

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 реконструкції контейнерного цеху в Хмельницькому

Виконала: студентка 4 курсу, групи МБ-41

спеціальності

192. Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

Студент

(підпис)

Бородайко Д.А

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Крамар Г.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Мещерякова О. М.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ясній 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 Бородайка Дениса Андрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект реконструкції контейнерного цеху в Хмельницькому

Керівник роботи Крамар Галина Михайлівна, 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)

Бородайко Д.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Крамар Г.М.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	8
1.1 Вихідні дані проектування	8
1.2 Генеральний план ділянки.....	9
1.3 Об'ємно-планувальні рішення будівлі	10
1.3 Конструктивні рішення	10
1.4 Зовнішнє оздоблення	12
1.5 Відомість дефектів будівлі	12
1.6 Розрахунок адміністративно-побутового корпусу (АПК)	13
1.7 Протипожежні вимоги	14
РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТИВНИЙ.....	17
2.1 Загальні положення розрахунків	17
2.2 Опис розрахункової схеми	19
2.3 Кількісні характеристики розрахункової схеми.	22
2.4 Схеми розрахунку сейсміки АПК.....	23
2.5 Розрахунок армування перекриття АПК	26
2.5.1 Визначення нормативних і розрахункових навантажень, що діють на перекриття.....	28
РОЗДІЛ 3 ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ.....	31
3.1 Коротка характеристика об'єкта	31
3.2 Оцінка інженерно-геологічних умов будівельного майданчика.....	32
3.2.1 Оцінка наявного ґрунту	32
3.3 Фізико-механічні властивості ґрунтів.....	32
3.3.1 Інженерно-геологічні характеристики ділянки.....	33
3.4 Проектування фундаменту	35
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	40
4.1 Вимоги безпеки під час подавання бетону	41
4.2 Техніка безпеки під час покрівельних робіт	42
4.3 Техніка безпеки під час організації та проведення робіт з монтажу будівельних	

риштувань	44
4.4 Техніка безпеки під час монолітних робіт Техніка безпеки під час розбирання та збирання опалубок	46
4.5 Техніка безпеки під час заливання бетонною сумішшю	47
ВИСНОВОК	48
БІБЛІОГРАФІЯ	50

ВСТУП

Кваліфікаційна робота присвячена комплексному проектуванню реконструкції промислового об'єкта — контейнерного цеху, що розташований у межах промислової зони міста Хмельницький. Будівля має значні планувальні розміри — 218×110 м, є одноповерховою та проектується за каркасною схемою з використанням залізобетонних несучих конструкцій. На момент початку проектування споруда перебувала у незадовільному технічному стані, експлуатація приміщень не здійснювалася через втрату функціональної придатності конструктивних елементів і моральне старіння архітектурно-планувальних рішень.

Основною метою проектної реконструкції є відновлення функціонального призначення об'єкта як виробничого цеху з виготовлення металевих контейнерів, модернізація просторово-планувальної організації, підвищення надійності та довговічності конструкцій, а також приведення технічного стану будівлі у відповідність до чинних будівельних норм та стандартів. Реконструкція передбачає удосконалення внутрішньої логістики, систем вентиляції, освітлення, евакуаційних маршрутів та загального технічного рівня об'єкта відповідно до сучасних вимог інженерії та охорони праці.

Проект охоплює детальну розробку архітектурно-будівельних рішень із врахуванням ергономіки виробничого середовища, протипожежних вимог і технічної естетики. Конструктивна частина реалізована з використанням методу скінченних елементів у середовищі SCAD++, що дозволило змодельовати просторову роботу конструктивної системи, оцінити напружено-деформований стан елементів каркаса, перевірити стійкість і жорсткість будівлі в умовах навантаження. Проведено сейсмостійкий аналіз кладки зовнішніх стін, результати якого підтвердили працездатність конструкцій у межах пружної області.

У межах конструктивного розділу також розроблено схеми армування монолітного залізобетонного перекриття адміністративно-побутового корпусу із застосуванням сталі класу А400, а також виконано техніко-конструктивну

перевірку основ і фундаментів з урахуванням інженерно-геологічних умов будівельного майданчика. Окрему увагу приділено питанням безпеки життєдіяльності та охорони праці, зокрема організації будівельного процесу відповідно до норм з охорони праці, технічного нагляду, безпечного виконання монтажних і бетонних робіт. Результати роботи мають прикладний характер та можуть бути використані для практичного впровадження під час реконструкції аналогічних виробничих об'єктів.

Актуальність роботи. Реконструкція застарілих промислових об'єктів є одним із пріоритетних напрямів розвитку сучасного будівництва, оскільки вона забезпечує раціональне використання вже існуючих виробничих площ, знижує капітальні витрати порівняно з новим будівництвом та сприяє інтеграції будівель у сучасні технологічні та виробничі процеси. Такий підхід дозволяє адаптувати морально застарілі об'єкти до сучасних вимог щодо енергоефективності, безпеки, ергономіки та інженерного оснащення. У цьому контексті відновлення функціональної придатності контейнерного цеху на основі технічно обґрунтованих проєктних рішень є ефективним засобом подовження терміну його експлуатації, підвищення експлуатаційної надійності, зменшення аварійних ризиків і забезпечення відповідності чинним нормативам у сфері промислового будівництва.

Мета роботи. Проєктне обґрунтування реконструкції контейнерного цеху із забезпеченням його ефективною просторово-конструктивною схемою, технічною надійністю, нормативною безпекою та функціональною придатністю для виробництва.

Завдання кваліфікаційної роботи:

- розробити архітектурно-планувальні рішення цеху відповідно до технологічних вимог;
- виконати розрахунки несучих конструкцій будівлі, зокрема фундаментів, перекриттів та стін;
- провести сейсмостійкий аналіз конструкцій;
- реалізувати проєктування інженерних систем і заходів протипожежної безпеки;

– забезпечити дотримання вимог охорони праці та безпеки на всіх етапах виконання робіт.

Практичне значення одержаних результатів.

Результати проведеної роботи мають прикладне значення для практики реконструкції промислових об'єктів, зокрема в аспектах модернізації застарілих конструктивних систем, оптимізації внутрішньої виробничої інфраструктури та інтеграції сучасних технологічних рішень у проєктування. Особливу увагу приділено проєктним підходам, що враховують вплив сейсмічної активності, що є актуальним для низки регіонів України. Запропоновані техніко-конструктивні рішення відзначаються універсальністю та можуть бути адаптовані як типові для реконструкції аналогічних промислових об'єктів із подібними функціонально-технологічними характеристиками, забезпечуючи відповідність сучасним нормативним вимогам та критеріям безпеки.

Ключові слова: промислова будівля, реконструкція, конструкції, фундамент, скінченно-елементний аналіз,.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Вихідні дані проектування

Місце будівництва - м. Хмельницький;

Сніговий район - II;

Вітровий район - III;

Розрахункова температура зовнішнього повітря - 21°C;

Сейсмічність району будівництва - 6 балів;

Вітровий район - IV;

Температура повітря найхолоднішої п'ятиденки - 17°C;

Розрахункова температура всередині приміщень - 18 °C;

Розрахункове снігове навантаження - 1,2 кПа;

Нормативне вітрове навантаження - $W=0,38$ кПа;

Зона вологості - суха;

Температурно-вологісний режим приміщень - нормальний;

Нормативна глибина промерзання - 1.1 м;

Ґрунтові води - відсутні.

Вихідні дані для побудови рози вітрів наведено в таблицях 1.1- 1.2.

Роза вітрів для м. Хмельницький складена на підставі даних метеорологічної служби.

Розрахунок рози вітрів (січень див. таблицю 1.1, липень див. таблицю 1.2)

Таблиця 1.1 - Розрахунок рози вітрів (січень)

Січень								
Напрямок	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-Зх	Зх	Пн-Зх
Частота, %	19	1	1	7	15	36	11	10

Таблиця 1.2- Розрахунок рози вітрів (липень)

Липень								
Напрямок	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-Зх	Зх	Пн-Зх
Частота, %	29	8	6	8	15	17	10	7

1.2 Генеральний план ділянки

Генеральний план контейнерного цеху розроблено відповідно до вимог чинних державних будівельних норм та нормативних документів [9], із урахуванням санітарно-гігієнічних, протипожежних, техніко-економічних та екологічних вимог. Планувальне рішення забезпечує раціональне використання території, зручність транспортної та пішохідної логістики, а також умови безпечної експлуатації об'єкта. Проектована ділянка під розміщення цеху розташована на території, вільній від існуючої забудови, що дозволяє ефективно організувати будівельні роботи без додаткових витрат на демонтаж наявних об'єктів.

Благоустрій території передбачає влаштування тротуарних доріжок із твердим покриттям, формування зелених зон, висадку декоративних насаджень з метою покращення мікроклімату та естетичного вигляду. Передбачено організацію місць для паркування легкового та вантажного автотранспорту, а також спеціалізованої техніки, які використовуються спільно з суміжною територією. Комунікаційне забезпечення об'єкта здійснюється через підключення до наявних міських інженерних мереж, зокрема електропостачання, водопостачання, водовідведення, каналізації та зв'язку, що дозволяє знизити витрати на прокладання нових комунікацій і забезпечити безперебійну роботу цеху.

Техніко-економічні показники генерального плану подано в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - ТЕП

Поз.	Найменування	Площа, м ²
1	Площа будівлі	23980
2	Площа забудови	28800
3	Площа озеленення	459

1.3 Об'ємно-планувальні рішення будівлі

Контейнерний цех за своїм функціональним призначенням належить до категорії виробничих промислових будівель і слугує для організації технологічного процесу з виготовлення металевих контейнерів різного призначення. Згідно з архітектурно-планувальними рішеннями, будівля цеху є одноповерховою спорудою каркасного типу, що має плоску конструкцію покрівлі. Такий тип покрівлі забезпечує ефективне розміщення інженерних систем, зокрема вентиляційних і водовідвідних елементів.

Проектом передбачено проведення реконструктивних заходів, які включають усунення дефектів фасадних елементів, зокрема ремонт і відновлення поверхонь навісних панелей, а також вбудову автоматизованого пункту керування (АПК), що дозволить модернізувати процес управління виробництвом. Організація вхідних груп та транспортних проїздів виконана по всьому периметру будівлі, що забезпечує зручний доступ до приміщень з усіх сторін фасаду, підвищуючи логістичну ефективність.

До недоліків існуючого планувального рішення належить наявність значної кількості просторих приміщень, які не залучені до виробничого процесу. Це обумовлено тривалим періодом простою об'єкта та його фактичною експлуатаційною бездіяльністю. На момент розроблення проекту будівля перебуває в незадовільному технічному стані та не експлуатується.

1.3 Конструктивні рішення

Будівля контейнерного цеху є одноповерховою промисловою спорудою, що має значні планувальні розміри: протяжність у плані становить 218 метрів по довжині та 110 метрів по ширині. Об'ємно-планувальне рішення розроблено відповідно до вимог технологічного процесу виробництва контейнерів, що передбачає раціональне розміщення технологічного обладнання, допоміжних систем та організацію зручних транспортних проходів для внутрішньоцехового

переміщення вантажів і обслуговування обладнання. Такий підхід дозволяє забезпечити високий рівень ефективності виробничого циклу та зменшити витрати на внутрішньоцехову логістику.

Конструктивною основою будівлі є просторовий несучий каркас, сформований із залізобетонних колон, що розташовані з модульним кроком 6 метрів у поздовжньому та поперечному напрямках. Для забезпечення просторової жорсткості конструктивної системи та загальної стійкості споруди передбачено жорстке анкерування колон до фундаментів, а також утворення жорстких дисків у площині покриття шляхом конструктивного з'єднання верхніх і бічних поясів поперечних рам. Колони проєктуються у вигляді двогілкових стояків типу КД II з поперечним перерізом 1400×600 мм, що забезпечує високу несучу здатність та жорсткість у межах заданих навантажень.

Фундаменти запроєктовано стаканного типу з монолітного залізобетону класу не нижче В25, що гарантує довговічність і здатність ефективно сприймати вертикальні та горизонтальні навантаження. Така конструкція фундаментів забезпечує надійне передавання зусиль від колон на ґрунтову основу, з урахуванням характеристик несучої здатності ґрунтів основи. Зовнішні стіни запроєктовані як самонесучі залізобетонні панелі товщиною 300 мм, що виконують огорожувальні функції, забезпечують необхідну теплоізоляцію згідно з нормативними вимогами, а також частково беруть участь у сприйнятті вітрових навантажень.

Перекриття запроєктовано на основі збірних залізобетонних плит, що укладаються по балках покриття, з урахуванням забезпечення жорсткості та рівномірного розподілу навантажень. Покрівля будівлі плоска, із внутрішнім водовідведенням, що дозволяє зменшити витрати на організацію зовнішньої системи стоку. Склад покрівельного пирога включає теплоізоляційний шар, гідроізоляцію, пароізоляцію та захисне покриття, відповідно до вимог щодо промислових споруд — конструктивна схема покрівлі деталізована у відповідному аркуші креслень.

Зовнішні дверні прорізи проєктуються як світлопрозорі, із заповненням

металопластиковими або алюмінієвими склопакетами підвищеної міцності. Палітурки виконані з алюмінієвих сплавів, які мають високу стійкість до корозії та відповідають сучасним вимогам до енергоефективності й надійності промислових будівель. Такі двері забезпечують достатнє природне освітлення внутрішніх приміщень цеху, сприяючи покращенню умов праці та енергоощадності.

1.4 Зовнішнє оздоблення

Після завершення реконструктивних робіт оздоблення зовнішніх огорожувальних конструкцій передбачається виконати із застосуванням облицювальної скляної плитки, яка характеризується високою атмосферостійкістю та естетичним виглядом. Стики між залізобетонними панелями герметизуються шляхом їх закладення цементно-піщаним розчином із подальшим ущільненням і вирівнюванням поверхні.

1.5 Відомість дефектів будівлі

Таблиця 1.4 - Відомість дефектів будівлі

Місцерозташування об'єкту	Вид дефекту
Капітальні стіни	1.1 Випадання цементно-піщаного розчину між панелями
	1.2 Випадання скляної плитки
	1.3 Зрив профільованих листів венткамери
Покрівля	2.1 Зруйновано водоізоляційний килим
	2.2 Зруйновано примикання водоізоляційного килима до парапетів
	2.3 Демонтовано парапетні плити зі стінових панелей

Під час візуального обстеження об'єкта було виявлено дефекти на стінах і покрівлі. Крім цього, є безліч дрібних дефектів усередині будівлі.

Таким чином, можна зробити висновок, що будівля потребує капітального

ремонту, заміни покриття покрівлі та ремонту покриття фасаду.

1.6 Розрахунок адміністративно-побутового корпусу (АПК)

Під час проєктування промислової будівлі для створення сприятливих умов санітарно-побутового та адміністративно-культурного обслуговування робітників і службовців було запроєктовано вбудований адміністративно-побутовий корпус.

Адміністративно-побутовий корпус у плані являє собою прямокутник. Довжина АБК - 72,51 м. Ширина - 11,29. Кількість поверхів корпусу - 1. Висота - 3,6 м.

Розрахунок основних параметрів АПК:

Розрахунок основних приміщень адміністративно-побутового комплексу ведеться згідно зі [19]. Розрахунок ведеться для такого складу персоналу:

Усього - 70 осіб.

Співробітників у найбільш завантажену зміну - 50 осіб. Жінок - 30 %. Чоловіків - 70 %.

Площу вестибюля розраховують з умови $0,15 \text{ м}^2$ на 1 особу в численній зміні, але не менше 10 м^2 . У проєкті прийнято два вестибюлі площею 13 м^2 .

Згідно із санітарною групою виробничого процесу передбачено гардероб домашнього та робочого одягу.

Для зберігання робочого та домашнього одягу передбачено індивідуальні шафки суміщеного типу розмірами $0,5'0,4 \text{ м}$, висотою $1,65 \text{ м}$. Шафки обладнані стаціонарною лавкою шириною $0,3 \text{ м}$.

Кількість шафок визначається, виходячи з повного облікового складу робітників.

На першому поверсі передбачена роздягальня на 49 чоловіків і 21 жінку.

Приміщення охорони здоров'я. Для облікової чисельності робітників 70 чол. передбачається медичний пункт площею $18,5 \text{ м}^2$.

Приміщення громадського харчування, для кількості робітників менше ніж 200 осіб передбачають роздавальну їдальню (буфет), що складається з таких

приміщень:

- відділення миття посуду (6 м²)
- комора (6 м²)
- доготовочна (6 м²)
- роздавальна (6 м²)
- обідня зала (63 м²)

Число столів розраховується з умови 4 людини на одне посадочне місце ($50/4=13$ посадочних місць; $21/4=6$ столів). Проектом передбачено 6 столів на 4 особи кожен.

1.7 Протипожежні вимоги

Будівля контейнерного цеху за класом пожежної небезпеки належить до категорії промислових споруд зі ступенем вогнестійкості II згідно з класифікацією, установлену чинними державними будівельними нормами. Такий ступінь вогнестійкості досягається завдяки використанню негорючих будівельних матеріалів (залізобетонних конструкцій каркаса, самонесучих панелей тощо) та конструктивних елементів, здатних тривалий час зберігати несучу здатність під дією високих температур.

Комплекс протипожежних заходів для даного об'єкта розроблено на підставі актуальних нормативно-правових документів у галузі забезпечення пожежної безпеки [32], які регламентують проектування, оснащення і експлуатацію будівель із підвищеними вимогами до безпеки персоналу та матеріальних цінностей. Заходи пожежної безпеки спрямовані на створення цілісної системи запобігання виникненню пожеж, локалізації можливого вогнища займання на ранній стадії, а також на забезпечення організаційних і технічних умов для безпечної евакуації людей та ефективних дій аварійно-рятувальних служб.

Проектна система протипожежного захисту включає комплекс елементів: систему пожежної сигналізації, систему оповіщення та управління евакуацією,

систему димовидалення, автоматичне пожежогасіння (де передбачено), а також пожежні сповіщувачі, вибір яких здійснено з урахуванням призначення приміщень, характеру технологічного процесу, типу матеріалів, що зберігаються або використовуються, і виду пожежного навантаження.

Пожежні сповіщувачі обираються за типом реагування на відповідні фактори займання (підвищення температури, задимленість, відкритий вогонь) та встановлюються у зонах з імовірністю виникнення пожежі. Таким чином, забезпечується раннє виявлення загорянь на початковій стадії розвитку пожежі, що дозволяє оперативно здійснити оповіщення персоналу про небезпеку.

Система пожежної сигналізації призначена для автоматичного виявлення вогнищ загоряння у приміщеннях і спорудах, генерації сигналу тривоги, подачі мовного та звукового повідомлення про небезпеку, а також для автоматичного керування протипожежними інженерними системами — системами димовидалення, припливно-витяжної вентиляції, технологічним обладнанням тощо. Її реалізація дозволяє мінімізувати втрати внаслідок пожежі та забезпечити оперативне реагування чергових служб і пожежних підрозділів [33].

Відповідно до проєктних рішень, гасіння передбачено в межах захищеної площі, яка визначається для кожної пожежонебезпечної зони. При цьому з урахуванням параметрів об'єкта та ступеня ризику передбачено застосування модульних засобів пожежогасіння в поєднанні з ручними первинними засобами пожежогасіння (вогнегасниками різних типів).

Особливу увагу в системі заходів пожежної безпеки приділено організації евакуаційних виходів, які мають забезпечити безперешкодний та швидкий вихід персоналу з приміщення цеху в разі виникнення надзвичайної ситуації. Розміщення евакуаційних виходів здійснено рівномірно по периметру будівлі з урахуванням нормативної відстані до найближчого виходу з будь-якої точки перебування людей.

Передбачено наступні евакуаційні виходи:

- вихід у межах осей "8–9";
- вихід у межах осей "К–І/1";

- вихід у межах осей "19–20";
- вихід у межах осей "Ж–Ж/1";
- вихід у межах осей "31–32";
- вихід у межах осей "Д–Д/1".

Кожен із вищезазначених виходів виконує роль евакуаційного, відповідає нормам щодо габаритів, протипожежної стійкості конструкцій, відсутності перешкод для руху людей та позначений згідно з вимогами пожежної сигналізації. На шляхах евакуації передбачено аварійне освітлення, що забезпечує видимість при вимкненні основного живлення.

Таким чином, у будівлі контейнерного цеху сформована комплексна система заходів, яка забезпечує як нормативний рівень пожежної безпеки, так і відповідність сучасним вимогам до проєктування промислових споруд. Реалізація цих заходів у комплексі дозволить значною мірою знизити ризики виникнення пожеж, забезпечити безпечні умови перебування персоналу в будівлі та створити передумови для оперативного реагування пожежно-рятувальних підрозділів.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Загальні положення розрахунків

У роботі визначення напружено-деформованого стану конструкції було застосовано метод скінченних елементів (МСЕ), що є одним із найпоширеніших і найефективніших чисельних методів механіки деформівного тіла для розрахунків складних просторових конструкцій. Цей метод ґрунтується на апроксимації геометрії та фізико-механічної поведінки конструктивної системи шляхом поділу її на елементарні частини — скінченні елементи, які мають дискретну форму і чітко визначені математичні зв'язки між переміщеннями, зусиллями та напруженнями. В якості основних невідомих приймаються переміщення та кути повороту в вузлах, що дозволяє ефективно відображати деформативність і статичну роботу конструктивних елементів у межах обраної ідеалізації.

У зв'язку з особливостями методу, геометрична ідеалізація розрахункової моделі була виконана у формі, адаптованій до використання методу скінченних елементів. Зокрема, уся система представлена у вигляді набору тіл стандартного типу — стрижнів, оболонок і пластин, які розглядаються як скінченні елементи. Ці елементи приєднані до вузлів, які, у свою чергу, є дискретними точками конструктивної схеми з певним числом ступенів свободи. Тип кожного скінченного елемента визначається його геометрією, способом інтерполяції вузлових переміщень, вибраним фізичним законом (конститутивною моделлю), що описує зв'язок між напруженнями та деформаціями, та характеристиками жорсткості.

Вузол у межах скінченно-елементної моделі розглядається як абсолютно жорстке тіло нескінченно малого розміру. Його положення у просторі при деформаціях системи задається через координати центра мас вузла та кути повороту навколо трьох ортогональних осей, жорстко з ним пов'язаних. Кожен вузол має шість ступенів свободи: три поступальні (лінійні зміщення вздовж осей X , Y , Z) і три обертальні (кутові повороти навколо тих же координатних осей —

UX, UY, UZ). Такий підхід дозволяє максимально повно охарактеризувати деформативний стан конструкції з урахуванням можливих переміщень у просторі.

Нумерація вузлів та елементів, як і призначення відповідних номерів ступенів свободи, виконується відповідно до внутрішньої структури числової моделі. Ці номери слід трактувати як умовні ідентифікатори, які дають змогу здійснювати уніфіковане посилання на відповідні геометричні або фізичні складові в подальших етапах аналізу. Визначення основної системи для методу переміщень передбачає накладення в кожному вузлі всіх зв'язків, які виключають будь-які поступальні чи обертальні переміщення. Умови рівності нулю зусиль у таких зв'язках формують систему рівнянь рівноваги, які розв'язуються відносно основних невідомих — переміщень вузлів.

У загальному випадку для тривимірної конструкції кожен вузол може мати до шести незалежних переміщень:

- лінійне переміщення вздовж осі X — X;
- лінійне переміщення вздовж осі Y — Y;
- лінійне переміщення вздовж осі Z — Z;
- кут повороту навколо осі X — UX;
- кут повороту навколо осі Y — UY;
- кут повороту навколо осі Z — UZ.

Наведена система позначень і порядок нумерації є стандартними для більшості інженерних програмних комплексів, які реалізують метод скінченних елементів. Такі програмні засоби дозволяють здійснити автоматичне формування матриць жорсткості, мас, демпфування, а також розв'язувати системи рівнянь рівноваги для знаходження переміщень та внутрішніх сил.

Особливістю використання МСЕ є те, що точна форма розподілу поля переміщень, напружень і деформацій усередині кожного скінченного елемента апроксимується наближеними аналітичними залежностями, визначеними типом елемента. У більшості випадків це поліноміальні функції другого чи третього порядку. При цьому наближене представлення поля переміщень є задовільним у межах локального елемента, а похибка результатів розрахунку зменшується зі

зменшенням розміру елемента. Теоретично похибка у визначенні напружено-деформованого стану має порядок $(h/L)^k$, де h — характерний розмір скінченного елемента (довжина, висота, або діаметр), L — характерна довжина області аналізу, а k — показник порядку апроксимації. Значення k залежить від типу елемента, використаних функцій форми та кількості степенів свободи в елементі.

Водночас швидкість збіжності розрахункового результату — тобто наближення числового розв'язку до точного — визначається саме ступенем апроксимації, що безпосередньо пов'язаний з k . Для переміщень цей показник, як правило, вищий, ніж для похідних величин — деформацій і напружень. Тому для підвищення точності аналізу, особливо в ділянках з підвищеним градієнтом напружень, доцільним є локальне згущення скінченно-елементної сітки або використання елементів більш високого порядку.

Таким чином, використання методу скінченних елементів у контексті даного розрахунку дозволяє ефективно моделювати складні просторові конструктивні системи, враховувати особливості геометрії, умови закріплення та навантаження, а також забезпечити високий рівень достовірності при оцінці напружень і деформацій, що виникають у процесі експлуатації будівельних конструкцій.

2.2 Опис розрахункової схеми

У межах проведеного аналізу було прийнято розрахункову схему конструктивної системи, яка класифікується як система з ознакою 5 — тобто просторова система загального вигляду. Це означає, що у процесі деформування враховуються усі шість степенів свободи вузлових точок: три лінійні переміщення уздовж координатних осей X , Y та Z , а також три кутові переміщення (повороти) навколо відповідних осей. Такий підхід дозволяє моделювати просторову роботу елементів каркаса, враховуючи згини, кручення та зсуви, що є принципово важливим для аналізу несучих систем великопролітних

та високоінерційних промислових споруд.

Обраний режим розрахунку — статичний, з реалізацією у лінійній постановці, що означає відсутність урахування геометричної чи фізичної нелінійності. Усі деформації вважаються малими, а жорсткісні характеристики матеріалів залишаються незмінними протягом усього навантажувального процесу. Така постановка дозволяє адекватно оцінити напружено-деформований стан конструкції в межах нормативного навантаження при звичайних експлуатаційних умовах.

Набір вихідних даних повністю деталізовано у відповідному технічному документі, який включає координати всіх вузлів, типи та характеристики скінченних елементів, модулі пружності, коефіцієнти Пуассона, умови жорсткого або шарнірного закріплення, прикладення навантажень, схеми примикання елементів до вузлів, а також зв'язки між ступенями свободи різних вузлів, якщо вони були об'єднані.

Граничні умови накладаються шляхом задання зовнішніх зв'язків, які частково або повністю обмежують можливість переміщення вузлів у заданих напрямках. Це дозволяє адекватно моделювати умови опирання конструкції на фундаменти або взаємодії окремих її частин. Крім того, у розрахунковій моделі передбачено об'єднання вузлових переміщень у групи для врахування конструктивних особливостей жорстких вставок або монолітних ділянок.

Умови примикання скінченних елементів до вузлів визначаються залежно від їх типу. Як правило, кінцеві перерізи елемента мають ті ж переміщення, що й відповідні вузли. Винятком є стрижневі елементи з шарнірним з'єднанням, у яких допускаються відносні повороти або зсуви у вузлових зонах — що враховується при побудові матриць жорсткості елементів.

Типи скінченних елементів у моделі

До розрахункової схеми включено два основних типи скінченних елементів:

Стрижневі скінченні елементи — використовуються для моделювання колон, ригелів, балок та інших елементів, що працюють переважно на згин, стиск, розтяг або кручення. Їх механічна поведінка описується в локальній системі

координат, де вісь Xx спрямована вздовж осі елемента, а Yx і Zx орієнтовані відповідно до головних осей інерції перерізу. Основні внутрішні зусилля в таких елементах: поздовжня сила N , згинальні моменти M_y , M_z , поперечні сили Q_y , Q_z і крутильний момент M_k . У схемі використано елементи типу 5, які реалізують повний об'ємний розрахунок із просторовою жорсткістю.

Оболонкові скінченні елементи — застосовані для моделювання фундаментних плит, стін та інших плоских або криволінійних поверхонь. Геометрично вони представляють собою частини серединної поверхні конструктивного елемента, які аппроксимуються у вигляді багатогранників. В межах малого фрагмента форма вважається плоскою. Розрахункові залежності будуються у локальній системі координат з осями X_i , Y_i в площині елемента і віссю Z_i , перпендикулярною до неї. У моделі використано чотирикутні оболонкові елементи типу 44, які мають чотири вузлові точки. Поле нормальних переміщень апроксимується поліномом третього ступеня, а тангенціальних — поліномом другого порядку, що забезпечує високу точність у відображенні напружено-деформованого стану оболонки в довільному просторовому положенні.

Опис навантаження та моделювання конструкції

У межах розрахунку було враховано комплекс зовнішніх навантажень, які діють на об'єкт у процесі його експлуатації. До них належать:

- постійні навантаження (власна вага конструкцій);
- тимчасові навантаження (технологічне обладнання, транспортні навантаження);
- вітрові дії;
- можливе сейсмічне навантаження;
- вплив температурних деформацій (при необхідності).

Динамічний розрахунок конструкції, зокрема визначення її власних частот та форм коливань, виконано методом модального аналізу з розкладанням по формам власних коливань. Це дозволяє ідентифікувати потенційно небезпечні резонансні режими та проаналізувати реакцію системи на динамічні збурення.

Для оцінки внутрішніх зусиль і перевірочних розрахунків несучих елементів прийнято просторову скінченно-елементну модель будівлі, яка включає основні конструктивні елементи: фундаментну плиту, стовбури фундаментів (черевики), вертикальні несучі елементи (колони), горизонтальні елементи (ригелі), елементи перекриття та огорожувальні стіни. Створення моделі здійснено у спеціалізованому програмному комплексі, після чого геометрична схема експортована до SCAD++ з автоматичною генерацією сітки скінченних елементів.

Фундаментна плита та зовнішні стіни моделювались із використанням площинних оболонкових елементів. Елементи покриття у даному варіанті розрахунку були проігноровані з огляду на специфіку конструкції та тип застосованого навантаження. Усі основні вузли схеми були пронумеровані, призначено граничні умови, а також прикладено відповідні навантаження згідно з нормативними комбінаціями. Презентаційний вигляд побудованої скінченно-елементної моделі наведено на рисунку 2.1, що дозволяє візуалізувати структуру, спрощення та логіку побудови розрахункової схеми.

2.3 Кількісні характеристики розрахункової схеми.

Розрахункова схема конструктивного об'єкта була побудована у програмному середовищі з використанням методу скінченних елементів та характеризується низкою визначальних параметрів. Загальна кількість вузлів, що формують просторову модель, становить 1973, а кількість кінцевих (скінченних) елементів дорівнює 2156. Така щільність розбивки дозволяє досягти необхідної точності в оцінюванні напружено-деформованого стану конструкції та забезпечує достовірність отриманих розрахункових результатів.

Тип моделі віднесено до системи загального вигляду. Це означає, що деформаційна поведінка моделі, а також основні шукані величини описуються у вигляді лінійних переміщень вузлових точок у напрямках осей координат X , Y , Z та обертальних переміщень навколо відповідних осей UX , UY , UZ . Такий підхід

забезпечує повноцінне просторове моделювання із врахуванням можливих зсувних, вигинних і крутильних деформацій у кожному елементі конструкції.

У якості площинних скінченних елементів застосовано чотирикутні оболонкові елементи типу 44, які є найбільш ефективними при моделюванні тонкостінних просторових структур, таких як плити, стіни та покриття. Розбивка геометрії конструктивних елементів здійснена з кроком 0,25 м, що відповідає критеріям збіжності сітки та забезпечує достатню деталізацію для отримання коректного розподілу зусиль.

З'єднання вертикальних стінових елементів із фундаментною плитою моделюється як жорстке, що передбачає передачу усіх компонентів внутрішніх зусиль без деформаційних втрат у зоні контакту. Просторова фіксація моделі реалізована шляхом прикладання зв'язків по напрямках X та Y на рівні підшви фундаментної плити, що запобігає переміщенню конструкції у горизонтальній площині та забезпечує її загальну стійкість.

Напрямки видавання зусиль в площинних скінченних елементах також чітко регламентовані. Для горизонтально розташованих оболонкових елементів (наприклад, плити перекриття чи покриття) результати зусиль виводяться у напрямку осі X, тоді як для вертикальних елементів (стіни, перегородки тощо) – у напрямку осі Z. Такий підхід уніфікує аналіз результатів розрахунку та сприяє їх правильній інтерпретації.

2.4 Схеми розрахунку сейсміки АПК

межах виконаної кваліфікаційної роботи проведено детальний інженерно-конструктивний розрахунок напружено-деформованого стану цегляної кладки несучих стін за умов дії сейсмічного навантаження, характерного для визначеного району будівництва. Аналіз виконано з урахуванням вимог чинних державних будівельних норм, що регламентують проєктування будівельних конструкцій у сейсмічно активних регіонах. Розрахункове моделювання реалізовано із застосуванням сучасного програмного комплексу "SCAD++", який дозволяє

здійснювати просторовий аналіз конструкцій із врахуванням нелінійної роботи матеріалу, комбінованих навантажень та параметрів сейсмічного впливу.

У процесі моделювання було створено тривимірну розрахункову схему будівлі, в якій цегляні стіни представлені як деформівні елементи з урахуванням жорсткості, щільності, модуля деформації та інших характеристик матеріалу. Особливу увагу приділено правильному заданням граничних умов, типу зв'язків, передаваних навантажень та впливу мас інерції, оскільки всі ці чинники мають суттєвий вплив на розподіл напружень у конструкціях під час дії сейсмічного імпульсу.

Головною метою проведеного аналізу було виявлення найбільш напружених ділянок у цегляній кладці, де можливе формування небезпечних зон концентрації напружень, здатних ініціювати розвиток тріщин, локальних пошкоджень, відшарування або втрати несучої здатності стінових елементів. Розрахунок дозволив здійснити локалізацію критичних вузлів у зоні спирання плит перекриття, в місцях прорізів (вікон, дверей), а також у кутових стиках між стінами.

Аналіз отриманих результатів показав, що максимальні значення головних напружень у кладці, як нормальних, так і дотичних, не перевищують гранично допустимих величин, визначених відповідно до діючих нормативних документів. Встановлено, що у всіх ключових ділянках несучих елементів фактичні напруження залишаються в межах розрахункової міцності кладки, а також не перевищують межу тріщиностійкості для заданого класу розчину та типу цегли. Це свідчить про те, що під час сейсмічного навантаження цегляна кладка працює в пружній області та не демонструє ознак пластичних деформацій чи прогресуючого руйнування.

Отримані результати також свідчать про відсутність потреби у додатковому підсиленні конструкції за нормальних умов експлуатації. Водночас модель передбачає можливість локального армування або включення залізобетонних елементів жорсткості у разі суттєвого підвищення інтенсивності сейсмічного впливу, що дозволяє адаптувати конструктивне рішення до ширшого спектру

сценаріїв. Результати моделювання є основою для прийняття обґрунтованих проєктних рішень на стадії виконання робочої документації.

Таким чином, за результатами інженерного аналізу встановлено, що проєктовані цегляні стіни забезпечують необхідний рівень сейсмостійкості, тріщиностійкості та загальної конструктивної надійності. Це дозволяє вважати їх придатними до експлуатації в умовах сейсмічного навантаження без ризику виникнення критичних пошкоджень або втрати працездатності.

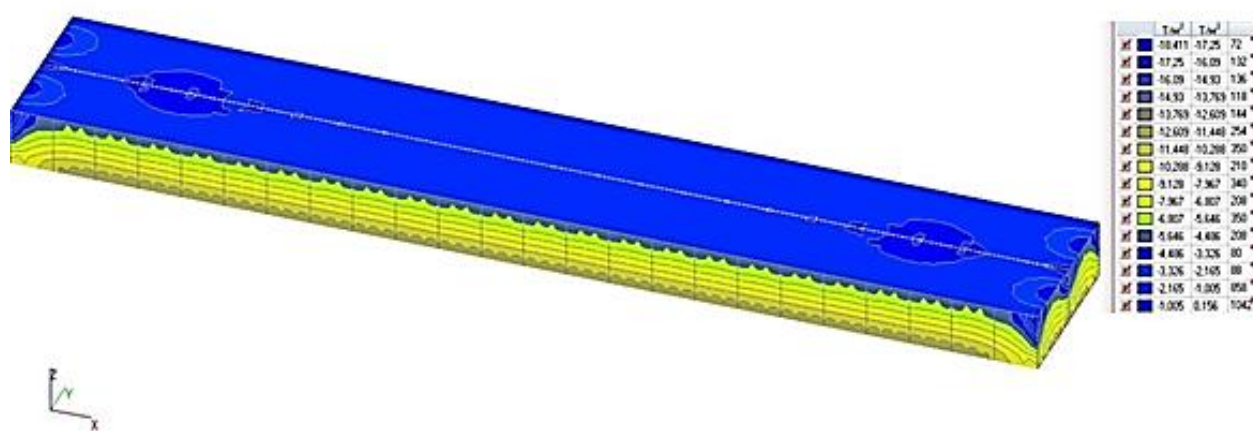


Рисунок 2.2 - Схема розподілу напружень N_x у стінах

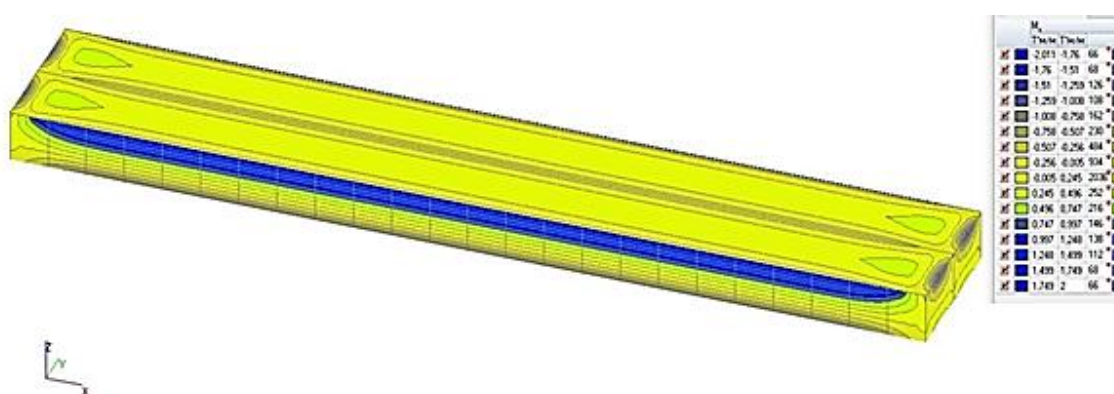


Рисунок 2.3 - Схема розподілу моментів напружень M_x у стінах

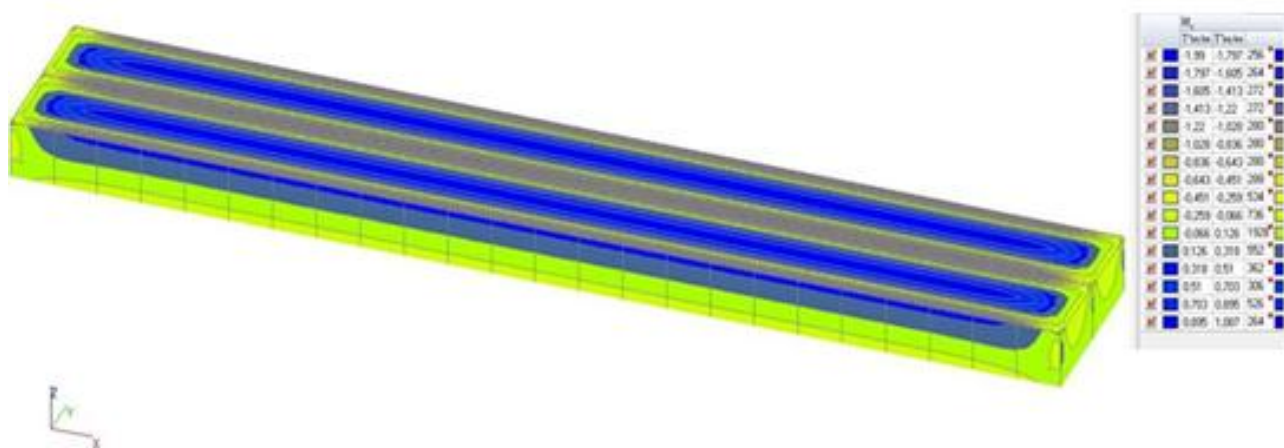


Рисунок 2.4 - Схема розподілу моментів напружень M_u у стінах

2.5 Розрахунок армування перекриття АПК

У даному розділі представлено детальний аналіз конструктивно-розрахункової моделі монолітного залізобетонного перекриття, що виконує функцію основного горизонтального несучого елемента у складі безкаркасної одноповерхової промислової будівлі. Геометричні параметри перекриття в плані становлять 72,5 м за довжиною та 11,2 м за шириною, у межах координатних осей А–В та 1–13, відповідно. Така протяжність конструкції зумовлює необхідність детального врахування умов спирання, жорсткісних характеристик матеріалу та впливу нормативних навантажень.

Конструкція перекриття передбачає жорстке опирання залізобетонної плити на зовнішні цегляні несучі стіни по всьому периметру. Такий спосіб забезпечує просторову стійкість системи, рівномірний розподіл навантаження на опорні елементи та ефективне сприйняття вертикальних силових впливів, що виникають під час експлуатації будівлі. За результатами попереднього проєктного аналізу товщина залізобетонної плити перекриття прийнята на рівні 150 мм, що є раціональним конструктивним рішенням для заданих розмірів прольотів і навантажень, забезпечуючи оптимальне співвідношення між жорсткістю,

міцністю і масою конструкції.

До основних видів навантажень, які сприймаються конструкцією перекриття, належать:

- постійне навантаження від власної ваги монолітної залізобетонної плити, з урахуванням густини матеріалу та сталих характеристик бетонної суміші;
- експлуатаційні (тимчасові) навантаження, обумовлені умовами використання будівлі — навантаження від розміщення людей, обладнання, комунікаційних мереж тощо;
- додаткові конструктивні навантаження, включаючи можливі монтажні впливи та нерівномірність спирання.

Матеріалом конструкції є важкий бетон класу B25, який характеризується розрахунковим опором до осевого стиску, задовільною морозостійкістю, водонепроникністю та довговічністю. Вказаний клас бетону є типовим для виготовлення несучих плит перекриттів у промисловому будівництві середньої поверховості. Такий бетон забезпечує достатній запас міцності як при звичайних експлуатаційних впливах, так і при короткочасних пікових навантаженнях.

Армування залізобетонної плити передбачено робочими стрижнями класу A400 — у поздовжньому та поперечному напрямках. Арматурні стрижні розташовуються в нижній та верхній зонах перерізу, забезпечуючи опір згинальним моментам, що виникають у результаті дії навантажень. Поздовжнє армування забезпечує жорсткість і тріщиностійкість у головному напрямку навантаження, а поперечне — сприяє розподілу зусиль та підвищенню стійкості до поперечного зсуву. Армування виконується з урахуванням діючих норм на підставі результатів розрахунку згинальних моментів та поперечних сил у характерних перерізах.

Схема армування розробляється з урахуванням конструктивних вимог: забезпечення мінімальних захисних шарів бетону, правильне розміщення арматурних сіток у межах заданої товщини плити, облік анкеровки, перехльостів і з'єднань. Крім основного армування, передбачається монтаж додаткових конструктивних стрижнів у зонах підвищеного напруження — на опорах та в

місцях можливих розтягів. Для забезпечення рівномірності бетонування та якості ущільнення суміші конструкція доповнюється монтажними петлями, закладними елементами або технологічними отворами.

З конструктивної точки зору, перекриття проєктується як монолітне безригельне, що дозволяє зменшити загальну висоту приміщення за рахунок відсутності виступаючих конструктивних елементів, спрощує прокладання внутрішніх інженерних систем (електропостачання, вентиляції, водопостачання) та полегшує оздоблювальні роботи. Безригельна система перекриття також покращує архітектурну естетику інтер'єру та забезпечує більшу гнучкість у плануванні внутрішнього простору.

Таким чином, прийнята розрахунково-конструктивна схема монолітного залізобетонного перекриття забезпечує ефективну взаємодію матеріалів, геометричних параметрів і розрахункових характеристик. Вона відповідає сучасним технічним вимогам до промислових будівель, забезпечуючи надійність, тривалу експлуатаційну придатність, стійкість до тріщиноутворення та технологічну доцільність реалізації в умовах будівельного майданчика.

2.5.1 Визначення нормативних і розрахункових навантажень, що діють на перекриття

Значення нормативних навантажень, які використовуються при розрахунку несучих конструктивних елементів будівель і споруд, прийнято відповідно до вимог чинних нормативно-правових актів, державних будівельних норм та стандартів, що регламентують дію постійних і тимчасових навантажень на конструкції різного призначення. Нормативне значення навантаження є середньостатистичною величиною, яка характеризує навантаження, що може виникнути під час нормальної експлуатації будівлі або споруди. Воно ґрунтується на багаторічних статистичних спостереженнях і призначене для забезпечення базового рівня безпеки при проєктуванні.

Для виконання точного інженерного розрахунку конструктивних елементів будівлі або споруди, незалежно від того, чи йдеться про статичне, чи динамічне навантаження, використовується не лише нормативне, а передусім розрахункове значення навантаження. Нормативне значення слугує вихідною величиною та визначає середнє очікуване навантаження під час експлуатації за умовами, наближеними до стандартних. Однак у реальних умовах експлуатації можливі відхилення — як у бік збільшення навантаження, так і в бік зменшення міцності матеріалів, або зміни температурно-вологісного режиму. Тому для врахування таких можливих варіацій вводиться поняття коефіцієнта надійності за навантаженням.

Розрахункове навантаження визначається як добуток нормативного навантаження на відповідний коефіцієнт надійності, величина якого встановлюється залежно від виду навантаження (постійне, тимчасове, снігове, вітрове, сейсмічне тощо), характеру об'єкта, категорії відповідальності споруди та інших чинників. Такий підхід є загальноприйнятим у сучасній інженерній практиці, оскільки дозволяє сформувати конструктивні елементи з достатнім запасом міцності, жорсткості та стійкості, які гарантують безпечну експлуатацію упродовж усього життєвого циклу об'єкта.

Особливо важливо враховувати розрахункові навантаження у випадках дії динамічних впливів, таких як вітрові або сейсмічні навантаження, де амплітуда зусиль може змінюватися в часі та мати імпульсний характер. У таких умовах застосування лише нормативних значень не забезпечує достатнього рівня безпеки. Тому розрахункові значення, скориговані за допомогою коефіцієнтів надійності, дозволяють передбачити граничні сценарії навантаження, включно з аварійними режимами.

Використання системи коефіцієнтів надійності є важливою складовою нормативної бази сучасного проєктування. Вона дає змогу не лише нормувати впливи навантаження, а й враховувати мінливість характеристик будівельних матеріалів, можливі похибки виготовлення або монтажу конструкцій. Таким чином забезпечується комплексна інженерна безпека, підвищується довговічність

об'єкта, а також зменшуються ризики функціональних або конструктивних відмов під час експлуатації. Усе це в сукупності формує надійну основу для прийняття зважених проєктних рішень.

Таблиця 2.1 - Постійні навантаження від конструкцій міжповерхового перекриття

	Вид навантаження	Нормативне навантаження, кН/м^2 $q'' = \delta \cdot \rho$	Коефіцієнт надійності за навантаженням γ_f	Розрахункове навантаження, кН/м^2 $q^p = q'' \cdot \gamma_f$
Постійне навантаження: перекриття				
1	Монолітна плита покриття $\delta = 180 \text{ мм}; \rho = 2500 \text{ кг/м}^3$	4,5	1,1	4,95
Разом постійна		4,5		4,95

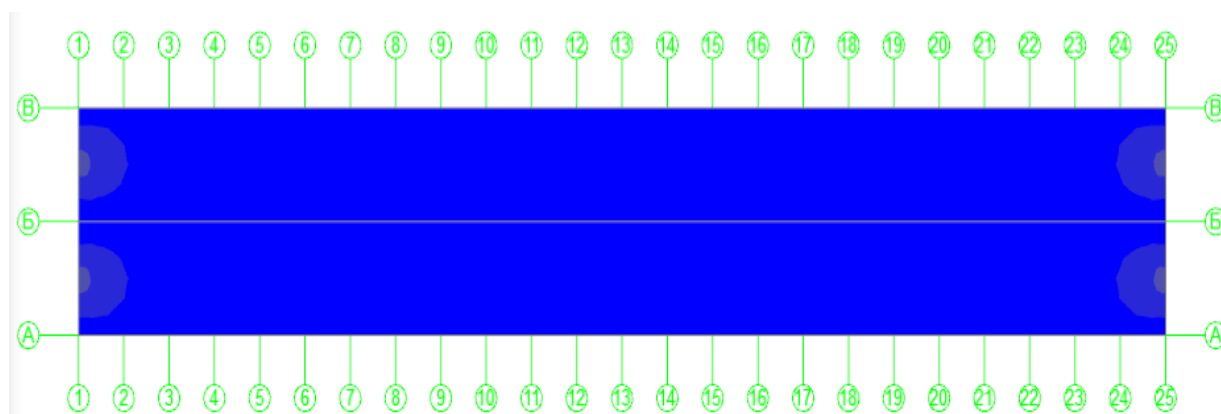


Рисунок 2.5 - Загальний вигляд постійного завантаження перекриття від власної ваги плити

Висновок за розділом: Запроектовано монолітне залізобетонне перекриття товщиною 150 мм, з габаритними розмірами в плані 72,5х11,2м. Розрахунок перекриття виконано за 2-ма групами граничних станів за допомогою програми "SCAD++".

Перекриття запроектоване з бетону В25 і має нижні та верхні робочі поздовжні (поперечні) арматурні стрижні діаметром 12 мм класу А400.

РОЗДІЛ 3

ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

3.1 Коротка характеристика об'єкта

Реконструйована будівля має значні планувальні габарити: довжина становить 218 м, ширина — 110 м. Споруда є одноповерховою, з висотою поверху 14,4 м, що відповідає вимогам до промислових об'єктів із великогабаритним обладнанням або технологічними процесами, які потребують значного вільного простору. Основу несучої конструктивної системи складає просторовий каркас із залізобетонних колон типів КД II-15 та КД II-19, які відрізняються розмірами та несучими характеристиками. Опорна частина будівлі виконана у вигляді бетонної підлоги по ущільненому ґрунту, що забезпечує рівномірне передавання навантаження на основу та ефективну роботу конструкції у межах заданих експлуатаційних впливів.

Фундаменти під колони запроєктовано як монолітні залізобетонні конструкції стаканного типу, що є типовим рішенням для колонного каркаса. Такий тип фундаменту забезпечує простоту монтажу, достатню жорсткість та надійність закріплення вертикальних несучих елементів. Матеріали фундаментів і колон обрані з урахуванням довговічності, водонепроникності та морозостійкості, що є критично важливими при експлуатації споруди в складних кліматичних умовах.

Кліматичні характеристики району будівництва проєкту визначаються згідно з даними [8]. Будівля розташовується в I кліматичному підрайоні з підтипом В, де розрахункова температура повітря найхолоднішої п'ятиденки становить -27°C . Район належить до III вітрового району з нормативним вітровим напором 0,38 кПа. Снігове навантаження визначається за II сніговим районом, нормативна вага снігового покриву становить 1,0 кПа. Глибина сезонного промерзання ґрунтів досягає 1,1 м, що обов'язково враховується при проєктуванні заглиблення фундаментів з метою запобігання нерівномірному осіданню та морозному пученню. Крім того, територія належить до зони з

сейсмічною активністю 6 балів за шкалою MSK-64, що передбачає обов'язкове врахування динамічних впливів при розрахунку конструктивних елементів.

За умовну відмітку +0,000 прийнято рівень чистої підлоги першого поверху, відносно якої здійснюється вертикальне позиціонування всіх елементів будівлі та визначення відміток фундаменту, покриття і технічних рівнів.

3.2 Оцінка інженерно-геологічних умов будівельного майданчика

3.2.1 Оцінка наявного ґрунту

Було виконано інженерно-геологічні вишукування, на їх підставі було побудовано схему інженерно-геологічного розрізу.

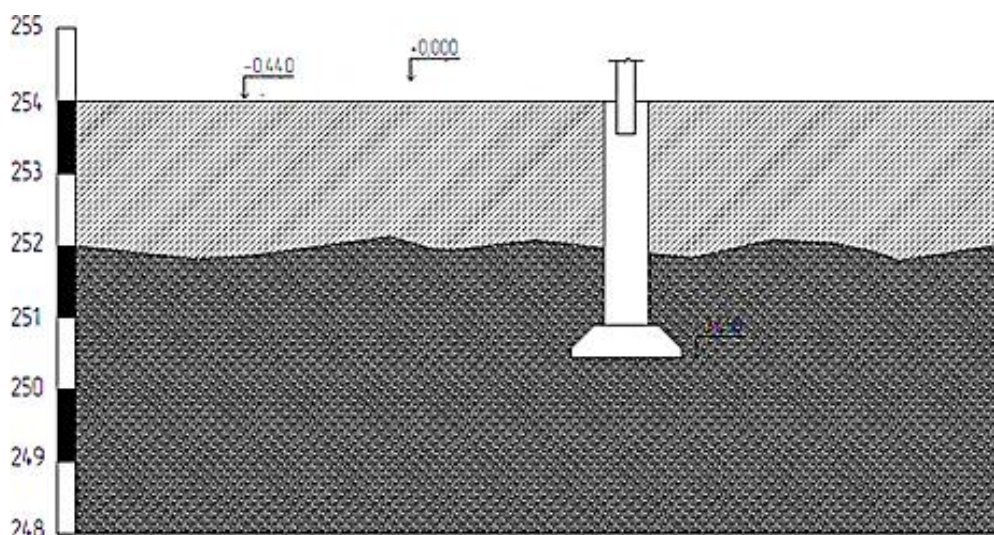


Рисунок 3.2 - Інженерно-геологічний розріз

Спираючись на звіт, представлений, ми можемо скласти схему інженерно-геологічного розрізу.

3.3 Фізико-механічні властивості ґрунтів

За фізико-механічними властивостями та номенклатурним виглядом виділено 2 інженерно-геологічні елементи:

Супісок твердий

Галечниковий ґрунт із піщаним заповнювачем. Нормативні та розрахункові показники наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Нормативні та розрахункові показники

Потужн. шару	Наймен. ґрунту	Фізичні характеристики												Механічні характеристики						Вихідні дані для просадкових ґрунтів	
		ρ	ρ_s	ρ_d	γ_{sb}	γ_{sat}	ω	ω_L	ω_p	I_p	I_L	e	S_r	СП	СІ	ФП	ФІ	E	R0	ρ_{sl}	ε_{sl}
1	Супісок	1,88	2,78	1,62	10,2	0,31	0,20	0,26	0,20	0,05	0,4	0,75	0,66	11	-	21	-	10	210	105	0,035
2	Пісок	1,79	2,66	1,47	9,5	0,31	0,16	0,26	0,19				0,51								

Формули для розрахунку фізичних характеристик:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + \omega}; \quad (3.1)$$

$$I_p = \omega_2 - \omega_3; \quad (3.2)$$

$$I_L = \frac{\omega - \omega_3}{\omega_2 - \omega_3}; \quad (3.3)$$

$$S_r = \frac{\omega \gamma_s}{e \gamma_w}. \quad (3.4)$$

3.3.1 Інженерно-геологічні характеристики ділянки

Будівельний майданчик, на якому заплановано виконання реконструктивних робіт із розміщенням контейнерного цеху, розташований у північно-західній частині міста Хмельницький, в межах промислової зони. Вибір ділянки обґрунтовано як з містобудівної, так і з інженерно-технічної точки зору. Територія будівельного майданчика характеризується рівнинним рельєфом без виражених локальних підвищень або знижень, що сприяє ефективній організації будівельного виробництва. Відсутність перепадів висот суттєво зменшує потребу в попередньому вертикальному плануванні, складних земляних роботах та додаткових витратах на підготовку основи.

Абсолютні відмітки поверхні землі в межах проєктної ділянки знаходяться в діапазоні від 253,15 м до 254,12 м над рівнем Балтійського моря. Це вказує на наявність незначного ухилу рельєфу — менше одного метра по всій забудованій площі, що є прийнятним з погляду нормативних вимог до благоустрою території, відведення поверхневих вод і організації транспортних та пішохідних шляхів. Такий характер ділянки дозволяє ефективно організувати тимчасову будівельну інфраструктуру, зокрема під'їзди для автотранспорту, монтажні зони, склади матеріалів, майданчики для збирання тимчасових побутових приміщень, а також сприяє мінімізації трудовитрат при реалізації етапів нульового циклу.

У межах майданчика відсутня будь-яка існуюча капітальна або тимчасова забудова, що створює сприятливі умови для реалізації будівельного проєкту. Відсутність необхідності демонтажу будівель чи інженерних мереж виключає додаткові витрати, скорочує строки підготовчих робіт та знижує ризики, пов'язані з пошкодженням суміжної інфраструктури. Це дозволяє швидко перейти до основного етапу будівництва — закладання фундаментів і монтажу несучих конструкцій.

Згідно з матеріалами інженерно-геологічних вишукувань, виконаних на стадії передпроєктної підготовки, ґрунтовий розріз ділянки до глибини 6,0 м представлений алювіальними відкладами четвертинного віку. Верхня частина геологічного профілю, в межах глибин 1,0–2,0 м, складена переважно супісками різної щільності, що змінюються за консистенцією від твердих до пластичних і навіть плинних у зволжених зонах. Це свідчить про неоднорідність ґрунтів за механічними характеристиками у приповерхневій зоні, що необхідно враховувати при проєктуванні підготовчого шару основи та при плануванні дренажних заходів.

На глибинах понад 2,0 м виявлено нашарування крупноуламкових ґрунтів — гравійно-галькових сумішей з піщаним заповнювачем. Ці ґрунти мають високий ступінь водопроникності, хорошу фільтраційну здатність, а також задовільну несучу здатність, що робить їх придатними для використання в основі малонавантажених і середньонавантажених фундаментів. Згідно з оцінкою

фізико-механічних характеристик, дані ґрунти можуть розглядатися як природна основа фундаментів без необхідності додаткового улаштування палі чи підсилення основи, за умови контролю вологості та ущільнення при зворотному засипанні.

Узагальнюючи вищезазначене, можна стверджувати, що природні умови обраної ділянки є сприятливими для реалізації запроєктованого об'єкта реконструкції. Топографічні, геологічні та гідрогеологічні характеристики не створюють серйозних обмежень або загроз для нормального виконання будівельно-монтажних робіт. Отримані дані стали основою для прийняття рішень щодо типу фундаменту, глибини його закладання, способу ущільнення ґрунтів та заходів із дренажування і водовідведення.

3.4 Проектування фундаменту

Під час проектування будівлі контейнерного цеху, було прийнято рішення використовувати фундамент стаканного типу. Початок будівництва датується 1969 роком, на той момент було закладено фундамент і каркас.

Проведемо розрахунок на несучу здатність фундаменту, щоб довести, чи вистачить несучої здатності, щоб витримати навантаження від будівлі.

Визначимо розміри підшви фундаменту і розрахункового опору ґрунту.

Визначимо площу фундаменту A за формулою 3.5:

$$A = \frac{F_v}{R_0 - \gamma \cdot d}, \quad (3.5)$$

де F_v - розрахункове навантаження, що передається на фундамент, т/м²;

R_0 - умовний розрахунковий опір ґрунту під підшвою фундаменту (під підшвою фундаменту міститься галечниковий ґрунт, для якого $R_0 = 25$ т/м²;

γ - усереднена питома вага матеріалу фундаменту і ґрунту на його обрізах (2 т/м³);

d - глибина закладення підшви фундаменту від рівня планування, м.

$$A = \frac{224}{25-2*3,6} = 12,6 \text{ м}^2.$$

Обчислюємо підшву фундаменту b :

$$b = \sqrt{A} = \sqrt{12,6} = 3,5 \text{ м.}$$

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту за формулою:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma}k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + M_c c_{II}], \quad (3.6)$$

Де γ_{c1} і γ_{c2} - коефіцієнти, умов роботи, що приймаються за [7]; $\Rightarrow \gamma_{c1} = 1,0$; $\gamma_{c2} = 1,0$;

k - коефіцієнт, що приймається рівним: $k = 1,1$, за таблицями Додатка Б [7];

M_{γ}, M_c, M_q - коефіцієнти, що приймаються за табл. [7], відповідно 0,61; 6,04; 3,44;

k_z - коефіцієнт, що приймається рівним одиниці: при $b < 10$ м;

b - ширина підшви фундаменту, дорівнює 3,5 м;

γ_{II} - усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають нижче підшви фундаменту (за наявності підземних вод визначається з урахуванням зважувальної дії води), кН/м^3 ;

γ'_{II} - те саме, що залягають вище підшви, кН/м^3 ;

c_{II} - розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, що залягає безпосередньо під підшвою фундаменту, $\text{кПа} \Rightarrow c_{II} = 13 \text{ кПа}$;

d_1 - глибина закладення фундаментів безпідвальних споруд від рівня планування - 3,6 м.

$$R = \frac{1*1}{1.1} + 0.61 * 1.2 * 18.8 + 3.44 * 1.51 * 18.8 + 6.04 * 13 = 292.02 \text{ кПа.}$$

Виконаємо перевірку умови:

$$\sigma \leq R,$$

де σ - сумарне напруження, $\frac{\text{Т}}{\text{м}^2}$;

R - розрахунковий опір ґрунту, $\frac{\text{Т}}{\text{м}^2}$.

Знайдемо сумарне напруження за формулою [2]:

$$\sigma = \frac{F_v + F_{\phi,2}}{A} \pm \frac{M}{W}, \quad (3.7)$$

Де F_v - навантаження від будівлі, $\frac{\text{Т}}{\text{м}^2}$;

$F_{\phi,2}$ - вага фундаменту і ґрунту, Т/м^2 ;

A - площа підошви фундаменту, м^2 ;

M - згинальний момент, тм, який дорівнює: $M = F_v \cdot e = 22,4 \cdot 0,07 = 1,57$ тм; (e - ексцентриситет, що дорівнює 7 мм);

W - момент опору підошви в напрямку згинального моменту, тм, який дорівнює $W = F_v \cdot M = 22,4 \cdot 1,57 = 35,2$ тм.

$$\frac{22,4 + 4,5}{12,6} \pm \frac{1,57}{35,2} = 217,9 \pm 0,03 \frac{\text{Т}}{\text{м}^2} = (290 \pm 0,03) \text{кПа}$$

$$\sigma \leq R$$

$(217 \pm 0,03) \text{кПа} \leq 224,02 \text{кПа} \Rightarrow$ умова виконується, отже, обраний розмір підошви фундаменту підходить.

Зробимо розрахунок деформацій основи фундаменту.

Необхідно виконати розрахунок абсолютного осідання фундаменту S

Розрахунок зводиться до задоволення основної умови $S \leq S_U$ [25],

де S - осідання основи фундаменту (спільна деформація основи та споруди);

S_U - граничне значення осідання основи фундаменту (спільна деформація основи та споруди), що встановлюється за вказівками [25].

Розрахунок осідання основи проводимо методом пошарового підсумовування.

Сутність методу полягає в такому: основу розбивають на елементарні шари; у межах стисливої товщі визначають осідання кожного шару від додаткових вертикальних напружень; потім осідання всіх елементарних шарів підсумовують.

Порядок розрахунку:

Для побудови епюр σ_{zg} і σ_{zp} ґрунт на розрізі будівельного майданчика,

розташований нижче за підшову фундаменту, розбивають на елементарні шари заввишки h_i , так, щоб виконувалася умова: h_i - товщина елементарного шару, що приймають з умови $h_i \leq 0,4 \cdot b$, за $b = 1 \text{ м} \Rightarrow h = 0,45 \text{ м}$.

Визначаємо вертикальні напруження від власної ваги ґрунту σ_{zgi} на межі i -го шару, що залягає на глибині z_i за формулою [25]:

$$\sigma_{zg} = \sum \gamma_i \cdot h_i + \sigma_{zgo}, \quad (3.8)$$

Де γ_i - питома вага ґрунту, $\frac{1,88 \text{ т}}{\text{м}^3}$;

h_i - висота шару нижче підшови фундаменту, м.

$$\sigma_{zg0} = 1,88 \cdot 3,61 = 6,78 \text{ т/м}^2;$$

$$\sigma_{zg1} = 1,88 \cdot 3,91 = 7,35 \text{ т/м}^2;$$

$$\sigma_{zg2} = 1,88 \cdot 4,31 = 8,1 \text{ т/м}^2;$$

$$\sigma_{zg3} = 1,88 \cdot 4,71 = 8,85 \text{ т/м}^2.$$

Знаходимо додаткові вертикальні напруження від зовнішнього навантаження на глибині z_i під підшовою фундаменту (по вертикалі, що проходить через центр підшови фундаменту) за формулою [25]:

$$\sigma_{zpi} = \alpha_i \cdot \sigma_0, \quad (3.9)$$

Де $\sigma_0 = \sigma - \sigma_{zgo} = 26 - 2,84 = 23,16 \text{ т/м}^2$ – вертикальне напруження від власної ваги ґрунту на позначці підшови фундаменту, т/м^2 ;

α_i -коефіцієнт, що визначається за табл. [25] залежно від глибини z , що дорівнює $\frac{2z}{b}$.

$$\sigma_{zp1} = 0,312 \cdot 23,16 = 7,23 \text{ т/м}^2;$$

$$\sigma_{zp2} = 0,205 \cdot 23,16 = 4,75 \text{ т/м}^2;$$

$$\sigma_{zp3} = 0,178 \cdot 23,16 = 4,12 \text{ т/м}^2.$$

Визначаємо середнє значення вертикального напруження від зовнішнього навантаження в кожному i -тому шарі ґрунту як середнє арифметичне додаткових

вертикальних напружень: $\sigma_{zp, cpi} = \frac{(\sigma_{zpi} + \sigma_{zpi+1})}{2}$:

$$\sigma_{zp, cp1} = \frac{(23,16 + 7,23)}{2} = 15,195 \text{ т/м}^2;$$

$$\sigma_{zp, cp2} = \frac{(7,23 + 4,75)}{2} = 5,99 \text{ т/м}^2;$$

$$\sigma_{zp, cp3} = \frac{(4,75 + 4,12)}{2} = 4,43 \text{ т/м}^2.$$

Знаходимо повне осідання основи як суму осідань окремих шарів у межах стисливої товщі за формулою [25]:

$$S = \beta \cdot \sum S_i = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sigma_{zpcpc} \cdot h_i}{E} \right), \quad (3.10)$$

де β - безрозмірний коефіцієнт, що враховує умовність розрахункової схеми, який приймається рівним 0,8 .

$$S_1 = 0,8 \cdot \frac{15,195 \cdot 0,40 + 5,99 \cdot 0,40 + 4,43 \cdot 0,40}{700} = 0,0117 \text{ м} = 1,17 \text{ см.}$$

Знаходимо значення гранично допустимого осідання для цієї будівлі, що визначається за [7]: $S_U = 15 \text{ см.}$

Таким чином, основна умова розрахунку основи фундаменту за деформаціями задоволена:

$$S = 1,17 \text{ см} < S_u = 15 \text{ см.}$$

Висновок: У фундаменту, що розглядається, є небезпека виникнення морозного здимання, отже, необхідно провести протипучинні заходи: термостабілізацію.

Термостабілізатори - це заправлені холодоагентом парорідинні сифони, які поміщають у свердловини, спеціально пробурені поруч з опорним фундаментом. Вони знижують температуру ґрунту. В установку вбудовані випарник і конденсатор, випарник забирає тепло з ґрунту, конденсатор - розсіює його в навколишньому середовищі.

РОЗДІЛ 4

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

На стадії проектування виконання будівельно-монтажних робіт особливу увагу необхідно приділяти питанням забезпечення безпеки праці та охорони здоров'я працівників. На даному етапі передбачається впровадження комплексу організаційно-технічних заходів, спрямованих на створення безпечних умов праці та мінімізацію виробничих ризиків. Зокрема, мають бути передбачені технічні рішення щодо електробезпеки, зручності та ергономіки робочих місць, а також пожежної та санітарної безпеки.

З метою забезпечення електробезпеки повинно бути реалізовано надійне заземлення всього обладнання, зокрема верстатів, а також щоденне очищення та догляд за дерев'яними настилами, що влаштовуються навколо технологічних агрегатів. Для уникнення накопичення вологи передбачається організація системи локального водовідведення. Оброблення керамічних плиток, різання та шліфування мають виконуватись виключно на спеціально облаштованих робочих місцях — підставках, столиках, верстаках, що виключають ймовірність травмування та дозволяють підтримувати порядок.

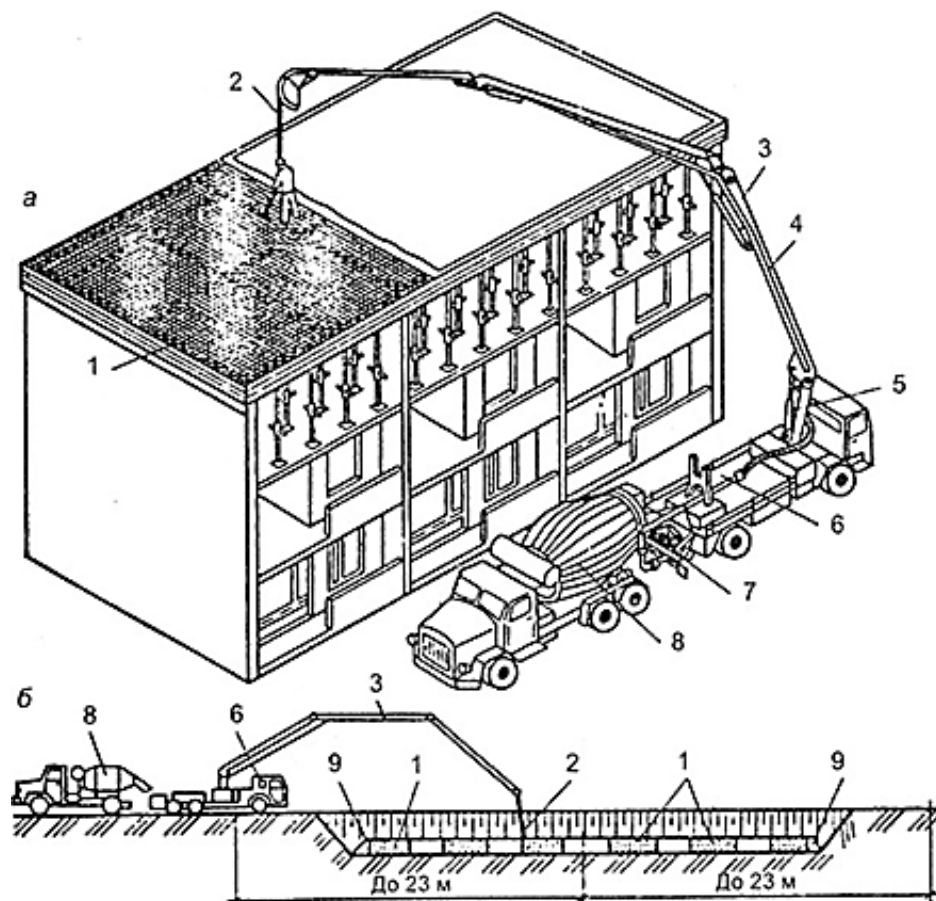
Робочі місця повинні бути обладнані необхідними засобами огороження, пристроями підмашування, платформами чи підйомними механізмами відповідно до специфіки виконуваних робіт. Усі працівники, які вперше прибули на об'єкт, зобов'язані пройти вступний інструктаж з охорони праці, а також регулярні цільові та повторні інструктажі згідно з нормативами.

Перед увімкненням обладнання та після кожного його переміщення необхідно обов'язково перевіряти стан ізоляції електропроводки, справність засобів заземлення, наявність захисних кожухів і огорожень. Усі інструменти, що застосовуються у процесі роботи, мають бути технічно справними, сертифікованими та перевіреними у встановленому порядку.

З метою попередження виникнення пожежних ситуацій необхідно суворо дотримуватися чинних правил пожежної безпеки, систематично проводити

протипожежні інструктажі серед персоналу та забезпечувати наявність вогнегасників у доступних місцях. По завершенню робочої зміни усі електротехнічні установки підлягають обов'язковому відключенню від живлення та мають бути акуратно розміщені у спеціально відведених місцях для зберігання.

4.1 Вимоги безпеки під час подавання бетону



1-укладання бетону; 2-рукав; 3-шарнірна стріла; 4-бетоновод; 5-гідроциліндр; 6-автобетононасос; 7-приймальний бункер; 8-Автобетонозмішувач.

Рисунок 4.1-Укладання бетонної суміші автобетононасосами

У рамках використання бетононасоса необхідно дотримуватися вимог безпеки [31]:

Роботу запускають після того, як увімкнуть попереджувальні сигнали, як додатковий пункт виступає попереднє встановлення огорожень;

Перед запуском агрегату рекомендується провести перевірку стану обладнання, при наявності дефектів необхідно виправити виявлену поломку;

Агрегат має стояти на рівній поверхні, його стійкість забезпечується за рахунок додаткових підкладок;

Здійснювати взаємодію з обладнанням дозволяється після того, як буде вимкнено двигун;

Під час роботи забороняється відходити від агрегату на велику відстань, що зумовлено необхідністю контролю над станом рукавиць і засувки;

Під час здійснення подачі бетону не можна перебувати поруч із небезпечними ділянками, ця вимога є обов'язковою до дотримання;

Якщо подача суміші здійснюється вертикально, обладнання необхідно зафіксувати завдяки спеціальним пристосуванням, вони дають змогу тримати його у висячому положенні без ризику для оточуючих;

У процесі роботи всі члени бригади повинні бути одягнені в спецодяг, використовувати індивідуальні засоби захисту, що дасть змогу звести до мінімуму ймовірність отримання травми. Особливо це актуально для техніки, який активно взаємодіє з внутрішніми системами обладнання в рамках його підготовки та обслуговування.

4.2 Техніка безпеки під час покрівельних робіт

Роботодавець зобов'язаний у рамках СУОП з урахуванням [31] проаналізувати небезпеки та їх джерела, що становлять загрозу життю і здоров'ю працівників при виконанні покрівельних робіт з улаштування плоских і скатних дахів з різних покрівельних матеріалів.

За наявності професійних ризиків, спричинених встановленими небезпеками, безпека покрівельних робіт має бути забезпечена на рівні основі виконання вимог з охорони праці, що містяться в проектній та організаційно-технологічній документації на будівельне виробництво [33]:

- організація робочих місць на висоті, шляхи проходів працівників на

робочі місця, особливі заходи безпеки під час роботи на даху з ухилом;

- заходи безпеки під час приготування і транспортування гарячих мастик і матеріалів;
- методи і засоби для підйому на покрівлю матеріалів та інструменту, порядок їх складування, послідовність виконання робіт.

Покрівельні роботи, що виконуються на висоті без захисних огорожень, повинні виконуватися із застосуванням утримуючих, позиціонуючих, страхувальних систем і (або) систем канатного доступу відповідно до наряду-допуску.

Під час виконання покрівельних робіт газополум'яним способом необхідно виконувати такі вимоги безпеки [33]:

- балони мають бути встановлені вертикально і закріплені в спеціальних стійках;
- візки стійки з газовими балонами дозволяється встановлювати на поверхнях даху, що має ухил до 25%. При виконанні робіт на дахах з великим ухилом для стійок з балонами необхідно влаштовувати спеціальні майданчики;
- під час роботи відстань від пальників (по горизонталі) до груп балонів з газом має бути не менше 10 м, до газопроводів і гумовотканинних рукавів - 3 м, до окремих балонів - 5 м.

Забороняється тримати в безпосередній близькості від місця виконання робіт із застосуванням пальників легкозаймисті та вогнебезпечні матеріали.

Для проходу працівників, які виконують роботи на даху з ухилом понад 20% (12°), а також на даху з покриттям, не розрахованим на навантаження від ваги тих, хто працює, необхідно застосовувати трапи шириною не менше 0,3 м з поперечними планками для упору ніг. Трапи на час роботи повинні бути закріплені [33].

4.3 Техніка безпеки під час організації та проведення робіт з монтажу будівельних риштувань

На риштуваннях повинні бути вивішені схема розміщення і величини допустимих навантажень. Не допускається скупчення на настилі риштувань трьох і більше осіб.

До монтажу риштувань допускаються робітники, які мають право працювати на висоті. Монтажники повинні бути забезпечені запобіжними поясами.

Під час організації робіт у зоні монтажу встановлюється небезпечна зона від падіння предметів з висоти риштувань. Небезпечна зона позначається знаками безпеки і написами встановленої форми відповідно до [32].

У кожному конкретному випадку в проєкті виконання робіт мають бути передбачені такі заходи, щоб небезпечна зона не виходила за межі огороженої зони монтажу риштувань.

На риштування може бути навішена захисна сітка. Небезпечна зона при цьому може не позначатися. Розташування і конструкція огороження зони монтажу повинні бути прийняті за нормативними документами, які містять державні нормативні вимоги охорони праці.

Складування і зберігання [32] складових частин риштувань, матеріалів, виробів та обладнання повинні здійснюватися відповідно до вимог стандартів або технічних умов на риштування, матеріали, вироби та обладнання.

Під час роботи в темний час доби зона монтажу, риштування, проїзди і підходи до них повинні бути освітлені відповідно до [32]. Освітленість повинна бути рівномірною, без сліпучої дії освітлювальних приладів.

Сходи риштувань повинні бути обладнані за [33]. Ухил сходів до горизонту повинен бути не більше 75° . Сходи повинні бути з нековзними сходинками.

Підйом вантажів на риштування здійснюється лебідкою або даховим краном.

Підйом вантажів на риштування баштовими кранами неприпустимий.

Блискавкозахист риштувань має бути влаштований з опором заземлення не більше 15 Ом.

На час монтажу і демонтажу риштувань електричні дроти, розташовані ближче 5 м від риштувань, знеструмлюють. Під час грози, снігопаду і за вітру понад 6 м/с монтаж або демонтаж риштувань не проводять.

Технічний стан лісів контролюється перед кожною зміною та періодичними оглядами через кожні 10 днів.

Особливу увагу при цьому слід приділяти вимірюванню і контролю фактичних навантажень на стійки і черевики, висмикувальних зусиль анкерів зі стіни. Одночасно повинні проводитися вимірювання та оцінка деформацій стійок і черевиків з дерев'яними підкладками, поперечок і анкерів та їхнє відносне переміщення.

Якщо риштування не використовувалися протягом місяця, то вони допускаються до експлуатації після приймання комісією. Результати приймання та огляду зазначають у журналі обліку.

Риштування підлягають додатковому огляду після дощу або відлиги, які можуть зменшити несучу здатність основи.

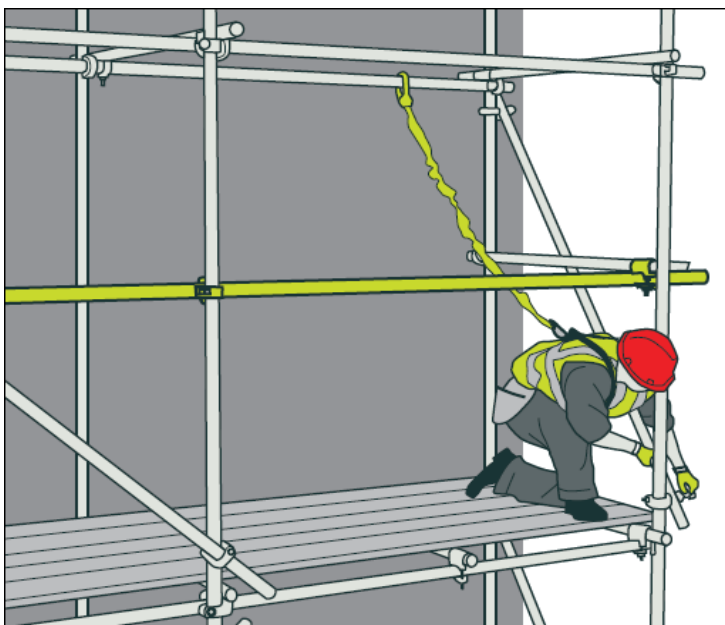


Рисунок 4.2 - Схема кріплення карабіна до риштувань

4.4 Техніка безпеки під час монолітних робіт Техніка безпеки під час розбирання та збирання опалубок

Під час встановлення опалубки:

- до місця робіт не допускаються сторонні;
- опалубка встановлюється на міцну, рівну основу. Не допускається осідання конструкції;
- крихтіні щитові конструкції збирають на землі, на місце встановлюють за допомогою підйомної техніки, фіксують підкосами;
- багатоярусні стінові опалубки монтують поетапно. На першому ярусі (висотою до 5,5 метра) роботи ведуться з вишок "тура" або пересувних драбин. Другий ярус монтується з рухомих риштувань. Для робіт на ярусах заввишки вище восьми метрів використовуються збірні риштування з робочими майданчиками. До монтажу на висоті (понад 8 метрів) допускаються тільки монтажники-верхолази з висотними допусками, у спеціальних страхувальних поясах.

Після перевірки правильності встановлення конструкції дозволяється монтаж наступного ярусу.

Під час установлення багаторазових опалубних щитів особливу увагу приділяють стану ексцентрикових замків, болтових з'єднань, різьбових шворнів, елементів закріплення телескопічних стійок. Стійкість і надійність конструкції перевіряється щодня, перед початком робіт.

-Робочі майданчики риштувань оснащуються міцними дощатими або металевими настилами.

-На висоті першого ярусу місце під проведенням робіт захищається від падіння деталей опалубки, інструменту металевим козирком.

Розбирання щитової опалубки проводиться поярусно, зверху вниз. Розбирання опалубки бажано вести фрагментарно, з подетальним демонтажем після спуску. Проводити демонтаж знімної опалубки дозволено тільки після повного затвердіння бетонної суміші [31].

4.5 Техніка безпеки під час заливання бетонною сумішшю

Перед початком робіт під полуторним тиском перевіряється все механізоване обладнання - віброхоботи, бункери, бадді, бетоноводи. Під час заливання бетону:

- заборонено під час продування бетоноводу наближатися до вихідного отвору на 10 метрів;
- вивантаження розчину проводиться з висоти не більше 1 метра;
- бункери і бадді переміщуються тільки після скидання тиску і з закритим затвором (навіть після спорожнення);
- робочі майданчики (з поручнями, козирками) встановлюються по периметру конструкції;
- під час роботи з електровібраторами заборонено переміщати їх у ввімкненому стані, переносити за струмоведучі частини;
- працювати з електровібраторами можна тільки в гумових чоботях і рукавичках;
- обладнання для електропідігріву обов'язково заземлюється;
- електропідігрів бетонної суміші заборонений у сиру погоду;
- пристрої для паропідігріву огорожуються, захищаються тепловою ізоляцією [30].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

За результатами розділу 1 «Архітектурно-будівельний» було опрацьовано архітектурно-планувальні, конструктивні та інженерно-технічні рішення, що визначають загальний вигляд і функціональну організацію контейнерного цеху. Запроєктовано реконструкцію одноповерхової промислової каркасної будівлі з урахуванням сучасних вимог до ергономіки, енергоефективності та експлуатаційної зручності. Планувальні рішення передбачають чітко організовані вхідні групи, ефективну внутрішню логістику, раціональне зонування основних і допоміжних виробничих приміщень. Враховано нормативні відстані між евакуаційними виходами, проходами та технічними вузлами. Сформовано оптимальні схеми природного й штучного освітлення, а також вентиляції, що сприяють створенню безпечних і комфортних умов праці. Проведено обстеження стану огорожувальних конструкцій, зокрема фасадів і покрівлі, в результаті чого виявлено низку дефектів (тріщини, вологість, порушення герметичності), що стали підґрунтям для розробки комплексу капітального ремонту з урахуванням сучасних матеріалів та технологій.

У розділі 2 «Конструктивний» здійснено розрахунок просторової конструктивної схеми каркасної будівлі із застосуванням методу скінченних елементів у програмному середовищі SCAD++. Проведено моделювання несучих елементів каркаса — колон, ригелів, перекриття, з урахуванням нормативних постійних та тимчасових навантажень. Додатково виконано сейсмічний розрахунок для цегляної кладки зовнішніх стін, результати якого засвідчили відсутність небезпечних напружень і деформацій, а також працездатність у межах пружної деформаційної області. Окремо спроектовано армування монолітного перекриття адміністративно-побутового комплексу (АПК), яке відповідає вимогам за тріщиностійкістю, міцністю та експлуатаційною надійністю в межах розрахункових навантажень. Передбачено раціональне розташування робочої та монтажної арматури класу А400, а також анкерування по периметру.

У розділі 3 «Основи та фундаменти» проведено комплексний аналіз

інженерно-геологічних умов будівельного майданчика. На основі отриманих даних визначено фізико-механічні характеристики ґрунтового масиву, враховано глибину промерзання, рівень ґрунтових вод, склад і щільність шарів. Розраховано фундаменти стаканного типу із монолітного залізобетону, виконано перевірку несучої здатності та осідань згідно з нормативною методикою. Оцінено сумісність основ з проєктними навантаженнями, перевірено умови тріщиностійкості, стійкості проти зсуву та витискання. Для забезпечення довговічності конструкцій в умовах сезонного промерзання запропоновано заходи протидії морозному здиманню, зокрема термостабілізацію основи фундаменту шляхом використання теплоізоляційних матеріалів і улаштування піщано-гравійних подушок.

У розділі 4 «Безпека життєдіяльності та охорона праці» розроблено систему організаційно-технічних заходів з безпеки праці, адаптовану до специфіки будівельно-монтажних робіт. Передбачено проведення вступного, первинного та цільового інструктажу для всіх працівників. Описано вимоги до електробезпеки, включаючи заземлення обладнання, використання індивідуальних засобів захисту та перевірку справності електроінструменту. Розглянуто заходи безпеки при виконанні бетонних, монтажних, покрівельних та вантажопідйомних робіт, у тому числі використання сигнальних систем, обмежувачів навантаження, огорожень і захисних касок. Надано рекомендації з пожежної безпеки та евакуації персоналу, передбачено розміщення первинних засобів пожежогасіння на всіх етапах будівництва.

Узагальнюючи результати всіх розділів, можна стверджувати, що кваліфікаційна робота охоплює повний цикл проєктування реконструкції промислової споруди контейнерного цеху. Досягнуто відповідності сучасним вимогам нормативної бази у сферах проєктування, конструктивної надійності, експлуатаційної придатності, енергоефективності та безпеки. Розроблені проєктні рішення є технічно обґрунтованими, економічно доцільними та можуть бути реалізовані на практиці. Робота підтверджує належний рівень підготовки здобувача і його готовність до самостійної професійної діяльності у галузі будівництва.

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.