрізуємо по перу закруглену ділянку по довжині шва.

Тоді остаточно приймаємо $K_f^{пера} = 5\text{мм}$

Визначимо розрахункову довжину шва з боку пера:

$$l_w^{пера} \geq \frac{0.3 * N}{2 * \beta_f * K_f^{пера} * R_{wf} * \gamma_c}$$

$$l_w^{\text{пера}} \geq \frac{0.3 * 195}{2 * 0.7 * 0.5 * 18 * 1} = 4.6 \text{ см}$$

Тоді геометрична довжина шва: $l_w + 1 = 5 + 1 = 6 \text{ см}$

2.1.4.4 Розтягнутий розкіс

Стискаюче зусилля: $N=300 \text{ кН}$

Умова міцності для обушка:

$$N_{об} = 0.7 * N \leq \beta_f * K_f^{об} * l_w^{об} * r_{wf} * \gamma_c$$

За ДБН, табл. 16.1 задаємо мінімальний катет шва $K_{f,min}^{об} = 5 \text{ мм}$

$= 0,5 \text{ см}$, залежно від найбільшої товщини елементів, що зварюються:

$$t_{\phi} = 10 \text{ мм}, \quad t_{\text{кут}} = 5 \text{ мм}$$

Визначимо $K_{f,max}^{об} = 1.2 * 0.5 = 0.6 \text{ см}$

Остаточно приймаємо $K_f^{об} = 5 \text{ мм}$.

Визначимо розрахункову довжину шва з боку обушка

$$l_w^{об} \geq \frac{0.7 * N}{2 * \beta_f * K_f^{об} * R_{wf} * \gamma_c}$$

$$l_w^{об} \geq \frac{0.7 * 300}{2 * 0.7 * 0.5 * 18 * 1} = 16.6 \text{ см}$$

Тоді геометрична довжина шва: $l_w + 1 = 16.6 + 1 = 17.6 \text{ см}$

Аналогічно, умова міцності для пера:

$$N_{\text{пера}} = 0.3 * N \leq 2 * \beta_f * K_f^{\text{пера}} * l_w^{\text{пера}} * R_{wf} * \gamma_c$$

За ДБН, табл. 16.1 задаємо мінімальний катет шва $K_{f,min}^{\text{об}} = 5 \text{ мм}$

= 0,5 см, залежно від найбільшої товщини елементів, що зварюються:

$$t_{\phi} = 10\text{мм}, \quad t_{\text{кут}} = 5\text{мм}$$

$$\text{Визначимо } K_{f,max}^{\text{об}} = 1.2 * 0.5 = 0.6 \text{ см}$$

З боку пера з урахуванням закруглення на ньому маємо обмеження:

$$K_f^{\text{пера}} \leq 0.8 * t_{\text{кут}} = 0.8 * 0.5 = 0.4$$

Щоб виключити попереднє обмеження, зрізуємо по перу закруглену ділянку по довжині шва.

Тоді остаточно приймаємо $K_f^{\text{пера}} = 5\text{мм}$

Визначимо розрахункову довжину шва з боку пера:

$$l_w^{\text{пера}} \geq \frac{0.3 * N}{2 * \beta_f * K_f^{\text{пера}} * R_{wf} * \gamma_c}$$

$$l_w^{\text{пера}} \geq \frac{0.3 * 300}{2 * 0.7 * 0.5 * 18 * 1} = 7.1 \text{ см}$$

Тоді геометрична довжина шва: $l_w + 1 = 7.1 + 1 = 8.1\text{см}$

2.1.5 Вітрові навантаження

Для того щоб розрахувати плоску раму потрібно також знайти вітрові навантаження.

Оскільки у розрахунок проводиться лише одного з двох корпусів і покрівля для нього є односкатним,

Схема 2. Будівлі с двосхилими покриттями

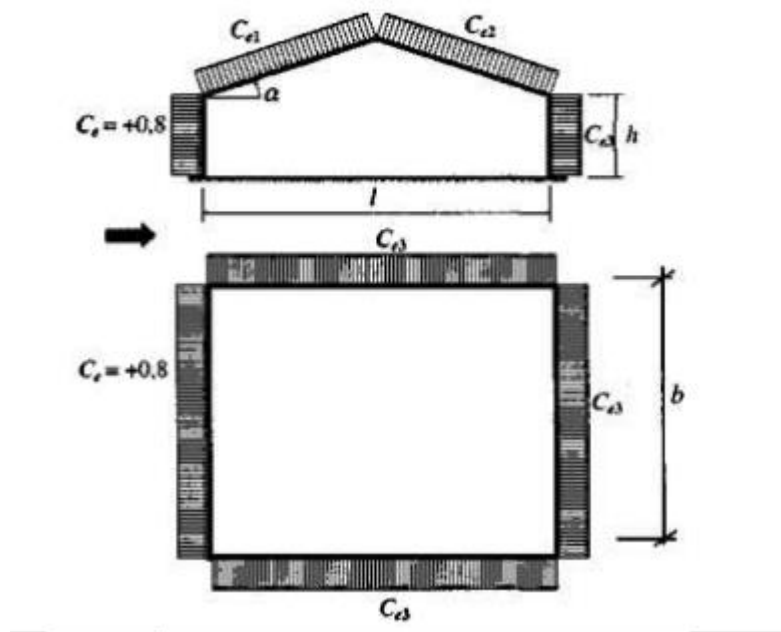


Рис 2.7

Визначаємо граничне розрахункове значення інтенсивності поверхневого вітрового навантаження за формулою (4.4). У цьому випадку $\gamma f t = 1,0$
 $W_0 = 430 \text{ Па} = 0,43 \text{ кПа (кН/м}^2 \text{)}$ – для м. Харків залежно від вітрового району, $C_{aer a} = 0,8$, $C_{aer n} = 0,6$ (не враховується оскільки іншу сторону перекриває другий корпус),

$C_h = 0.52$ (III тип місцевості, тобто приміські й промислові зони, протяжні лісові масиви),

$$C_{alt} = 1,0, C_{rel} = 1,0, C_{dir} = 1,0, C_d = 1,0$$

Знаходимо граничне розрахункове значення вітрового навантаження

$$W_m = y_{fm} * W_0 * C = 1 * 0.43 * 0.8 = 0.344 \quad (2.38)$$

$$C = C_{aer} * C_h * C_{alt} * C_{rel} * C_{dir} * C_d = 0.8 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1 = 0.8 \quad (2.39)$$

Де C -коефіцієнт

Будуємо епюру вітрового навантаження на раму, для чого спочатку обчислюємо значення вітрового тиску на рівні характерних відміток

$$q_{w,5}^a = W_m \cdot B \cdot \gamma_n = W_0 \cdot \gamma_{fm} \cdot C_{aer}^a \cdot C_h \cdot B \cdot \gamma_n \quad (2.40)$$

$$q_{w,5}^a = 0,43 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,4 \cdot 7.25 \cdot 1,1 = 1.1 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

$$q_{w,10}^a = W_0 \cdot \gamma_{fm} \cdot C_{aer}^a \cdot C_h \cdot B \cdot \gamma_n = 0,43 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 7.25 \cdot 1,1 = 1.65 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

За лінійною інтерполяцією для відповідних трапецієподібних ділянок епюр вітрового тиску обчислюємо необхідні проміжні ординати зазначених епюр

$$q_{w,5.69}^a = q_{w,5}^a + \frac{(q_{w,10}^a - q_{w,5}^a)}{(10 - 5)} \cdot (5.69 - 5) = 1,1 + \frac{(1,645 - 1,1)}{(10 - 5)} \cdot 0.69 = 1,18 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

$$q_{w,6.19}^a = q_{w,5}^a + \frac{(q_{w,10}^a - q_{w,5}^a)}{(10 - 5)} \cdot (6.19 - 5) = 1,1 + \frac{(1,645 - 1,1)}{(10 - 5)} \cdot 1.19 = 1,23 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Оскільки об'єкт складається з двох корпусів, а розрахунок ведеться лише для одного, то у розрахунку вітрових навантажень пасивна частина не враховується, оскільки її перекриває другий корпус



Рис. 2.8 Вітрові навантаження

2.1.6 Визначення жорсткості елементів рами

Визначення жорсткості елементів рами потрібно для того, щоб внести їх у програму SCAD

Обчислимо необхідні геометричні характеристики ригеля:

$$I_p = \frac{M_{max} * h_{\phi}}{2 * R_y} * 1.15 * \mu = \frac{715 * 1.8}{2 * 24 * 10^4} * 1.15 * 0.9 = 0.003 \text{ м}^4 \quad (2.41)$$

Де

$$M_{max} = \frac{(q_m + q_{ch,m})L^2}{8} = \frac{17.38^2(5.75+12.76) + (5.75+22.75)2.12^2}{8} = 715 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \quad (2.42)$$

$$R_y = 24 * 10^4 \text{ кН/м}^2$$

$$A_p = \frac{4 * I_p}{h_{\phi}^2} = \frac{4 * 0.003}{1.8^2} = 0.0037 \text{ м}^2 \quad (2.43)$$

Обчислимо необхідні геометричні характеристики першої колони:

$$I_1 = \frac{(N)b_H^2}{K_1 * R_y} = \frac{(180.5) * 0.35^2}{2.2 * 24 * 10^4} = 0.000042 \text{ м}^4 \quad (2.44)$$

$$N = V_{qm} + V_{q_{сн.м}} = 56 + 124.4 = 180.5 \text{ кН} \quad (2.45)$$

Де K_1 -коефіцієнт, який береться в залежності від колони (в методичних вказівках)

$$A_1 = \frac{4 * I_1}{b_H^2} = \frac{4 * 0.000042}{0.35^2} = 0.00137 \text{ м}^2$$

геометричні характеристики другої колони:

$$I_2 = \frac{(N)b_H^2}{K_1 * R_y} = \frac{(187.4) * 0.35^2}{2.2 * 24 * 10^4} = 0.0000435 \text{ м}^4$$

$$N = V_{qm} + V_{q_{сн.м}} = 56 + 131.4 = 187.4 \text{ кН}$$

$$A_2 = \frac{4 * I_1}{b_H^2} = \frac{4 * 0.0000435}{0.35^2} = 0.00145 \text{ м}^2 \quad (2.46)$$

Обчислимо жорсткості на розтяг-стиск і згин всіх елементів рами:

$$E = 2.06 * 10^8 \text{ кН/м}^2 \text{ — модуль пружності сталі}$$

$$E * I_p = 2.06 * 10^8 * 0.0034 = 0.007 * 10^8 \text{ кН * м}^2 \quad (2.47)$$

$$E * A_p = 2.06 * 10^8 * 0.0042 = 0.00865 * 10^8 \text{ кН * м}^2 \quad (2.48)$$

$$E * I_1 = 2.06 * 10^8 * 0.000042 = 0.0000865 * 10^8 \text{ кН * м}^2$$

$$E * A_1 = 2.06 * 10^8 * 0.00137 = 0.003 * 10^8 \text{ кН * м}^2$$

$$E * I_2 = 2.06 * 10^8 * 0.0000435 = 0.00009 * 10^8 \text{ кН * м}^2$$

$$E * A_2 = 2.06 * 10^8 * 0.00145 = 0.003 * 10^8 \text{ кН * м}^2$$

Далі використовуючи розрахунковий комплекс Ліра Сапр, прораховуємо плоску раму і знаходимо навантаження на фундамент з низу колони де

$$N = -1085 \text{ кН} \text{ а } M = 212. \text{ кН.}$$

2.2 ПІДЗЕМНА ЧАСТИНА

2.2.1 Аналіз інженерно геологічних умов будівельного майданчика

У геологічному будові території беруть участь четвертинні суглинки

ІГЕ 3, ІГЕ 5, ІГЕ 6 та піски ІГЕ 4, ІГЕ 7, перекриті насипними ґрунтами ІГЕ 1 та суглинками з домішки рослинних залишків ІГЕ 2. Лісові суглинки ІГЕ 3 при замочуванні виявляють просадні властивості. Насипні ґрунти ІГЕ 1 характеризуються як злежані. Насипні ґрунти ІГЕ 1 та суглинки з домішки рослинних залишків ІГЕ 2, враховуючи неоднорідність вмісту, збагаченої рослинними рештками та залягання в зоні сезонного промерзання, не рекомендується як природна основа фундаментів. Вони можуть бути використані як підстилаючи та вміщувальні ґрунти для інженерних мереж. Ґрунтами-основами фундаментів можуть служити ґрунти ІГЕ 3-7. Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунтів – 1,1 м.

Інженерно-геологічні умови ділянки середньої складності, категорія складності – друга.

ІГЕ-1 – насипні ґрунти – суглинки з включенням уламків червоної цегли та будівельного сміття до 20%, що злежалися; ІГЕ-2 - Суглинки з домішкою рослинних залишків;

ІГЕ-3 - Суглинки тверді в водонасиченому стані – текучепластичні просадочні з наступними показниками:

Категорія ґрунтових умов ділянки по просадності – перша.

ІГЕ-4 - Піски дрібні, з прошарками пилюватих, маловологі, середньої щільності, з прошарками суглинків та супісків з наступними показниками:

ІГЕ-5 - Суглинки напівтверді в водонасиченому стані - м'якопластичні з наступними показниками:

ІГЕ-6 - Суглинки тверді в водонасиченому стані - напівтверді з наступними показниками:

ІГЕ-7 - Піски дрібні, маловологі, щільні, з прошарками середньої щільності з наступними показниками:

Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунтів складає 1,1 м.

Ґрунтові води бурінням до 12м від денної поверхні не розкриті.

Табл.2.1 Геологічна будова та умови будівельного майданчика

№ шару	Найменування ґрунтів	Номер свердловини і потужність шару, м	
		1	4
1.	Насипні ґрунти	0.2	0.3
2.	Суглинки з домішкою рослинних залишків	1.1	1.1
3.	Суглинки тверді	2.8	2.2
4.	Пісок дрібний	5.6	5.7
5.	Суглинки напівтверді		6.0
6.	Суглинки тверді	8.7	9.2
7.	Піски дрібні	12	12.0
	Глибина залягання підземної води	Відсутня	
	Відмітка гирла свердловини, м.	135.8	136.7

Табл. 2.2 Характеристики властивостей ґрунтів

Найменування	Умов. позн.	Од. вимірювання	Номер шару						
			1	2	3	4	5	6	7
Щільність	ρ_{II}	т/м ³	1.6	1.75	1.93	1.90	1.96	2.00	2.01
Щільність часток	ρ_s	т/м ³							
Природна вологість	W								
Вологість на межі текучості	W_L								
Вологість на межі пластичності	W_P								
Кут внутрішнього тертя	ϕ_{II}	град	14	17	21	31	21	23	35
Питоме зчеплення	C_{II}	кПа	14	15	17	2	22	24	4
Модуль деформації	E	мПа	8	10	6	26	12	15	36

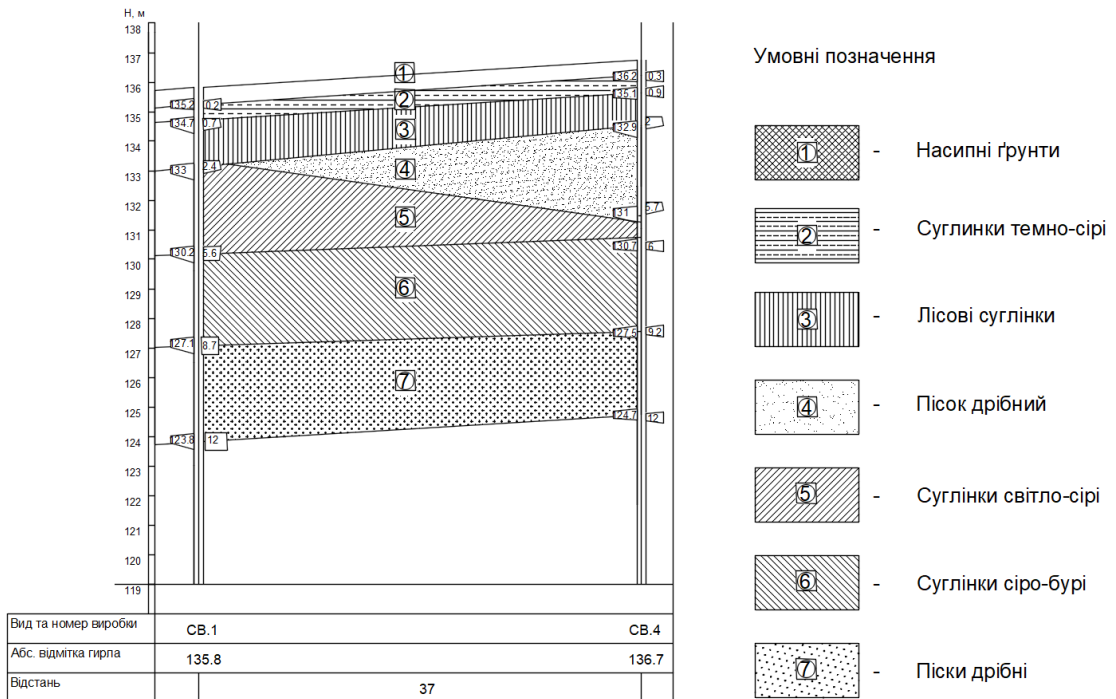


Рис 2.9 Геологічний розріз

2.2.2 Визначення розмірів підшви фундаменту

$N = 1085$ кН а $M = 212$. кН.

Оскільки перші 2 шари не бажані як несуча поверхня для фундаменту, обираю 3 шар в який фундамент залягатиме на 1.45 м.

Спочатку приймемо $R_0 = 235$ кПа.

1. Ширина підшви фундаменту b_0 : $d=1.45$ м

$$b_0 = \sqrt{\frac{N \cdot 1000}{\eta \cdot (R_0 - \gamma_{mt} \cdot d - q)}} = \sqrt{\frac{1.1 \cdot 1000}{1,4 \cdot (235 - 20 \cdot 1.45 - 0)}} = 2 \text{ м} \quad (2.49)$$

2. Визначаємо розрахунковий опір R_1 за формулою (2), кПа:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma_{II}^I + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma_{II}^I + M_c \cdot c_{II}] \quad (2.50)$$

$$\gamma_{c1} = 1,25 \quad \gamma_{c2} = 1 \quad k = k_z = 1 \quad d_b = 0 \quad c_{II} = 17 \text{ кПа}$$

$$\text{Для } \varphi_2 = 21 \quad M_\gamma = 0,56 \quad M_q = 3.24 \quad M_c = 5.84$$

$$\gamma_{II} = \frac{\sum \gamma_i h_i}{\sum h_i} = \frac{1.35 \cdot 19.3 + 2.8 \cdot 19 + 3.1 \cdot 20 + 3.3 \cdot 20.1}{1.35 + 2.8 + 3.1 + 3.3} = 19.7 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3} \quad (2.51)$$

$$\gamma_{II}^I = \frac{\sum \gamma_i h_i}{\sum h_i} = \frac{0.6 \cdot 16 + 0.5 \cdot 17.5 + 0.35 \cdot 19.3}{1.45} = 17.3 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3} \quad (2.52)$$

$$R_1 = \frac{1,25 \cdot 1}{1} \cdot [0.56 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 19.7 + 3.24 \cdot 1.45 \cdot 17.3 + 0 + 5.84 \cdot 17] \\ = 250 \text{ кН/м}^2$$

3. Уточнюємо ширину підшви фундаменту b_1 :

$$b_1 = \sqrt{\frac{1.1 \cdot 1000}{1,4 \cdot (250 - 20 \cdot 1.45)}} = 1.9 \text{ м}$$

4. Уточнюємо розрахунковий опір R_1 за формулою (2), кПа:

$$R_2 = \frac{1,25 \cdot 1}{1} \cdot [0,56 \cdot 1 \cdot 1,9 \cdot 19,7 + 3,24 \cdot 1,45 \cdot 17,3 + 0 + 5,84 \cdot 17]$$

$$= 260 \text{ кН/м}^2$$

5. Уточнюємо ширину підшви фундаменту b_2 :

$$b_2 = \sqrt{\frac{1,1 \cdot 1000}{1,4 \cdot (260 - 20 \cdot 1,45)}} = 1,9 \text{ м}$$

6. Знаходимо розбіжність b_1 та b_2 :

$$\frac{b_1 - b_2}{b_1} \cdot 100\% = \frac{1,9 - 1,9}{1,9} \cdot 100\% = 0\% < 10\%$$

Приймаємо $b = 2,1$ м, $l = 1,4 \cdot 2,1 = 3$ м

Перевірка крайових напружень

$$P_{\max} = \frac{1100}{2,1 \cdot 3} + 20 \cdot 1,45 + \frac{212}{3,15} = 270 \leq 1,2 \cdot 260 = 312 \text{ (кН/м}^2\text{)}$$

$$W = \frac{2,1 \cdot 3^2}{6} = 3,15 \text{ м}^3$$

$$P_{\min} = \frac{1100}{2,1 \cdot 3} + 20 \cdot 1,45 - \frac{212}{3,15} = 140 > 0$$

$$P_{\text{сер}} = \frac{1100}{2,1 \cdot 3} + 20 \cdot 1,45 = 200 < 260 \text{ (кН/м}^2\text{)}$$

Умови виконуються

2.2.3 Розрахунок епіюр напружень від власної ваги ґрунту за Інженерно геологічними умовами 1 ланки

$$\sigma_{zg,1} = \gamma_1 \cdot h_1 = 1,6 \cdot 10 \cdot 0,2 = 3,2 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{zg,2} = \sigma_{zg,1} + \gamma_2 \cdot h_2 = 3,2 + 1,75 \cdot 10 \cdot 0,5 = 12 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{zg,3} = \sigma_{zg,2} + \gamma_3 \cdot h_3 = 18,5 + 1,93 \cdot 10 \cdot 1,7 = 45 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{zg,5} = \sigma_{zg,4} + \gamma_5 \cdot h_5 = 45 + 1,96 \cdot 10 \cdot 3,2 = 110 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{zg,6} = \sigma_{zg,5} + \gamma_6 \cdot h_6 = 110 + 2,00 \cdot 10 \cdot 3,1 = 170 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{zg,7} = \sigma_{zg,6} + \gamma_7 \cdot h_7 = 170 + 2,01 \cdot 10 \cdot 3,3 = 240 \text{ кН/м}^2$$

2.2.4 Визначення осідання фундаменту методом пошарового підсумування

$b = 2,1 \text{ м}$, $l = 3 \text{ м}$, $d = 1,2 \text{ м}$ – колона крайнього ряду

Умовою прийнятності даного методу є дотримання вимоги: середній тиск під подошвою фундаменту $p_{\text{ср}}$ не повинен перевищувати розрахункового опору R .

$$p_{\text{ср}} = \frac{1100}{2,1 \cdot 3} + 20 \cdot 1,4 = 200 < 260 \left(\frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \right) \quad (2.53)$$

Визначаємо напругу від власної ваги ґрунту на рівні подошви фундаменту, кПа:

$$\sigma_{g_0} = 10 \cdot \rho \cdot d = 10(\rho_1 \cdot h_1 + \rho_2 \cdot (d - h_1)) \quad (2.54)$$

$$\sigma_{g_0} = 18,5 + 10 \cdot 1,93 \cdot 0,35 = 25,3 \text{ кПа}$$

3 Ґрунтову товщу під фундаментом ділимо на елементарні шари товщиною h , але не більше 1 м:

$$1) h \leq 0,4b = 0,84 \text{ м.}$$

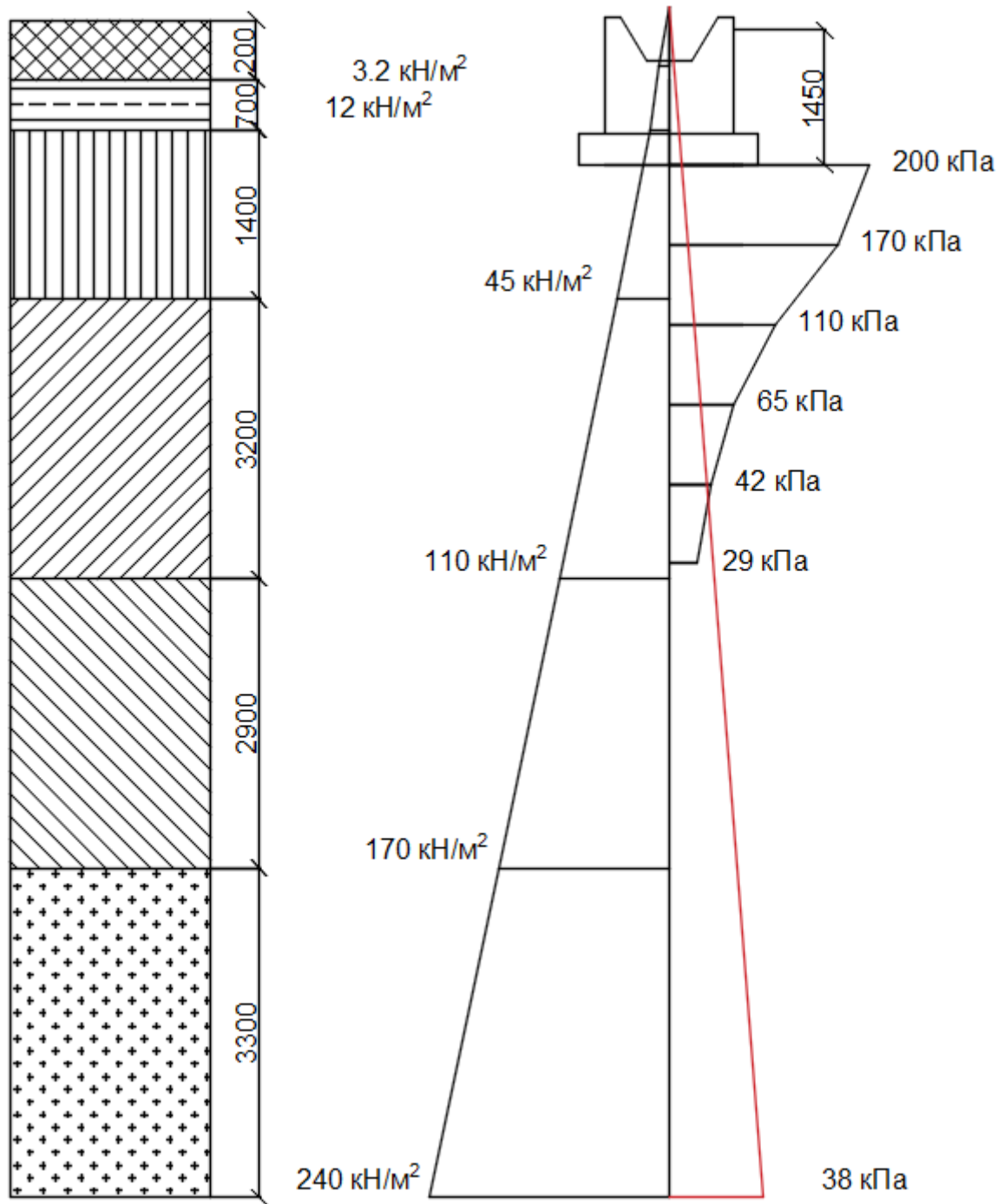


Рис 2.10 Епюра напружень від власної ваги ґрунту та напруження від осідання

№ СЛОЯ	H	Z, м	$\zeta = \frac{2 \cdot z}{b}$	α	$\sigma_p = \alpha \cdot p$ кПа	$\sigma_{zp,cp}$	$\zeta_k = \frac{2 \cdot z}{B_k}$	α_k	$\sigma_{zr} = \alpha_k \cdot \sigma'_{z,0}$ кПа	$\sigma_{zr,cp}$	E _i , кПа	$0,8 \cdot \frac{(\sigma_{zp,i,cp} - \sigma_{zr,i,0cp}) \cdot h_i}{E_i}$	S _i , м
0	0	0	0	1	200		0	1	25.3				
1	0,84	0,84	0,8	0,848	169,6	184,8	0,541935	0,928 6	23,49358	23064,75	6000	-2,56255404	
2	0,84	1,68	1,6	0,532	106,4	138	1,083871	0,731 8	18,51454	21,00406	6000	0,013103545	
3	0,84	2,52	2,4	0,325	65	85,7	1,625806	0,526 1	13,31033	15,91244	12000	0,003908104	
4	0,84	3,36	3,2	0,21	42	53,5	2,167742	0,378	9,5634	11,43687	12000	0,002355536	
5	0,84	4,2	4	0,145	29	35,5	2,709677	0,276 2	6,98786	8,27563	12000	0,001524565	
												0,024887016	

Табл. 2.3 Розрахунок осадки фундаментів

2.2.5 Розрахунок фундаменту на продавлювання

Основна умова:

$$F_{\text{пр}} = A_n \cdot p'_{\text{max}} \quad (2.55)$$

де F - розрахункова продавлююча сила;

R_{bt} - розрахунковий опір бетону розтягуванню;

u_m - периметр піраміди продавлювання;

h_0 - робоча висота перерізу, для якої проводиться розрахунок.

Для колон крайнього ряду маємо таку умову $\frac{h_{cf} - d_p}{l_d} \geq 0,5(l_{cf} - l_d)$

1. Для нижнього уступу крайнього ряду

Продавлююча сила дорівнює: $F_{\text{пр}} = A_n \cdot p'_{\text{max}}$,

при цьому

$$p'_{\text{max}} = \frac{N^p}{A} + \frac{M^p}{W} = \frac{1100 \cdot 1.2}{2.1 \cdot 3} + \frac{212 \cdot 1.2}{3.15} = 236 < R = 260 \text{ кПа}$$

де N^p , M^p – розрахункові значення поздовжньої сили і моменту відповідно.

$$u_{m1} = \frac{b_1 + 2h_{01} + b_1}{2} = b_1 + h_{01} = 2.1 + 0.415 = 2.515 \quad (2.56)$$

Площа, з якої збирається навантаження для визначення сили опору продавлювання (площа продавлювання), m^2 :

$$A_1 = b(c_1 - h_{01}) - \frac{(c'_1 - h_{01})^2}{2} \quad (2.57)$$

$$A_1 = 2.1(0.47 - 0.415) - \frac{(0.47 - 0.415)^2}{2} = 0.74 m^2$$

Порівнюємо:

$$A_1 p'_{\text{max}} = 0.74 \cdot 236 = 175 \leq f_{ctd} b_{m1} h_{01} = 0.415 \cdot 2.515 \cdot 800 = 835 \text{ кН} \quad (2.58)$$

2.2.6 Армування фундаменту

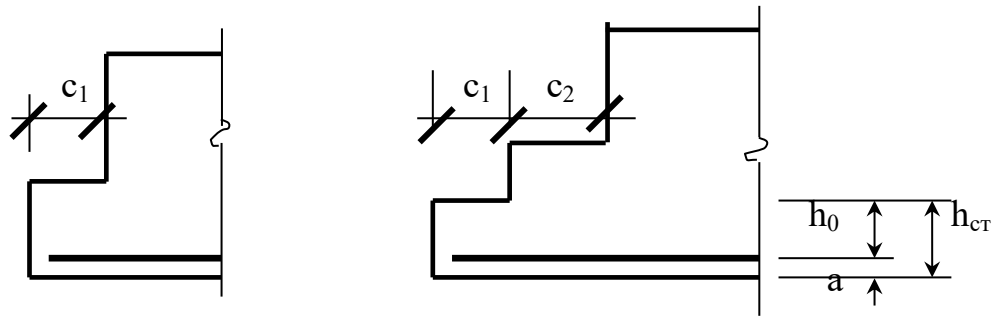


Рис. 2.11 - Розрахункова схема для визначення кількості арматури

$$P_{\max} = \frac{1100}{2.1 \cdot 3} + 20 \cdot 1.45 + \frac{212}{3.15} = 270 \leq 1,2 \cdot 260 = 312 \text{ (кН/м}^2\text{)}$$

$$W = \frac{2.1 \cdot 3^2}{6} = 3.15 \text{ м}^3$$

$$P_{\min} = \frac{1100}{2.1 \cdot 3} + 20 \cdot 1.45 - \frac{212}{3.15} = 140 > 0$$

$$P_{\text{сер}} = \frac{1100}{2.1 \cdot 3} + 20 \cdot 1.45 = 200 < 260 \text{ (кН/м}^2\text{)}$$

Армування здійснюється за результатами розрахунку нормальних перетинів на дію згинального моменту, у першому уступі наступним чином:

$$M_{I-I} = \frac{p_{c1} \cdot b \cdot c_1^2}{2} + \frac{(P_{\max} - P_{c1}) \cdot c_1^2 \cdot b}{2} \cdot \frac{2}{3} \quad (2.59)$$

$$M_{I-I} = \frac{385 \cdot 2.1 \cdot 0,47^2}{2} + \frac{(270 - 385) \cdot 0,47^2 \cdot 2.1}{2} \cdot \frac{2}{3} = 274.4 \text{ кНм}$$

де P_{\max} - розрахункове максимальне тиск під подошвою фундаменту;

p_{c1} - розрахунковий тиск під подошвою фундаменту в перерізі I - I;

$$p_{c1} = P_{\text{сер}} + \frac{P_{\max} - P_{\text{сер}}}{l} \left(\frac{l}{2} - c_1 \right) \quad (2.60)$$

$$p_{c1} = 200 + \frac{270 - 140}{3/2} \left(\frac{3}{2} - 0,47 \right) = 263,3 \text{ кН/м}^2$$

Де

b - ширина підосви фундаменту;

c_1 - виліт першого уступу відносно підколонника (для одноступінчатого фундаменту) або виліт нижній сходинці відносно тієї, що вище (для дво- і більше щаблів).

Перетин робочої арматури на всю ширину фундаменту обчислюють так:

- для першого уступу (перетин I - I):

$$A_{s1} = \frac{M_{I-I}}{0,9 \cdot h_{01} \cdot f_{yd}} = \frac{263,3}{0,9 \cdot 0,415 \cdot 365000} = 0,0019 \text{ м}^2 \quad (2.61)$$

де R_s - розрахунковий опір арматури розтягуванню.

Приймаємо максимальну площу арматури.

Необхідна кількість стрижнів:

$$n = \frac{b}{S} + 1 = \frac{2,1}{0,15} + 1 = 15 \quad (2.62)$$

де $S = 150$ мм – крок арматури.

Площа одного стрижня

$$A_{1 \text{ ст}} = \frac{A_{s1}}{n} = \frac{0,0019}{15} = 0,00012 \text{ м}^2 \quad (2.63)$$

Діаметр стрижня

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{1 \text{ ст}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00012}{3,14}} = 0,012 \text{ м} = 12 \text{ мм} \quad (2.64)$$

Приймаємо 12Ø12A400C

Армування також потрібно розраховувати і вздовж другого напрямку фундаменту:

$$M_{II-II} = \frac{P_{\text{сер}} \cdot l \cdot (c'_1)^2}{2} = \frac{200 \cdot 3 \cdot 0,45^2}{2} = 60,75 \text{ кНм}$$

де c'_1 - виліт уступів фундаменту з боку b;

$p'_{\text{сер}}$ - розрахунковий середній тиск під подошвою фундаменту.

Перетин робочої арматури на всю ширину фундаменту обчислюють так:

- для першого уступу (перетин III - III):

$$A_{s2} = \frac{M_{II-II}}{0,9 \cdot h_{01} \cdot f_{yd}} = \frac{61}{0,9 \cdot 0,415 \cdot 365000} = 0,00044 \text{ м}^2$$

Приймаємо крок арматури $S = 150$ мм

Необхідна кількість стрижнів:

$$m = \frac{l}{S} + 1 = \frac{3}{0,15} + 1 = 20$$

$$\text{Площа одного стрижня } A_{1 \text{ ст}} = \frac{A_{s2}}{n} = \frac{0,00044}{20} = 0,00022 \text{ м}^2$$

$$\text{Діаметр стрижня } d = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{1 \text{ ст}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00022}{3,14}} = 0,017 \text{ м}$$

= 17 мм, приймаємо 18 мм

Приймаємо 16Ø18A400C

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

3.1 Підготовчі роботи

Зведення об'єкта виконується з відповідністю до вимог ДБН А.3.1-5-2016 «Організація будівельного виробництва».

Загальна спрощена послідовність зведення:

Підготовчі роботи → Земляні роботи → Зведення підземної частини → Зведення надземної частини → Оздоблювальні роботи → Здача об'єкта

Під час підготовчого періоду потрібно провести:

Розбивку геодезичної основи будівництва (вісі, розмітки)

Розчищення площадки від сміття а також деяких площадок із зруйнованим асфальтовим покриттям.

Огородження будівельної площадки огорожувальними стінами

Організація адміністративних, житлових блоків та санітарних вузлів для будівельників.

Виділення площі під складську площу, контейнерів для сміття

Оформлення під'їзної ділянки для техніки

Встановлення знаків безпеки

Забезпечення усіма заходами захисту віз пожеж, незапланованих травм, тощо

В підготовчий період на об'єкті слід виконати інженерну підготовку будівельного майданчика, для чого необхідно:

- виконати тимчасову огорожу будівельного майданчика з профлиста по металевих або дерев'яних стійках, встановити ворота і хвіртку;
- розчистити територію будівельного майданчика;

- виконати вертикальне планування майданчика з організацією під'їзних шляхів, організувати водовідведення паводкових і зливових стоків;
- виконати розбивочні геодезичні роботи;
- прокласти тимчасові дороги із збірних залізобетонних плит;
- організувати майданчики складування будівельних матеріалів і конструкцій;
- підвести тимчасові мережі водопроводу і електропостачання, виконати тимчасове електроосвітлення будівельного майданчика;
- встановити на майданчику приміщення охорони, пожежні щити, біотуалет;
- організувати санітарно-побутові умови для будівельників в пересувних інвентарних вагончиках;
- встановити інформаційний щит;
- організувати майданчик стоянки будівельної техніки;
- завести необхідну будівельну техніку і оснащення.

3.2 Земляні роботи

Вертикальне планування будівельного майданчика виконується за допомогою бульдозера. Ущільнення насипу виконується пневмоколісними катками по окремій організаційно-технологічній схемі виконання робіт в складі ПВР.

Розробка ґрунту котловану під фундамент будівлі ведеться за допомогою екскаватора «Зворотна лопата» ковшем ємністю 1,0м³ з в автотранспорт. Розроблений ґрунт вивозиться автосамоскидами на відстань до 30км. Ґрунт необхідний для зворотної засипки складається на майданчику, на вільній території.

Для зменшення об'ємів земляних робіт, на стадії ПВР розглянути варіант розробки котловану до верха фундаменту. Доробку ґрунту під фундаменти виконується малим екскаватором з зачисткою вручну.

Розробка ґрунту механізованим способом вирішується на відстані не менше 2.0м, ґрунт, що залишився, доопрацьовується вручну.

Зворотна засипка проводиться екскаватором із пошаровим ущільненням ручними електротрамбівками.

3.3 Вибір будівельних машин

Основним завданням цього розділу є правильний вибір механізмів, та автотранспорту для найбільш економічно вигідного та найбільш оптимізованого процесу зведення об'єкта, що забезпечать безпечне та безперервне виконання будівельно-монтажних робіт

Для подавання бетонної суміші обрано автобетонозмішувач

3.4 Вибір монтажних кранів

Вибір крана здійснюється за трьома основними технічними параметрами: монтажною масою (Q_M), монтажною висотою (НМ) та вилітом стріли (L_M).

Монтаж металевої колони

Для розрахунку обрано колону з висотою 7570 мм, та вагою 0.8 тонн

Монтажна маса (Q_M):

$$Q_M = m_e + m_{\text{сmp}} \quad (3.1)$$

де $m_e = 0.8$ т (маса металевої колони); $m_{\text{сmp}} = 0,18$ т (маса траверси для підйому колон ТР-5).

$$Q_M = 0,8 + 0,18 = 0.98 \text{ т.}$$

Монтажна висота (H_M):

$$H_M = h_o + h_e + h_3 + h_{\text{стрп}} \quad (3.2)$$

де $h_o = 0$ м (відмітка обпирання на фундамент);

$h_e = 7,57$ м (довжина колони);

$h_3 = 0,5$ м (запас по висоті);

$h_{\text{стрп}} = 1,5$ м (висота стропування).

$$H_M = 0 + 7.57 + 0,5 + 1,5 = 9.57 = 10 \text{ м.}$$

Монтажний виліт стріли (L_M): Для зручності монтажу колон з однієї стоянки крана без наїзду на конструкції приймаємо необхідний виліт $L_M = 12$ м.

Монтаж кроквяної ферми (балки покриття)

$$\text{Монтажна маса } (Q_M): Q_M = m_e + m_{\text{стрп}}$$

де $m_e = 1.4$ т (маса кроквяної ферми); $m_{\text{стрп}} = 0,45$ т (маса спеціальної траверси для ферм ТР-10).

$$Q_M = 1.4 + 0,45 = 1.85 \text{ т.}$$

$$\text{Монтажна висота } (H_M): H_M = h_o + h_e + h_3 + h_{\text{стрп}}$$

де $h_o = 7.6$ м (відмітка обпирання ферми на консолі колон);

$h_e = 1,95$ м (висота ферми в монтажному положенні);

$h_3 = 0,5$ м (запас по висоті);

$h_{\text{стрп}} = 2,5$ м (висота стропування траверсою).

$$H_M = 7.6 + 1,95 + 0,5 + 2,5 = 12.55 \text{ м.}$$

Монтажний виліт стріли (L_M): З умови подачі великогабаритної ферми в проліт будівлі приймаємо необхідний виліт $L_M = 15$ м.

Таблиця 3.1 – Розрахункові монтажні параметри

№	Найменування елемента, що монтується	Маса конструкції, т	Маса обладнання, т	Монтажна висота, м	Виліт стріли, м
1	Металева колона	0,80	0,180	12	10
2	Кроквяна металева ферма	1.4	0,450	14	14,0

На підставі результатів розрахунку визначення основних монтажних параметрів для вибору крана, проводимо порівняльний аналіз варіантів основних характеристик декількох кранів. За основними характеристиками обираємо автокран AVTR-25-ZN на базі автомобіля MAN.

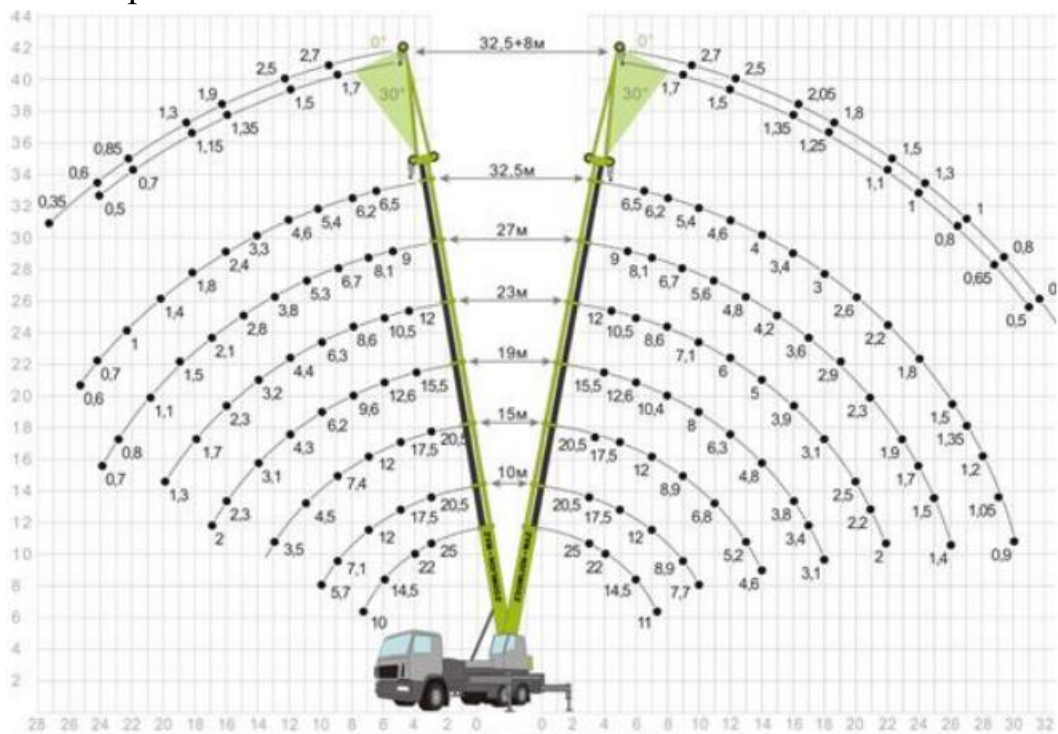


Рис 3.1 циклограма вантажопідємності AVTR-25-ZN



Рис. 3.2 Автокран AVTR-25-ZN

Для проведення бетонних робіт обрано технологію подачі суміші бетононасосом та автобетонозмішувачами.

За типом бетононасосу обрано стаціонарну модель з подачею суміші 85 м³/година з роздавальною стрілою типу MRB R/9-125W з максимальним радіусом роботи - 9м.

Проводимо розрахунок потреби необхідної спецтехніки.

Перед цим знаходимо обсяги необхідного бетону зі зведення фундаментів та плит підлог.

Тип бетонних елементів	Об'єми бетону м ³
Фундаменти	75.6
Підлога	271

Робоча зміна триває 8 годин.

Паспортна продуктивність обраного автобетононасоса $P_{\text{пасп.}} = 85 \text{ м}^3/\text{год.}$

Коефіцієнт використання насоса за часом $K_1 = 0,8$, а за продуктивністю (враховуючи складність конструкції та армування) $K_2 = 0,7$.

Визначаємо необхідну кількість автобетононасосів для виконання робіт за одну зміну.

Розрахунок:

1. Визначення фактичної (експлуатаційної) продуктивності автобетононасоса (АБН)

Паспортна продуктивність — це ідеальний показник. В реальності насос переставляють, промивають, чекають на під'їзд міксера

$$P_{\text{експ}} = P_{\text{пасп}} \cdot K1 \cdot K2 = 85 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 47,6 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (3.3)$$

2. Визначення необхідної інтенсивності бетонування.

Нам потрібно знати, скільки кубів бетону має вкладатися за годину, щоб встигнути за зміну ($T = 8$ год):

Оскільки пристрій підлоги йде тільки після влаштування збірних монолітних фундаментів, проектна міцність яких досягне через 28 діб або через 7 днів (50-70%), то потрібна буде перерва, тому для розрахунку приймається елемент конструкції з найбільшим об'ємом бетону (підлога)

$$I = \frac{V}{T} = \frac{271}{8} = 39 = 40 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (3.4)$$

3. Розрахунок кількості насосів (N)

$$N = \frac{I}{P_{\text{експ}}} = \frac{40}{47,6} = 0,86 \text{ шт} \quad (3.5)$$

Приймаємо 1 стаціонарний автобетононасос!



Рис. 3.3 Стаціонарний бетононасос ТНР 85

Розрахунок кількості автобетонозмішувачів

Об'єм міксера - візьмемо 5 м^3 .

завод знаходиться на відстані $\sim 5 \text{ км}$

розрахувати кількість машин-міксерів (n) згідно умовним даним задачі 1.

1. Формула загального часу циклу $t_{\text{цикл}}$:

$$t_{\text{цикл}} = t_{\text{зав}} + t_{\text{дор}} + t_{\text{ман}} + t_{\text{розв}} + t_{\text{зворот}} + t_{\text{пром}} \quad (3.6)$$

$t_{\text{зав}}$ (Завантаження): Час на заводі під бункером. Зазвичай $10 - 15 \text{ хв}$ ($0,2 - 0,25 \text{ год}$)

$t_{\text{дор}}$ (Дорога до об'єкта): Залежить від швидкості (v). Для міксера середні швидкість у місті/ передмісці з вантажем – 40 км/год

Що входить у час циклу $t_{\text{цикл}}$.

Це сума всіх етапів руху машини:

Завантаження на бетонному заводі.

Шлях до об'єкта (враховуючи затори та стан доріг).

Маневрування та установка під розвантаження біля насоса.

Розвантаження (перекачування в бункер насоса).

Промивка лотка та шлях назад на завод.

$t_{\text{розв}}$ (Розвантаження): Час, поки насос перекачує бетон з міксера.

При нашій інтенсивності ($I = 40 \text{ м}^3/\text{год}$) та об'єм міксера (5 м^3):

$$t_{\text{розв}} = \frac{V_{\text{мікс}}}{I} = \frac{5}{40} = 0,125 \text{ год} \quad (3.7)$$

У логістиці бетонних робіт врахування різниці швидкостей вантажного та порожнього транспорту дозволяє оптимізувати графік і не переплачувати за оренду зайвих машин.

Для міксера (АБЗ) це критично, оскільки:

Навантажена машина (вага може сягати 30–40 тонн) їде повільніше через інерцію та необхідність постійного обертання барабана для запобігання розшаруванню суміші.

Порожня машина (вага -20 тонн) може рухатися з максимально дозволеною для вантажівок швидкістю (50 км/ч)

$t_{\text{зворот}}$ (Зворотній шлях): Порожня машина їде швидше (наприклад 50 км/год)

$$t_{\text{зворот}} = \frac{5}{50} = 0,1 \text{ год (6 хв)} \quad (3.8)$$

$t_{\text{пром}}$ (Промивка): Обов'язкова технічна мийка після розвантаження. Близько 10 хв (0,17 год).

Зведемо всі етапи, щоб отримати тривалість циклу ($t_{\text{ц}}$):

Завод (завантаження): 15 хв = 0,25 год

Шлях до об'єкта (5 км): 10 хв 0,2 год

Об'єкт (маневри + розвантаження 5 м³+ промивка): 25 хв (0,45 год)

Шлях назад (5 км): 6 хв 0,1 год

Разом:

$$t_{\text{цикл}} = 0,2 + 0,2 + 0,185 + 0,125 + 0,1 + 0,17 = 1 \text{ год}$$

4. Синхронізація з автобетонозмішувачами (міксерами)

Щоб насос не простоював, потрібно розрахувати кількість машин, які будуть підвозити бетон:

$$n = \frac{P_{\text{експ}}}{V_{\text{мікс}}} \cdot t_{\text{цикл}} \quad (3.9)$$

n (Кількість АБЗ): Необхідна кількість автобетонозмішувачів (штук).

Результат завжди округлюємо до більшого цілого числа.

$P_{\text{експ}}$ (Продуктивність насоса): Реальна швидкість, з якою бетононасос приймає та перекачує суміш (м³/год).

$V_{\text{мікс}}$ (Об'єм міксер): Кількість бетону, яку перевозить одна машина.

$t_{\text{цикл}}$ (Час циклу): Повний час, який витрачає одна машина на один рейс (вимірюється в годинах).

Висновок:

Висновок по кількості машин для інтенсивності 40 м³/год

$$n = \frac{P_{\text{експ}}}{V_{\text{мікс}}} \cdot t_{\text{цикл}} = \frac{47.6}{5} \cdot 1 = 9.52 \text{ шт}$$

Округлюємо до цілого: 10 машин.

Табл. 3.1 Перелік машин та механізмів

№ п.п.	Найменування і характеристика	К-ть, шт
1	Екскаватор «зворотна лопата» ківш 1,0м ³	1
2.	Бульдозер	2
3.	Кран автомобільний в.п. 18 т AVTR-25-ZN	1
4.	Автобетонозмішувач	10
5.	Бетононасос (бетоноукладач)	1
6.	Компресор пересувний	1
7.	Вібратор	2
8.	Електричні трамбівки	2
9.	Розчиномішалка	1
10.	Розчинонасос	1
11.	Зварювальний апарат	2
12.	Каток самохідний	1
13.	Автогрейдер	1

№ п.п.	Найменування і характеристика	К-ть, шт
14.	Автогідропідйомник АГП-22 (АГП-18)	1
15.	Автогудронатор	1
16.	Штукатурна станція	1
17.	Автосамоскид в.п. 5 т	2
18.	Автомобіль бортовий в.п. 7 т	1
19.	Ручні електроінструменти (комплект)	3
20.	Навісні люльки (комплект)	2
21.	Трубоукладач	1

3.5 Вибір вантажозахоплювальних пристроїв та обладнання

Підбір монтажної оснастки здійснюється індивідуально для кожного типу конструктивних елементів з метою запобігання їх деформації та забезпечення безпеки працівників:

Для бетонування монолітних основ (ФМ): Застосовуються інвентарні неповоротні бадді (наприклад, БП-2,0), які завантажуються безпосередньо з автобетонозмішувачів і подаються краном у котлован до місця укладання суміші. Стропування арматурних сіток (С-1, С-2) виконується чотирьохвітковими стропами (4СК).

Для монтажу сталевих колон використовуються універсальні стропи (УСК) або спеціальні напівавтоматичні захвати з дистанційним розстропуванням. Останні дозволяють монтажникам звільняти гак крана, перебуваючи на землі, що значно знижує ризики висотних робіт.

Для монтажу сталевих ферм застосовуються лінійні траверси (рис. 1). Використання траверс для довгомірних гнучких конструкцій (якими є ферми)

запобігає виникненню небезпечних стискальних зусиль у верхніх поясах ферм під час підйому. Для точного наведення та утримання ферм від розгойдування вітром додатково застосовуються лляні або капронові канати-відтяжки.

3.6 Зведення підземної частини

Склад і технологічна послідовність робіт при спорудженні фундаментів наступна:

- доопрацювання ґрунту уручну до проектних відміток під бетонну підготовку;
- виконання бетонної підготовки;
- установка опалубки і арматурних каркасів фундаментів;
- укладання бетонної суміші з ущільненням глибинними електровібраторами;
- догляд за бетоном і розбирання опалубки.

Вертикальне планування будівельного майданчика виконується за допомогою бульдозера. Ущільнення насипу виконується пневмоколісними катками по окремій організаційно-технологічній схемі виконання робіт в складі ПВР.

Розробка ґрунту котловану під фундамент будівлі ведеться за допомогою екскаватора «Зворотна лопата» ковшем ємністю 1,0м³ з навантажуванням в автотранспорт. Розроблений ґрунт вивозиться автосамоскидами на відстань до 30км. Ґрунт необхідний для зворотної засипки складається на майданчику, на вільній території.

Для зменшення об'ємів земляних робіт, на стадії ПВР розглянути варіант розробки котловану до верха фундаменту. Доробку ґрунту під фундаменти виконується малим екскаватором з зачисткою вручну.

Розробка ґрунту механізованим способом вирішується на відстані не менше 2.0м, ґрунт, що залишився, доопрацьовується вручну.

Перед передачею котловану під устрій фундаменту оформляються акти огляду прихованих робіт відповідно до застосування ДБН А.3.1-5-2009 «Організація будівельного виробництва».

Зворотна засипка виконується бульдозером із пошаровим ущільненням ручними електротрамбовками. У місцях перетину траншей із автошляхами, зворотна засипка виконується піщаним ґрунтом.

Бетон на будівельний майданчик підвозити автобетонозмішувачами СБ-92. Подачу бетонної суміші до місця укладання виконувати бетононасосом марки ТНР-85 з роздавальною стрілою типу MRB R/9-125W з максимальним радіусом роботи - 9м.

Монтаж арматурних каркасів і установку опалубки виконувати за допомогою автомобільного крана марки AVTR-25-ZN.

Подачу матеріалів і конструкцій в зону виконання робіт проводити автотранспортом.

Бетонні роботи необхідно виконувати відповідно до технологічних карт та схем з дотриманням вимог ДБН В.2.6.-98-2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції»

3.7 Зведення надземної частини

Металоконструкції в зону монтажу подаються автотранспортом, з майданчиків проміжного складування, підготовленими до монтажу.

До монтажу металоконструкцій дозволяється приступати після закінчення робіт по спорудженню фундаментів, колон та інструментальної перевірки відповідності проекту положення опорних елементів в плані і по вертикалі з оформленням акту і складання виконавчої зйомки.

До початку монтажу, ферми, балки і прогони повинні бути розкладені на майданчику в місцях їх установки в робочій зоні крана.

Монтаж сталевих каркасів будівлі здійснювати потоковим методом із застосуванням одного автомобільного крана AVTR-25-ZN. Для стропування

сталевих конструкцій використовувати універсальні стропи типу УСК, а для підйому ферм покриття – монтажні траверси

Монтаж каркасу розпочати зі встановлення сталевих колон, виконаних із двох швелерів. Колони застропити універсальними стропами УСК за передбачені проектом місця стропування, підняти краном AVTR-25-ZN та подати до місця монтажу. Встановити колони на фундаменти, сумістивши отвори опорних плит з випусками анкерних болтів. Після встановлення виконати тимчасове закріплення колон гайками на анкерних болтах, провести вивіряння їх положення у плані та перевірити вертикальність у двох взаємно перпендикулярних площинах. Після досягнення проектного положення виконати остаточне затягування гайок та здійснити підливання простору між опорною плитою колони і поверхнею фундаменту дрібнозернистим цементним розчином.

Після монтажу та остаточного закріплення колон розпочати монтаж сталевих ферм покриття. Ферми, виконані з кутиків та поділені на дві монтажні секції, попередньо укрупнити на монтажному майданчику до проектної конструкції або монтувати посекційно відповідно до проекту виконання робіт. Для підйому ферм використовувати монтажну траверсу, що забезпечує рівномірний розподіл навантаження та виключає деформацію елементів ферми.

Підняти ферму краном AVTR-25-ZN, подати її до місця встановлення та встановити на оголовки колон. Виконати тимчасове закріплення ферми монтажними болтами, перевірити правильність її положення у плані та за висотними відмітками, після чого здійснити остаточне закріплення. Першу встановлену ферму до влаштування системи зв'язків закріпити тимчасовими розчалками. Після монтажу наступної ферми встановити постійні вертикальні та горизонтальні зв'язки, що забезпечують просторову жорсткість і незмінність сталевих каркасу.

Монтаж конструкцій здійснювати послідовно по захватках у напрямку від одного торця будівлі до іншого. Не допускати монтаж наступних елементів до остаточного закріплення попередньо встановлених конструкцій та забезпечення їх стійкості.

Після завершення монтажу виконати геодезичний контроль положення змонтованих конструкцій, перевірити якість болтових і зварних з'єднань, здійснити контроль відповідності фактичних відміток та осей проектним значенням, оформити акти на приховані роботи та виконати приймання змонтованого сталевих каркасу в установленому порядку.

3.8 Оздоблювальні роботи

Весь комплекс оздоблювальних робіт вести потоковим методом розчленувавши його на окремі цикли, що технологічно зв'язані між собою і поєднуються за часом із операціями, що завершують будівельні, сантехнічні і електромонтажні роботи.

На будівельному майданчику повинні бути влаштовані під'їзди для транспортування обробних матеріалів, інвентарю, механізмів, обладнані приміщення для закритого зберігання обробних матеріалів. У робочу зону матеріал подавати розчинонасосом СО-94.

Нанесення розчину на поверхню виконувати за допомогою розпилювальних форсунок УНИЛ-3. Затирання поверхонь проводити за допомогою затиральних| машинок СО-5УМ.

Для прискорення висихання штукатурки використовувати повітрянагрівачі МПМ-85К, а також калорифери типу БНС-10 пересувні легко калориферні агрегати ПВА-400-200.

Окраску поверхонь фарбування проводити за допомогою електричних фарбопультів СО-22.

Для виконання зовнішніх оздоблювальних робіт використовувати трубчасті будівельні ліси, навісні коліски, пересувні інвентарні підмости і автогідропідйомники.

3.9 Будівельний генплан

Будівельний генеральний план розроблений на основі генерального плану з урахуванням виконання робіт спеціалізованими будівельними бригадами.

При розробці будівельного генплану враховані основні умови будівництва:

- раціональне використання будівельного майданчика;
- розміщення на будівельному майданчику складського господарства, доріг і тимчасових будівель з врахуванням будівництва потоковим методом паралельними будівельними потоками;
- постачання будівельних конструкцій, матеріалів і напівфабрикатів на будівельний майданчик передбачене автомобільним транспортом;
- дотримання вимог по техніці безпеки, правил пожежної безпеки, електробезпеки і санітарних норм для будівельників і відпочивальників на прилеглих територіях;
- забезпечення санітарно-побутового обслуговування робочих на будівництві в пересувних вагончиках;
- сполучення тимчасових автошляхів із існуючими і проєктованими автомобільними під'їздами і дорогами;
- забезпечення будівництва електроенергією і водою від існуючих сітей, потім здобуття дозволу експлуатуючих організацій і установки приладів урахування.

Для забезпечення безпеки руху будівельного транспорту в районі будівельного майданчика, встановити знаки безпеки по ДСТУ EN ISO 7010:2019 і знаки дорожні по ДСТУ 4100:2021

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Передбачена цим розділом технологія виконання будівельно-монтажних робіт враховує вимоги ДБН А.3.1-5-2016 «Організація будівельного виробництва», ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві». А також, законодавчу основу у сфері охорони праці:

- Закон України «Про охорону праці» [1];
- Кодекс законів про працю України [2];
- Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» [3];
- Правила пожежної безпеки в Україні [6];

Ці нормативно-правові акти визначають правові, соціальні та організаційні основи охорони праці, встановлюють відповідальність роботодавця за створення безпечних умов праці, а також гарантують захист працівників від виробничих небезпек і шкідливих факторів.

Запроектований адміністративний корпус автосалону «PEUGEOT" з шоурумом та сервісзоною відноситься до типу будівельних майданчиків з використанням каркасного будівництва, що передбачає виконання значної кількості монтажних, вантажопідіймальних, оцінюючих та загальнобудівельних робіт. У зв'язку з цим, одним із пріоритетів є забезпечення заходів щодо профілактики травматизму та дотримання техніки безпеки.

Основними завданнями системи охорони праці є:

- створення безпечних умов на робочих місцях;

- забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- організація навчання з питань охорони праці [8];
- здійснення постійного моніторингу умов праці та технічного стану обладнання;
- проведення атестації робочих місць;
- перевірка роботодавців на дотримання договору про сплату заробітної платні робітникам:
- своєчасне проходження медичних оглядів [9];
- впровадження ефективної системи управління охороною праці [10].

Реалізація зазначених заходів дозволяє зменшити ризики виникнення нещасних випадків, зберегти здоров'я працівників та підвищити загальну ефективність виконання будівельних робіт.

4.2 Аналіз умов праці на виявлення потенційних небезпек на об'єкті проєктування

Об'єктом проєктування є нове будівництво будівлі зі сталевим каркасом, що передбачає монтаж збірно-монолітних стовпчастих фундаментів, сталевих колон, виконаних із двох швелерів, та сталевих ферм покриття з кутиків, поділених на дві монтажні секції. Монтажні роботи здійснюються із застосуванням автомобільного крана КТА-18, універсальних стропів типу УСК та монтажних траверс для підйому ферм. Будівля належить до класу наслідків СС2, що висуває підвищені вимоги до забезпечення безпеки праці під час виконання будівельно-монтажних робіт.

Будівництво сталевих каркасів характеризується виконанням значної кількості вантажопідіймальних, монтажних та висотних робіт, які

супроводжуються дією небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Відповідно до ДСТУ 2293:2014 небезпечним виробничим чинником є виробничий фактор, вплив якого за певних умов може призвести до травми або раптового погіршення здоров'я працівника, а шкідливим виробничим чинником є фактор, який може спричинити професійне захворювання або зниження працездатності [4,5].

Одним із найбільш небезпечних видів робіт на даному об'єкті є монтаж сталевих колон та ферм покриття на висоті. Під час встановлення колон існує небезпека падіння працівників із висоти, особливо при виконанні операцій з наведення конструкцій у проєктне положення, встановленні монтажних болтів та виконанні вивіряння конструкцій. Монтажники перебувають у безпосередній близькості до елементів каркасу, що піднімаються, тому існує ризик падіння конструкцій або окремих предметів, інструменту та кріпильних елементів.

Суттєву небезпеку становить виконання вантажопідіймальних робіт із застосуванням автомобільного крана КТА-18. Під час підйому та переміщення сталевих колон і ферм виникає ризик обриву стропів, втрати стійкості вантажу, розгойдування конструкцій під дією вітрового навантаження, а також падіння вантажу внаслідок неправильного стропування або порушення технологічної послідовності монтажу. Особливо небезпечним є монтаж ферм значної довжини, оскільки під час їх підйому можуть виникати додаткові динамічні навантаження та деформації конструкції.

Під час виконання монтажних робіт існує небезпека потрапляння працівників у зону дії вантажопідіймальних механізмів. При повороті стріли крана, переміщенні вантажу та роботі монтажників у зоні встановлення конструкцій можливе затискання працівників між змонтованими елементами

каркасу та конструкціями, що переміщуються. Додаткову небезпеку становить перебування сторонніх осіб у межах небезпечної зони роботи крана.

При виконанні монтажних робіт можливий вплив несприятливих метеорологічних факторів. Підвищена швидкість вітру значно ускладнює монтаж сталевих конструкцій, збільшує амплітуду коливання вантажу та може призвести до втрати його стійкості. Виконання робіт під час атмосферних опадів, ожеледиці або недостатньої видимості підвищує ризик падіння працівників із висоти та знижує безпеку пересування по металевих конструкціях.

Небезпечним виробничим фактором є також можливість ураження електричним струмом. На будівельному майданчику використовується тимчасове електропостачання для роботи електроінструменту, зварювального обладнання та освітлювальних приладів. Пошкодження ізоляції кабелів, відсутність заземлення обладнання, підвищена вологість повітря та механічні пошкодження електромереж можуть призвести до виникнення аварійних ситуацій та електротравм [4,5].

Під час виконання зварювальних і газополум'яних робіт на працівників впливають шкідливі виробничі фактори, зокрема підвищена температура, інтенсивне теплове випромінювання, ультрафіолетове випромінювання електричної дуги, виділення аерозолів металів і зварювальних газів. Тривалий вплив зазначених факторів може спричинити професійні захворювання органів дихання та зору [4,5].

До шкідливих виробничих факторів на об'єкті належать також підвищені рівні шуму та вібрації, що виникають під час роботи автомобільного крана КТА-18, механізованого інструменту, різального обладнання та транспортних засобів. Тривалий вплив шуму негативно впливає на працездатність працівників, спричиняє швидко втому, зниження концентрації уваги та

збільшує ймовірність помилкових дій під час виконання монтажних операцій [7].

Таким чином, основними потенційними небезпеками на об'єкті проєктування є падіння працівників із висоти, падіння вантажів та конструкцій, дія вантажопідіймальних механізмів, ураження електричним струмом, вплив несприятливих метеорологічних умов, шуму, вібрації, шкідливих речовин, а також небезпеки, пов'язані з воєнним станом. Аналіз умов праці свідчить про необхідність розроблення комплексу організаційних, технічних та архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на зниження рівня виробничих ризиків, забезпечення безпечних умов праці та запобігання виникненню нещасних випадків під час монтажу сталевого каркасу будівлі.

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проєктування

Ризики від потенційних небезпек на будівельному майданчику існують майже завжди. Майже тому що задача охорони праці з ними боротися та як умога найкраще усувати їх. Виконавцем усунення є Роботодавець, котрого консультує та постійно перевіряє людина відповідної професії. Відповідно до Закону України «Про охорону праці» роботодавець повинен забезпечити безпечні умови праці на кожному робочому місці впродовж всіх етапів зведення об'єкта [1].

Для того, щоб роботодавець міг забезпечити, перед цим потрібно провести оцінювання всіх можливих ризиків травматизму. Конкретно у цьому розділі був обран метод матричного визначення ризику за ДСТУ ISO 45001:20219. Для визначення ризиків було обрано окремо робоче місце бетоняра [10].

Серед причин виникнення небезпек відмічається:

- Недостатнє прибирання, розливи рідин, несприятливі погодні умови, відсутність спеціального протиковзкого покриття: призводять до падіння працівників на слизьких або мокрих поверхнях.
- Несправність електрообладнання, пошкодження ізоляції кабелів, неправильне підключення, відсутність або неналежне заземлення: можуть призвести до ураження електричним струмом від вібратора або електроінструменту.
- Недостатнє використання засобів індивідуального захисту, пилоутворення під час роботи з сухими сумішами, бризки під час замішування та укладання: призводять до потрапляння цементного пилу або бетонної суміші в очі та на шкіру.
- Неправильне використання обладнання, відсутність належного навчання, знос вібратора, відсутність контролю за технічним станом: можуть спричинити травмування при роботі з глибинним вібратором.
- Неправильне складування, необережне поводження, сильний вітер, роботи на висоті без належних заходів безпеки: призводять до падіння інструменту, елементів опалубки або матеріалів.
- Недостатня механізація робіт, перенесення надто важких предметів, монотонні рухи, відсутність достатніх перерв, неправильна техніка підйому: спричиняють фізичне перевантаження при ручному переміщенні матеріалів.
- Робота шумного обладнання (бетонозмішувачі, перфоратори, відбійні молотки), вібрація від механізмів: призводять до впливу шуму та вібрації.

- Робота з сухими сумішами, пиляння, свердління, демонтажні роботи: створюють запиленість повітря робочої зони.
- Несправність електромережі, електрообладнання, порушення правил експлуатації, необережне поводження з вогнем: можуть спричинити пожежу або аварію [11].

Табл. 4.1 Оцінки ризиків бетоняра.

Небезпечний фактор	Можливі наслідки	Категорія серйозності	Ймовірність виникнення	Індекс ризику	Класифікація ризику	Заходи щодо зниження ризику
Падіння працівника на слизькій або мокрій поверхні	Забої, вивихи, переломи	III - гранична	B - ймовірна	3 B	Небажаний (гранично допустимий)	Прибирання робочої зони, протиковзке взуття, організація безпечних проходів
Ураження електричним струмом від вібратора або електроінструменту	Електротравма, опіки, можливий смертельний випадок	II - критична	D - віддалена	2 D	Небажаний (гранично допустимий)	Заземлення, перевірка кабелів, використання справного інструменту, інструктаж
Потрапляння цементного пилу або бетонної суміші в очі та на шкіру	Подразнення, опіки, запалення очей, дерматити	III - гранична	C - час від часу	3 C	Небажаний (гранично допустимий)	Захисні окуляри, рукавиці, спецодяг,

Небезпечний фактор	Можливі наслідки	Категорія серйозності	Ймовірність виникнення	Індекс ризику	Класифікація ризику	Заходи щодо зниження ризику
						умивальники, засоби гігієни
Травмування при роботі з глибинним вібратором	Забої, травми рук, ушкодження м'яких тканин	III - гранична	B - ймовірна	3 B	Небажаний (гранично допустимий)	Навчання, справне обладнання, дотримання інструкцій, контроль технічного стану
Падіння інструменту, елементів опалубки або матеріалів	Травми голови, рук, забої, переломи	III - гранична	C - час від часу	3 C	Небажаний (гранично допустимий)	Каски, огороження зон, правильне складування матеріалів
Фізичне перевантаження при ручному	Біль у спині, перевтома, травми опорно-рухового апарату	IV - незначна	B - ймовірна	4 B	Припустимий з перевіркою (прийнятний)	Механізація робіт, раціональний режим праці, чергування операцій

Небезпечний фактор	Можливі наслідки	Категорія серйозності	Ймовірність виникнення	Індекс ризику	Класифікація ризику	Заходи щодо зниження ризику
переміщенні матеріалів						
Вплив шуму та вібрації	Втома, зниження уваги, погіршення слуху	IV - незначна	B - ймовірна	4 B	Припустимий з перевіркою (прийнятний)	Засоби захисту слуху, обмеження часу роботи, справне обладнання
Запиленість повітря робочої зони	Подразнення дихальних шляхів, кашель, алергічні реакції	IV - незначна	C - час від часу	4 C	Припустимий без перевірки (знехтуваний)	Респіратори, зволоження, прибирання пилу
Пожежа або аварія через несправне обладнання	Опіки, пошкодження майна, загроза життю	II - критична	E - малоімовірна	2 E	Припустимий з перевіркою (прийнятний)	Вогнегасники, перевірка електромереж, пожежний інструктаж

Аналіз ризиків небезпек для бетоняра вказує на те, що серед усіх ризиків відсутні можливі котрі можуть завдати летальних наслідків. Наслідки більшості з них можуть проявитися як протягом дня (висушення поверні губ робітника) так і протягом років (ручне пересування матеріалів)

4.4 Розробка організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування.

З метою забезпечення безпечних і здорових умов праці під час будівництва об'єкта проєктування необхідно передбачити комплекс організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на зниження впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що виникають під час виконання бетонних робіт. Основними видами робіт на об'єкті є влаштування збірно-монолітних стовпчастих фундаментів, монтаж і демонтаж опалубки, армування конструкцій, приймання, укладання та догляд за бетонною сумішшю.

До початку виконання бетонних робіт необхідно розробити та затвердити проєкт виконання робіт (ПВР), технологічні карти та схеми організації будівельного майданчика. До виконання робіт допускаються працівники, які пройшли медичний огляд, вступний і первинний інструктажі з охорони праці, навчання та перевірку знань з питань безпеки праці [4, 5, 8, 9].

Для покращення умов праці необхідно забезпечити раціональну організацію будівельного майданчика. Територію будівництва слід огородити та обладнати попереджувальними знаками безпеки. На майданчику необхідно передбачити безпечні проходи для працівників, проїзди для будівельної техніки, місця складування арматури, опалубки та інших будівельних матеріалів. Проходи та робочі місця повинні систематично очищатися від будівельного сміття,

залишків бетонної суміші, бруду та льоду, що сприятиме запобіганню падінням працівників [4, 5].

Арматуру та елементи опалубки необхідно складувати на спеціально підготовлених майданчиках із забезпеченням їх стійкості. Виступаючі кінці арматурних стержнів слід закривати захисними ковпачками для запобігання травмуванню працівників. Монтаж і демонтаж опалубки необхідно виконувати лише справним інструментом та під наглядом відповідальної особи.

Перед початком бетонування необхідно перевірити правильність установлення опалубки, міцність її кріплень та стійкість підкосів. Демонтаж опалубки дозволяється виконувати лише після досягнення бетоном необхідної міцності. Працівників, які виконують бетонні роботи, слід забезпечити спецодягом, гумовими рукавицями та захисним взуттям, оскільки цементні розчини можуть спричинити подразнення шкіри та хімічні опіки.

Для створення належних санітарно-гігієнічних умов необхідно забезпечити нормативне освітлення робочих місць, особливо при виконанні робіт у темний час доби. Тимчасові електромережі повинні відповідати вимогам електробезпеки, а електрообладнання та механізований інструмент мають бути заземлені та захищені від впливу вологи і механічних пошкоджень [4, 5].

Для зменшення впливу шуму та вібрації необхідно використовувати справні будівельні машини та механізми, своєчасно проводити їх технічне обслуговування та дотримуватися раціонального режиму праці й відпочинку. На будівельному майданчику необхідно передбачити санітарно-побутові приміщення, місця для відпочинку та приймання їжі, забезпечити працівників питною водою та аптечками першої медичної допомоги [5, 7].

В умовах воєнного стану необхідно додатково передбачити маршрути евакуації працівників та визначити найближчі захисні споруди. У разі оголошення сигналу «Повітряна тривога» бетонні роботи необхідно негайно

припинити, відключити електрообладнання та організовано евакуювати працівників до укриття [5].

Таким чином, реалізація запропонованих організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів забезпечить створення безпечних умов праці під час виконання бетонних робіт при влаштуванні збірно-монолітних стовпчастих фундаментів, сприятиме зниженню виробничого травматизму та підвищенню ефективності будівельного виробництва.

Висновок

У розділі «Охорона праці» проведений аналіз робочих умов під час будівництва об'єкта проєктування. Розглянуті основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що виникають при виконанні бетонних робіт зі спорудження збірно-монолітних стовпчастих фундаментів. Визначено, що найбільшу небезпеку для працівників, залучених до бетонних робіт, становлять: монтаж та демонтаж опалубки, армування конструкцій, укладання та ущільнення бетонної суміші, використання механізованого інструменту. Також до потенційних ризиків належать: падіння працівників, травмування арматурою, ураження електричним струмом, вплив несприятливих метеорологічних умов.

Під час виконання бетонних робіт робітники піддаються впливу комплексу шкідливих виробничих факторів. До них належать: підвищений рівень шуму та вібрації від роботи будівельних машин та механізмів, недостатня освітленість робочих зон, підвищена вологість, дія цементного пилу, а також безпосередній контакт із цементними розчинами, що може призвести до подразнення шкіри та професійних захворювань.

За підсумками проведеного аналізу розроблено комплекс організаційно-технічних та архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на поліпшення умов праці на об'єкті проєктування. Передбачено: розроблення проєкту

виконання робіт та технологічних карт; проведення навчання та інструктажів з охорони праці; раціональну організацію будівельного майданчика; безпечне складування матеріалів; огороження небезпечних зон; забезпечення нормативного освітлення робочих місць; використання справного обладнання та електроінструменту; забезпечення працівників відповідними засобами індивідуального захисту.

Особливу увагу приділено питанням безпечного ведення опалубних та арматурних робіт. Акцентовано увагу на контролі технічного стану обладнання, дотриманні вимог електробезпеки, виробничої санітарії та пожежної безпеки. Запропоновано заходи для створення належних санітарно-побутових умов, забезпечення працівників питною водою, місцями для відпочинку та засобами першої медичної допомоги.

Список використаних джерел

1. ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи»;
2. ДСТУ Б В.1.2-3:2006 «Прогини та переміщення»;
3. ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України»;
4. ДБВ В.2.1-10-2018 «Основи та фундаменти споруд»;
5. ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції» Основні положення;
6. ДСТУ-Н Б В.2.6-205:2015 «Настанова з проектування монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій будівель та споруд»;
7. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 «Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону»;
8. ДБН В.2.6-162:2010 «Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення»;
9. ДБН В.1.2.-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ»;
10. ДСТУ 8855:2019 «Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності)» ;
11. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги»;
12. ДСТУ-НБ В.2.6-186:2013 «Керівництво по захисту будівельних конструкцій будівель і споруд від корозії»;
13. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві»;
14. ДБН Б.2.2-12-2019 «Планування та забудова територій»
15. ДБН В.1.2-14-2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд»;
16. ДБН А.2.1-2014 «Інженерні вишукування для будівництва»
17. ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд основні положення»

18. [ДБН В.2.6-31 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»](#)
19. [ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»](#)
20. [ДСТУ-9191-2022 «Теплоізоляція будівель метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель»](#)
21. [Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра](#)
22. [ДСТУ 3008:2015 «Звіти у сфері науки і техніки»](#)
23. [Навчально методичний посібник «Проектування та розрахунок сталевого каркасу одноповерхового виробничого будинку»](#)
24. [ДСТУ 2251:2018 «Кутики сталеві гарячекатані рівнополичні»](#)
25. [Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-XII](#)
26. [Кодекс законів про працю України від 10.12.1971 № 322-VIII](#)
27. [НПАОП 45.2-7.03-17. Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках](#)
28. [НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні](#)
29. [ДСН 3.3.6.037-99. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку](#)
30. [НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.](#)
31. [ДСТУ Б А.3.1-22.2013 «Визначення тривалості будівництва об'єктів»](#)
32. [Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Металеві конструкції \(Збірник 9\) \(РЕКНБ\)](#)
33. [Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Конструкції з цегли та блоків" \(Збірник 8\);](#)
34. [Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Покрівлі \(Збірник 12\);](#)