

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект виробничої бази дорожньо - експлуатаційної ділянки в
Підволочиську

Виконала: студентка 4 курсу, групи МБ-42
спеціальності _____

192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

Студент

(підпис)

Чорній А.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Ігнат'єва В.Б.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Мещерякова О. М.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ясний В. П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Бобик М.П.

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій

(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

студента Чорнія Антона Олеговича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект виробничої бази дорожньо - експлуатаційної ділянки в Підволочиську

Керівник роботи Ігнат'єва Вікторія Борисівна, к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » 05 2025 року № 4/7-48

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Геолокація об'єкту

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б. доцент		
Нормоконтроль	Мещерякова О.М. ст.викл.		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студентка

(підпис)

Чорній А.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ігнат'єва В.Б.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТРУНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1. Вихідні дані для проектування.....	8
1.1.1 Характеристика об'єкта будівництва.....	8
1.1.2. Вихідні дані та умови для підготовки проектної документації на об'єкт капітального будівництва.....	8
1.1.3. Техніко-економічні показники проєктованих об'єктів капітального будівництва, що проєктуються.....	8
1.2. Схема планувальної організації земельної ділянки.....	9
1.2.1. Характеристика земельної ділянки наданої для розміщення об'єкта капітального будівництва.....	9
1.2.2. Обґрунтування меж санітарно-захисних зон об'єктів капітального будівництва в межах меж земельної ділянки.....	9
1.2.3. Обґрунтування та опис планувальної організації земельної ділянки відповідно до містобудівного та технічного регламенту або документа про використання земельної ділянки	10
1.2.4. Обґрунтування схем транспортних комунікацій, що забезпечують зовнішній і внутрішній проїзд до об'єкта капітального будівництва.....	10
1.3. Об'ємно-планувальні та архітектурні рішення.....	10
1.3.1. Опис зовнішнього вигляду об'єкта капітального будівництва, опис та обґрунтування просторової, планувальної та функціональної організації об'єкта капітального будівництва.....	10
1.3.2. Обґрунтування прийнятих об'ємно-просторових та архітектурно-художніх рішень, зокрема в частині дотримання граничних параметрів дозволеного будівництва об'єкта капітального будівництва.....	11
1.3.3. Опис та обґрунтування використаних композиційних матеріалів під час оформлення фасадів та інтер'єрів об'єкта капітального будівництва	12
1.3.4. Опис рішень з оздоблення приміщень основного, допоміжного,	

обслуговуючого та технічного призначення	13
1.4. Конструктивні рішення.....	14
1.4.1. Відомості про особливі природні кліматичні умови території, на якій розташовується земельна ділянка, надана для розміщення об'єкта капітального будівництва	14
1.4.2. Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівель і споруд, включно з їхніми просторовими схемами, прийнятими під час виконання розрахунків будівельних конструкцій	15
1.4.3. Опис конструктивних і технічних рішень підземної частини об'єкта капітального будівництва.....	16
1.5. Обґрунтування проектних рішень і заходів, що забезпечують дотримання необхідних характеристик конструкцій.....	16
1.5.1. Забезпечення зниження шуму та вібрацій	16
1.5.2. Забезпечення гідроізоляції та пароізоляції приміщень	16
1.5.3. Забезпечення зниження загазованості приміщень.....	16
1.5.4. Забезпечення видалення надлишків тепла.....	17
1.5.5. Забезпечення дотримання безпечного рівня електромагнітних та інших випромінювань, дотримання санітарно-гігієнічних умов.....	17
1.5.6. Забезпечення пожежної безпеки	17
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	19
2.1. Опис конструктивної схеми каркаса будівлі.....	19
2.1.1. Визначення вертикальних і горизонтальних розмірів каркаса.....	20
2.2. Розрахунок прогону	21
2.3. Снігове навантаження.....	23
2.4. Статичний розрахунок прогону	24
2.5. Конструктивний розрахунок прогону	26
2.6. Розрахунок сталевих профільованих настилів.....	32
РОЗДІЛ 3 ПРОЕКТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ.....	37
3.1. Вихідні дані для проектування.....	37
3.2. Збір навантажень на фундамент	39

3.2.1. Загальні дані.....	39
3.2.2. Збір навантажень на покриття.....	40
3.3. Проектування фундаменту із забивних паль.....	40
3.3.1. Вихідні дані.....	40
3.3.2. Визначення несучої здатності забивної палі	41
3.3.3. Визначення числа паль і проектування ростверку.....	42
3.3.4. Розрахунок пальового фундаменту за несучою здатністю ґрунту основи.....	43
3.3.5. Перевірка на продавлювання колоною	44
3.3.6. Розрахунок ростверку на продавлювання кутовою палею	45
3.3.7. Перевірка плити ростверку на вигин і визначення арматури.....	45
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	48
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	51
БІБЛІОГРАФІЯ.....	53

ВСТУП

У сучасних умовах інтенсивного розвитку дорожньо-транспортної інфраструктури України особливої актуальності набуває вдосконалення матеріально-технічної бази для забезпечення експлуатації, ремонту та обслуговування автомобільних доріг. Одним із ключових елементів такої інфраструктури є виробничі бази дорожньо-експлуатаційних дільниць, які виконують функції технічного обслуговування, зберігання, підготовки та ремонту дорожньої техніки, механізмів та обладнання.

Проектування виробничої бази дорожньо-експлуатаційної дільниці в місті Підволочиськ зумовлено зростаючою потребою в модернізації дорожнього господарства області. Запропонований об'єкт включає одноповерхову будівлю розмірами 96×48 м, каркасного типу, з двома прольотами, призначену для виконання функцій зберігання техніки та виконання ремонтних робіт. Проект базується на діючих нормативно-технічних документах і відповідає вимогам державних будівельних норм щодо безпеки, експлуатаційної надійності та енергоефективності.

У рамках кваліфікаційної роботи проведено повний цикл архітектурно-будівельного, конструктивного та інженерного проектування. Враховано природно-кліматичні умови району, інженерно-геологічні особливості ділянки забудови, функціонально-технологічне призначення будівлі та її техніко-економічні показники. Об'ємно-планувальні рішення, прийняті в проекті, забезпечують ефективне використання внутрішнього простору, зручну логістику руху техніки та безпечні умови праці.

Особливу увагу приділено конструктивним рішенням. Несе конструктивна схема — рамно-зв'язкова система зі сталевих елементів. Запроектовано фундаменти на забивних палях, що враховують характеристики ґрунтів і рівень підземних вод. Проведено розрахунки навантажень, згинальних моментів, прогинів та перевірки міцності елементів згідно з нормами. Всі розрахунки виконано вручну та з використанням сучасного інженерного підходу до

забезпечення надійності та довговічності об'єкта.

Проект містить також розділ з охорони праці та безпеки життєдіяльності, де визначено вимоги до умов праці, попередження травматизму, експлуатації машин та устаткування, а також організацію робіт у складних метеоумовах.

Таким чином, представлена кваліфікаційна робота комплексно охоплює всі аспекти проектування сучасної виробничої будівлі, спрямованої на забезпечення ефективної діяльності дорожньо-експлуатаційної дільниці.

Актуальність роботи обумовлена необхідністю покращення інфраструктури обслуговування автодоріг, оновлення матеріально-технічної бази та підвищення ефективності ремонтно-експлуатаційних процесів.

Мета роботи: Розробити архітектурно-будівельний і конструктивний проект виробничої бази дорожньо-експлуатаційної дільниці, що відповідає сучасним нормативам, є економічно ефективним та функціонально зручним.

Завдання кваліфікаційної роботи:

- провести аналіз вихідних даних та обґрунтування ділянки забудови;
- розробити об'ємно-планувальні, архітектурні та конструктивні рішення;
- виконати розрахунки несучих елементів каркаса;
- запроєктувати фундаменти відповідно до інженерно-геологічних умов;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки під час будівництва й експлуатації.

Практичне значення одержаних результатів:

Отримані результати можуть бути використані при реальному проектуванні, реконструкції або будівництві виробничих баз ДЕД. Конструктивні рішення і підходи можуть бути адаптовані для аналогічних об'єктів промислового призначення в інших регіонах.

Ключові слова: виробнича база, дорожньо-експлуатаційна дільниця, металевий каркас, прогони, розрахунок конструкцій, охорона праці.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Вихідні дані для проектування

1.1.1 Характеристика об'єкта будівництва

Виробнича база дорожньо-експлуатаційної ділянки розташовується за адресою: місто Підволочиськ. Об'єкт має розміри 96х48 м. Будівля запроектована з метою зберігання і технічного обслуговування транспортних засобів дорожньої ремонтно-будівельної організації.

1.1.2. Вихідні дані та умови для підготовки проектної документації на об'єкт капітального будівництва

Випускна кваліфікаційна робота на тему "Виробнича база дорожньо - експлуатаційної ділянки в м. Підволочиську " розроблена на підставі:

- завдання на виконання випускної кваліфікаційної роботи;
- геологічного розрізу ґрунтової основи;
- містобудівний план земельної ділянки;
- технічні умови.

1.1.3. Техніко-економічні показники проєктованих об'єктів капітального будівництва, що проєктуються

Техніко-економічні показники проєктованого об'єкта капітального будівництва наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Техніко-економічні показники проєкту будівництва виробничої бази дорожньо-експлуатаційної ділянки в м. Підволочиську

Найменування показника	Од. вим.	Значення
1	2	3
1. Об'ємно-планувальні показники		
Площа забудови	м ²	4875,42
Площа об'єкта	м ²	4608
Поверховість	пов.	1
Матеріал стін		сендвіч-панелі
Висота поверху	м	9,34
Будівельний обсяг, усього, зокрема	м ³	43960,32
надземної частини	м ³	43038,72
підземної частини	м ³	921,6
Об'ємний коефіцієнт		9,54

1.2. Схема планувальної організації земельної ділянки

1.2.1. Характеристика земельної ділянки наданої для розміщення об'єкта капітального будівництва

Передбачувана ділянка розміщення об'єкта будівництва розташовується за адресою: м. Підволочиськ.

Категорія земель: землі поселень (землі населених пунктів) для будівництва виробничо - складської бази з інженерним забезпеченням.

Площа земельної ділянки: 40 831 кв.м.

Місце розташування ділянки представлено на рисунку 1.1.

1.2.2. Обґрунтування меж санітарно-захисних зон об'єктів капітального будівництва в межах меж земельної ділянки

Виробнича база з ремонту та технічного обслуговування вимагає створення санітарно-захисної зони - 300 м. Обрана ділянка дає змогу реалізувати вимоги щодо ССЗ.

1.2.3. Обґрунтування та опис планувальної організації земельної ділянки відповідно до містобудівного та технічного регламенту або документа про використання земельної ділянки

Категорія земель ділянки визначається згідно з кадастровою картою як землі поселень (землі населених пунктів) для будівництва виробничо-складської бази з інженерним забезпеченням. Ділянка вільна від забудови.

Згідно з генеральним планом міста Підволочиська, передбачувана ділянка під будівництво виробничої бази відповідає функціональному призначенню (зона розміщення виробничо-комунальних об'єктів).

1.2.4. Обґрунтування схем транспортних комунікацій, що забезпечують зовнішній і внутрішній проїзд до об'єкта капітального будівництва

Об'єкт розташований поблизу автодороги, всередині майданчика будівництва передбачені асфальтобетонні дороги для пересування автомобільного транспорту. Під'їзд до ділянки відбувається дорогою загального користування. В'їзд до будівлі обмежений шлагбаумом і здійснюється за пропускною системою за необхідності доступу спеціалізованих машин.

1.3. Об'ємно-планувальні та архітектурні рішення

1.3.1. Опис зовнішнього вигляду об'єкта капітального будівництва, опис та обґрунтування просторової, планувальної та функціональної організації об'єкта капітального будівництва

Будівля виробничої бази одноповерхова, каркасного типу.

Запроектований об'єкт капітального будівництва має просту прямокутну форму в плані, геометричні розміри в плані в осях А-Д - 48 м, 1-9 - 96 м. Будівля складається з двох паралельних прольотів однакової довжини і висоти з розмірами в плані в осях А-В - 24 м, В-Д - 24 м.

За відносну позначку 0.000 прийнято позначку чистої підлоги першого поверху.

Покрівля двосхила, відмітка верху покрівлі +10,160, висота об'єкта від відмітки 0.000 до низу несучих конструкцій покриття становить 7,8 м.

1.3.2. Обґрунтування прийнятих об'ємно-просторових та архітектурно-художніх рішень, зокрема в частині дотримання граничних параметрів дозволеного будівництва об'єкта капітального будівництва

Будівля запроектована з урахуванням природно-кліматичних умов району будівництва, а також з урахуванням функціонально-технологічних особливостей.

У проєкті застосовано уніфіковані прольоти і висоти з модульною прив'язкою і розмірами.

Об'ємно-просторові рішення розроблено на основі чинних нормативних документів. У прийнятих рішеннях враховано заходи з техніки безпеки та протипожежні вимоги, що висуваються до підприємств, будівель і споруд промисловості

Архітектурно-художні рішення, прийняті з урахуванням санітарно-гігієнічних вимог, передбачають створення оптимально комфортних умов праці та відпочинку. Проєкт розроблено з дотриманням правил щодо розроблення проєктної документації.

Будівля запроектована з використанням рамних конструкцій у вигляді каркасної рамно-зв'язкової системи з огорожувальними конструкціями типу сендвіч, як утеплювач використовуються мінераловатні плити.

1.3.3. Опис та обґрунтування використаних композиційних матеріалів під час оформлення фасадів та інтер'єрів об'єкта капітального будівництва

Зовнішній вигляд, архітектурна виразність і сучасність будівлі досягається з урахуванням об'ємно-планувальних рішень.

У зовнішньому оздобленні фасаду використовують тришарові стінові сендвіч-панелі з товщиною утеплювача 150 мм із заводським полімерним покриттям із каталогу RAL, використано колір RAL5012.

Цоколь виконано з використанням цокольних залізобетонних з геометричними розмірами 11970x250x880 мм з утеплювачем т товщиною 50 мм.

Перегородки в приміщеннях - стінові тришарові стінові сендвіч-панелі з товщиною утеплювача 80 мм, висотою 3,5 м.

Покрівля - двосхила. Покриття виконано з використанням профільованого настилу Н114-750-0,8, утеплювача товщиною 150 мм. Товщина утеплювача визначена теплотехнічним розрахунком.

Об'ємно-планувальні рішення будівлі створюють зовнішній образ виробничої бази. Фасади будівлі виконані з сендвіч-панелей. Широкий спектр кольорів панелей дає змогу створити сучасний індивідуальний образ споруди.

Покрівля будівлі плоска з внутрішнім і зовнішнім водостоком, покриттям є рулонні матеріали.

Вікна в будівлі виконані у вигляді вітражного скління з полівінілхлоридних профілів із двокамерним склопакетом, що забезпечує наведений опір теплопередачі не менш як $R_{пр}=0,49 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$. Стулки вітража відкриваються. Двері - сталеві. Ворота - розпашні з щитовими полотнами.

Водовідвідна система - внутрішній організований водостік з використанням металевих комплектуючих.

1.3.4. Опис рішень з оздоблення приміщень основного, допоміжного, обслуговуючого та технічного призначення

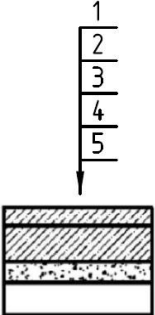
В оздобленні приміщень передбачено використання сучасних, екологічно чистих, пожежобезпечних оздоблювальних матеріалів.

Усі матеріали, що застосовуються для внутрішнього оздоблення, відповідають пожежним вимогам для використання в цих приміщеннях і мають гігієнічні висновки та сертифікати. Тип оздоблення приміщень і тип покриття підлог призначений залежно від виду приміщення.

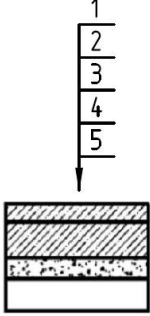
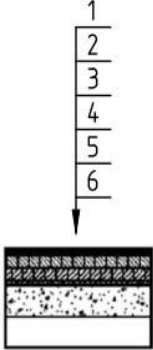
Таблиця 1.2 - Відомість оздоблення приміщень

Найменування або номер приміщення	Вид оздоблення елементів інтер'єру		
	Стіни або перегородки	Колони	Примітка
2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30	Стінові сендвіч-панелі з товщиною утеп. 80 мм Висотою 3,5 м	Антикорозійний захист ґрунтом	Оздоблення сендвіч-панелей не передбачено
1, 11, 12, 13, 18, 19, 20	Стінові сендвіч-панелі з товщиною утеп. 80 мм висотою 9, 5 м	Антикорозійний захист ґрунтом	Оздоблення сендвіч-панелей не передбачено

Таблиця 1.3 - Експлікація підлог

Номер приміщення	Тип підлоги	Схема підлоги або тип підлоги за серією	Дані елементів підлоги (найменування, товщина, підстава та ін.)	Площа, м ²
1	2	3	4	5
2,23	1		1. Асфальтобетон - 50 мм 2. Бетонний підстильний шар B25 - 150 мм 3. Геотекстиль Техноніколь 4. Утрамбований шар піску - 100 мм 5. Ґрунт основи	3232,55

Продовження таблиці 1.3

1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 30	2		6. Цементно-піщана стяжка - 50 мм 2. Бетонний підстильний шар В25 - 150 мм 3. Геотекстиль Техноніколь 4. Утрамбований шар піску - 100 мм 5. Ґрунт основи	1257,25
29	3		7. Керамічна плитка - 5 мм 8. Плитковий клей 9. Гідроізоляція Техноеласт 10. Цементно-піщана стяжка - 40 мм 12. Утрамбований шар піску - 100 мм 13. Ґрунт основи	118,2

1.4. Конструктивні рішення

1.4.1. Відомості про особливі природні кліматичні умови території, на якій розташовується земельна ділянка, надана для розміщення об'єкта капітального будівництва

Згідно з [4] цей район характеризується такими природно-кліматичними даними:

- район будівництва м. Підволочиськ;
- кліматичний район - 2;
- середньорічна температура повітря - плюс 0,5 °С;
- абсолютна максимальна температура - плюс 28 °С;
- середня максимальна температура найбільш теплового місяця - плюс 25,1 °С;
- абсолютна мінімальна температура повітря - мінус 23 °С;

Температура найбільш холодної доби:

- із забезпеченістю 0,92 - мінус 29 °С;
- із забезпеченістю 0,98 - мінус 21 °С;
- температура найхолоднішої п'ятиденки:
- із забезпеченістю 0,92 - мінус 17 °С;
- із забезпеченістю 0,98 - мінус 29 °С;
- середня температура найбільш холодного періоду - мінус 22 °С;
- тривалість періоду із середньодобовою температурою нижче 0 °С – 172 доби;
- тривалість періоду із середньодобовою температурою нижче +8 °С – 234 доби;
- середня місячна відносна вологість повітря найхолоднішого місяця - 71 %;
- середня місячна відносна вологість повітря найспекотнішого місяця – 70 %;
- кількість опадів за листопад-березень - 112 мм;
- кількість опадів за квітень-жовтень - 369 мм.

1.4.2. Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівель і споруд, включно з їхніми просторовими схемами, прийнятими під час виконання розрахунків будівельних конструкцій

Конструктивна схема будівлі - каркасна, складається з поперечних рам і поздовжніх зв'язків.

Поперечна жорсткість каркаса забезпечується за проміжними осями поперечними рамами, колони яких жорстко затиснуті в ригелі і шарнірно оперті на фундаменти.

Поздовжня жорсткість каркаса забезпечується вертикальними зв'язками по кожному ряду колон. Як горизонтальні зв'язки покриття використовується горизонтальний жорсткий диск покриття, утворений сталевим профільованим настилом.

Характеристика основних конструкцій:

- конструктивна система будівлі - каркасна;
- фундаменти - стовпчасті дрібного закладення. Несучий ґрунт основи - пісок гравелистий середньої щільності;
- колони і ригелі - металеві;
- зовнішні стіни - стінові сендвіч-панелі з мінеральною ватою 150 мм;
- внутрішні стіни - сендвіч-панелі з мінеральною ватою 80 мм;
- покриття будівлі - поєднане з внутрішнім організованим водостоком.

1.4.3. Опис конструктивних і технічних рішень підземної частини об'єкта капітального будівництва

Під час проектування фундаментів враховано вимоги [25] та інших нормативних документів.

У будівлі передбачається фундамент мілкового закладення, що забезпечує рівномірну передачу навантажень від каркаса будівлі на основу.

1.5. Обґрунтування проектних рішень і заходів, що забезпечують дотримання необхідних характеристик конструкцій

1.5.1. Забезпечення зниження шуму та вібрацій

Основний склад приміщень та їхнє цільове призначення не потребують додаткової звукоізоляції.

1.5.2. Забезпечення гідроізоляції та пароізоляції приміщень

Проектом передбачено пароізоляцію в конструкції покрівлі.

1.5.3. Забезпечення зниження загазованості приміщень

Процесів, що призводять до підвищеної загазованості приміщень, у проєктованій будівлі не виявлено і не передбачається. Проектом передбачено систему вентиляції та димовидалення з урахуванням вимог до приміщення цього типу та врахування норм загазованості.

1.5.4. Забезпечення видалення надлишків тепла

Процесів, що призводять до підвищеного тепловиділення, не передбачено. Необхідності заходів з видалення надлишків тепла немає.

1.5.5. Забезпечення дотримання безпечного рівня електромагнітних та інших випромінювань, дотримання санітарно-гігієнічних умов

У приміщеннях об'єкта, що проєктується, не передбачається встановлення обладнання, що є джерелом електромагнітних та інших випромінювань. Необхідності проведення заходів щодо дотримання безпечного рівня цих випромінювань не потрібно.

1.5.6. Забезпечення пожежної безпеки

Пожежна безпека забезпечується влаштуванням проїздів з асфальтобетонним покриттям для пожежних машин з двох боків уздовж стін будівлі по осі 1 і осі А. Система протипожежного водопостачання прийнята від існуючих зовнішніх мереж водопостачання. Підключення до існуючих мереж здійснюється в колодязі ПГ в якому є вже існуючий пожежний гідрант.

Відповідно до:

- ступінь вогнестійкості будівлі - II.

Межі вогнестійкості будівельних конструкцій прийнято не менше ніж:

- колони – R 90;

- міжповерхові перекриття REI 45;

- марші та майданчики сходів – R 60;
- внутрішні стіни сходових кліток – REI 90. Термін експлуатації будівлі - не менше 50 років.

Запобігання пожежі досягається використанням застосуванням пожежобезпечних будівельних матеріалів.

Протипожежна безпека об'єкта досягається:

- застосування засобів пожежогасіння та відповідних видів пожежної техніки;
- об'ємно-планувальними рішеннями;
- регламентацією вогнестійкості та пожежної небезпеки будівельних конструкцій та оздоблювальних матеріалів;
- застосуванням пристроїв, що забезпечують обмеження поширення небезпечних факторів пожежі.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Опис конструктивної схеми каркаса будівлі

Конструктивну схему каркаса будівлі сформовано відповідно до вихідних даних, а також з урахуванням технічних, експлуатаційних та економічних вимог, що висуваються до каркасів будівлі.

Випускна кваліфікаційна робота розроблена на підставі рамних конструкцій.

У каркас входять поперечні суцільностінчасті рами, прогони, стійки торцевого фахверка, вертикальні зв'язки і шляхи підвісних кранів. У торцях будівлі рами відсутні, встановлюються тільки колони крайніх рядів і стійки торцевого фахверка з кроком 12 м, на які спираються елементи покриття.

Поперечна жорсткість каркаса забезпечується за проміжними осями поперечними рамами, колони яких жорстко затиснуті в ригелі й шарнірно оперті на фундаменти. По торцях Г-подібними рамами, утвореними крайніми колонами, жорстко защемленими в крайні торцеві балки покриття. Затискання ригелів у колонах диктується необхідністю зменшення вільних довжин колон тільки в площині рами. При цьому в колонах виникають значні опорні моменти від вертикальних навантажень на ригелі рам, помітно знижуючи несучу здатність колон і мало позначаючись на підвищенні несучої здатності ригелів у прольоті, оскільки висота перерізу колони у 2-3 рази менша за висоту перерізу ригеля. Несприятливий вплив защемлення великий для крайніх колон будівель. Частково цей вплив усунуто за допомогою переднапруження, здійснюваного в місці сполучення ригеля з крайньою колоною на фланцях, для чого слід передбачити клиноподібний зазор у фланцевому з'єднанні.

Поздовжня жорсткість каркаса забезпечується вертикальними зв'язками по кожному ряду колон. Як горизонтальні зв'язки покриття використовують

горизонтальний жорсткий диск покриття, утворений сталевим профільованим настилом. Усі монтажні вузли болтові.

Ригелі рам - зварні двотаврові балки постійного перерізу в межах відправочного елемента: висота стінки $h_w = 1050$ мм; товщина стінки $t_w = 7$ і 8 мм; поясні шви в зонах обпирання на колони на ділянках завдовжки $1,7$ м - двосторонні, на інших ділянках - односторонні. Кріплення ригелів до колон і між собою - жорстке на фланцях із використанням високоміцних болтів М27. Для забезпечення стійкості колон нижні пояси ригелів на відстань 6 м з обох боків середніх колон розкріплені підкосами, закріпленими в прогони.

Колони рам запроектовані з двотаврів із паралельними гранями полиць, по крайньому ряду вони мають підсилювальну накладку завдовжки 3850 мм у зоні максимальних моментів.

Спирання прогонів на ригелі в одному рівні. Кріплення їх до колон - на фланцях.

Шляхи підвісного транспорту мають проліт 12 м і виконуються з балок з перфорованою стінкою.

Поздовжній фахверк - без проміжних стійок із ригелями прольотом 12 м із гнутого С-подібного профілю. Такий самий перетин і в ригелів торцевого фахверка.

Усі елементи каркаса запроектовані з низьколегованої сталі за винятком стійок торцевого фахверка і двотаврів із паралельними гранями полиць типу Б (див. аркуш 2 - Відомість елементів).

2.1.1. Визначення вертикальних і горизонтальних розмірів каркаса

Вертикальні розміри:

- корисна висота $H_{(0)}$ (відстань від рівня чистої підлоги - відм. $0,000$ - до низу ригеля): по осях 1-10/А-Д - $+7,800$ м;
- висота ригеля $h_{r0} = 1,050$ м.
- ухил покрівлі $i = 2,5\%$.

Горизонтальні розміри:

Розміри будівлі в осях:

- А-Д - 48 м, в осях 1-9 - 96 м.

2.2. Розрахунок прогону

Прогони по покриттю - зварні двотаврові балки з гнучкістю стінки $\lambda_w = 8$

Вихідні дані:

- проліт $l_{пр} = 12$ м;

Прогони по покриттю - зварні двотаврові балки з гнучкістю стінки $\lambda_w = 8$

Вихідні дані:

- проліт $l_{пр} = 12$ м;
- крок прогонів $b = 3,0$ м;
- ухил покрівлі 2,5%;
- коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$;
- коефіцієнт надійності за відповідальністю ; $\gamma_n = 1$
- матеріал прогону - сталь С345;
- район будівництва - м. Підволочиськ; розрахункова температура $t = -21^\circ\text{C}$ [13]; нормовані показники з ударної в'язкості та вимоги за хімічним складом згідно з таблицями;
- розрахункові характеристики сталі С345.

Для поясів $R_{yf} = 320 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$ за товщини прокату від 10 до 20 мм включно; для стінки $R_{yw} = 340 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$ за товщини прокату від 2 до 10 мм включно; для стінки мм за товщини прокату від 2 до 10 мм включно;

- нормативне навантаження на прогін: розрахунок прогону виконую за навантаженням від ваги покрівлі, власної ваги прогону і снігового навантаження. Оскільки ухил покрівлі $< 20^\circ$, то вітрове навантаження діє знизу вгору, розвантажуючи прогони, і, відповідно, не враховується.

Вертикальний граничний прогин прогону f_u розраховуємо за лінійною інтерполяцією між значеннями $f_u = \frac{1}{200}$ за

$l = 6 \text{ м і } f_u = \frac{l}{250}$ за $l = 24 \text{ м}$, що визначається за формулою (2.1):

$$f_u^{12} = \frac{(X - X_0) \cdot (Y_1 - Y_0)}{X_1 - X_0} + Y_0 = \frac{(12 - 6) \cdot (250 - 200)}{24 - 6} + 200 = 213 \quad (2.1)$$

Поясні шви виконуються автоматичним зварюванням під флюсом (флюс АН-348-А; зварювальний дріт Св-10Г2), положення швів - у човник; всі інші шви виконуються механізованим дуговим зварюванням (МДС CO_2), зварювальний дріт - Св-08Г2С .

Збір постійних навантажень подано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Постійні навантаження на прогін

Конструкція покриття	Вимірювач	Нормативне навантаження	γ_f	Розрахункове навантаження
Покрівля	кН/м ² поверхні	0,008	1,2	0,096
1 Мембрана ПВХ 1,2 мм		0,029	1,2	0,035
2 Утеплювач ($\rho = 20 \text{ кг/м}^3$; $\delta = 150 \text{ мм}$)		0,005	1,2	0,006
3 Пароізоляційна плівка				
Огороджувальні конструкції		0,125	1,05	0,131
1 Сталевий профільований настил Н114-750-0.8 Сталевий профільований настил Н114-750-0.8				
УСЬОГО		0,167		0,268

За формулою (2.2):

$$q_n = \frac{q_n}{\cos \alpha} \cdot b + q_p = \frac{0,167}{0,999} \cdot 3 + 0,45 = 0,95 \text{ кН/м} \quad (2.2)$$

Де $q_n = \frac{0,167 \text{ кН}}{\text{м}^2}$ - нормативне навантаження від покриття;

Розрахункове постійне навантаження на прогін визначається за формулою (2.3)

$$q = \sum q_{fi} \cdot \gamma_{fi} = \frac{q_r}{\cos \alpha} \cdot b + q_p \cdot \gamma_f = \frac{0,268}{0,999} \cdot 3 + 0,45 \cdot 1,05 = 1,27 \text{ кН/м} \quad (2.3)$$

Де $q_r = \frac{0,268 \text{ кН}}{\text{м}^2}$ - розрахункове нормативне навантаження від ваги 1 м² покрівлі;

$\gamma_f = 1,05$ – коефіцієнт надійності за навантаженням для власної ваги прогону;

2.3. Снігове навантаження

Місто Підволочиськ розташоване в III сніговому районі, вага снігового покриву $S_g = 1,5 \text{ кПа}$ [2].

Згідно з [2], нормативне значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття S_0 , визначається за формулою (2.4):

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g = 0,83 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = \frac{1,245 \text{ кН}}{\text{м}^2} \quad (2.4)$$

Де c_e - коефіцієнт, що враховує знесення снігу з покриттів будівель під дією вітру або інших чинників, що приймається відповідно до [2];

c_t - термічний коефіцієнт, що приймається відповідно до [2];

μ - коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву землі до снігового навантаження на покриття за [2];

S_g - вага снігового покриву на 1 м² горизонтальній поверхні землі за [2].

$$c_e = (1,2 - 0,4 \cdot \sqrt{k})(0,8 + 0,002l_c) = (1,2 - 0,4 \cdot \sqrt{0,628})(0,8 + 0,002 \cdot \quad) \quad (2.5)$$

$$= 0,83,$$

де k - коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску залежно від типу місцевості для висоти z_e , приймається за [2];

l_c - характерний розмір покриття, що приймається не більше 100 м;

$$l_c = 2b - \frac{b^2}{1} = 2 \cdot 48 - \frac{48^2}{96} = 72 \text{ м} \quad (2.6)$$

$Deb = 48$ м - найменший розмір покриття в плані;

$l = 96$ м - найбільший розмір покриття в плані.

$k = 0,628$, знайдене за лінійною інтеполяцією за еквівалентної висоти $.z_e = h = 9,275$ м

Для будівель із двосхилими покриттями коефіцієнти визначають за [2].

Оскільки покриття має кут нахилу $\alpha < 15^\circ$, то слід враховувати 1 варіант розподілу снігового навантаження.

Розрахункове значення снігового навантаження визначається за формулою (2.7):

$$P = S_0 \cdot \gamma_f = 1,245 \cdot 1,4 = 1,743 \text{ кН/м}, \quad (2.7)$$

$De\gamma_f = 1,4$ - коефіцієнт надійності для снігового навантаження [2];

B - крок несучих конструкцій.

Сумарне лінійне навантаження на прогін при кроці прогонів $b = 3$: нормативне навантаження визначається за формулою (2.8):

$$q_{n, \text{заг}} = q_p + S_0 \cdot b = 0,95 + 1,245 \cdot 3 = 4,69 \text{ кН/м}, \quad (2.8)$$

розрахункове навантаження визначається за формулою (2.9):

$$q_{\text{заг}} = q + P \cdot b = 1,27 + 1,743 \cdot 3 = 6,49 \text{ кН/м}. \quad (2.9)$$

2.4. Статичний розрахунок прогону

Оскільки покрівельний настил кріпиться до прогонів жорстко й утворює суцільне полотнище (профільований настил, прикріплений до прогонів самонарізними болтами), то похила складова сприйматиметься самим полотнищем покрівлі. У цьому разі необхідність у тяжах відпадає і прогони можна розраховувати тільки на навантаження q_x . Схему дії навантаження на прогін представлено на рисунку 2.1.

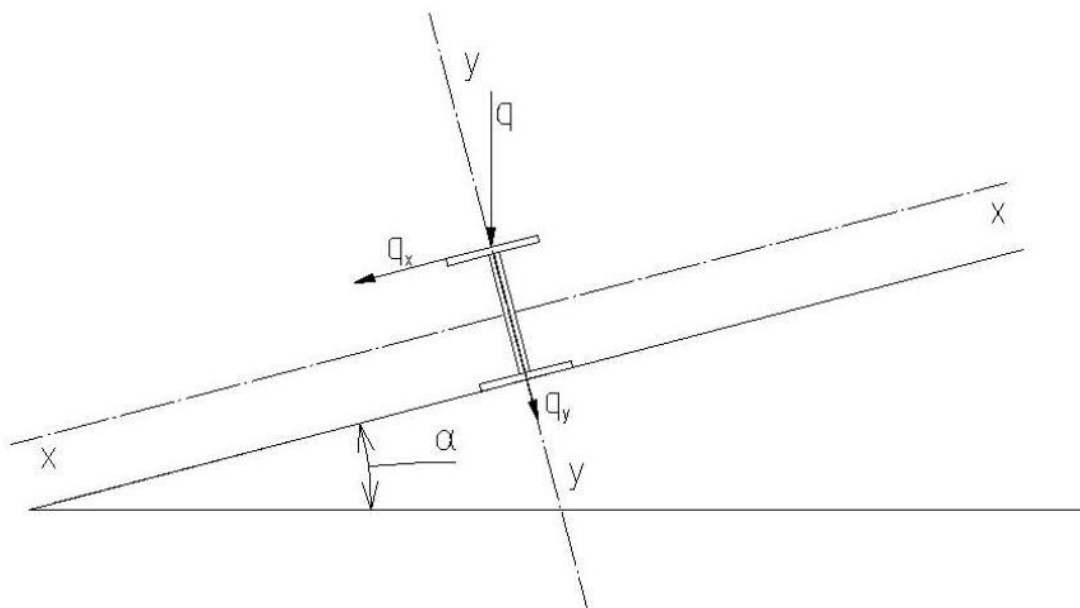


Рисунок 2.1 - Схема дії навантаження на прогін

Складову q_x знайдемо за формулою:

$$q_x = q_{\text{заг}} \cdot \cos \alpha = 6,49 \cdot 0,999 = 6,48 \text{ кН/м}, \quad (2.10)$$

$$M_{n, \max} = \frac{q_{n, \text{заг}} \cdot l_p^2}{8} = \frac{4,69 \cdot 12,0^2}{8} = 84,42 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (2.11)$$

$$M_{\max} = \frac{q_x \cdot l_p^2}{8} = \frac{6,48 \cdot 12,0^2}{8} = 116,64 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (2.12)$$

$$Q_{\max} = \frac{q_x \cdot l_p}{2} = \frac{6,48 \cdot 12,0}{2} = 38,88 \text{ кН}, \quad (2.13)$$

Де l_p - довжина прольоту прогону, м.

Розрахункова схема прогону наведена на рисунку 2.2.

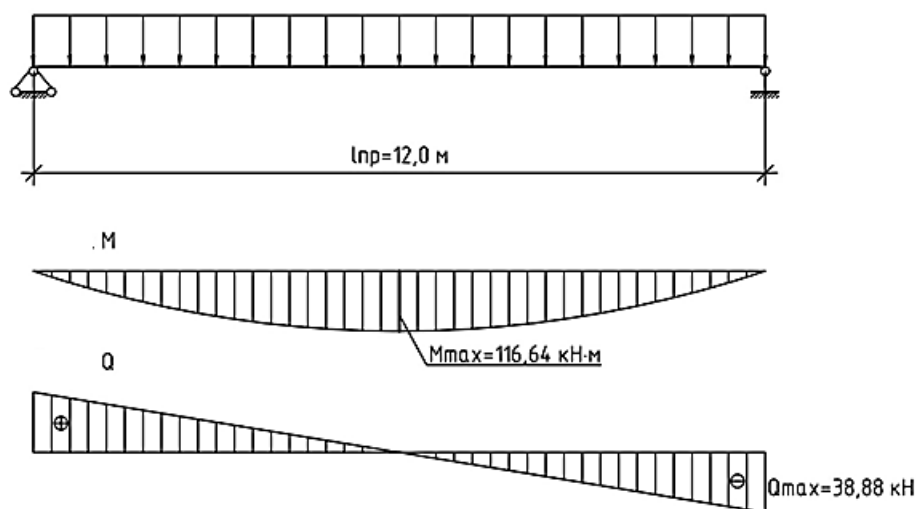


Рисунок 2.2 - Розрахункова схема прогону

2.5. Конструктивний розрахунок прогону

Висоту перерізу прогону знайдемо з умови жорсткості:

Мінімальна

$$h_{\min} = \frac{5 \cdot \sigma_{Hf}^{12}}{24 \cdot E \cdot \int_u^{12} \cdot \alpha} = \frac{5 \cdot 209,71 \cdot 12 \cdot 213}{24 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 0,936} = 57,55 \text{ см}, \quad (2.15)$$

Де $\sigma_{Hf} = R_{yw} \cdot \frac{q_{n, \text{заг}}}{q_{\text{заг}}}$ — напруга від загального вигину в поясі, що виникає від дії заданого нормативного навантаження;

$$\sigma_{Hf} = R_{yw} \cdot \frac{q_{n, \text{заг}}}{q_{\text{заг}}} = 295 \cdot \frac{15,44}{21,72} = 209,71 \text{ Н/мм}^2; \quad (2.16)$$

$\alpha = 1,2 - 0,033\overline{\lambda_w} = 1,2 - 0,033 \cdot 8 = 0,936$ — коефіцієнт, що враховує підвищення деформативності, при $\lambda_w = 81$ - проліт прогону, м;

E - модуль пружності сталі;

f_u^{12} - значення прогину прогону при довжині 12 м .

$$\sigma_{Hf} = R_{yw} \cdot \frac{q_{n, \text{заг}}}{q_{\text{заг}}} = 295 \cdot \frac{4,69}{6,48} = 209,71 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Оптимальна

$$h_{\text{opt}} = \left(\frac{1}{13} \dots \frac{1}{15} \right) \cdot \frac{1}{1,15} = \left(\frac{1}{13} \dots \frac{1}{17} \right) \cdot \frac{1200}{1,15} = 80,2 \text{ см} \dots 61,4 \text{ см}.$$

Приймаємо висоту $h_w = 600 \text{ мм}$.

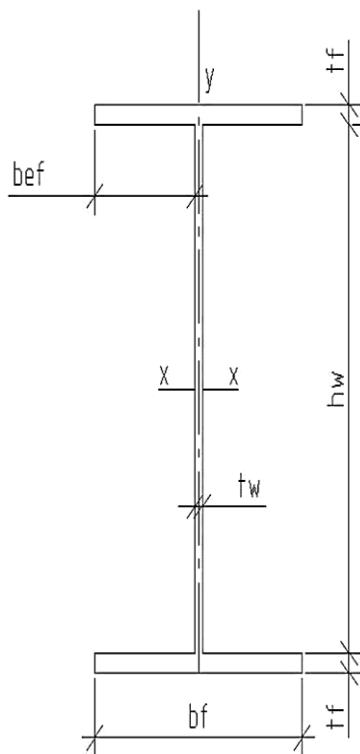


Рисунок 2.3 - Складовий переріз прогону

Приймаємо гнучкість стінки $\lambda_w = 250$, з урахуванням поправки на сталь

$$R_{yf} = 340 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Гнучкість стінки

$$\bar{\lambda}_w = \lambda_w / \sqrt{\frac{R_{yf}}{210}} = 8 / \sqrt{\frac{340}{210}} = 320 \quad (2.17)$$

Де $\lambda_w = 8$ - умовна гнучкість стінки;

$R_{yf} = \frac{340 \text{ Н}}{\text{мм}^2}$ - розрахунковий опір сталі.

Товщина стінки

$$t_w = \frac{h_w}{\lambda_w} = \frac{600}{320} = 1,875 \text{ мм}$$

Де $h_w = 600$ - висота перерізу, см.

Виходячи з конструктивних міркувань, для забезпечення міцності, приймаємо товщину стінки $t_w = 3$ мм.

$$\lambda_w = \frac{h_w}{t_w} = \frac{600}{3} = 200 \quad (2.18)$$

$$\bar{\lambda}_w = \lambda_w \cdot \sqrt{\frac{\lambda_w}{E}} = 200 \cdot \sqrt{\frac{320}{2,06 \cdot 10^5}} \cdot 10^5 = 7,88 \quad (2.19)$$

Таким чином, $\bar{\lambda}_w < 13$, що рекомендується нормами.

Ширина пояса b_f вибирається з умови загальної стійкості балки:

$$b_f \geq \frac{l_{ef,y}}{0,21 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_{yf}}}} \geq \frac{150}{0,21 \cdot \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^5}{320}}} = 26,8 \text{ см} \quad (2.20)$$

Де $l_{ef,y} = 1,5$ м - відстань між додатковим розкріпленням зв'язків верхнього пояса;

E - модуль пружності сталі.

Приймаємо $b_f = 270$ мм.

Товщина пояса з умови забезпечення його місцевої стійкості:

$$t_{f,min} \geq \frac{b_{ef}}{0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{R_{yf}}}} \geq \frac{133,5}{0,38 \cdot \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^5}{320}}} = 13,18 \text{ мм} \quad (2.21)$$

Де $b_{ef} = \frac{(b_f - t_w)}{2}$ - розрахункова ширина звису;

$$b_{ef} = \frac{(b_f - t_w)}{2} = \frac{(270 - 3)}{2} = 133,5 \text{ мм} \quad (2.22)$$

Приймаємо пояс із листа 270×14 мм.

Безреберні балки застосовуються за умовної гнучкості стінки $7 < \overline{\lambda}_w < 10$, за рівномірно розподіленого навантаження. Міцність таких балок перевіряється за формулою (2.23):

$$M_{\max}/M_u < 1 \quad (2.23)$$

$$\frac{116,64}{770,16} = 0,15 < 1$$

Умова виконується.

Перевірка міцності балки в трьох відсіках за середнім перерізом:

Граничне значення згинального моменту визначається за формулою (2.24):

$$M_u = R_{yf} \cdot t_w \cdot h_w^2 \cdot \left[\frac{A_f}{t_w \cdot h_w} + \frac{0,85}{\overline{\lambda}_w} \cdot \left[1 - \frac{1}{\overline{\lambda}_w} \right] \right] \quad (2.24)$$

$$M_u = 340 \cdot 10^{-1} \cdot 0,3 \cdot 60^2 \cdot \left[\frac{27 \cdot 1,4}{0,3 \cdot 60} + \frac{0,85}{7,88} \cdot \left[1 - \frac{1}{7,88} \right] \right] = 770,16 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Де $A_f = b_f \cdot t_w = 27 \cdot 1,4 = 37,8 \text{ см}^2$ - площа перерізу.

Граничне значення поперечної сили знаходиться за формулою (2.25):

$$Q_u = R_s \cdot t_w \cdot h_w \cdot \left[\frac{\tau_{cr}}{R_s} + 3,3 \cdot \left[1 - \frac{\tau_{cr}}{R_s} \right] \cdot \frac{\beta \cdot \mu}{1 + \mu^2} \right] \quad (2.25)$$

$$Q_u = 0,58 \cdot 340 \cdot 0,3 \cdot 60 \cdot \left[\frac{32,91}{0,58 \cdot 345} + 3,3 \cdot \left[1 - \frac{32,91}{0,58 \cdot 345} \right] \cdot \frac{0,15 \cdot 3,33}{1 + 3,33^2} \right] =$$

$$= 302,91 \text{ кН}$$

$$\text{де } R_s = 0,58 \cdot 340 = 197,2 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

$$\tau_{cr} = 10,3 \cdot \left(1 + \frac{0,76}{\mu^2}\right) \cdot \frac{R_s}{\bar{\lambda}_{ef}^2} = 10,3 \cdot \left(1 + \frac{0,76}{3,33^2}\right) \cdot \frac{0,58 \cdot 340}{8,18^2} = \frac{32,91 \text{ Н}}{\text{мм}^2}; \quad (2.26)$$

$$\mu = \frac{200}{60} = 3,33;$$

$$\bar{\lambda}_{ef}^2 = \left(\frac{d}{t_w}\right) \cdot \sqrt{\frac{R_{yw}}{E}} = \left(\frac{60}{0,3}\right) \cdot \sqrt{\frac{340}{2,06 \cdot 10^5}} = 8,18 \quad (2.27)$$

$$\beta = 0,05 + 5 \cdot \alpha = 0,05 + 5 \cdot 0,01 = 0,1, \quad (2.28)$$

приймається $\beta = 0,15$

Міцність при зсуві

$$Q_{\max} = 38,88 \text{ кН} < Q_u = 302,91 \text{ кН}.$$

Другий відсік

$$\left(\frac{M}{M_u}\right)^4 + \left(\frac{Q}{Q_u}\right)^4 \quad (2.29)$$

$$\left(\frac{M}{M_u}\right)^4 + \left(\frac{Q}{Q_u}\right)^4 = (97,74/770,16)^4 + (65,16/302,91)^4 = 0,0024 < 1.$$

Третій відсік

$$M_{\max} = 116,64 \text{ кН} \cdot \text{м} < M_u = 770,16 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Перевірка прогину прогону:

$$f = \frac{5 \cdot q_{n, \text{заг}} \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_x} \quad (2.30)$$

$$f = \frac{5 \cdot 6,48 \cdot 1200^3}{384 \cdot 10 \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 76652,24 \cdot (1,2 - 0,033 \cdot 8,18)} = 0,0024 < \left[\frac{f}{L}\right] =$$

$$= \frac{1}{213} = 0,0047$$

$$\text{Де } I_x = \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + 2 \cdot b_f \cdot t_f \cdot \left(\frac{h_w}{2} + \frac{t_f}{2}\right)^2 - \text{момент інерції перерізу, см}^4;$$

$$I_x = \frac{0,3 \cdot 60^3}{12} + 2 \cdot 27 \cdot 1,4 \cdot \left(\frac{60}{2} + \frac{1,4}{2}\right)^2 = 76652,24 \text{ см}^4 \quad (2.31)$$

Розрахунок поясних з'єднань прогону.

З'єднання поясів зі стінкою в ригелі (зварній балці) здійснюється зварними швами. Під час вигину ригеля - це з'єднання запобігає зсуву поясів щодо стінки. Зусилля, що зсуває пояс, на одиницю довжини ригеля можна підрахувати за формулою (2.34):

$$T = \frac{Q_{\max} \cdot S_f}{I_x} = \frac{38,88 \cdot 1160,46}{76652,24} = 0,58 \text{ кН/см}, \quad (2.32)$$

$$S_f = b_f \cdot t_f \cdot \left(\frac{h_w}{2} + \frac{t_f}{2}\right) = 27 \cdot 1,4 \cdot \left(\frac{60}{2} + \frac{1,4}{2}\right) = 1160,46 \text{ см}^3. \quad (2.33)$$

Розрахунковий катет кутового шва, що прикріплює настил до балок настилу під час розрахунку за металом по кордону сплавлення, оскільки

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{1,1 \cdot 240}{1,15 \cdot 211,5} = 1,09 > 1 \quad (2.34)$$

$$k_f = \frac{T}{2 \cdot \beta_z \cdot R_{wz} \cdot \gamma_c} = \frac{0,58 \cdot 10^2}{2 \cdot 1,15 \cdot 211,5 \cdot 1} = 1,02 \text{ мм} \quad (2.35)$$

Де $\beta_f = 1,1$ і $\beta_z = 1,15$ - коефіцієнти, підібрані за [23];

R_{wf} - розрахунковий опір металу швів зварних з'єднань із кутовими швами за [23];

R_{wz} - розрахунковий опір зварних з'єднань на зріз (умовний) за [23];

$$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 470 = 211,5 \text{ Н/мм}^2. \quad (2.36)$$

Приймаємо $k_f = 5 \text{ мм}$ відповідно до [23].

2.6. Розрахунок сталевого профільованого настилу

Профільований сталевий настил

- проліт $l_{\text{пр}} = 6 \text{ м}$;
 - крок прогонів $b = 3,0 \text{ м}$;
 - ухил покрівлі $2,5\%$;
 - коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$ [23];
 - коефіцієнт надійності за відповідальністю $\gamma_n = 1$;
 - матеріал настилу - сталь 08пс; район будівництва - м. Підволочиськ;
- розрахункова температура $t = -21^\circ \text{C}$ [13];
- нормовані показники з ударної в'язкості та вимоги за хімічним складом згідно з таблицями [23];
 - розрахункові характеристики сталі 08пс за таблицями:

$$R_y = 205 \text{ Н/мм}^2; R_s = 0,58 \cdot 205 = 118,9 \text{ Н/мм}^2; \quad (2.37)$$

- нормативне навантаження на профільований лист.

Розрахунок профільованого листа виконується за навантаженням від ваги покрівлі, власної ваги прогону і снігового навантаження. Оскільки ухил покрівлі $< 20^\circ$, то вітрове навантаження діє знизу вгору, розвантажуючи прогони, і, відповідно, не враховується.

Вертикальний граничний прогин прогону f_u розраховуємо за лінійною інтерполяцією між значеннями $f_u = \frac{l}{200}$ при $l = 6 \text{ м}$.

Постійні навантаження, що діють на профільований лист, представлені в таблиці 2.1.

Визначення навантажень і зусиль у характерних перерізах:

$$q_{\text{норм.}} = S_0 + q_p + q_{\text{св}} = 1,245 + 0,167 + 0,125 = 1,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (2.38)$$

$$q_p = \frac{0,167 \text{ кН}}{\text{м}^2} - \text{постійне нормативне від покриття};$$

$$q_{\text{вв}} = \frac{0,125 \text{ кН}}{\text{м}^2} - \text{власна вага профлиста.}$$

$$q_{\text{вв}} = \frac{0,125 \text{ кН}}{\text{м}^2} - \text{власна вага профлиста.}$$

$$q_{\text{розр.}} = S_0 \cdot \gamma_{f1} + q_p \cdot \gamma_n + q_{\text{св}} \cdot \gamma_{f2} = 1,245 \cdot 1,4 + 0,167 \cdot 1,0 + 0,125 \cdot$$

$$\cdot 1,05 = 2,04 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

$\text{Де } \gamma_{f1} = 1,4 \text{ і } \gamma_{f2} = 1,05$ - коефіцієнти надійності для снігового навантаження і власної ваги профільованого листа відповідно;

γ_n - коефіцієнт надійності за відповідальністю.

Прийmemo профіль "Н114-750-0,8" з геометричними характеристиками:

$$W_{x1} = 51,2 \text{ см}^3, W_{x2} = 57,1 \text{ см}^3; I_x = 307,9 \text{ см}^4; h = 11,4 \text{ см}; h_{01} = 2,6 \text{ см};$$

$$h_{02} = 8,0 \text{ см}; y = 3,03 \text{ см}; t = 0,08 \text{ см}; r = 0,50 \text{ см}; s = 8,0 \text{ см}; b = 12,0.$$

Статичний розрахунок профільованого листа

Розрахунковий згинальний момент над опорою

$$M_{\text{оп}} = 0,125 \cdot q_{\text{розр.}} \cdot l^2 = 0,125 \cdot 2,04 \cdot 6^2 = 9,18 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad (2.39)$$

l - довжина прольоту, м.

Розрахунковий згинальний момент у прольоті

$$M_{\text{пр}} = 0,096 \cdot q_{\text{розр.}} \cdot l^2 = 0,096 \cdot 2,04 \cdot 6^2 = 7,05 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (2.40)$$

Поперечна сила

$$Q_{\text{оп}} = 0,625 \cdot q_{\text{розр.}} \cdot l = 0,625 \cdot 2,04 \cdot 6 = 7,96 \text{ кН},$$

Опорна реакція

$$R_{\text{оп}} = 1,25 \cdot q_{\text{розр.}} \cdot l = 1,25 \cdot 2,04 \cdot 6 = 15,3 \text{ кН}.$$

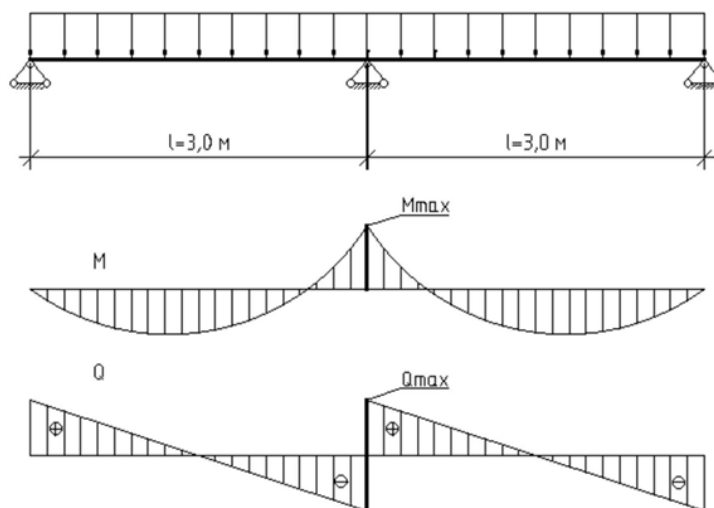


Рисунок 2.4 - Розрахункова схема профільованого листа

Визначення прогину настилу від нормативного навантаження

$$f = \frac{11}{2031} \cdot \frac{q_{\text{норм}} \cdot l^4}{E \cdot I} = \frac{11}{2031} \cdot \frac{1,412 \cdot 6^4}{2,06 \cdot 10^5 \cdot 307,9} = 1,7 \text{ см},$$

E - модуль пружності сталі;

I - момент інерції.

$$1,7 \text{ см} \leq f_u = \frac{1}{200} = \frac{600}{200} = 3,0 \text{ см}.$$

Вимога виконується. Прогин не перевищує гранично допустимого.

Перевірка міцності при $W_{x1} = 51,2 \text{ см}^3$:

Міцність при вигині

$$\sigma = \frac{M_{\text{OH}}}{W_{x1}} = \frac{9,18 \cdot 10^3}{51,2} = 179,29 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq R_y \cdot \gamma_c = 205 \text{ Н/мм}^2 \quad (2.41)$$

Де W_{x1} - момент опору перерізу.

Міцність при зрізі

$$\tau = \frac{Q_{\text{оп}}}{h \cdot s \cdot t} = \frac{7,96 \cdot 10^2}{11,4 \cdot 0,08 \cdot 8,0} = 109,1 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_s \gamma_c = 118,9 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}, \quad (2.42)$$

де h , s , t - геометричні характеристики перерізу. Вимога виконується.

Міцність у разі вигину та зрізу забезпечена.

Перевірка стійкості стінки гофра для випадку двох відсіків. Для перевірки стійкості стінок настилу визначаються такі величини:

$$\sigma_c = \frac{M_{\text{оп}}}{W_{x1}} = \frac{9,18 \cdot 10^3}{51,2} = 179,29 \text{ Н/мм}^2 \quad (2.43)$$

$$\sigma_t = -\frac{M_{\text{оп}}}{W_{x2}} = -\frac{9,18 \cdot 10^3}{57,1} = -160,77 \text{ Н/мм}^2 \quad (2.44)$$

$$B_0 = \frac{R_{\text{оп}}}{s} = \frac{15,3}{8,0} = 1,91 \text{ кН} \quad (2.45)$$

$$z = b + 2r = 12,0 + 2 \cdot 0,5 = 13,0 \text{ см} \quad (2.46)$$

Умова $z = 13,0 \text{ см} < 1,5 h = 1,5 \cdot 11,4 = 17,1 \text{ см}$ виконується.

$$\sigma_{\text{loc}} = \frac{2B_0}{t \cdot z} = \frac{2 \cdot 1,91}{0,08 \cdot 13} = 36,73 \text{ Н/мм}^2. \quad (2.47)$$

$$c = \frac{h \cdot \sigma_c}{|\sigma_t| + \sigma_c} = \frac{11,4 \cdot 179,29}{|-160,77| + 179,29} = 6,0 \text{ см.} \quad (2.48)$$

$$\sigma_1 = \sigma_c \frac{c - y}{c} = 179,29 \cdot \frac{6,0 - 3,03}{6,0} = 88,75 \text{ Н/мм}^2. \quad (2.49)$$

Перевірка стійкості стінки 1-го відсіку

$$\alpha_1 = \frac{\sigma_c - \sigma_1}{\sigma_c} = \frac{179,29 - 88,75}{179,29} = 0,504. \quad (2.50)$$

$$\tau_{01} = \frac{2 B_0}{t \cdot h_{01}} = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 10}{0,08 \cdot 2,6} = 173,08 \text{ Н/мм}^2. \quad (2.51)$$

Розглядається розрахунковий випадок при $0,5 < \alpha_1 = 0,504 < 1,0$

$$h'_0 = \frac{585}{\sqrt{0,1 \cdot \sigma_c}} \cdot t = \frac{585}{\sqrt{0,1 \cdot 179,29}} \cdot 0,08 = 3,6 \text{ см}$$

$$\gamma = 0,42 \cdot \frac{\sigma_{\text{loc}}}{\sigma_c} = 0,42 \cdot \frac{34,6}{179,29} = 0,086.$$

$$\beta = 1,4 \cdot \frac{\tau_{01}}{\sigma_c} = 1,4 \cdot \frac{173,08}{179,29} = 1,436.$$

$$\beta = 1,4 \cdot \frac{\tau_{01}}{\sigma_c} = 1,4 \cdot \frac{173,08}{179,29} = 1,436.$$

$$h_0'' = 3,26t \cdot \sqrt{\frac{\frac{E}{\sigma_c}}{1 + \gamma + \sqrt{(1 + \gamma)^2 + 4 \cdot \beta^2}}} = 3,26 \cdot 0,08$$

$$\cdot \sqrt{\frac{2,06 \cdot \frac{10^5}{168,75}}{1 + 0,086 + \sqrt{(1 + 0,086)^2 + 4 \cdot 1,436^2}}} = 4,5 \text{ cm.}$$

$$h_0 = h_0' + \frac{h_0'' - h_0'}{0,5} \cdot (\alpha_1 - 0,5) = 3,6 + \frac{4,5 - 3,6}{0,5} \cdot (0,504 - 0,5) = 3,6 \text{ cm.}$$

$$h_{01} = 2,6 \text{ cm} \leq h_0 = 3,6 \text{ cm.}$$

РОЗДІЛ 3

ПРОЕКТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ

3.1. Вихідні дані для проектування

За позначку 0,000 умовно прийнято позначку чистої підлоги першого поверху будівлі, що відповідає абсолютній позначці 246,570.

Інженерно-геологічну колонку наведено на рисунку 3.1, характеристики ґрунтових умов - у таблиці 3.1.

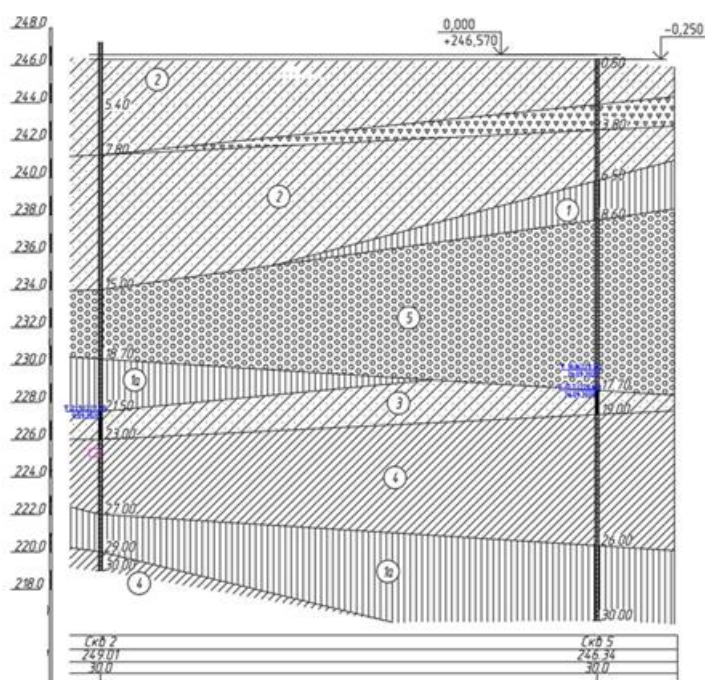


Рисунок 3.1 - Інженерно-геологічна колонка

За даними виконаних досліджень, геолого-літологічними особливостями, складом, станом, а також за результатами аналізу просторової мінливості фізико-механічних властивостей ґрунтів у розрізі ґрунтів майданчика виділено 6 інженерно-геологічних елементів:

ІГЕ-1 - суглинок легкий, піщанистий твердий середньонепросадковий; ІГЕ-1а - суглинок легкий, піщанистий твердий середньонепросадковий;

ІГЕ-2 - суглинок твердий, гравелистий, вміст фракції >2мм у середньому 35,5%;

ПГЕ-3 - суглинок текучий легкий гравелистий вмістом фракції >2 мм у середньому 33,4 %.

ПГЕ-4 - суглинок легкий із лінзами суглинку важкого твердий.

ПГЕ-5 - галечниковий ґрунт із суглинковим твердим заповнювачем.

Підземні води на період вишукувань розкриті всіма свердловинами на глибинах 13-23,00 м, що відповідає абсолютним відміткам 227,51-235,12 м.

Ґрунтами, що вміщують воду, є суглинки легкі текучі гравелисті (ПГЕ-3), водотривкими є суглинки ПГЕ-4 і суглинок твердий гравелистий ПГЕ-2.

Підземні води за вмістом агресивної вуглекислоти слабоагресивні до бетонів марки W4 і неагресивні за іншими показниками до бетонів марок W4, W6, W8, W10-12.

За характером підтоплення майданчик вишукувань належить до природно невідтоплюваної території - глибина залягання рівня підземних вод понад 3 м.

Ступінь агресивного впливу ґрунту на бетони: портландцемент і сульфатостійкі цементи за вмістом хлоритів і сульфатів марки цементів за водонепроникністю W4-W20 оцінюють як неагресивний.

Ступінь агресивного впливу хлоридів у ґрунтах на сталеву арматуру залізобетонних конструкцій оцінюється як неагресивний для всіх марок бетонів.

Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунтів для суглинків і глин визначається величиною в 1,89 м.

За завданням роботи необхідно запроектувати стовпчастий фундамент на забивних і буронабивних палях. Виконати ТЕП.

Таблиця 3.1 - Фізико-механічні характеристики ґрунту

№	Повне найменування ґрунту	h, м	W, д.е.	e, д.о.	Щільність, т/м ³			$\gamma(\gamma_{sb})$, кН/м ³	I_L , д.е.	S_r , д.е.	Механічні хар- ки ґрунтів			R_o , кПа
					ρ	ρ_s	ρ_d				E, кПа	φ , град	c, кПа	
ПЕ-2	Суглинок твердий гравелистий	12,56	0,092	0,52	1,9	2,71	1,78	19	<0	0,48	23300	12,3	19,2	450
ПЕ-5	Галечниковий ґрунт із суглинним заповнювачем	3,7	0,091	0,49	1,95	2,72	1,82	19,5	<0	0,49	31500	23	6,7	-
ПЕ-1a	Суглинок легкий твердий середньонепросадочний	2,8	0,11	0,58	1,87	2,72	1,72	18,7	<0	0,52	26000	23,5	31,5	-
ПЕ-3	Суглинок текучий гравелистий із вмістом гравію в середньому до 33,4%	1,5	0,268	0,62	2,12	2,71	1,67	21,2	1,08	1,17	10000	16	5	-
ПЕ-4	Суглинок легкий із лінзами	4	0,127	0,47	2,05	2,71	1,84	20,5	<0	0,73	34000	24,6	46,2	-
ПЕ-1a	Суглинок легкий твердий середньонепросадочний	2	0,11	0,58	1,87	2,72	1,72	18,7	<0	0,52	26000	23,5	31,5	-
ПЕ-4	Суглинок легкий із лінзами	1	0,127	0,47	2,05	2,71	1,84	20,5	<0	0,73	34000	24,6	46,2	-

3.2. Збір навантажень на фундамент

3.2.1. Загальні дані

Як розрахункову ділянку приймаємо колону середнього ряду.

Вантажна площа найбільш навантаженої колони - $24 \cdot 12 = 288 \text{ м}^2$.

На фундамент під колону передається навантаження:

- з покриття, що включає власну вагу конструкції покрівлі та снігове навантаження;
- від власної ваги сталевих конструкцій.

Тимчасові навантаження включають у себе короточасні навантаження (снігове). До постійних навантажень належить власна вага покриття, а також власна вага сталевих конструкцій.

Під час збирання навантаження на покриття і перекриття враховується основне поєднання навантажень, що включає в розрахунок постійні навантаження з коефіцієнтом 1, короточасні - 0,9 і тривалі - 0,95.

3.2.2. Збір навантажень на покриття

Розрахункове значення ваги снігового покриву на 1 м^2 горизонтальній поверхні землі дорівнює $1,5 \text{ кПа}$ - III сніговий район. Розрахункове значення снігового навантаження (див. п. 2.2)

$$P = 1,743 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}.$$

Навантаження від конструкції покриття $0,268 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$.

Вага прогонів - $8,9 \text{ кН}$ (згідно з розрахунком, у п.2). Вага сталевих балок БС-1 - $36,68 \text{ кН}$, балок БП12-3 - $15,18 \text{ кН}$, колони КС8- .4 – $19,88 \text{ кН}$

З урахуванням розташування 9 прогонів, 2 балок БС-1 на вантажній площі колони, підсумкове зусилля від постійного навантаження:

$$N_{\text{пост}} = 0,268 \cdot 288 + 8,9 \cdot 9 + 36,68 \cdot 2 + 15,18 + 19,88 = 265,7 \text{ кН}.$$

Зусилля від тимчасового навантаження:

$$N_{\text{тим}} = 1,743 \cdot 288 = 501,98 \text{ кН}.$$

Підсумкове навантаження на фундамент під центральну колону:

$$N = N_{\text{пост}} + N_{\text{тим}} = 265,7 + 501,98 = 768 \text{ кН}.$$

Визначимо момент у середній колоні.

$$M = (0,268 \cdot 288 + 8,9 \cdot 9 + 36,68 \cdot 2 + 15,18) \cdot 0,346 = 85,05 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

3.3. Проектування фундаменту із забивних паль

3.3.1. Вихідні дані

Попередньо призначаємо висоту ростверку $0,9 \text{ м}$. Глибину закладення ростверку - мінімальною з конструктивних вимог, з урахуванням відмітки верху фундаменту $-0,250 - d_p = 1,15 \text{ м}$. Відмітка голови палі $-0,850$, після зрубів відмітка голови палі становить $-1,100$, що на 50 мм вище підосви ростверку. Підосва ростверку на позначці $-1,150$

3.3.2. Визначення несучої здатності забивної палі

Приймаємо палі довжиною 13 м - С130.30-С. Спирання забивних паль передбачаємо на гальковий ґрунт ІГЕ-5, що залягає на позначці - 12,560, заглиблюючи в цей шар на 1,29 метра. Відмітка кінця палі складе - 13,850м.

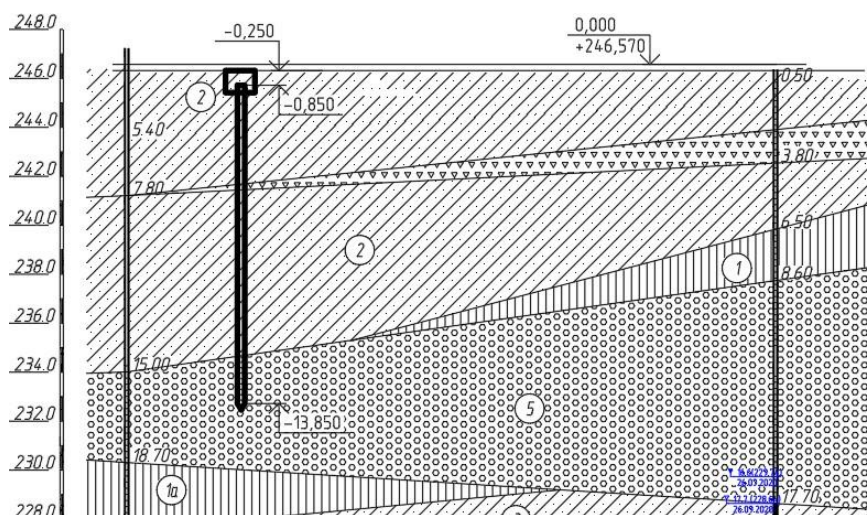


Рисунок 3.2 - Забивна паля

За характером роботи в ґрунті паля з цими умовами обпирання є стійкою.

Несуча здатність паль-стійок визначається за формулою:

$$F_d = \gamma_c \cdot R \cdot A = 1 \cdot 20000 \cdot 0,09 = 1800 \text{ кН} \quad (3.1)$$

де $R = 20000$ кПа - розрахунковий опір паль-стійок.

Допустиме навантаження на палю визначається за формулою:

$$\frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{1800}{1,4} = 1285 \text{ кН}, \quad (3.2)$$

Де $\gamma_k = 1,4$ — коефіцієнт надійності.

Це більше, ніж приймають у практиці проєктування і будівництва і тому обмежуємо значення допустимого навантаження на палю, приймаючи його 500 кПа.

3.3.3. Визначення числа паль і проектування ростверку

За відомої несучої здатності палі 500 кН , а також за умови врахування рівномірного передавання навантаження через ростверк на палі фундаменту, визначимо необхідну кількість палі в ростверку. Розрахунок ведемо за I граничним станом, тобто від розрахункових навантажень.

Кількість паль, необхідна для влаштування одного фундаменту під центральну колону:

$$n = \frac{N_p}{\frac{F_d}{\gamma_K} - 0,9 \cdot d_p \cdot \gamma} = \frac{768}{500 - 0,9 \cdot 1,15 \cdot 20} = 1,602 \text{ палі.} \quad (3.3)$$

Відстань між палями приймаємо в межах від 3 до 6d. Розміри ростверка в плані 1,5 × 1,5 м. Висота ростверка 0,9 м. Приймаємо кількість паль 3 шт. Навантаження на ростверк становить 768 кН, клас бетону за міцністю приймаємо В 25 ($R_b = 14,5$ МПа).

Колона перетин із двотавра 70Ш1 з розмірами перетину 300 × 692 мм. Розмір опорної пластини 500 × 900 мм. Для кріплення колони до фундаменту застосовуємо болти М36. Відстань між болтами приймаємо рівною 400 мм, відстань від осі болта до грані фундаменту приймаємо рівною 360 і 550 мм, що більше $4d = 4 \cdot 36 = 144$ мм і не менше 100 мм.

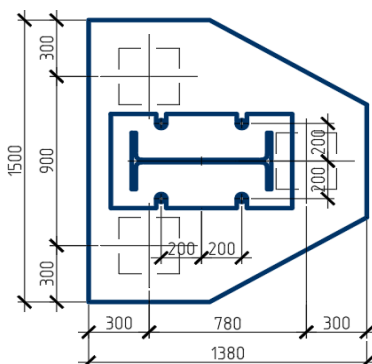


Рисунок 3.3 - Схема розташування паль

3.3.4. Розрахунок пальового фундаменту за несучою здатністю ґрунту основи

Основним критерієм проектування пальових фундаментів є умова:

$$N_{\text{пл}} \leq \frac{F_d}{\gamma_k}; \quad (3.4)$$

$$N_{\text{пл}}^{\text{кр}} \leq \frac{1,2 \cdot F_d}{\gamma_k}; \quad (3.5)$$

$$N_{\text{пл}} \geq 0, \quad (3.6)$$

Де $N_{\text{cb}}^{\text{кр}}$ - навантаження на палю крайнього ряду.

$$N_{\text{пл}}^{1,2} = \frac{N'}{n} + \frac{M' \cdot x_{1,2}}{\sum (x_i^2)} + 1,1 \cdot 10 \cdot g_{\text{пл}}; N_{\text{пл}}^3 = \frac{N'}{n} - \frac{M' \cdot x_3}{\sum (x_i^2)} + 1,1 \cdot 10 \cdot g_{\text{пл}}, \quad (3.7)$$

Де $g_{\text{пл}}$ - вага палі.

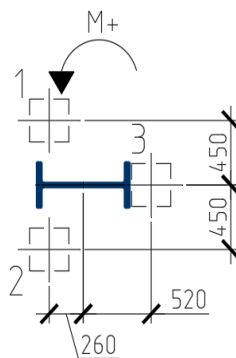


Рисунок 3.4 - Схема до визначення навантажень на палю

$$N_{\text{пл}}^{1,2} = \frac{768}{3} - \frac{85,05 \cdot 0,26}{2 \cdot 0,26^2 + 1 \cdot 0,52^2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 1,83 = 221,66 \text{ кН} < 1,2 \cdot 500 = 600 \text{ кН.}$$

$$N_{\text{пл}}^3 = \frac{768}{3} + \frac{85,05 \cdot 0,52}{2 \cdot 0,26^2 + 1 \cdot 0,52^2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 1,83 = 385,06 \text{ кН} < 1,2 \cdot 500 = 600 \text{ кН.}$$

Усі перевірки виконуються.

3.3.5. Перевірка на продавлювання колоною

Продавлювання перевіряють за формулою:

$$F \leq \frac{2 \cdot R_{bt} \cdot h_{op}}{\alpha} \left[\frac{h_{op}}{c_1} (b_c + c_2) + \frac{h_{op}}{c_2} (l_c + c_1) \right], \quad (3.8)$$

$$768 \text{ кН} < \frac{2 \cdot 1050 \cdot 0,85}{0,85} \left[\frac{0,85}{0,474} (0,3 + 0,6) + \frac{0,85}{0,6} (0,692 + 0,474) \right] = 6854 \text{ кН}.$$

Де R_{bt} - розрахунковий опір бетону розтягуванню, кПа;

$h_{op} = 0,85$ м - висота ростверку до центру робочої арматури;

$F = 768$ кН - розрахункова продавлювальна сила;

c_1 і c_2 - відстані від граней колони до граней основи піраміди продавлювання, приймають не більше h_{op} і не менше $0,4 h_{op}$

b_c і l_c - розміри перерізу колони.

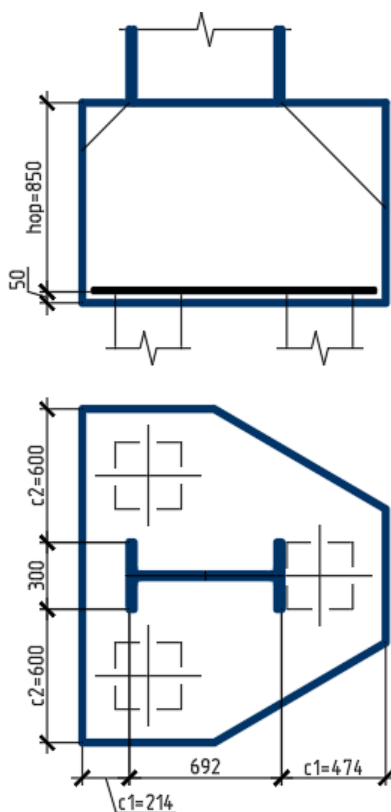


Рисунок 3.5 - Схема утворення піраміди продавлювання

3.3.6. Розрахунок ростверку на продавлювання кутовою палею

Перевірка на продавлювання кутовою палею проводиться за формулою:

$$N_{пл} \leq R_{bt} \cdot h_{01} [\beta_1 (b_{02} + 0,5c_{02}) + \beta_2 (b_{01} + 0,5c_{01})] \quad (3.9)$$

$$\frac{768}{3} = 256 \text{ кН} < 1050 \cdot 0,85 [1(0,45 + 0,5 \cdot 0,34) + 1(0,45 + 0,5 \cdot 0,34)] =$$

$$= 106,7 \text{ кН}$$

де R_{bt} - розрахунковий опір бетону розтягуванню, кПа;

$h_{01} = 0,85$ м - висота ростверку по центру робочої арматури;

$$c_{01} = c_{02} = 0,4h_{01} = 0,4 \cdot 0,85 = 0,34.$$

Умова виконується, значить призначена висота ростверку достатня.

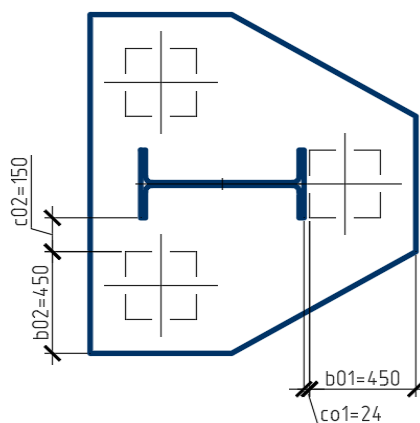


Рисунок 3.6 - Схема продавлювання ростверку кутовою палею

3.3.7. Перевірка плити ростверку на вигин і визначення арматури

Моменти в перерізах ростверку:

$$M_x = N_{пл} \cdot x = 256 \cdot 1 \cdot 0,3 = 76,8 \text{ кНм}; \quad (3.10)$$

$$M_y = N_{пл} \cdot y = 256 \cdot 1 \cdot 0,174 = 44,54 \text{ кНм}; \quad (3.11)$$

Де $N_{пл} = 256$ кН – розрахункове навантаження на одну палею;

x і y - відстані від центру кожної палі в межах консолі, що згинається, до перерізу, що розглядається.

Визначаємо необхідне армування в перерізі:

$$\alpha_m = \frac{M_x}{b_i \cdot h_{oi}^2 \cdot R_b} = \frac{76,8}{1,38 \cdot 0,85^2 \cdot 14500} = 0,005 \quad (3.12)$$

$$\alpha_m = \frac{M_y}{b_i \cdot h_{oi}^2 \cdot R_b} = \frac{44,54}{1,5 \cdot 0,85^2 \cdot 14500} = 0,003 \quad (3.13)$$

де b - ширина стиснутої зони перерізу, м;

h_{oi} - робоча висота кожного перерізу, м;

R_b - розрахунковий опір бетону стисненню, кПа.

$$A_{si} = \frac{M_x}{\xi \cdot h_{oi} \cdot R_s} = \frac{76,8}{0,995 \cdot 0,85 \cdot 435000} = 0,000209 \text{ м}^2 = 2,09 \text{ см}^2 \quad (3.14)$$

$$A_{si} = \frac{M_y}{\xi \cdot h_{oi} \cdot R_s} = \frac{44,54}{0,995 \cdot 0,85 \cdot 435000} = 0,000121 \text{ м}^2 = 1,21 \text{ см}^2 \quad (3.15)$$

де ξ - коефіцієнт, що визначається за величиною α_m ;

R_s - розрахунковий опір арматури, кПа (для арматури класу А500 періодичного профілю $d = 10 \div 40$ мм, $R_s = 435000$ кПа).

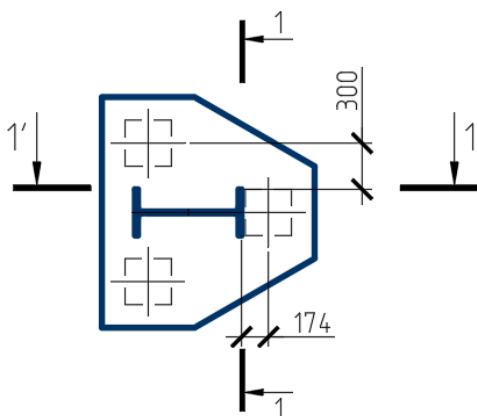


Рисунок 3.7 - Схема до розрахунку ростверку на вигин

Конструюємо сітку С1 таким чином. Крок арматури в обох напрямках

приймаємо 200 мм, тобто сітка С1 має в напрямку l – 7 стрижнів, у напрямку b – 8 стрижнів. Діаметр арматури в напрямку l приймаємо за сортаментом - 10 мм (для 7Ø10 A500 - $A_s = 5,49 \text{ см}^2$, що більше $2,09 \text{ см}^2$; у напрямку b – 10 мм (для 8Ø10 A500 - $A_s = 6,28 \text{ см}^2$, що більше $1,21 \text{ см}^2$. Довжини стрижнів приймаємо, відповідно, 1450 мм і 1330 мм.

Поперечну арматуру приймаємо Ø8A240 з кроком 400 мм. Довжина стрижнів 850 мм.

РОЗДІЛ 4

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

До початку робіт усі члени бригади повинні бути проінструктовані про правильні прийоми праці та правила техніки безпеки. Отримавши інструктаж, розписуються в спеціальних журналах.

У процесі виробництва будівельно-монтажних робіт присутні такі небезпечні фактори: падіння працюючих із висоти; ураження електричним струмом; ураження від падіння вантажу.

Для попередження цих небезпечних чинників необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту працюючих.

Основним засобом індивідуального захисту працюючих від падіння з висоти є запобіжний пояс. Усі роботи на висоті 1,3 м і більше, а також на ділянках, розташованих на відстані менше ніж 2 м від межі перепаду за висотою, виконувати із запобіжними поясами (у разі неможливості влаштування огорожень).

Для захисту електрозварників від ураження електричним струмом необхідно дотримуватися таких вимог:

- для захисту рук електрозварювальники повинні забезпечуватися рукавицями або рукавичками, виготовленими з іскростійких матеріалів з низькою електропровідністю;
- для захисту ніг має застосовуватися спеціальне взуття, що оберігає ноги від опіків бризками розплавленого металу, а також від механічних травм;
- для захисту голови від механічних травм і ураження електричним струмом повинні видаватися захисні каски зі струмонепровідних матеріалів;
- для захисту обличчя та очей електрозварювальники повинні забезпечуватися захисними щитками, масками, захисними окулярами і світлофільтрами.

Для запобігання ураженню працюючих від падіння вантажу всі особи, які перебувають на будівельному майданчику, зобов'язані носити захисні каски.

Робітники та інженерно-технічні працівники без захисних касок та інших необхідних засобів індивідуального захисту до виконання робіт не допускаються.

До виконання монтажних робіт необхідно встановити порядок обміну умовними сигналами між особою, яка керує монтажем, і машиною крана. Усі сигнали подаються тільки однією особою (бригадиром, ланковим, стропальником), крім сигналу "Стоп", який може бути поданий будь-яким працівником, що помітив явну небезпеку.

У разі ожеледиці, сильного снігопаду, туману, грози і дощу монтажні роботи припиняються.

Не допускається також проводити монтажні роботи за швидкості вітру 15 м/с і більше. Монтаж елементів з великою парусністю слід припиняти за швидкості вітру 10 м/с.

Одним із важливих заходів запобігання виробничому травматизму є ретельна підготовка будівельних конструкцій до підйому на висоту для встановлення в проектне положення.

Перед початком монтажу конструкцію ретельно оглядають, геометричні розміри перевіряють за допомогою сталевої рулетки і виявлені дефекти усувають на місці складування або безпосереднього монтажу.

Перед початком підйому перевіряють правильність і надійність стропування конструкції і до неї прикріплюють гнучкі канати для дистанційного розстроповування, гнучкі відтягнення для запобігання розгойдування та обертання її в процесі підйому й установа, а також (за потреби) пристрої (розчалки зі сталевих канатів, розпірки тощо), які забезпечують стійкість конструкції.

Розстроповку конструкцій, встановлених у проектне положення, проводять тільки після тимчасового або постійного надійного їх закріплення за проектом болтами, пробками, електроприхопленням зі встановленням зв'язків, розпірок, розчалок тощо.

Розчалки для тимчасового закріплення конструкції виготовляють зі сталевих канатів однакового діаметру в кожній парі та розташовують із кутами

нахилу і до горизонту, і до площини розчалування (у горизонтальній площині) не більше 45° .

Розчалки прикріплюють до спеціальних якорів або конструкцій способами, що унеможливають ослаблення натягу, і розташовують за межами руху транспорту і монтажних механізмів.

За відсутності спеціальних вказівок у проєкті розстроповку конструктивних елементів, що з'єднуються болтами, здійснюють тільки після встановлення у вузлі щонайменше 30 % болтів і 10 % пробок, у випадках, коли загальне їхнє число у вузлі більше ніж 5; за 5 і менше мають бути встановлені щонайменше один болт і одна пробка.

У процесі виконання складальних операцій суміщення отворів і перевірка їхнього збігу в деталях, що монтуються, повинні проводитися з використанням спеціального інструменту (конусних оправок, складальних пробок). Перевіряти збіг отворів у деталях, що монтуються, пальцями рук не допускається.

Розстроповку конструктивних елементів, що з'єднуються електрозварюванням і сприймають монтажні навантаження, здійснюють тільки після заварювання вузлів з'єднань проєктними звареними швами або прихваткам, розміри яких визначають проєктом, а розстроповку конструкцій, які не сприймають монтажних навантажень, - після виконання прихваток, довжина яких має бути не менш як 10% довжини проєктних монтажних швів такого з'єднання, але не коротшою за 50 мм; до розстроповки на додачу до зазначених мають бути встановлені тимчасові або постійні зв'язки, розпірки та розчалки.

Виконання електрозварювальних робіт під час дощу або снігопаду за відсутності навісів над електрозварювальним устаткуванням і робочим місцем не допускається.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

За результатами розділу 1 (Архітектурно-будівельний розділ). Розроблено планувальну схему ділянки, обґрунтовано функціональне зонування, транспортне забезпечення та архітектурно-художні рішення. Визначено ефективну схему розміщення об'єкта в межах земельної ділянки з дотриманням нормативів санітарно-захисних зон. Прийняті об'ємно-планувальні рішення забезпечують функціональність і зручність експлуатації. В архітектурному оформленні використано сучасні матеріали (сендвіч-панелі, металопрофілі), що гарантують енергоефективність і довговічність будівлі.

За результатами розділу 2 (Розрахунково-конструктивний розділ). Обґрунтовано вибір металевого каркаса як основної конструктивної системи. Проведено розрахунки прогонів, ригелів і колон згідно з діючими нормативами. Враховано снігові навантаження, власну вагу елементів, жорсткість системи та вимоги до прогинів. Забезпечено конструктивну стійкість і несучу здатність за всіх розрахункових сценаріїв. Визначено параметри сталевого профільованого настилу для покриття з урахуванням граничних прогинів і міцності.

За результатами розділу 3 (Проектування фундаментів). Розроблено стовпчастий пальовий фундамент на основі забивних паль, враховано інженерно-геологічні умови. Визначено несучу здатність паль, кількість і конфігурацію розташування під ростверком. Проведено перевірки на продавлювання колоною і пальовим елементом. Розраховано армування ростверку згідно з діючими будівельними нормами. Забезпечено надійність та стійкість фундаментів при розрахункових навантаженнях.

За результатами розділу 4 (Безпека життєдіяльності та охорона праці). Розглянуто потенційні виробничі небезпеки на етапі монтажу та експлуатації будівлі. Визначено перелік заходів щодо індивідуального захисту працівників, порядок виконання монтажних робіт в умовах підвищеної небезпеки, дії в умовах негоди.

Кваліфікаційна робота комплексно розкриває всі етапи проектування

сучасної виробничої будівлі для потреб дорожньо-експлуатаційної служби. У проєкті забезпечено узгодженість архітектурних, конструктивних і інженерних рішень з дотриманням вимог ДБН. Реалізація проєкту забезпечує ефективну організацію ремонтних і експлуатаційних робіт дорожньої техніки. Запропоновані рішення мають практичну цінність для типових проєктів виробничої інфраструктури регіонального масштабу.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ясній В.П., Конончук О.П., Мещерякова О.М., Коваль І.В., Сорочак А.П. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”. Вид. ТНТУ, Тернопіль, 2025. – 59 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006 (зі змінами №1, чинними з 01.06.2020). – 68 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010 (чинний з 01.11.2011)
4. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.
5. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції.
6. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Конструкції сталезалізобетонні. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 83 с.
7. ДБН В.1.1-12:2006 Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 96 с
8. Биків, Н. З. (2020). Застосування сплавів з пам'яттю форми для підвищення стійкості конструкцій при динамічних навантаженнях. Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 1, 26-26.
9. Бодрова Л.Г., Ковальчук Я.О., Крамар Г.М. Теплоізоляційні будівельні матеріали з місцевих технологічних відходів /Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». /Категорія В/ Випуск №66, Луцьк, 2019. С.165-171.
10. ДСТУ Б В.2.6-9:2008 Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві холодногнуті. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
11. Конончук, О. П., Дідик, Н. Б., Кейса, М. В., & Копач, О. О. (3.4). Дослідження впливу різних видів навантаження на роботу каркасу будівлі методом скінченних елементів. Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних

технологій», 1, 16-17.

12. Конончук, О. П., Лещук, М. Р., Винницький, М. В., Лещишена, О. В., Бариш, С. В., & Антоняк, Я. В. (3.5). Вивчення напружено-деформованого стану залізобетонних елементів таврового профілю. Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 20-20.

13. Конончук, О. П., Хома, І. Б., & Чайковський, А. С. (3.6). Дослідження деформацій і зусиль в елементах каркасу будівлі від різного роду зовнішніх навантажень. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 9-10.

14. Закон України "Про пожежну безпеку". – Київ: Верховна Рада України, 1993.

15. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.

16. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.

17. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 96 с.

18. ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – К.: Мінрегіон, 2021.

19. ДСТУ Б В.2.2-29:2011 Будинки і споруди. Будівлі підприємств. Параметри.

20. ДСТУ Б В.2.7-233:2010 Будівельні матеріали. Склопакети клесні. Технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 38 с.

21. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2021 (чинний з 01.09.2022). – 23 с.

22. ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2016 Теплотехнічні характеристики вікон, дверей та віконниць. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальна методика. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 37 с.

23. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату

приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель з урахуванням якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT). – К.: Мінрегіон України, 2011. – 72 с.

24. ДБН В.2.6-31:2016. Покриття підлог. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016.

25. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд / Мінрегіонбуд України. — Київ: ДП «ДНДІБК», 2018. — Чинний з 01.01.2019.

26. ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі. Технічні умови.

27. ДСТУ Б В.2.6-65:2008. Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні забивні. Конструкція і розміри. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2008.

28. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. – 64 с.

29. V. Bobyk, H.Kramar Features of increasing the energy efficiency of buildings and transparent fencing structures / Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2024. — Vol 115. — No 3. — P. 44–53.

30. Щепановський, В., Лебедєва-Скочеляс, Н., Янковий, С., & Ясній, В. П. (3.9). Моделювання поведінки залізобетонної балки підсиленої сплавом із пам'яттю форми. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 47-48.

31. ДСТУ Б В.2.8-10-98:1999. Стропи вантажні. Класифікація, параметри та розміри. Технічні вимоги. — Київ: Держбуд України, 1999.

32. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. — Київ: Мінрегіон України, 2009. – 38 с.

33. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. – 50 с.