

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет будівництва та транспорту
Кафедра будівельних конструкцій

До захисту
Допускається
Завідувачка кафедри
Будівельних конструкцій
_____ Л.А.Циганенко
підпис
«___» _____ 2025 р

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим рівнем вищої освіти

На тему: «Ремонтне підприємство в м. Тростянець»

Виконав (ла)

(підпис)

Альошин О.Ю.

(Прізвище, ініціали)

Група

БУД 2101

Керівник



(підпис)

Срібняк Н.М.

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2025 р.
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: Будівельних конструкцій
Спеціальність: 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
ОПП Будівництво та цивільна інженерія

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Близнюк Андрій Сергійович

1. Тема роботи Ремонтне підприємство в м. Тростянець

Затверджено наказом по університету №_36/ОС__ від "07" _січня_ 2025 р.

2. Строк здачі студентом закінченої роботи: "13" червня 2025 р

3. Вихідні дані до роботи: Архітектурна частина робочого проекту

Геологічні дані будівельного маймайданчику

4. Зміст розрахунково - пояснювальної записки (*перелік розділів, що підлягають розробці*)

Архітектурно-конструктивний розділ: розробити архітектурне, об'ємно-

планувальне і конструктивне рішення будівлі

Розрахунково-конструктивний розділ: розрахунок структурної стержньової плити, визначення осідання фундаменту

Організаційно-технологічний розділ: умови здійснення будівництва, номен-

клатура та підрахунок об'ємів робіт, визначення потреби в матеріальних

ресурсах; розробка технологічної карти на влаштування бетонної підлоги, розроблення календарного графіку виконання робіт, розроблення об'єктного будгенплану

Економічний розділ: розробити кошторисної документації (локальні кошториси на загально-будівельні та спеціальні роботи, об'єктний кошторис, зведений кошторис), визначити ТЕП будівлі

5. Перелік графічного матеріалу за листами креслення

Лист 1- Генеральний план будівлі. Експлікації. ТЕП генплану

Лист 2 – Фасади

Лист 3- План фундаментів

Лист 4 - Схема розташування прогонів

Лист 5- План на відм. 0, 000

Лист 6- Розріз 1-1; План покрівлі; вузли 1,2

Лист 7- Схема структурної плити покриття

Лист 8- Маркувальна схема структурної плити. Конструктивна схема структурної плити.

Таблиця зусиль в стержнях структури. Вузли.

Лист 9- Техкарта на влаштування бетонної підлоги

Лист 10- Будгенплан. ТЕП будгенплану

Лист 11- Календарний план будівництва.

6. Консультанти за розділами кваліфікаційної роботи

Найменування розділу	Консультанти
Архітектурно-конструктивний	Савченко Л.Г.
Розрахунково-конструктивний	Срібняк Н.М.
Технологія та організація будівництва	Гольченко М.Ф.
Економічний	Юрченко О.В.
Нормоконтроль	Срібняк Н.М.
Перевірка на аутентичність: унікальність	Баранік Н.М.

7. Графік виконання кваліфікаційної роботи

Найменування розділу	Контрольні дати готовності
Архітектурно-конструктивний	07.04.2025

Розрахунково-конструктивний	28.04.2025
Технологія та організація будівництва	20.05.2025
Економічний	19.05.2025-25.05.2025
Перевірка робіт на аутентичність: унікальність	19.05.2025-08.06.2025
Попередній захист	02.06.2025-08.06.2025
Кінцевий термін здачі роботи до деканату	13.06.2025
Захист кваліфікаційної роботи	

Завдання видав до виконання:

Керівник :



(підпис)

Срібняк Н.М.

(Прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання:

Здобувач

(підпис)

Альошин О.Ю.

(Прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ
до кваліфікаційної роботи бакалавра

Студент: *Альошин Олександр Юрійович*

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра: *«Ремонтне підприємство в м. Тростянець»*

Склад кваліфікаційної роботи бакалавра:

Архітектурно-конструктивний розділ: *Розроблені архітектурне, об'ємно-планувальне та конструктивне рішення будівлі.*

Розрахунково-конструктивний розділ: *виконано розрахунок структурної просторової ефективної стержньової плити покриття та розраховано осідання фундаментів*

Розділ технології й організації будівельного виробництва:

Визначено умови здійснення будівництва, здійснено обґрунтування термінів будівництва, підраховано номенклатуру та обсяги БМР, описано технологічну послідовність виконання будівельних процесів та їх взаємне ув'язування в часі, розраховано склад комплексної бригади, підібрано комплект машин та механізмів та наведено їх характеристики розроблено технологічну карту на влаштування бетонних підлог.

Перелік графічної частини кваліфікаційної роботи бакалавра:

Лист 1: *Генеральний план будівлі. Експлікації. ТЕП генплану*

Лист 2: *Фасади 1-24, 24-1, А-Н, Н-А.*

Лист 3: *План фундаментів*

Лист 4: *Схема розташування прогонів*

Лист 5: *План на відм. 0, 000*

Лист 6: *Розріз 1-1; план покрівлі; вузли 1,2*

Лист 7: *Схема структурної плити покриття*

Лист 8: *Маркувальна схема структурної плити. Конструктивна схема структурної плити. Таблиця зусиль в стержнях структури. Вузли.*

Лист 9: *Техкарта на влаштування бетонної підлоги*

Лист 10: *Будгенплан. Розріз 1-1. Умовні позначення. Експлікація будівель та споруд. ТЕП будгенплану*

Лист 11: *Календарний план будівництва. Графіки потреби в робочих кадрах, машинах та матеріалах. ТЕП календарного плану*

ВСТУП

Сучасне агропромислове виробництво неможливо уявити без надійної системи технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки. Постійне оновлення машинно-тракторного парку, впровадження точного землеробства та аграрної автоматизації висуває високі вимоги до якості та швидкості технічного сервісу. У цьому контексті створення ремонтного цеху для сільськогосподарської техніки є актуальним та обґрунтованим проєктним рішенням.

Дипломний проєкт передбачає будівництво спеціалізованого ремонтного цеху в місті Тростянець Сумської області — території з вираженим аграрним потенціалом та динамічним розвитком промисловості. Заплановане будівництво здійснюватиметься на території індустріального парку «Тростянець», який розташований поблизу південної частини міста, у безпосередній близькості до залізничної станції, регіональних автошляхів та основних транспортних артерій.

Індустріальний парк «Тростянець» — це сучасна платформа для розміщення інноваційно орієнтованих виробництв, яка має високий логістичний та інфраструктурний потенціал завдяки:

- наявності залізничної станції для вантажних перевезень;
- підключенню до регіональних автошляхів, що забезпечує зручний доступ до основних ринків;
- розвиненій технічній інфраструктурі (енергозабезпечення, водопостачання, телекомунікації);
- географічній близькості до аграрних підприємств і логістичних хабів.

Крім того, парк орієнтований на залучення технологічних інвестицій, розвиток “зеленої” економіки, застосування цифрових інструментів моніторингу та обліку ресурсів. Це створює передумови для впровадження в ремонтному цеху сучасних технологій діагностики, автоматизованого

технічного обслуговування, використання енергоефективного обладнання та цифрової логістики.

Метою дипломного проєкту є розробка архітектурно-будівельного рішення ремонтного цеху, який забезпечуватиме повноцінний цикл технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки з урахуванням сучасних технологічних вимог і стандартів. Реалізація проєкту сприятиме зменшенню простоїв техніки в період польових робіт, розвитку сервісної інфраструктури регіону, створенню нових робочих місць та інтеграції інновацій у сферу сільськогосподарського машинобудування.

ЗМІСТ

Завдання	
Анотація	
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНИЙ	10
1.1 Генеральний план забудови	11
Відомості про природні умови	14
1.1.2 Генеральне планування території	15
1.2 Об'ємно-планувальне рішення	17
1.2.1 Загальна характеристика будівлі, що проектується	18
1.2.2 Основні будівельні показники	19
1.3 Конструктивна характеристика будівлі	21
1.3.1 Фундаменти	22
1.3.2 Фундаментні балки	22
1.3.3 Колони	22
1.3.4 Покриття	23
1.3.5 Покрівля	23
1.3.6 Стіни	24
1.3.7 Перегородки	24
1.3.8 Підлоги	25
1.3.9 Дверні та віконні заповнення	25
1.3.10 Опоряджувальні роботи	27
1.4 Інженерне устаткування	28
1.5 ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СТІНОВОГО ОГОРОДЖЕННЯ І ЗАПОВНЕННЯ ВІКОННИХ ПРОРІЗІВ	29
1.5.1 Стінове огородження	31
1.6 Охорона навколишнього середовища	33
1.6.1 Охорона земельних ресурсів	33
1.6.2 Охорона водних ресурсів	33
1.6.3 Охорона атмосферного повітря	34
1.6.4 Озеленення та благоустрій	34
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	
2.1 Розрахунок плоскої структури покриття	36
2.1.2. Визначення жорсткісних параметрів конструкції	39

2.1.3	Визначення розрахункових навантажень	39
2.1.4	Результати статичного розрахунку	48
2.2.4.	Перевірка несучої здатності перерізів елементів	54
2.3.	Розрахунок осідання фундаменту	55
2.3.1	Оцінка інженерно-геологічних умов	56
2.3.2	Визначення крайового тиску на основу	58
2.3.3	Розрахунок робочої арматури в нижній частині плити	59
2.3.4	Побудова епюр побутового та додаткового тиску	59
	РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА	63
3.1.	Умови здійснення будівництва	64
3.2	Обґрунтування термінів будівництва	64
3.3	Підрахунок обсягів будівельно монтажних робіт, працевитрат та комплектація будівельної техніки	65
3.4.	Вибір методів виконання робіт	69
3.5	Підбір кранів	73
3.6	Технологічна карта на влаштування бетонних підлог	77
3.6.1	Область застосування	77
3.6.2	Технологія влаштування бетонних підлог	77
3.6.3	Підрахунок техніко – економічних показників	84
3.6.4	Організація та технологія будівельного процесу	84
3.6.5	Техніка безпеки	85
3.6.5	Вказівки щодо технічного приймання робіт	87
3.7	Будівельний генеральний план	88
3.7.1	Розрахунок тимчасових санітарно – побутових приміщень	88
3.6	Календарний графік будівництва	88
	РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНИЙ	91
4.1	Кошторисна документація	92
4.2	ТЕП будівлі	92
	Література	93
	ДОДАТКИ	93
	<i>Додаток 1 Технічні характеристики будівельних машин та механізмів</i>	
	<i>Додаток 2. Технологічна карта на влаштування стрічкових монолітних фундаментів</i>	
	<i>Додаток 3. Кошторисна документація</i>	

РОЗДІЛ 1.
АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНИЙ

1.1 Генеральний план забудови

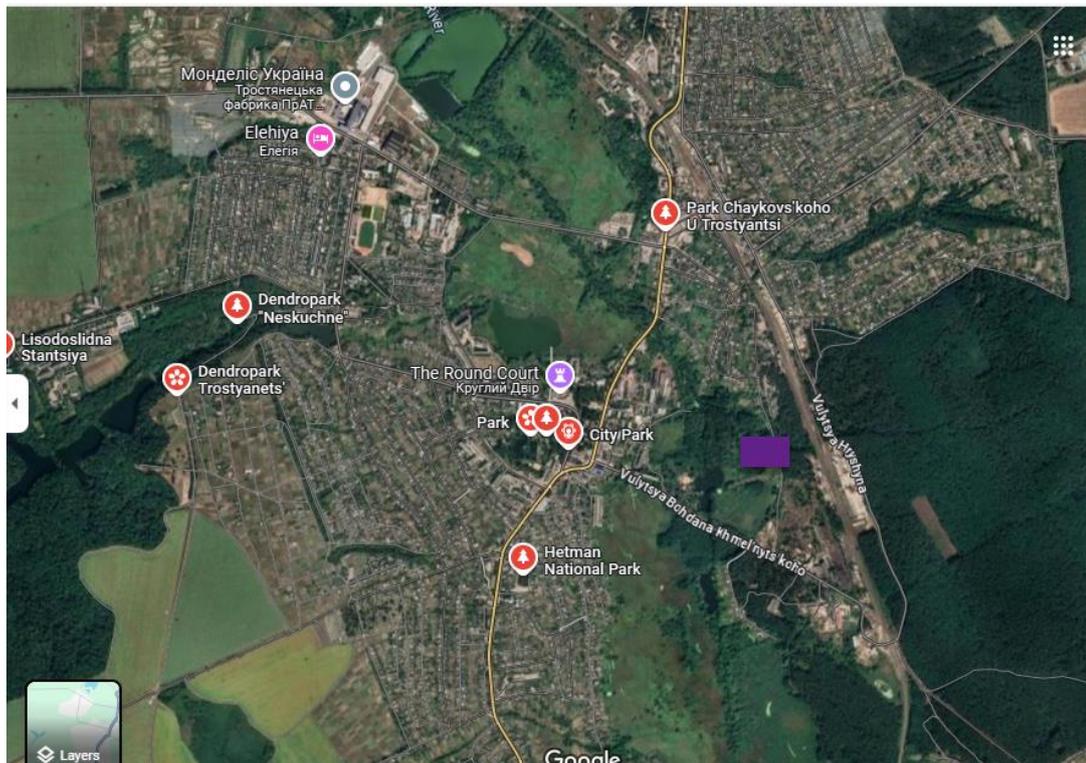
Будівельний майданчик розташовано в межах м. Тростянець на території індустріального парку «Тростянець», що є зареєстрованою індустріальна зона (Greenfield-парк) площею близько 40 га, з підключеннями до електрики, води та каналізації.

Парк розташований поблизу південної частини міста, недалеко від залізничної станції та основних транспортних артерій.

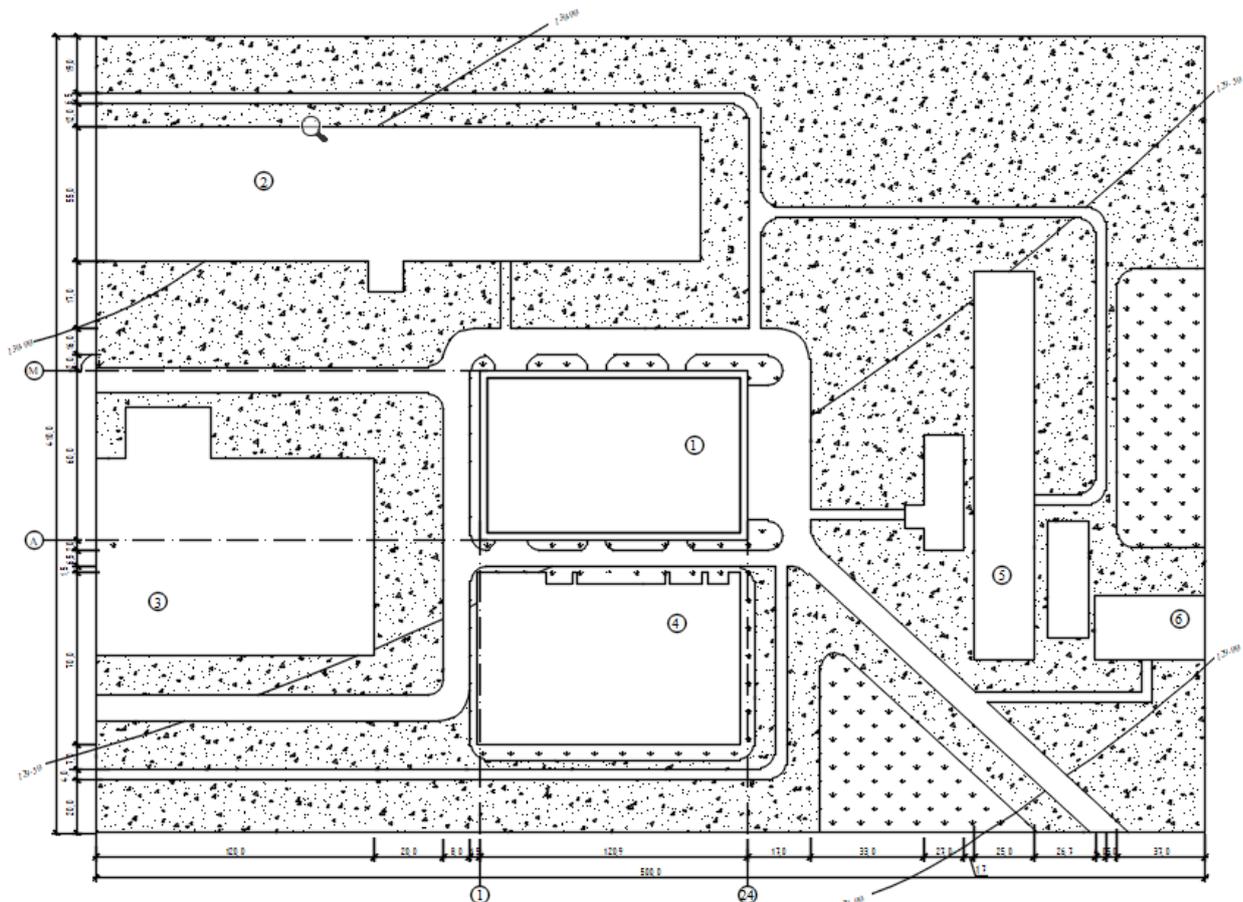
Індустріальний парк «Тростянець» має високий логістичний потенціал завдяки:

- наявності залізничної станції;
- підключенню до регіональних автошляхів;
- розвиненій технічній інфраструктурі;
- близькості до аграрного сектора і ринків збуту.

Розміщення ремонтного підприємства саме в цій зоні є обґрунтовано ефективним як з техніко-економічної, так і з логістичної точки зору.



a)



Експлікація до генплану

Номер. поз.	Найменування	Прим.
1	Цех готової продукції	
2	Склад первинної сировини	
3	Сушільний цех	
4	Дробильний цех	
5	Водонасосна станція ТП-23	
6	Насосна станція	

б)

Рис.1.1 Ситуаційний план розташування будівлі-а; генплан ділянки -б

Планувальна відмітка території коливається в межах 128,4–130,02 м. Глибина сезонного промерзання ґрунтів становить 1,23 м. Умови для

проектування – сприятливі; геологічних чи інженерно-геологічних ускладнень (карст, пливуні, сейсмічність) не виявлено.

Навколо будівлі передбачено асфальтове вимощення на щебеневій основі шириною 1,22 м. Територія підприємства зонована відповідно до технологічного процесу: передбачено мінімальні технологічні шляхи та виключено взаємне перехрещення потоків.

На ділянці розміщуються гараж для сільськогосподарської техніки, склад комплектуючих і запасних частин. Проектом передбачено влаштування автомобільних доріг з асфальтобетонним покриттям шириною 6,0 м, а також пішохідних доріжок шириною 2,25 м, виконаних з асфальтобетону та відокремлених бордюрами.

Після завершення будівельно-монтажних робіт передбачено виконання планування території з улаштуванням водовідведення від будівлі. Поверхневі стічні води спрямовуються на асфальтобетонні проїзди з подальшим відведенням у міську мережу зливової каналізації.

Вільні від забудови ділянки озеленюються шляхом посіву газонних трав. Проектом передбачено висадження декоративних дерев: каштана, берези, липи та клена, а також кущових насаджень — барбарису, жасміну й бузку — з метою формування сприятливого мікроклімату та поліпшення естетичного вигляду території.

У проєкті передбачено прокладання підземних інженерних мереж, необхідних для функціонування об'єкта. Лінії електропостачання та зв'язку прокладаються по існуючих естакадах згідно з вимогами нормативної документації.

Для забезпечення зручного транспортного доступу до об'єкта запроєктовано автопід'їзди наступної конструкції дорожнього одягу:

1. Верхній шар — асфальтобетонне покриття товщиною 7,0 см;
2. Нижній шар — щебенева основа, оброблена бітумом, товщиною 8,0 см.

Рішення з благоустрою та інженерного забезпечення відповідають вимогам чинних будівельних норм та спрямовані на забезпечення функціональності, безпеки та екологічності експлуатації об'єкта.

1.1.2 Відомості про природні умови

Місце розташування об'єкта належить до I кліматичного району згідно з [2]. Район характеризується помірно-континентальним кліматом зі значними сезонними коливаннями температури (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Основні кліматичні показники району будівництва

Показник	Значення
Абсолютна мінімальна температура	-34,2 °С
Абсолютна максимальна температура	+39,4 °С
Середньорічна температура повітря	+6,8 °С
Середньорічна кількість опадів	675,4 мм/рік
Глибина сезонного промерзання ґрунтів	1,2 м
Кліматичний район за ДБН	I
Кліматична зона	Помірно-континентальна

Територія будівництва розташована на спокійному рельєфі, без різких перепадів висот. Абсолютні відмітки поверхні коливаються в межах 376,2–424,6 м.

Таблиця 1.2 – Інженерно-геологічні характеристики ґрунтів

Геологічний шар	Глибина залягання, м
Рослинний шар	0,20
Пісок дрібнозернистий	до 3,6
Пісок крупнозернистий	до 6,5
Суглинок твердий	до 7,3

Інженерно-геологічні умови оцінюються як сприятливі для будівництва. Наявні ґрунти дозволяють застосовувати традиційні типи фундаментів без потреби у спеціальних заходах із закріплення основи. Ознак несприятливих геологічних процесів (зсувів, пливунів, підтоплень, карсту) не виявлено.

1.1.2 Генеральне планування території

Проектне рішення генерального плану сформовано на основі потокової організації виробничого процесу, що забезпечує послідовне та безперервне виконання ремонтних операцій. Просторова структура підприємства орієнтована на раціональне зонування: виробничі, складські, допоміжні та адміністративно-побутові приміщення згруповані з урахуванням логістичних зв'язків та функціонального призначення.

У проєкті передбачено:

- оптимізоване планувальне блокування основних і допоміжних приміщень для зменшення довжин внутрішніх маршрутів;
- забезпечення зручного автотранспортного під'їзду до всіх зон, де виконуються навантажувально-розвантажувальні роботи;
- максимально ефективне використання території з урахуванням нормативних розривів, охоронних зон та умов протипожежної безпеки.

Планування забудови виконано відповідно до чинних державних будівельних норм, зокрема [3,4,5,6,7] щодо протипожежних розривів і санітарного зонування.

Генеральний план деталізовано з урахуванням існуючої забудови, орієнтації будівель за сторонами світу, прокладки інженерних мереж і організації транспортної інфраструктури. Просторові зв'язки між об'єктами реалізовано так, щоб мінімізувати перехрещення транспортних та пішохідних потоків і забезпечити ефективне функціонування виробництва.

Вертикальне планування території виконано з урахуванням природного рельєфу та особливостей прилеглих територій. Рішенням передбачено формування проектних горизонталей, що забезпечують:

- організований відвід дощових і талих вод з усієї території за допомогою природних уклонів поверхонь;
- безпечний підхід і під'їзд до будівель;
- зниження ризиків підтоплення.

Система поверхневого водовідведення реалізована за рахунок продольних та поперечних уклонів проїздів, майданчиків та зелених зон, які направляють воду до водоприймальних елементів зливової каналізації.

Озеленення території є невід'ємною частиною архітектурно-планувальної композиції та виконує функції захисту, естетики й мікрокліматичного регулювання. Асортимент рослин підібрано відповідно до умов кліматичної зони та пропозицій місцевих розсадників. Для озеленення використовується стандартизований посадковий матеріал: дерева листяних порід (каштан, липа, береза, клен) та декоративно-квітучі кущі (бузок, барбарис, жасмин).

Розміщення зелених насаджень погоджено з трасуванням інженерних комунікацій, з дотриманням охоронних зон.

Таблиця 1.3 Техніко-економічні показники генерального плану

№ з/п	Назва показника	Одиниці виміру	Кількість
1	Площа генерального плану	м ²	205000
2	Площа забудови	м ²	7254
3	Коефіцієнт забудови	-	0,52
4	Протяжність доріг	м	1480
5	Площа озеленення	м ²	39484,5
6	Щільність забудови	%	46,4

1.2 Об'ємно-планувальне рішення

Проектування ремонтного цеху здійснено з урахуванням сучасних вимог до якості будівництва, що передбачають використання високоякісних будівельних матеріалів та впровадження ефективних технологій монтажу та організації будівельного процесу. Такий підхід забезпечує довговічність конструкцій, зниження експлуатаційних витрат та відповідність сучасним стандартам енергоефективності та безпеки.

Об'ємно-планувальні рішення об'єкта виконано з дотриманням вимог чинного [8] Просторова організація внутрішніх приміщень забезпечує раціональне розміщення технологічного обладнання, оптимальні логістичні зв'язки між функціональними зонами та безпечні умови праці.

Передбачена планувальна структура дозволяє паралельне виконання технологічних операцій без взаємного перешкоджання, що підвищує продуктивність та зменшує час обслуговування техніки. Проектне рішення спрямоване на досягнення високої функціональності будівлі та відповідність сучасним експлуатаційним вимогам.

Об'ємно-планувальна структура ремонтного цеху для сільськогосподарської техніки сформована з урахуванням комплексу технічних та функціональних вимог. У процесі проектування враховано:

- результати технологічного проектування виробничого процесу;
- вимоги генерального плану щодо інженерних мереж: систем теплопостачання, водопостачання та каналізації, електропостачання і зв'язку;
- дані інженерно-геологічних вишукувань на ділянці забудови;
- необхідність оптимального використання площі відповідно до геометричних параметрів та конфігурації ділянки;
- забезпечення функціонального зонування території та внутрішнього простору будівлі з раціональними логістичними зв'язками між зонами;

- дотримання нормативів щодо безпечної евакуації персоналу у разі виникнення пожежі;
- формування архітектурно-просторової композиції, що відповідає вимогам сучасної промислової архітектури;
- забезпечення високих показників енергоефективності, мінімізації тепловтрат та економічності в експлуатації об'єкта.

Проектне рішення спрямоване на створення функціонального, безпечного та ефективного виробничого середовища з урахуванням сучасних будівельних норм та стандартів.

1.2.1 Загальна характеристика будівлі, що проектується

Загальна характеристика об'єкта

Проектом передбачається будівництво окремо розташованої одноповерхової будівлі цеху з ремонту сільськогосподарської техніки, що входить до складу комплексу сільськогосподарського виробничого об'єднання.

Будівля має прямокутну форму в плані з розмірами в крайніх осях $120,9 \times 60$ м. Висота до низу несучих конструкцій покриття становить 7,05 м. Згідно з вимогами [11], проектом передбачено поверховість 1 поверх та висоту поверху — 7,0 м.

Класифікація та призначення

Цех належить до IV класу відповідальності та має IV ступінь довговічності відповідно до чинних нормативних документів [12,13].

Функціональне призначення — проведення ремонтних робіт різних вузлів і агрегатів сільськогосподарської техніки.

Таблиця 1.4 Функціональні зони будівлі цеху ремонту
сільськогосподарської техніки

№ з/п	Найменування функціональної зони
1	Відділення ремонту причіпного та навісного обладнання
2	Відділення ремонту електрообладнання
3	Відділення ремонту ходової частини
4	Відділення комплектування
5	Склад комплектуючих
6	Токарна дільниця
7	Слюсарна майстерня
8	Відділення стендів для збірки та розбірки агрегатів
9	Тамбури
10	Кімната відпочинку
11	Кімната персоналу

Конструктивні та інженерні рішення

Будівля запроектована з урахуванням вимог технічних, екологічних та санітарно-гігієнічних норм. Передбачено оснащення всіма необхідними мережами інженерного забезпечення та санітарно-технічним обладнанням.

Основні конструктивні рішення:

- **Фундаменти** — стовпчасті залізобетонні під сталеві колони;
- **Каркас** — збірний, із металевих колон;
- **Стіни** — виконані з великогабаритних панелей та керамічної цегли;
- **Покриття** — металева решітчаста конструкція;
- **Покрівля** — з профільованого сталевого настилу.

1.2.2 Основні будівельні показники

В таблиці 1.1 наведена експлікація приміщень об'єкту.

Таблиця 1.5 Експлікація приміщень

Номер приміщення	Назва	Площа, м ²
1	Відділення з ремонту причіпного навісного обладнання	320,57
2	Відділення з ремонту електрообладнання	215,55
3	Відділення з ремонту ходової частини	194,4
4	Кімната відпочинку	33,1
5	Відділення комплектуючих	381,8
6	Склад комплектуючих	86,2
7	Тамбур	70,4
8	Токарне приміщення	126,2
9	Кімната персоналу	101,4
10	Відділення стендів збірки - розбірки	380,31
11	Слюсарна майстерня	46,3

Основні будівельні показники наведено в таблиці 1.6

Таблиця 1.6 ТЕП будівлі

Назва показника	Одиниця виміру	Значення
Площа забудови	м ²	7254
Об'єм будівлі	м ³	50 778
Робоча площа	м ²	6813
Допоміжна площа	м ²	441
Корисна площа	м ²	6813

1.3 Конструктивна характеристика будівлі

Архітектурно-конструктивні рішення прийняті з урахуванням технологічних вимог виробничого процесу, умов експлуатації, а також санітарно-гігієнічних норм. Просторово-планувальна структура будівлі забезпечує раціональне розміщення технологічного обладнання та ефективне функціональне зонування.

Для зведення будівлі використано типові уніфіковані конструкції. Віконні та дверні блоки передбачено згідно з вимогами ГОСТ 6629-88. Архітектурне оформлення фасадів витримано в єдиному кольоровому рішенні.

Конструктивна схема базується на каркасній системі з в'язевим каркасом та сіткою колон 6×18 м. Просторова жорсткість і стійкість забезпечується жорстким зацемленням сталевих колон у стакани фундаментів, а також застосуванням металевих хрестових зв'язків. Колони передбачено металеві, круглого перерізу діаметром 400 мм відповідно до серії 1.823.1.

Надкаркасна конструкція (структура покриття) індивідуального виготовлення — металева, складається з восьми однакових фермових елементів (відправних марок) розміром 27×27 м. У якості покрівельного матеріалу застосовується профільований сталевий настил.

Гідроізоляція передбачена горизонтального типу — по верхньому обрізу фундаментних балок, виконана з цементно-піщаного розчину (співвідношення 1:2) та одного шару гідроізолу на бітумній мастиці.

Несучі та огорожувальні елементи розроблені на основі уніфікованих габаритних схем одноповерхових промислових будівель з максимальним використанням збірних залізобетонних конструкцій. Металеві колони, металева структура покриття, профнастил, дерев'яні вікна та двері, рулонна покрівля — утворюють єдиний конструктивний комплекс, що відповідає технічним, економічним та експлуатаційним вимогам.

1.3.1 Фундаменти

Фундаменти під несучі колони проєктом передбачені як окремо розташовані монолітні залізобетонні конструкції, виконані з бетону класу С16/20 на підготовчій бетонній основі з бетону класу С8/16.

Розміри підосви фундаментів у плані становлять $2,4 \times 2,1$ м.

Інженерно-геологічними вишукуваннями встановлено, що основою під фундаменти є непросадочні супіски, придатні для прямого закладання. Рівень ґрунтових вод розташований на глибині близько 14 м від поверхні, їх хімічний склад — неагресивний, що не потребує спеціального захисту бетонних елементів.

Для сприйняття навантажень від цегляних заповнень стін, а також внутрішніх стінових перегородок, передбачено улаштування стрічкових монолітних фундаментів, також із бетону класу С16/20.

1.3.2 Фундаментні балки

Під стінові панелі проєктом заплановано монтаж фундаментних балок згідно з серією ФБ 421-98 у кількості 60 одиниць. Балки встановлюються на цементно-піщаний розчин товщиною 30 мм, склад якого — 1:2.

1.3.3 Колони

Несучі елементи вертикального каркаса — металеві колони трубчастого перерізу діаметром 426 мм, які прийняті за серією 1.823.1. Конструктивне рішення забезпечує надійну просторову жорсткість та сумісність з металевими елементами покриття.

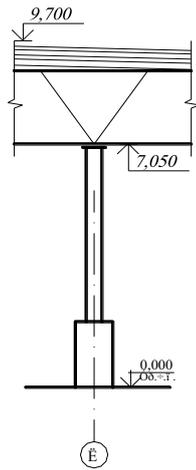


Рис. 1.1 Колона середнього ряду

1.3.4 Покриття

Покриття прийняте в вигляді сталеві стрижної структурної плити покриття.

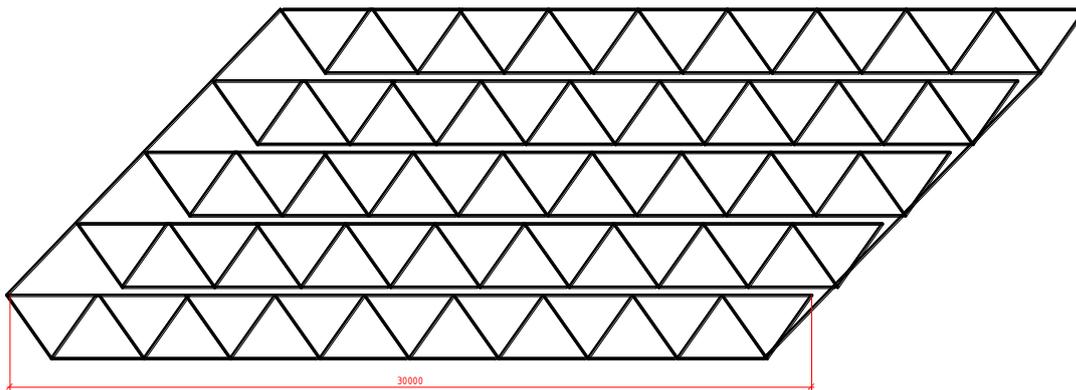


Рис. 1.2 Конструкція покриття

1.3.5 Покрівля

Покрівельна конструкція запроєктована з використанням профільованого сталевому настилу, який слугує як основа для утеплювальних та гідроізоляційних шарів.

Пароізоляційний шар передбачається у вигляді руберойду на бітумній мастиці, що укладається безпосередньо на сталеву основу.

Утеплювач обрано відповідно до теплотехнічного розрахунку — мінераловатні плити щільністю $\gamma = 300 \text{ кг/м}^3$.

Поверх утеплювача влаштовується гідроізоляція з двох шарів руберойду, просочених бітумною мастикою та вкритих захисним шаром з гравію.

1.3.6 Стіни

Зовнішні стіни проєктом передбачено з легких трьохшарових сендвіч-панелей, що складаються з подвійної металевої обшивки з теплоізоляційною серцевиною між ними. В якості утеплювача можуть використовуватись мінераловатні плити, пінополістирол або пінополіуретан — залежно від теплотехнічних вимог.

У місцях, де передбачено цегляну кладку, товщина стін становить 380 мм, виконання — з глиняної цегли марки М75 на цементно-піщаному розчині марки М25. Для покращення теплоізоляційних властивостей застосовується колодязна кладка із заповненням прошарків утеплювачем.

1.3.7 Перегородки

Внутрішні перегородки запроєктовано з глиняної цегли марки М75, товщиною 250 мм. Для підвищення тріщиностійкості та просторової жорсткості перегородки армуються сталевим дротом. У місцях стикування — передбачено встановлення закладних петель або арматурних штирів у горизонтальні шви.

1.3.8 Підлоги

У будівлі передбачено влаштування бетонних підлог по ґрунту основи. Зворотне засипання виконується глинистими породами з пошаровим ущільненням. Поверхня ущільнюється та вирівнюється перед укладанням бетонної основи.

Підлоги проєктуються з урахуванням технологічних навантажень, санітарно-гігієнічних вимог і умов експлуатації в ремонтному цеху.

Таблиця 1.7 Експлікація підлог

Номер приміщення	Тип підлог	Схема підлоги або тип підлоги по серії	Дані елементів підлоги (найменування, товщина, основа та ін.), мм	Площа м ²
Всі виробничі ділянки та приміщення, окрім зазначених в пп. 2,3	1		Бетон класу С8/16,	
			підстилаючий шар із бетону С8/16,	
			шар щебеню политого бітумом,	
			ґрунт основи з втрамбованим щебенем фракцією 40 мм	
Слюсарна ділянка	2		Торцеве покриття (із дерев'яної шашки)	
			Прошарок з бітумної мастики,	
			Підстилаючий шар бетону С8/16,	
			Шар щебеню, политого бітумом	
			ґрунт основи з втрамбованим щебенем	
Кімната відпочинку, кімната персоналу	3		Покриття - лінолеум	
			Прошарок з холодної мастики на водостійких в'язучих	
			Підстилаючий шар із бетону С8/16,	
			Шар щебеню политого бітумом	
			ґрунт основи з втрамбованим щебенем	

1.3.9 Дверні та віконні заповнення

У проєктованій будівлі передбачено встановлення вікон стрічкового типу індивідуального виготовлення, одного типорозміру – 1,5 × 1,0 м.

Віконні профілі виготовляються з алюмінієвого сплаву, що забезпечує їхню стійкість до корозії та експлуатаційну довговічність.

Як світлопрозоре заповнення використовується однокамерний склопакет з подвійним склінням. Конструкція склопакета передбачає герметичне з'єднання двох листів скла за допомогою дистанційної рамки та зовнішніх і внутрішніх герметиків, що утворюють замкнений простір, заповнений сухим повітрям.

Відкривання вікон — комбіноване (зовнішнє та внутрішнє), з можливістю дистанційного керування. Скло кріпиться до віконного профілю за допомогою металевих клямерів, між якими та склом укладається морозостійка гумова прокладка. Монтаж вікон здійснюється послідовно — панелі встановлюються одна на одну та закріплюються у чотирьох точках кріплення до закладних елементів каркаса та між собою.

Ворота запроєктовано розпашного типу, металеві, без хвіртки, з розмірами згідно шифру марок ВР 3,6 × 3,6 м, ВР 4,2 × 4,2 м, а також дерев'яні ворота 2,0 × 2,0 м. Полотно воріт має решітчастий металевий каркас та кріпиться до напрямних елементів через систему роликів. Управління воротами — дистанційне, з електроприводом.

Двері проєктуються металеві, протиударні, у відповідності до вимог [14]. Дверні коробки виконуються у вигляді металевих рам, які закріплюються в прорізах за допомогою анкерних елементів, що закладаються у відкоси дверного отвору ще на етапі мурування.

Таблиця 1.8 Специфікація елементів заповнення воріт і дверей

№ з/п	Позначення	Найменування	К-ть
	Двері		
Д-1	ДСТУ Б В.2.6-11:2011	Двері металеві протиударні 990x2100 (h)	4
Д-2	ДСТУ Б В.2.6-11:2011	Двері металеві протиударні 800x2100 (h)	2
Д-3	ДСТУ Б В.2.6-11:2011	Двері металеві 2400x2400 (h)	1
	Ворота		
Вр-1	Серія 1.435.2-28, вип.. 2	Ворота розпашні металеві 3,6x3,6	5
Вр- 2	Серія 1.435.2-28, вип..3	Ворота розпашні металеві 4,2x4,2	2
Вр- 3	Серія 1.435.9-17, вип.. 3	Ворота дерев'яні 2,0 x2,0	1
	Вікна		
ВК-1	ДСТУ Б В.2.6-11:2011	Вікно алюмінієве 1,5x1,0	

1.3.10 Опоряджувальні роботи

Опоряджувальні роботи виконуються після завершення монтажу покрівлі та прокладання інженерних мереж, відповідно до послідовності виконання будівельних робіт.

Дверні та віконні переплети підлягають фарбуванню олійною фарбою у два шари. Металеві конструкції захищаються антикорозійним лакофарбовим покриттям.

Внутрішні поверхні стін опоряджуються простою штукатуркою з подальшим вапняним фарбуванням. В окремих зонах (наприклад, у кімнаті персоналу) передбачено олійну фарбу на нижніх частинах стін.

У санітарно-побутових приміщеннях передбачене оздоблення керамічною плиткою на висоту до 1,8 м.

Зовнішні стіни будівлі пофарбовано полімерцементною фарбою, стійкою до атмосферних впливів.

1.4 Інженерне устаткування

Водопровід

Система водопостачання включає:

- господарсько-питний водопровід із тиском на вводі 18 м водяного стовпа;
- протипожежний водопровід — підключення від місцевої мережі;
- виробничий водопровід — з тиском на вводі 10 м водяного стовпа.

Каналізація

Передбачені три системи:

- побутова (фекальні стоки),
- зливові (опади),
- виробничі (від технологічного обладнання).

Вентиляція

Запроєктована система приточно-витяжної вентиляції загальнообмінного типу:

- у холодний період року — механічна вентиляція з примусовою подачею повітря;
- у теплий період року — природна вентиляція через відкриті фрамуги та аераційні ліхтарі.

У відділенні ремонту електрообладнання передбачено механічну витяжну вентиляцію з використанням дахових вентиляторів.

Притік повітря організовано через повітрерозподільники, розміщені в робочій зоні. Повітроводи виготовляються з оцинкованої листової сталі, з уніфікованих деталей без додаткового покриття.

Опалення

Проєктом передбачено центральне водяне опалення із застосуванням теплоносія гаряча вода ($t = 150/70$ °C), що надходить від зовнішнього джерела теплопостачання.

Система опалення — двотрубна, з установкою опалювальних приладів:

- радіаторів типу МС140-98,
- конвекторів типу «Акорд».

Опалення передбачено у виробничо-ремонтних приміщеннях, кімнаті персоналу, кімнаті відпочинку та санвузлах.

Зв'язок

Інженерно-комунікаційне забезпечення включає:

- телефонізацію,
- радіофікацію.

1.5 ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СТІНОВОГО ОГОРОДЖЕННЯ І ЗАПОВНЕННЯ ВІКОННИХ ПРОРІЗІВ

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огороджувальної конструкції будівель промислового призначення наведено в табл.1.9.[15].

Таблиця 1.9 – Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції будівель промислового та сільськогосподарського призначення R_{qmin}

Вид огорожувальної конструкції та тепловологісний режим експлуатації будівлі	Значення R_{qmin} , $m^2 \cdot K / Вт$, для температурної зони	
	I	II
Зовнішні непрозорі стіни будівель: - з сухим і нормальним режимом з конструкціями з: $D > 1,5$	1,70	1,50
$D \leq 1,5$	2,20	2,00
- з вологим і мокрим режимом з конструкціями з: $D > 1,5$	1,80	1,60
$D \leq 1,5$	2,40	2,20
- з надлишками тепла (більше ніж $23 \text{ Вт}/m^3$)	0,55	0,45
Покриття та перекриття неопалюваних горищ будівель: - з сухим і нормальним режимом з конструкціями з: $D > 1,5$	1,70	1,60
$D \leq 1,5$	2,20	2,10
- з вологим і мокрим режимом з конструкціями з: $D > 1,5$	1,70	1,60
$D \leq 1,5$	1,90	1,80
- з надлишками тепла (більше ніж $23 \text{ Вт}/m^3$)	0,55	0,45
Перекриття над проїздами й неопалюваними підвалами з конструкціями з: $D > 1,5$	1,90	1,80
$D \leq 1,5$	2,40	2,20

Теплотехнічний розрахунок виконуємо керуючись [15.]

Вихідні дані наведено в таблиці 1.10

Таблиця 1.10 Вихідні дані до теплотехнічного розрахунку

№ з/п	Показник	Значення
1	Район будівництва	м. Тростянець
2	Нормативний опір теплопередачі стін (панельних)	$R_{0TP} = 2,2$ $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$
3	Нормативний опір теплопередачі вікон	$R_{0TP} = 0,5$ $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$
4	Температура внутрішнього повітря	$+16 \text{ }^\circ C$
5	Відносна вологість внутрішнього повітря	65 %
6	Вологісний режим приміщень	Вологий
7	Умови експлуатації конструкцій	Категорія Б

1.5.1 Стінове огороження

У якості зовнішніх стінових огорожень передбачено застосування сендвіч-панелей типу «Веста Парк», які складаються з гладкої металевої обшивки типу FL товщиною 0,6 мм з обох боків та теплоізоляційного шару з мінераловатного наповнювача.

В якості утеплювача використовується негорюча базальтова вата щільністю 105 кг/м^3 та товщиною 300 мм, що характеризується:

- високими теплоізоляційними властивостями,
- ефективною звукоізоляцією,
- стійкістю до температурних деформацій та дії вогню.

Зазначені конструкції забезпечують відповідність вимогам до енергоефективності, довговічності та протипожежної безпеки будівлі.

Прийнята Конструкція стінового огороження, яка прийнята, показана на рис.1.3.

1) Гладка металева обшивка $\delta_1=0,006 \text{ м}$

2) Мінвата базальтова ($\delta_2 = 0,3 \text{ м}$; $\gamma_2=120 \text{ кг/м}^3$)

2. Нормативний опір теплопередачі становить $R_0^{\text{TP}}=2,2 \text{ м}^2\text{C/Вт}$

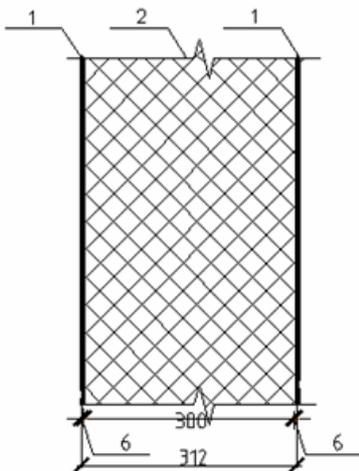


Рис. 1.3 Конструкція сендвіч-панелі



Рис. 1.4. Структура покрівельних панелей

Таблиця 1.11 Характеристики стінових панелей (наповнювач –мінвата сталь 0,5 та 0,6 мм)

Стеновые панели (наполнитель — минвата, сталь 0,5мм)	(сталь 0,6 мм)									
	толщина панели (мм)	50	60	80	100	120	150	200	250	300
вес (кг/м ²)	14,1	15,2	17,4	19,6	21,8	25,1	30,6	37,3	43,1	
коэффициент теплопроводности (Вт/м ² ·°С)	0,82	0,68	0,51	0,41	0,34	0,27	0,20	0,16	0,13	
огнестойкость	E 30	E 30	E 60	E 90						
звукоизоляция (дБ)	34	35	35	35	35	35	35	35	35	35

Коефіцієнт теплопровідності розраховано для коефіцієнта $\lambda = 0,041 \text{ Вт/мК}$

За табл. 1.11 приймаємо коефіцієнт теплопровідності такої стінової панелі:

$$\lambda_{\text{пан}} = 0,13 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}, \quad \delta_{\text{пан}} = 312 \text{ мм.}$$

Для забезпечення теплозахисних якостей огорожуючих конструкцій повинна виконуватися умова:

$$R_0 \geq R_0^{\text{ТР}}$$

R_0 – загальний опір теплопередачі даної стінової панелі;

$R_0^{\text{ТР}}$ – нормативний опір теплопередачі.

Перевіримо, чи виконується умова забезпечення теплозахисних якостей огорожуючих конструкцій.

Для тришарової стінової конструкції маємо:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_{пан}}{\lambda_{пан}} + \frac{1}{\alpha_H};$$

Для стінової огорожі: $\alpha_B = 8,7$, $\alpha_H = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}$.

Таким чином:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,312}{0,13} + \frac{1}{23} = 2,56 \geq R_{ТР}^0 = 2,2 \frac{\text{м}^2 \text{С}^\circ}{\text{Вт}}.$$

Отже $R_0 = 2,56 \frac{\text{м}^2 \text{С}^\circ}{\text{Вт}} > R_{ТР}^0 = 2,2 \frac{\text{м}^2 \text{С}^\circ}{\text{Вт}}$. Теплозахисні якості стінової панелі забезпечені.

1.6 Охорона навколишнього середовища

1.6.1 Охорона земельних ресурсів

У ході виконання земляних робіт передбачається зняття родючого шару ґрунту з подальшим використанням для рекультивації згідно з вимогами [16]. Потужність родючого шару визначено на рівні 15 см. Невикористаний ґрунт зберігатиметься у буртах на непридатних для сільськогосподарського використання ділянках, із засівом багаторічних трав за тривалого зберігання. Для недопущення ерозії та зсувів передбачено відповідне планування, влаштування ухилів, кріплень та швидке закриття відкритих ділянок.

Сипучі та токсичні матеріали зберігатимуться у спеціально відведених місцях у герметичній тарі. Для запобігання потраплянню шкідливих речовин у ґрунт також передбачено упорядковане зберігання сипучих матеріалів у захищених від вітру зонах. Розігрів бітуму відбуватиметься із застосуванням газових пальників. Поверхневі води відводяться системою лотків.

1.6.2 Охорона водних ресурсів

Для зменшення впливу будівельних робіт на водні ресурси запроваджується розділення споживаної води на технічну, питну та

господарсько-побутову. Технічна вода використовуватиметься повторно в системах зворотного водопостачання. Побутові стоки очищуватимуться у передбаченому септику.

1.6.3 Охорона атмосферного повітря

Основними джерелами забруднення є відпрацьовані гази техніки, розігрів бітуму, використання фарб і розчинників. З метою мінімізації викидів передбачено використання газових пальників, зменшення кількості техніки з ДВЗ, підключення кранів до електромережі. Для боротьби з пиловиділенням забезпечується зволоження покриттів та організація утилізації сміття.

1.6.4 Озеленення та благоустрій

Проектом передбачено відновлення порушених земель шляхом озеленення. Водовідведення дощових і талих вод здійснюється через відкриту систему лотків у південній частині та дренажні ємності — в північній. На території висаджуються декоративні дерева (каштан, туя, листвениця), кущі (бузок, акація, бирючина) та клумби. Основна форма озеленення — газони та квітники.

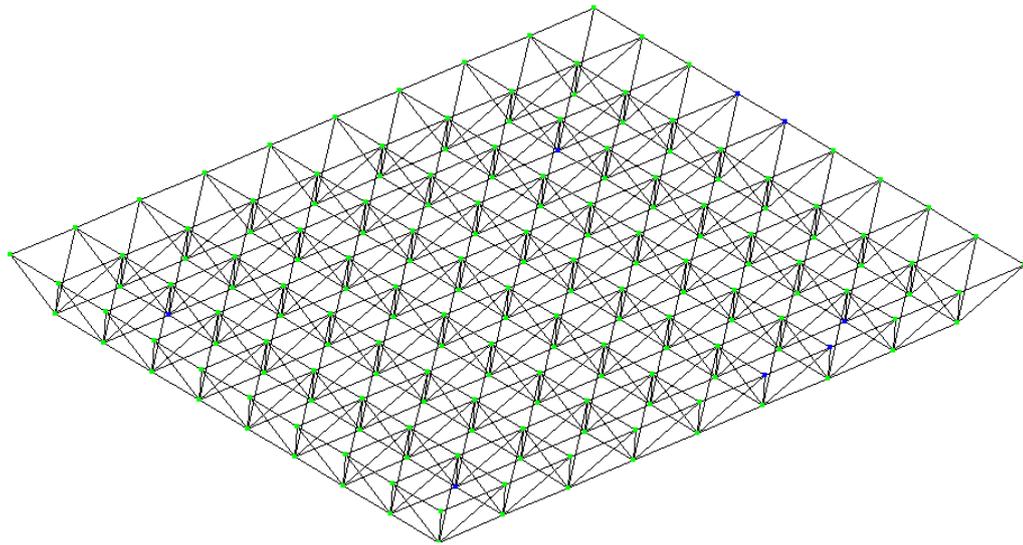
РОЗДІЛ 2.
РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Розрахунок плоскої структури покриття

2.1.1 Розрахункова схема структури

Несучі конструкції покриття представлені у вигляді структурної плити корпусу-модуля, яка виготовляється із сталевих електрозварних труб відповідно до вимог [17]. Застосовуються труби діаметром 60 мм, 76 мм, 102 мм та 114 мм. Просторова схема вузлів формує сітку розміром 3,0×3,0 м. Висота структурної плити становить 2,12 м. Кріплення вкладишів до труб виконане методом зварювання. Загальне зображення конструкції представлено на рисунку 2.1.

а)



б)



Рис. 2.1 Загальний вигляд металевої структури: скінченоеlementна розрахункова схема – а; загальний вигляд конструкції – б.

Структура розрахована на ПК ЛІРА-САПР методом скінчених елементів. Розрахункова схема конструкції апроксимована скінченим елементом № 4 – стержень просторової ферми – стержень.

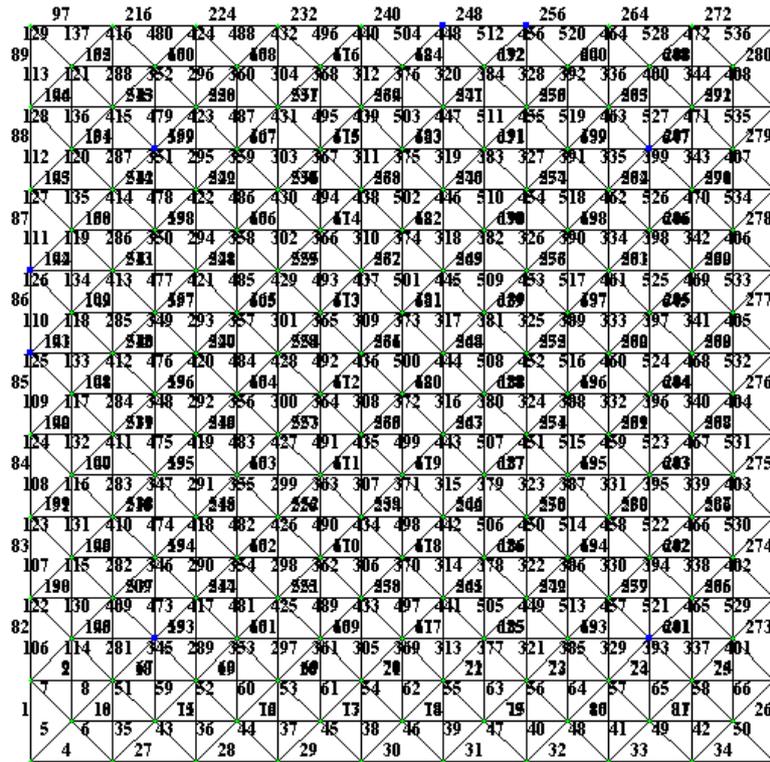


Рис. 2.2 Схема нумерації кінцевих елементів структури

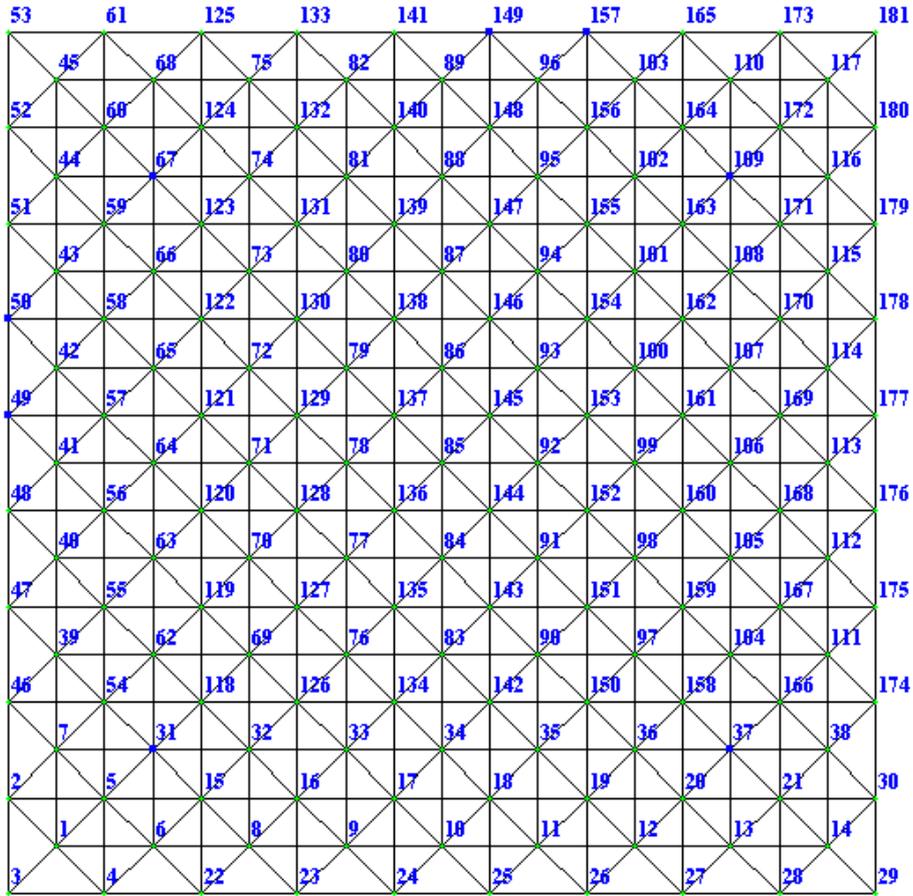


Рис. 2.3 Нумерація вузлів структури

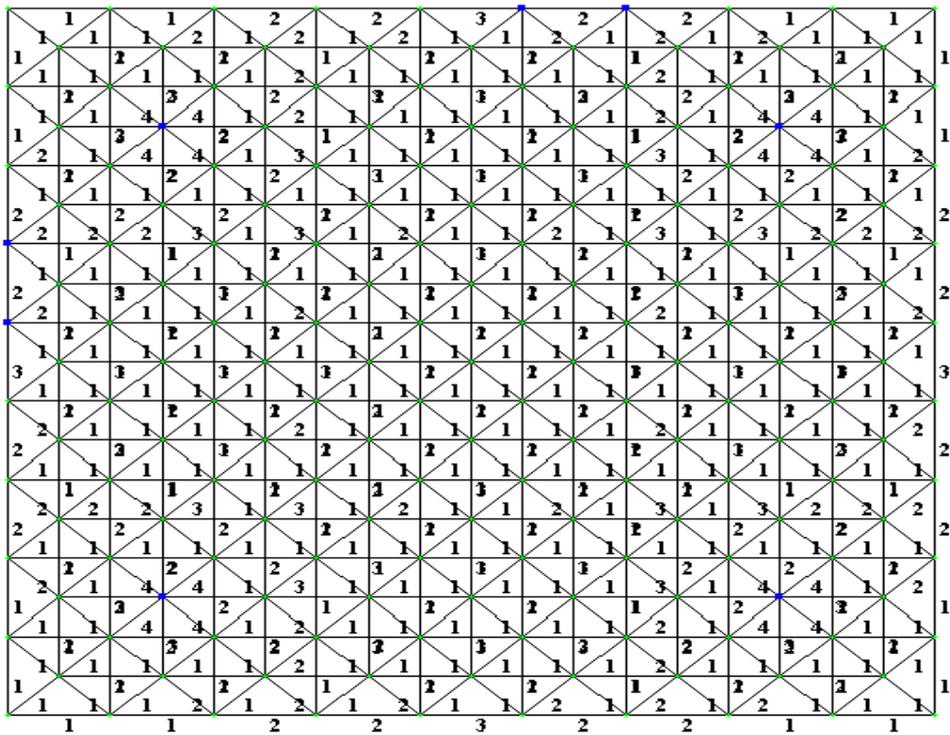


Рис. 2.4 Типи жорсткостей кінцевих елементів структури

2.1.2. *Визначення жорсткісних параметрів конструкції*

Таблиця 2.1 Типи жорсткостей для моделі структурної плити

№ типу жорсткості	Назва перерізу	Розміри перерізу
1	Труба	6 × 5,44
2	Труба	7,6 × 6,82
3	Труба	10,2 × 9,44
4	Труба	11,4 × 10,24

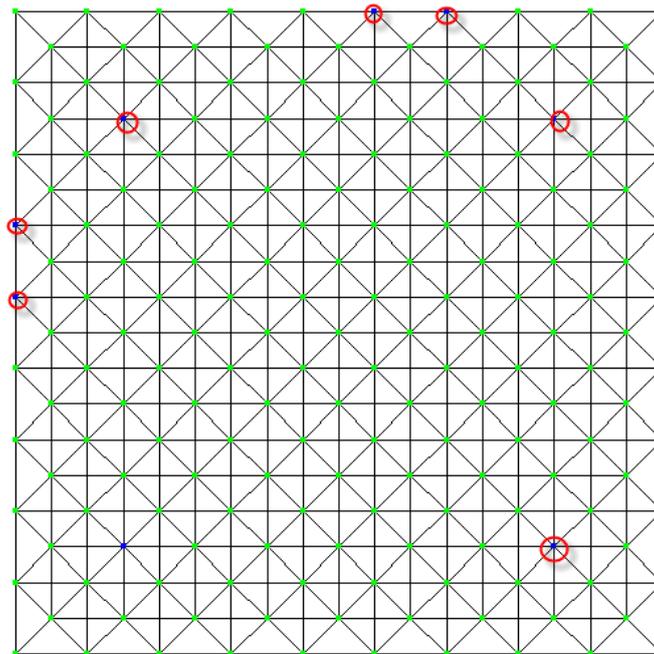


Рис. 2.5 Схема жорсткого закріплення опорних вузлів конструкції

2.1.3 *Визначення розрахункових навантажень*

Конструкцію розраховуємо на дію постійних навантажень – від власної ваги конструкції плити, від ваги конструкції покрівлі металевого профільованого настилу; мінливих короточасних – сніг (для м. Тростянець згідно [18]).

Таблиця 2.2 Збір навантажень на конструкції покриття

№ з/п	Назва конструктиву	Нормативне значення , кг/м ²	Коефіцієнт надійності за навантаженням γ_f	Розрахункове значення , кг/м ²
1	Наплавляємий евроруберойд «Акваізол»	10	1,2	12
2	Утеплювач – плити мінераловатні підвищеної жорсткості на синтетичному в'язучому	10	1,3	13
3	Пароізоляція – 1 шар руберойду	5	1,2	6
4	Профнастил	15	1,1	16,5
5	Прогони покриття із гнutoго профілю [18 (14,96 кгс/м.п)]	1,29	1,1	1,42
6	Власна вага структури (загалом вага структури 10559,52 кг)	38,82	1,1	42,7
ВСЬОГО ПОСТІЙНЕ:		116,1		138,421
	<i>Тимчасове</i>			
7	Снігове (за ДБН В .1.2-	167	1,6	267,2

	2:2006)		
ВСЬОГО ТИМЧАСОВЕ:	167		267,2
РАЗОМ пост+тимч.	283		405,6

Вузлові навантаження на металеву

структурну плиту покриття в осях Ж-Н, 1-6.

Навантаження на середні вузли: $(46,8+12+13+6+16,5+15,9+112) \times 3 \times 3 + 16,5 \times 3 = 2049,5 \text{ кг} = 2,05 \text{ т}$.

Навантаження на крайні вузли по осі Ж:

-на вузол 3:

$$(46,8+12+13+6+16,5+15,9+112) \times 1,65 \times 2,25 + 16,5 \times 1,65 = 850 \text{ кг} = 0,85 \text{ т};$$

-на вузол 29:

$$(46,8+12+13+6+16,5+15,9+112) \times 1,65 \times 3,15 + 16,5 \times 1,65 = 1180 \text{ кг} = 1,18 \text{ т};$$

-інші:

$$(46,8+12+13+6+16,5+15,9+112) \times 1,65 \times 3,0 + 16,5 \times 1,65 = 1127 \text{ кг} = 1,13 \text{ т};$$

Навантаження на крайні вузли в осі 1:

-на вузол 53:

$$(46,8+12+13+6+16,5+15,9+112) \times 2,25 \times 2,25 + 16,5 \times 2,25 = 1162 \text{ кг} = 1,16 \text{ т};$$

-інші:

$$(46,8+12+13+6+16,5+15,9+112) \times 2,25 \times 3,0 + 16,5 \times 3,0 = 1549 \text{ кг} = 1,55 \text{ т};$$

Навантаження на крайні вузли в осі 6:

-на вузол 181:

$$(46,8+12+13+6+16,5+15,9+112) \times 3,15 \times 2,25 + 16,5 \times 2,25 = 1612 \text{ кг} = 1,61 \text{ т};$$

-інші:

$$(46,8+12+13+6+16,5+15,9+112) \times 3,15 \times 3,0 + 16,5 \times 3,0 = 2149 \text{ кг} = 2,15 \text{ т};$$

Зв'язку структури й фахверкових колон на перетинанні осей Л-1, Н-4 у вузлах 49, 50, 149, 157 вважаємо як опори.

Вузлові навантаження на металеву

структурну плиту покриття в осях Ж-Н, 13-18.

Навантаження на середні вузли:

$$(46,8+12+13+6+16,5+15,9+112) \times 3 \times 3 + 16,5 \times 3 = 2049,5 \text{ кг} = 2,05 \text{ т.}$$

Навантаження на вузли в осі Ж:

-на вузол 3 і 29:

$$(46,8+12+13+6+16,5+15,9+112) \times 1,65 \times 3,15 + 16,5 \times 1,65 = 1180 \text{ кг} = 1,18 \text{ т.};$$

**Вузлові навантаження на металеву
структурну плиту покриття в осях Ж-Н, 19-24.**

Навантаження на середні вузли:

$$(46,8+12+13+6+16,5+15,9+112) \times 3 \times 3 + 16,5 \times 3 = 2049,5 \text{ кг} = 2,05 \text{ т.}$$

Навантаження на крайні вузли по осі Ж:

-на вузол 3:

$$(46,8+12+13+6+16,5+15,9+112) \times 1,65 \times 3,15 + 16,5 \times 1,65 = 1180 \text{ кг} = 1,18 \text{ т.};$$

-на вузол 29:

$$(46,8+12+13+6+16,5+15,9+112) \times 1,65 \times 2,25 + 16,5 \times 1,65 = 850 \text{ кг} = 0,85 \text{ т.};$$

Таблиця 2.3 Таблиця навантажень, що прикладені

Таблиця місцевих навантажень						
Параметри(м,тс,°С)						
№ елем.	Тип	Нап р	М/Г	P ₁	P ₂	P ₃
16	зосеред.сила	Z	Г	0.030	0.750	0.000
17	зосеред.сила	Z	Г	0.020	0.750	0.000
22	зосеред.сила	Z	Г	0.020	0.750	0.000

23	зосеред.сила	Z	Г	0.040	1.500	0.000
79	зосеред.сила	Z	Г	0.300	0.750	0.000
98	зосеред.сила	Z	Г	0.050	1.000	0.000
98	зосеред.сила	Z	Г	0.050	2.000	0.000
104	зосеред.сила	Z	Г	0.050	1.000	0.000
104	зосеред.сила	Z	Г	0.050	2.000	0.000
153	зосеред.сила	Z	Г	0.050	1.000	0.000
153	зосеред.сила	Z	Г	0.050	2.000	0.000
159	зосеред.сила	Z	Г	0.050	1.000	0.000
159	зосеред.сила	Z	Г	0.050	2.000	0.000
193	зосеред.сила	Z	Г	0.040	0.750	0.000
193	зосеред.сила	Z	Г	0.020	2.250	0.000
194	зосеред.сила	Z	Г	0.030	1.500	0.000
195	зосеред.сила	Z	Г	0.030	1.500	0.000
196	зосеред.сила	Z	Г	0.030	1.500	0.000
197	зосеред.сила	Z	Г	0.030	1.500	0.000
198	зосеред.сила	Z	Г	0.030	1.500	0.000
199	зосеред.сила	Z	Г	0.050	1.000	0.000
199	зосеред.сила	Z	Г	0.050	2.000	0.000
201	зосеред.сила	Z	Г	0.020	2.250	0.000
201	зосеред.сила	Z	Г	0.040	0.750	0.000
202	зосеред.сила	Z	Г	0.030	1.500	0.000
203	зосеред.сила	Z	Г	0.030	1.500	0.000
204	зосеред.сила	Z	Г	0.030	1.500	0.000
205	зосеред.сила	Z	Г	0.030	1.500	0.000
206	зосеред.сила	Z	Г	0.030	2.250	0.000
207	зосеред.сила	Z	Г	0.050	1.000	0.000

207	зосеред.сила	Z	Г	0.050	2.000	0.000
254	зосеред.сила	Z	Г	0.030	2.250	0.000
270	зосеред.сила	Z	Г	0.020	0.750	0.000
609	зосеред.сила	Z	Г	0.060	1.500	0.000
625	зосеред.сила	Z	Г	0.120	0.750	0.000
626	зосеред.сила	Z	Г	0.120	0.750	0.000
627	зосеред.сила	Z	Г	0.120	0.750	0.000
628	зосеред.сила	Z	Г	0.170	0.750	0.000
629	зосеред.сила	Z	Г	0.210	0.750	0.000
630	зосеред.сила	Z	Г	0.210	0.750	0.000
631	зосеред.сила	Z	Г	0.210	0.750	0.000

Таблиця 2.4 Навантаження, що прикладені до вузлів

Таблиця вузлових навантажень					
№ вузла	Тип	Напр	Значення (м,тс)	М/Г	№ завантаж
2	сила	Z	1.550	Г	1
3	сила	Z	0.850	Г	1
4	сила	Z	1.120	Г	1
5	сила	Z	2.050	Г	1
15	сила	Z	2.050	Г	1
16	сила	Z	2.050	Г	1
17	сила	Z	2.050	Г	1
18	сила	Z	2.050	Г	1
19	сила	Z	2.050	Г	1

20	сила	Z	2.050	Г	1
21	сила	Z	2.050	Г	1
22	сила	Z	1.140	Г	1
23	сила	Z	1.140	Г	1
24	сила	Z	1.120	Г	1
25	сила	Z	1.120	Г	1
26	сила	Z	1.120	Г	1
27	сила	Z	1.120	Г	1
28	сила	Z	1.140	Г	1
29	сила	Z	1.250	Г	1
30	сила	Z	2.180	Г	1
46	сила	Z	1.550	Г	1
47	сила	Z	1.550	Г	1
48	сила	Z	1.550	Г	1
49	сила	Z	1.550	Г	1
50	сила	Z	1.550	Г	1
51	сила	Z	1.550	Г	1
52	сила	Z	1.550	Г	1
53	сила	Z	1.160	Г	1
54	сила	Z	2.050	Г	1
55	сила	Z	2.050	Г	1
56	сила	Z	2.050	Г	1
57	сила	Z	2.050	Г	1
58	сила	Z	2.050	Г	1
59	сила	Z	2.050	Г	1
60	сила	Z	2.050	Г	1
61	сила	Z	1.550	Г	1

118	сила	Z	2.050	Г	1
119	сила	Z	2.050	Г	1
120	сила	Z	2.050	Г	1
121	сила	Z	2.050	Г	1
122	сила	Z	2.050	Г	1
123	сила	Z	2.050	Г	1
124	сила	Z	2.050	Г	1
125	сила	Z	1.570	Г	1
126	сила	Z	2.050	Г	1
127	сила	Z	2.050	Г	1
128	сила	Z	2.050	Г	1
129	сила	Z	2.050	Г	1
130	сила	Z	2.050	Г	1
131	сила	Z	2.050	Г	1
132	сила	Z	2.050	Г	1
133	сила	Z	1.570	Г	1
134	сила	Z	2.050	Г	1
135	сила	Z	2.050	Г	1
136	сила	Z	2.050	Г	1
137	сила	Z	2.050	Г	1
138	сила	Z	2.050	Г	1
139	сила	Z	2.050	Г	1
140	сила	Z	2.050	Г	1
141	сила	Z	1.550	Г	1
142	сила	Z	2.050	Г	1
143	сила	Z	2.050	Г	1
144	сила	Z	2.050	Г	1

145	сила	Z	2.050	Г	1
146	сила	Z	2.050	Г	1
147	сила	Z	2.130	Г	1
148	сила	Z	2.050	Г	1
149	сила	Z	1.550	Г	1
150	сила	Z	2.050	Г	1
151	сила	Z	2.050	Г	1
152	сила	Z	2.050	Г	1
153	сила	Z	2.050	Г	1
154	сила	Z	2.050	Г	1
155	сила	Z	2.080	Г	1
156	сила	Z	2.050	Г	1
157	сила	Z	1.550	Г	1
158	сила	Z	2.050	Г	1
159	сила	Z	2.050	Г	1
160	сила	Z	2.050	Г	1
161	сила	Z	2.050	Г	1
162	сила	Z	2.050	Г	1
163	сила	Z	2.050	Г	1
164	сила	Z	2.050	Г	1
165	сила	Z	1.550	Г	1
166	сила	Z	2.050	Г	1
167	сила	Z	2.050	Г	1
168	сила	Z	2.050	Г	1
169	сила	Z	2.050	Г	1
170	сила	Z	2.050	Г	1
171	сила	Z	2.050	Г	1

172	сила	Z	2.050	Г	1
173	сила	Z	1.570	Г	1
174	сила	Z	2.150	Г	1
175	сила	Z	2.150	Г	1
176	сила	Z	2.150	Г	1
177	сила	Z	2.150	Г	1
178	сила	Z	2.150	Г	1
179	сила	Z	2.180	Г	1
180	сила	Z	2.150	Г	1
181	сила	Z	1.630	Г	1

2.1.4 Результати статичного розрахунку

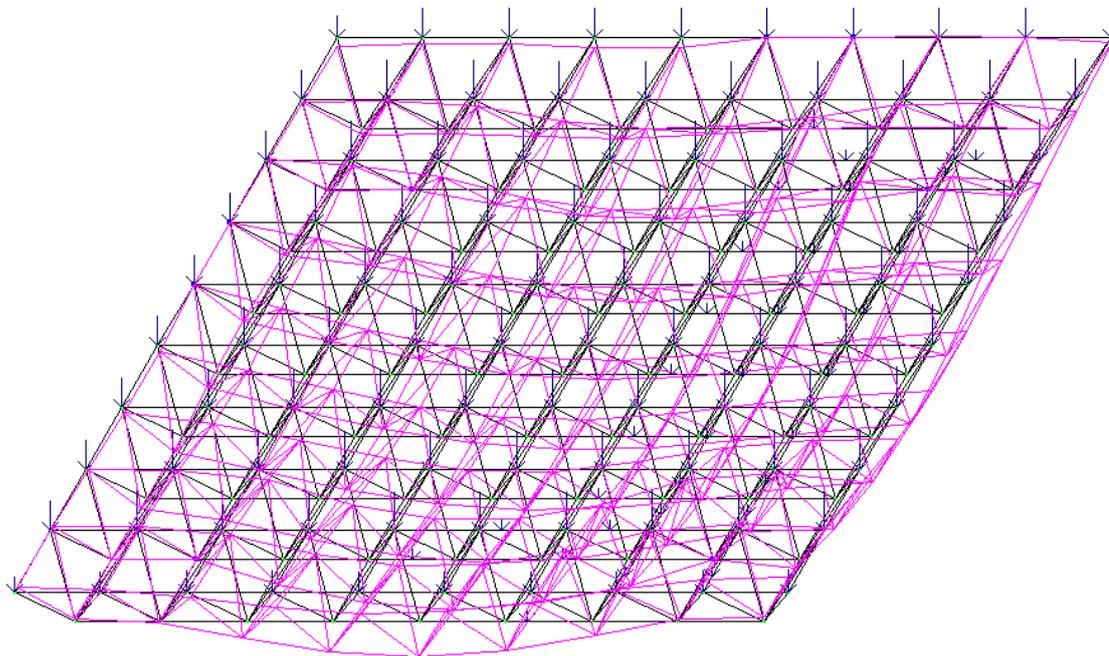
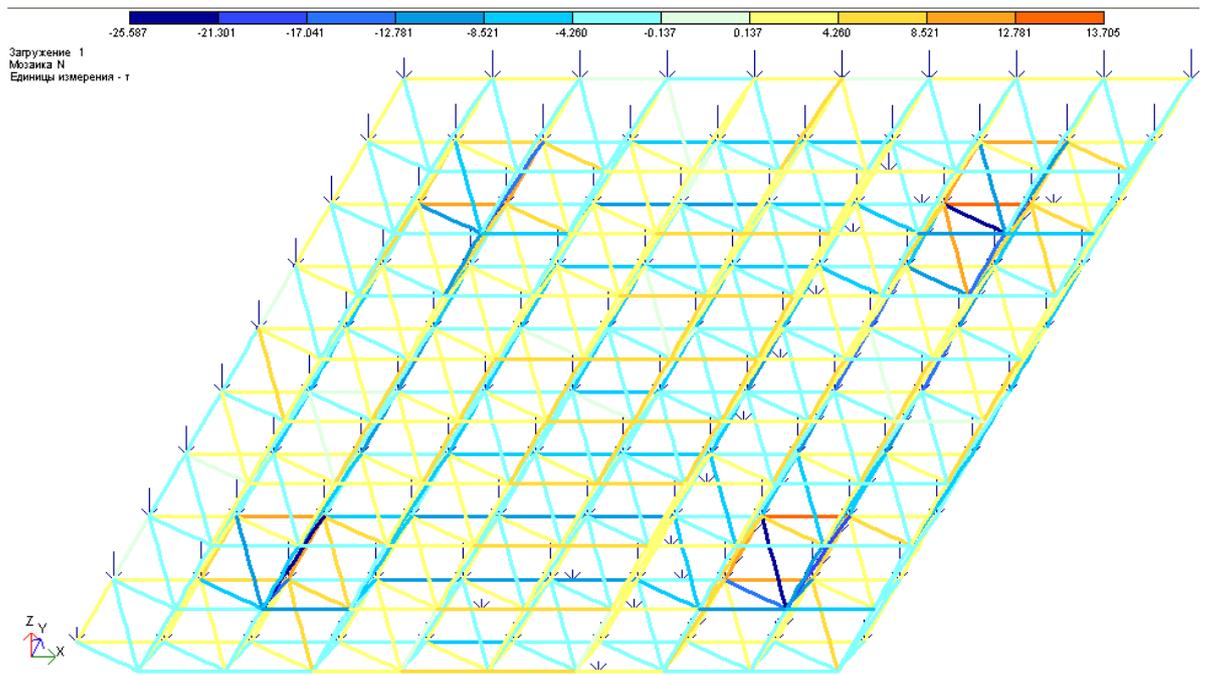


Рис 2.6 Деформовна та вихідна схема структури



2.7 Мозаїка поздовжніх зусиль «N» в стержнях структури

Зусилля в стержнях структури наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 Таблиця зусиль в елементах структури

Зусилля			Зусилля		
№ елем.	№ перерізу	N (тс)	№ елем.	№ перерізу	N (тс)
95	1	1.536	136	3	1.418
95	2	1.536	136	4	1.418
95	3	1.536	136	5	1.418
95	4	1.536	143	1	-3.941
95	5	1.536	143	2	-3.941
96	1	1.536	143	3	-3.941
96	2	1.536	143	4	-3.941
96	3	1.536	143	5	-3.941

96	4	1.536	144	1	-3.640
96	5	1.536	144	2	-3.640
103	1	-4.978	144	3	-3.640
103	2	-4.978	144	4	-3.640
103	3	-4.978	144	5	-3.640
103	4	-4.978	150	1	-4.151
103	5	-4.978	150	2	-4.151
104	1	8.724	150	3	-4.151
104	2	8.724	150	4	-4.151
104	3	8.724	150	5	-4.151
104	4	8.724	151	1	-5.694
104	5	8.724	151	2	-5.694
105	1	1.121	151	3	-5.694
105	2	1.121	151	4	-5.694
105	3	1.121	151	5	-5.694
105	4	1.121	152	1	-3.644
105	5	1.121	152	2	-3.644
120	1	4.247	152	3	-3.644
120	2	4.247	152	4	-3.644
120	3	4.247	152	5	-3.644
120	4	4.247	158	1	-5.675
120	5	4.247	158	2	-5.675
121	1	4.959	158	3	-5.675
121	2	4.959	158	4	-5.675
121	3	4.959	158	5	-5.675
121	4	4.959	159	1	10.060
121	5	4.959	159	2	10.060

135	1	6.031	159	3	10.060
135	2	6.031	159	4	10.060
135	3	6.031	159	5	10.060
135	4	6.031	160	1	1.107
135	5	6.031	160	2	1.107
136	1	1.418	160	3	1.107
136	2	1.418	160	4	1.107
160	5	1.107	351	4	-25.334
214	1	13.365	351	5	-25.334
214	2	13.365	352	1	1.324
214	3	13.365	352	2	1.324
214	4	13.365	352	3	1.324
214	5	13.365	352	4	1.324
215	1	9.445	352	5	1.324
215	2	9.445	414	1	6.110
215	3	9.445	414	2	6.110
215	4	9.445	414	3	6.110
215	5	9.445	414	4	6.110
222	1	-2.067	414	5	6.110
222	2	-2.067	415	1	-10.476
222	3	-2.067	415	2	-10.476
222	4	-2.067	415	3	-10.476
222	5	-2.067	415	4	-10.476
223	1	-1.373	415	5	-10.476
223	2	-1.373	422	1	5.678
223	3	-1.373	422	2	5.678
223	4	-1.373	422	3	5.678

223	5	-1.373	422	4	5.678
287	1	-19.373	422	5	5.678
287	2	-19.373	423	1	3.180
287	3	-19.373	423	2	3.180
287	4	-19.373	423	3	3.180
287	5	-19.373	423	4	3.180
288	1	1.113	423	5	3.180
288	2	1.113	478	1	8.486
288	3	1.113	478	2	8.486
288	4	1.113	478	3	8.486
288	5	1.113	478	4	8.486
295	1	8.184	478	5	8.486
295	2	8.184	479	1	-13.580
295	3	8.184	479	2	-13.580
295	4	8.184	479	3	-13.580
295	5	8.184	479	4	-13.580
296	1	6.092	479	5	-13.580
296	2	6.092	542	1	-12.646
296	3	6.092	542	2	-12.646
542	3	-12.646			
542	4	-12.646			
542	1	-12.646			
542	2	-12.646			
542	3	-12.646			
543	1	-2.449			
543	2	-2.449			

543	3	-2.449
543	4	-2.449
543	5	-2.449
549	1	-3.214
549	2	-3.214
549	3	-3.214
549	4	-3.214
549	5	-3.214
550	1	-3.091
550	2	-3.091
550	3	-3.091
550	4	-3.091
550	5	-3.091
598	1	-4.134
598	2	-4.134
598	3	-4.134
598	4	-4.134
598	5	-4.134
599	1	-9.262
599	2	-9.262
599	3	-9.262
599	4	-9.262
599	5	-9.262
600	1	-3.429
600	2	-3.429
600	3	-3.429
600	4	-3.429

600	5	-3.429
-----	---	--------

2.2.4. Перевірка несучої здатності перерізів елементів

Таблиця 2.6 Перевірка перетинів елементів структурного покриття між осями Ж-Н, 1-24

Тип зусилля	Переріз	Площа, см ²	Геометр. довжина, см	Коеф. умов роботи	Розрахунков. довжина, см	Радіус інерції, см	Гнучкість	φ_{min}	Розрах. опір R, кг/см ²	Розрах. зусилля, т.
На стиск	Ø 60x3	5.37	300	0.95	300	2.02	149	0.333	2300	3.907
	Ø 76x4	9.04	300	0.95	300	2.55	118	0.491	2300	9.698
	Ø 102x4,5	13.78	300	0.95	300	3.46	87	0.686	2300	20.655
	Ø 114x6	20.35	300	0.95	300	3.83	78	0.744	2300	33.082
На розтяг	Ø 60x3	5.37	300	0.95	300	2.02			2300	11.733
	Ø 76x4	9.04	300	0.95	300	2.55			2300	19.752
	Ø 102x4,5	13.78	300	0.95	300	3.46			2300	30.109
	Ø 114x6	20.35	300	0.95	300	3.83			2300	44.465

Стиснуті елементи перевіряємо за формулою:

$$\sigma = N / \varphi * A < R = 2100 \text{ кг/см}^2;$$

Розтягнуті елементи перевіряємо за формулою:

$$\sigma = N / A < R = 2100 \text{ кг/см}^2;$$

Висновок: на основі розрахунку, виконаного з використанням програмного комплексу ЛІРА-САПР, були визначені поздовжні зусилля N (розтяг або стиснення) у стержнях структури. За результатами перевірки трубчастих елементів на несучу здатність встановлено, що рівень використання їх розрахункової міцності становить 81%.

2.3. Розрахунок осідання фундаменту

Для встановлення колон передбачено використання збірних залізобетонних фундаментів згідно з серією Ф 123-97. Інформація щодо геологічної будови ґрунтів на ділянці будівництва, а також гідрогеологічні умови, наведена у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 Геологічна будова та гідрогеологічні умови будівельного майданчику

Номер шару	Найменування ґрунту	Номер свердловини та товщина шару, м		
		1	2	3
1	Ґрунтово – рослинний шар	0,8	1,0	1,2
2	Суглинок жовто – коричневий	0,5	3,6	3,2
3	Суглинок темно - жовтий	4,6	1,2	-
4	Пісок дрібнозернистий	7,6	5,0	5,0
5	Суглинок світло - жовтий	1,4	1,5	1,5
	Рівень ґрунтових вод	-	-	-

Зведені характеристики властивостей ґрунтів наведено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 Характеристики властивостей ґрунтів

Назва	Умовне позначення	Одиниці виміру	Номер шару				
			1	2	3	4	5
Щільність	ρ	т/м ³	1.48	1,87	1,82	1.80	1,95
Щільність частинок	ρ_s	т/м ³		2,68	2,68	2,66	2,71
Природна вологість	W			0,25	0,28	0,18	0,18

Вологість на межі текучості	W_l			0,35	0,34		0,33
Вологість на межі розкачування	W_p			0,23	0,22		0,22
Відносний вміст органічних речовин	$I_{\text{відн.}}$						
Коефіцієнт фільтрації	K_f	см/с					
Кут внутрішнього тертя	φ	град.		18	22	30	21
Питоме щеплення	C	кПа		38	21	2	29
Модуль деформації	E	МПа		20	24	56	19

2.3.1 Оцінка інженерно-геологічних умов

В таблиці 2.9 наведено характеристику ґрунтових шарів.

Таблиця 2.9 Характеристика ґрунтових шарів

№ шару	Опис шару	Коефіцієнт пористості (e)	Ступінь вологості (Sr)	Число пластичності (Ip)	Показник консистенції (I _п)	Характеристика шару
1	Ґрунтово-рослинний шар	—	—	—	—	Зрізається як цінний шар для озеленення та благоустрою
2	Суглинок жовтий	0,78	0,63	0,12	0,17	Вологий суглинок напівтвердої консистенції, придатний для сприйняття навантаження від фундаментів
3	Суглинок темно-жовтий	0,88	0,85	0,12	0,50	Вологий, тугопластичний суглинок, здатний сприймати

						зовнішнє навантаження
4	Пісок дрібний	0,74	0,65	—	—	Вологий пісок середньої щільності
5	Суглинок жовтий	0,64	0,76	0,11	-0,36	Твердий вологий суглинок, придатний для сприйняття навантаження від конструкцій

Відповідно до конструктивного рішення вузла кріплення колони до фундаменту, глибину закладання фундаменту прийнято на рівні 1,5 м, що перевищує розрахункову глибину промерзання ґрунту для даного району, яка становить 1,0 м.

Розрахункове зусилля на обрізі фундаменту по таблиці комбінацій зусиль для колони складають (див. табл. 2.10)

Таблиця 2.10 Розрахункові зусилля за комбінаціями навантажень

Комбінація	Поздовжня сила N, кН	Момент M, кН·м	Поперечна сила Q, кН
1	1765,0	720,0	53,5
2	1981,6	421,0	31,53

Розрахункові зусилля на підшві фундаменту наведено в таблиці 2.11

Таблиця 2.11 Розрахункові зусилля на підшві фундаменту

Комбінація	Момент, M (кН·м)	Поздовжнє зусилля, N (кН)	Примітка
1	$M = M_{\max} + Q \cdot h_{\text{ф}} = 720 + 53.5 \times 0.9 =$	1765	$h_{\text{ф}} = 1.5 - 0.6 = 0.9$ м (висота фундаменту)

	768		
2	$M = 421 - 31.53 \times 0.9 = 392$	1981.6	—

Попередньо призначаємо розміри фундаменту: 4×2.5 м,
площа фундаменту: $A = 4 \times 2.5 = 10$ м².

Момент опору: $W = 2.5 \times 4^2 / 6 = 6,67$ м³.

Визначимо розрахунковий опір ґрунту основи:

$$R = (1,2 \times 1/1,1) \times (0,43 \times 2,5 \times 17,8 + 2,72 \times 1,5 \times 17,7 + 5,31 \times 38) = 294 \text{ кН/м}^2$$

2.3.2 Визначення крайового тиску на основу

1. Визначаємо ексцентриситет прикладення сили від першої комбінації:

$$768 / (1765 + 20 \times 1,5 \times 10) = 0,31 \text{ м}$$

2. Визначаємо ексцентриситет прикладення сили від другої комбінації:

$$392 / (1981,6 + 20 \times 1,5 \times 10) = 0,1 \text{ м, так як, то}$$

Перша комбінація зусиль:

$$P_{\max} = 17,65/10 + 20 \times 1,5 + 768/6,67 = 333 \text{ кН/м}^2 < 1,2 R = 353 \text{ кН/м}^2$$

$$P_{\min} = 1765/10 + 30 - 768/6,67 = 120 \text{ кН/м}^2 < R = 294 \text{ кН/м}^2$$

Друга комбінація зусиль:

$$P_{\max} = 1981,6/10 + 30 + 392/6,67 = 279 \text{ кН/м}^2 < 1,2 R = 353 \text{ кН/м}^2$$

$$P_{\min} = 1981,6/10 + 30 - 392/6,67 = 205 \text{ кН/м}^2 < 1,2 R = 353 \text{ кН/м}^2$$

Висновок: Прийняті габарити фундаменту забезпечують надійне передавання навантажень від конструкцій на основу. Для фундаменту під колону передбачено виконання ступенів висотою 30 см. Розрахунок напружень у ґрунті проводиться за першою комбінацією зусиль без урахування власної ваги ґрунту.

$$P_1 = 1765/10 + 768/6,67 = 303 \text{ кН/м}^2$$

$$P_2 = 1765/10 - 768/6,67 = 90 \text{ кН/м}^2$$

2.3.3 Розрахунок робочої арматури в нижній частині плити

Момент в перерізі 1–1:

$$M_1 = 301 \times 1.1^2 \times 2.5 / 2 = 455 \text{ кН м}$$

$$d e = 0,5 \times (303 + 299.5) = 301 \text{ кН/м}^2$$

Потрібний переріз арматури:

$$F_a = M_1 / 0.9 R_a d = 45500 / 0.9 \times 27 \times 56.5 = 31.4 \text{ см}^2$$

де $R_a = 27 \text{ кН/м}^2$ – розрахунковий опір арматури класу А–240;

$$d = h - h_3 = 60 - 3.5 = 56.5 \text{ см.}$$

Назначаємо крок 150 мм, тоді на ширині 2.5 м влаштовується 16 стержнів.

Приймаємо 16 стержнів $\varnothing 16$ А–240 з $F_a = 32.2 \text{ см}^2$

$$M_2 = 302 \times 0.552 \times 2.5 / 2 = 114 \text{ кН м}$$

$$d e = 0.5 \times (303 + 301) = 302 \text{ кН/м}^2$$

Потрібний переріз арматури:

$$F_a = M_2 / 0.9 R_a * d = 11400 / 0.9 \times 27 \times 26.3 = 16 \text{ см}^2$$

Розрахунок показує, що можна половину стержнів обірвати.

Підбір арматури за напрямком короткої сторони:

$$186 \times 0,82 \times 4 / 2 = 238 \text{ кН м}$$

$$d e \quad P_{cp} = (303 + 90) \times 0.5 = 186 \text{ кН/м}^2.$$

Необхідний переріз арматури:

$$F_a = 23800 / 0.9 \times 27 \times 56.5 = 17,8 \text{ см}^2$$

Приймаємо крок стержнів 250 мм, кількість стержнів 16 $\varnothing 12$ А240 з $F_a = 18,1 \text{ см}^2$.

2.3.4 Побудова епюр побутового та додаткового тиску

Призначаємо товщину шару ґрунта, що стискується:

$$h_i = 0,3 \text{ в} = 0,3 \times 2.5 = 0,8 \text{ м.}$$

Побутовий тиск ґрунта на рівні підшви фундаменту:

$$\sigma = 1,0 \times 14,8 + 0,65 \times 18,7 = 26 \text{ кН/м}^2$$

Середній тиск під подошвою фундаменту:

$$P_0 = 226 - 26 = 200 \text{ кН/м}^2$$

Додатковий тиск викликає ущільнення ґрунта основи, що приводить до осідання фундаменту.

z –відстань від подошви фундаменту до відповідного шару, де визначається додатковий тиск.

Побутовий тиск визначається за формулою:

$$\sigma_{zg1} = 14,8 \times 1 = 14,8 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{zg2} = 14,8 + 3,6 \times 18,7 = 82,12 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{zg3} = 82,12 + 1,2 \times 18,2 = 103,96 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{zg4} = 103,96 + 5 \times 18,0 = 193,96 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{zg5} = 193,96 + 19,5 \times 1,5 = 223,21 \text{ кН/м}^2$$

За даними табличного розрахунку будуюмо епюру тиску від власної ваги ґрунта природної вологості та епюру додаткового тиску.

Таблиця 2.9 Дані до побудови епюри тиску

№ п/п	№ шару	Глибина подошви шару, $z, \text{м}$	Коефіцієнт m	Середній тиск $P_0, \text{кН/м}^2$	Коефіцієнт α	Додаткове напруження тиску, $\sigma_{гр}, \text{кН/м}^2$
1	0	0	0	200	1	200
2	1	0,8	0,4		0,976	195
3	2	1,6	0,8		0,871	174
4	3	2,4	1,2		0,726	145
5	4	3,2	1,6		0,549	109,8
6	5	4,0	2		0,443	88,6

7	6	4,8	2,4		0,35	70
8	7	5,6	2,8		0,282	56,4
9	8	6,4	3,2		0,23	46
10	9	7,2	3,6		0,19	38
11	10	8,0	4		0,16	32
12	11	8,8	4,4		0,13	26

Висоту стисненої товщі ґрунта основи визначаємо графічно:

$$0,2\sigma_{zg1} = 0,2 \times 14,8 = 2,96 \text{ кН/м}^2$$

$$0,2\sigma_{zg4} = 0,2 \times 193,96 = 38,3 \text{ кН/м}^2$$

За масштабом визначаємо висоту стисненої товщі ґрунта: $H_{cr} = 8,0 \text{ м}$.

Побутовий тиск на глибині $H_{cr} = 103,96 + 18 \times (5,0 - 1,15) = 173,85 \text{ кН/м}^2$

$$1,0 + 3,6 + 1,2 + 5 - 8,0 - 1,65 = 1,15 \text{ м}$$

$$0,2 \times 173,26 = 34,652 \text{ кН/м}^2$$

Додатковий тиск на глибині $H_{cr} = 0,173 \times 200 = 34,53 \text{ кН/м}$

$$2 \times 8 / 2,5 = 6,4; \quad 0,173$$

$$34,652 - 34,53 = 0,122 \text{ кН/м}^2 < 5 \text{ кН/м}^2$$

Проведені розрахунки мають достатню точність.

Визначення осідання за формулою:

$$S = 0,8 \sum \sigma_{zpi} \cdot h_i / E_i = 0,8 \left((200 \times 0,8 / 20000) + (195 \times 0,8 / 20000) + (174 \times 0,8 / 20000) + \right. \\ \left. + (145 \times 0,8 / 20000) + (109,8 \times 0,8 / 20000) + (88,6 \times 0,8 / 20000) + (70 \times 0,8 / 20000) + \right. \\ \left. + (56,4 \times 0,8 / 20000) + (46 \times 0,8 / 20000) + (38 \times 0,8 / 20000) + (32 \times 0,8 / 20000) + \right. \\ \left. + (26 \times 0,8 / 20000) \right) = 0,0784 \text{ см}$$

$$S = 0,0784 \text{ см} < S_{нi} = 0,08 \text{ см}$$

$$+(56,4 \times 0,8 / 20000) + (46 \times 0,8 / 20000) + (38 \times 0,8 / 20000) + (32 \times 0,8 / 20000) + (26 \times 0,8 / 20000) = 0,0784 \text{ см}$$

$$S = 0,0784 \text{ см} < S_{нi} = 0,08 \text{ см}$$

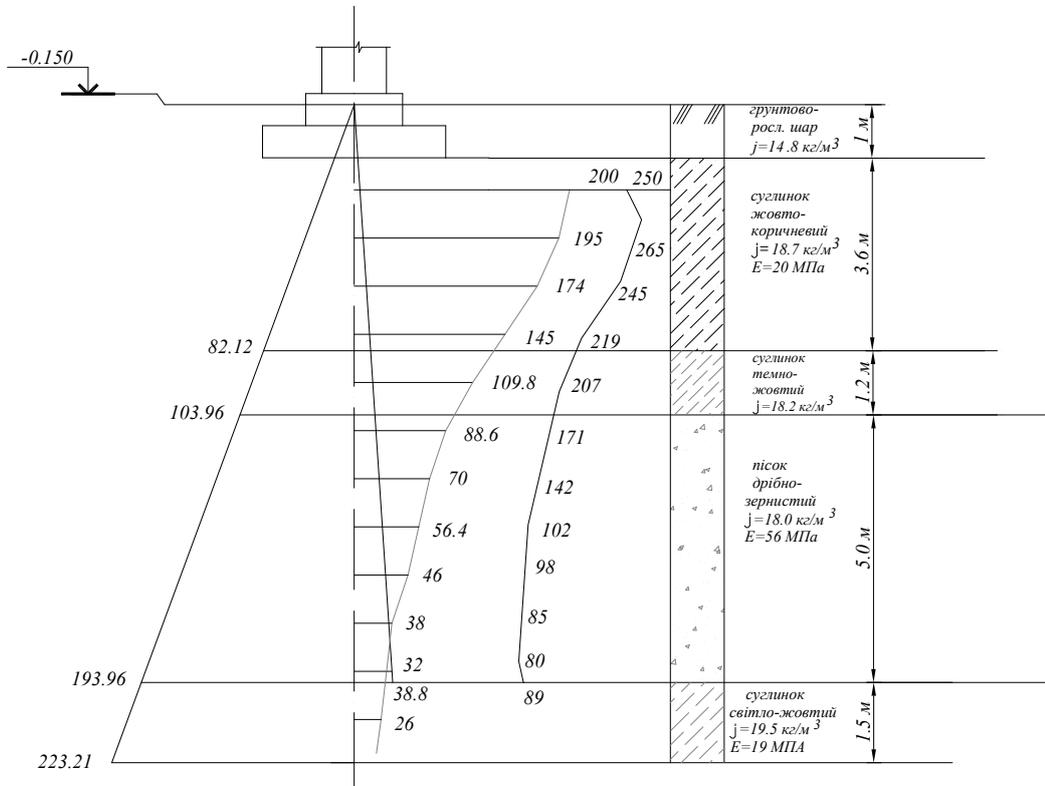


Рис. 2.8 Епюра тиску під подошвою фундаменту

РОЗДІЛ 3.
ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ
БУДІВНИЦТВА

Технологія та організація будівельного виробництва розробляються з урахуванням сучасних досягнень у галузі будівництва. Основними принципами індустріалізації будівельного процесу та вдосконалення організаційних форм і методів є:

- підвищення ступеня збірності конструкцій і елементів заводського виготовлення;
- впровадження вузлового монтажу будівельних конструкцій та технологічного обладнання;
- комплексна механізація та автоматизація будівельно-монтажних робіт;
- використання наукових рекомендацій щодо оптимізації організації будівництва та технології виконання будівельно-монтажних робіт.

3.1. Умови здійснення будівництва

Характеристика будівельного майданчика:

Будівництво здійснюється в межах населеного пункту — м. Тростянець. Під'їзд до будівельного майданчика забезпечено наявним автомобільним шляхом. Постачання будівельних матеріалів організовано з приоб'єктного складу.

Тимчасове електропостачання запроектоване від існуючої постійної електромережі через трансформатор із пунктом обліку електроенергії. Тимчасові інженерні комунікації підключаються до наявних мереж. При підключенні до систем водопостачання передбачено встановлення водоміра, а також облаштування оглядового колодязя.

3.2. Обґрунтування термінів будівництва

Нормативна тривалість будівництва, визначена відповідно до [19], становить 13 місяців. Розрахункова (планова) тривалість виконання будівельних робіт прийнята на рівні 11,5 місяців.

3.3 Підрахунок обсягів будівельно монтажних робіт, працевитрат та комплектація будівельної техніки

В таблиці 3.1 наведено підрахунок обсягів будівельно-монтажних робіт, витрати праці на об'єм робіт.

В таблиці 3.2 наведено відомості щодо комплектації бригад робочих при виконанні будівельно-монтажних робіт.

Таблиця 3.2 Таблиця комплектації бригад

Основа:

- 1.Відомість об'єму робіт
- 2.Таблиця вибору машин та механізмів
- 3.ДБН Д.1.1-1-2000

№ п/ п	Шифр норм	Найменування робіт	Об'єм		Розрахунок (K_2) $K_2 = T_n / T_c$, (чол)			Склад бригади
			Од вим	Кіль- кість	T_n , л-дн	T_c , дн	K_2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Е-2	Розробка ґрунта бульдозером з переміщенням ґрунта до 10 м	1000 м ³	1,56	5,73	2	2	Машиніст 5р-1
2	Е-2	Те ж, при переміщенні ґрунта більше 10 м	1000 м ³	46,8	14,0	7	2	Машиніст 5р-1
3	Е-2	Зрізання рослинного шару з плануванням поверхні	1000 м ²	26,0	1	1	1	Машиніст 5р-1
4	Е-2	Розробка ґрунта в траншеях у відвал	1000 м ³	4,25	8,2	4	2	Машиніст 5р-1
5	Е-2	Розробка ґрунта в	100 м ³	3,0	51,4	6	4	землекоп

		траншеях вручну						
6	Е-4	Влаштування бет підготовки	м ³	230	38,4	6	6	бетонщик
7	Е-4	Влаштування з/б фундаментів об'ємом до 5 м ³	м ³	520	227,0	18	12	бетонщик
8	Е-4	Влаштування з/б фундаментів об'ємом до 10 м ³	м ³	500	315,2	26	12	бетонщик
9	Е-4	Влаштування фонд балок	шт	110	56,3	8	7	Машиніст 5р-1 Бетонщик 4р-2, 3р-2
10	Е-4	Влаштування гідроізоляції на фонд балках	м ²	198	15,2	6	2	Бетонщик 2р-2
11	Е-2	Зворотня засипка пазух фундаментів	1000 м ³	3,17	43,0	7	6	Машиніст 5р-1
12	Е-2	Ущільнення ґрунту пневмотрамбовками	100 м ³	31,7	45,8	7	6	Машиніст 6р-1
13	Е-5	Монтаж металевих колон колон	т	360	414	34	12	Монт 5р-1, 4р-2, 3р-2 Машиніст 5р-1
14	Е-5	Монтаж металевої структури покриття	т	348	538,12	44	12	Монтажн. 5р-1,4р- 2,2р-1
15	Е-5	Монтаж вертикальних зв'язків	т	150	448,2	37	12	Маш.5р-1
16	Е-4	Монтаж стінових панелей	шт	660	599,6	50	12	Монтажн.

17	Е-5	Монтаж віконних панелей	т	14,3	128,9	10	12	Монтажн.
18	Е-5	Монтаж воріт	т	4,45	44,5	7	6	Монтажн.
19	Е-3	Цегляна кладка перегородок товщ 250 мм	м ³	56,25	31,1	5	6	Муляр 4р-2, 3р-2, 2р-2
20	Е-3	Цегляна кладка перегородок в ¼ цегли	м ²	875	140,9	11	12	Муляр 4р-2, 3р-2, 2р-2
21	Е-7	Влаштування пароізоляції	м ²	21600	395,12	14	12	Покрівельник 6р-2, 5р-2, 4р-2, 3р-2, 2р-1
22	Е-7	Влаштування утеплювача	м ³	1296	366,7	28	6	Покрівельник 4р-2, 3р-2, 2р-2
23	Е-7	Влаштування цементної стяжки	м ²	21600	579,5	44	12	Покрівельники
24	Е-7	Влаштування руберойдного килиму	м ²	21600	842,9	30	6	Покрівельники
25	Е-6	Заповнення дверних прорізів	м ²	22	2,6	1	2	Тесляр 4р-2, 2р-1
26	Е-19	Влаштування підстиляючого шару з щебня	м ³	54	37,4	6	6	бетонщики
27	Е-19	Влаштування бетонних мозаїчних підлог	м ²	2076,8	34,9	5	6	Бетонщик 4р-2, 3р-2, 2р-2
28	Е-19	Влаштування бет. підготовки	м ³	451,52	964	40	24	Бетонщики
29	Е-19	Влаштування підлог	м ²	46,3	5,7	2	3	Облиц 4р-

		з дерев'яної шашки						2, 2р-1
30	Е-19	Влаштування лінолеумних підлог	м ²	134,5	14,6	2	6	Облиц. 4р-2, 3р-2, 2р-2
31	Е-8	Штукатурні роботи	100 м ²	7,8	65,9	16	4	Штукатур и 4р-2, 3р-2
32	Е-8	Водне фарбування стін і стель	100 м ²	238	207,8	48	4	Маляри 4р-2, 2р-2
33	Е-8	Фарбування суриком металевих поверхонь	100 м ²	150	203	42	4	Маляри
34	Е-8	Фарбування суриком мет труб і вікон	100 м ²	12	16,2	6	2	Маляри
35	Е-8	Масляне фарбування воріт і дверей	100 м ²	3,2	12,7	6	2	Маляри
36	Е-4	Влаштування асфальто-бетонного вимощення	100 м ²	6,6	4,5	2	2	Бетонщик и 4р-2, 3р-2, 2р-2
37	Е-4	Влаштування підготовки під вимощення	100 м ³	66	26	4	6	Бетонщик и
38	Е-9	Електромотажні роботи	100 м ³	3369,6	123,27	24	5	електрики
39	Е-9	Опалення і вентиляція	100 м ³	3369,6	164,37	20	8	сантехніки
40	Е-9	Водопровід і каналізація	100 м ³	3369,6	123,27	15	8	сантехніки
41	Е-9	Слаботочні роботи	100 м ³	3369,6	41,1	8	5	електрик
42		Інші роботи			748,5	149	5	різнороби

Зведені відомості щодо обсягів робіт, затрат праці, машин та механізмів наведено в таблиці 3.3.

3.4. Вибір методів виконання робіт

Будівельно-монтажні роботи виконуються відповідно до вимог чинних нормативних документів, з дотриманням Правил виконання будівельно-монтажних робіт (БМР), а також згідно з проектом організації будівництва (ПОБ) та проектом виконання робіт (ПВР).

До початку основного будівництва передбачено виконання підготовчого періоду, який включає:

- розчищення будівельного майданчика від сміття, чагарнику, пнів;
- демонтаж наявних тимчасових або зайвих будівель;
- планування території, а також влаштування:
 - тимчасових побутових і складських приміщень,
 - тимчасових мереж водопостачання, електропостачання, освітлення,
 - огороження території,
 - тимчасового телефонного зв'язку.

Техніка для виконання робіт наведена в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Виконання земляних робіт та залучена техніка

№ з/п	Найменування механізму / процесу	Призначення та спосіб виконання
1	Бульдозер Д-272	Зняття рослинного шару траншейно-смуговим способом
2	Трактор МТЗ-5 «Білорусь» з відвалом 2 м	Виконання допоміжних земляних робіт, ковш 0,15 м ³ , зворотна лопата
3	Екскаватор Е-652	Розробка ґрунту у котлованах і траншеях у дві зміни
4	Зачистка дна виїмок	75 % — механізовано, 25 % — вручну
5	Зворотна засипка ґрунту	Бульдозером із пошаровим ущільненням

		товщиною 0,3 м пневмотрамбівкою
--	--	---------------------------------

Таблиця 3.5 Календарний графік виконання земляних робіт

№ з/п	Найменування етапу робіт	Застосована техніка / засоби	Орієнтовна тривалість, днів	Примітки
1	Розчищення майданчика, зняття рослинного шару	Бульдозер Д-272	2	Траншейно-смуговий спосіб
2	Допоміжні земляні роботи (планування, переміщення)	Трактор МТЗ-5 «Білорусь»	1	З ковшем 0,15 м ³
3	Розробка котлованів і траншей	Екскаватор Е-652 (зворотна лопата)	3	Робота у 2 зміни
4	Зачистка дна виїмок	Бульдозер / ручне очищення	1	75% механізовано, 25% вручну
5	Зворотна засипка та ущільнення	Бульдозер + пневмотрамбівка	2	Пошарове ущільнення по 0,3 м

Таблиця 3.6 Таблиця використання технічних ресурсів

Технічний засіб	Кількість / тип залучення	Призначення
Бульдозер Д-272	1 шт.	Зняття рослинного шару, зачистка дна
Трактор МТЗ-5 з бульдозерним відвалом	1 шт.	Допоміжні роботи, переміщення ґрунту
Екскаватор Е-652	1 шт. (2 зміни)	Розробка котлованів і траншей
Пневмотрамбівка	1 шт.	Ущільнення зворотної засипки
Робітники (ручна праця)	2–3 особи	Зачистка дна (25%)

Перед початком будівельних робіт обов'язково виконується:

- встановлення геодезичного репера
- розбивка координатної сітки
- розмічування основних осей будівлі на місцевості.

Улаштування фундаментів

Для виконання робіт з улаштування монолітних фундаментів використовуються:

- монтажний кран МКГ-25
- бетоноукладчик ЛБУ-20
- вібратори
- комплект щитової опалубки типу «Моноліт».

Бетонна суміш доставляється централізовано з бетонного заводу на об'єкт автосамоскидами ЗІЛ-ММЗ-555, подача до зони укладання здійснюється бетоноукладчиком ЛБУ-20.

Опалубка та арматурні каркаси транспортуються бортовим автомобілем ЗІЛ-130, подача на монтажну позицію здійснюється краном.

Монтаж фундаментів виконується ланками опалубників, арматурників і бетонярів за потоково-роздільною технологією.

Монтаж металевих конструкцій

Встановлення металевих конструкцій надземної частини будівлі передбачено здійснювати із застосуванням монтажного крану МКГ-25.

Організація будівельно-монтажних робіт

Виконання основних будівельно-монтажних процесів передбачено у двозмінному режимі із застосуванням суміщеного потоково-захватного методу. Монтажні роботи виконує бригада з 12 монтажників. Установлення колон здійснюється безпосередньо з транспортних засобів, тоді як монтаж решти елементів каркаса проводиться після попереднього складування конструкцій у межах зони обслуговування вантажопідіймального крану.

Влаштування цегляних перегородок виконується спеціалізованою мулярською ланкою з шести працівників за ярусно-захватною схемою в одну зміну.

Покрівельні роботи організовано потоково-роздільним методом у одну зміну. До виконання залучено спеціалізовану бригаду покрівельників у складі 12 осіб.

Комплекс покрівельних робіт поділений на чотири технологічно послідовні етапи:

1. Підготовка основи та влаштування шару пароізоляції;
2. Укладання теплоізоляційного матеріалу;
3. Улаштування цементної стяжки;
4. Монтаж рулонного гідроізоляційного покриття.

Організація виконання оздоблювальних та підготовчих робіт

Для виконання робіт застосовуються такі основні машини та механізми: будівельна підймальна установка БПУ, підймач ТП-5, установка для нанесення мастики СО-122.

Штукатурні роботи організовані потоково-роздільним методом із використанням штукатурної станції типу «Салют-2». Штукатурний розчин готується централізовано на бетонно-розчинному вузлі та доставляється на будівельний майданчик автосамоскидом ЗІЛ-ММЗ-555.

Виконання бетонної підготовки під влаштування підлог здійснюється після монтажу конструкцій покриття та прокладання підземних інженерних мереж. Роботи виконує бригада з 6 працівників із застосуванням бетоноукладальної машини в одну зміну.

Малярні роботи організовано за потоково-роздільним методом з використанням малярної станції типу “МС-2”. Роботи виконує спеціалізована бригада в одну зміну. Водяні та олійні фарбування виконуються окремими потоками по захватках.

До початку виконання водяного фарбування мають бути завершені роботи з монтажу сантехнічних приладів, запірної арматури та електроустановочних виробів. Перед олійним фарбуванням обов’язково проводиться повторне скління вікон.

3.5 Підбір кранів

Для виконання монтажу конструкцій одноповерхової промислової будівлі раціональним є використання самохідних стрілових монтажних кранів, які забезпечують необхідну мобільність, вантажопідйомність і висоту підйому.

Вибір конкретної моделі крану здійснюється на основі порівняльного аналізу технічних характеристик альтернативних варіантів, з урахуванням маси, габаритів і висоти монтажу конструктивних елементів.

Перелік елементів, що підлягають монтажу, наведено у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 Відомість елементів, що монтуються

Назва конструкції	Кількість, шт	Вага 1-го елемента	Заг. Вага	Влаштування для стропування конструкцій			
				Назва, марки, ескіз	Вага елемента, т	Вага строп, т	$H_{стр.}$ м
Колони кр. ряду	48	3,95	208	Самобалансуюча траверса (Промстальконструкція № 3030 м)	3,95	0,5	3
Колони сер. ряду	30	5,3	152		5,3		
Колони фахверкові	76	2,8	212,8		2,8		

Визначення робочих параметрів кранів наведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 Визначення робочих параметрів монтажного крану

№ з/п	Монтажний елемент	Необхідна висота підйому, м (формула)	Розрахована висота, м	Необхідна вантажопідйомність, т (формула)	Розрахована маса, т
1	Колони	$H_k = h_o + h_{тб} + h_e + h_{ст} = 0 + 0,5 + 16,2 +$	19,4	$Q_k = Q_{ек} + g_{ст} = 3,95 + 0,5$	4,45

		3			
2	Крокв'яні ферми	$H_{\text{ф}} = h_{\text{ек}} + h_{\text{тб}} + h_{\text{еф}} + h_{\text{ст}} = 16,2 + 0,5 + 5,4 + 7,7$	29,8	$Q_{\text{к}} = Q_{\text{еф}} + g_{\text{ст}} = 5,29 + 2,2$	7,49
3	Плити покриття	$H_{\text{пл}} = h_{\text{ек}} + h_{\text{тб}} + h_{\text{епл}} + h_{\text{ст}} + h_{\text{сп}} = 16,2 + 0,5 + 0,45 + 2,1 + 5,4$	24,65	$Q_{\text{пл}} = Q_{\text{епл}} + g_{\text{ст}} = 7,0 + 1,06$	8,06

В таблиці 3.8 прийнято наступні позначення.

- h_0 — відмітка основи,
- $h_{\text{тб}}$ — висота траверси або технологічного обладнання,
- $h_{\text{е}} / h_{\text{ек}} / h_{\text{епл}} / h_{\text{еф}}$ — конструктивна висота елементів (колон, плит, ферм),
- $h_{\text{ст}} / h_{\text{сп}}$ — висота стропівки / монтажного запасу,
- $Q_{\text{ек}} / Q_{\text{еф}} / Q_{\text{епл}}$ — маса елементів (колон, ферм, плит),
- $g_{\text{ст}}$ — маса стропівочного обладнання.

Характеристики елементів, що монтуються, наведено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 Параметри елементів, що монтуються

Назва елементу	Потрібні параметри										Технічно придатні крани	Робочі параметри		
	Q _е Т	g _{ст} Т	Q _м ах Т	h ₀ М	h _{тб} М	h _е М	H _с тр М	H _м ах М	Довжина стріли	Виліт стріли		Q, Т	L, М	H, М

Колони крайнього ряду	3,95	0,463	4,45	0	0,05	16,2	3	19,4	20	min	МКГ-25 (L _{СТ} =20м)	17	7	20,2
Колони середнього ряду	5,3	0,463	5,76	0	0,05	16,2	3	19,4	20	min				
Фахверкові колони	2,8	0,463	3,26	0	0,05	16,2	3	19,4	20	min		КС-5362 (L _{СТ} =22,5м) СКГ-63 (L _{СТ} =30м) з гуськом 10м КС-7361 (L _{СТ} =31м) з гуськом 10м	14,2	6

Отже, для виконання монтажу каркаса будівлі, з урахуванням технічної доцільності та параметрів елементів, до використання обґрунтовано прийняті крани типу СКГ-63 та МКГ-25.

3.6 Технологічна карта на влаштування бетонних підлог

3.6.1 Область застосування

Дана технологічна карта розроблена для виконання робіт з улаштування бетонної підлоги в одноповерховій промисловій будівлі.

Запровадження передбачених у карті рішень у будівельний процес дозволяє підвищити ефективність виробництва:

- зменшити витрати цементу на 0,29 т на кожні 100 м² підлоги порівняно з попередніми технологіями;
- покращити організацію та культуру виробництва;
- полегшити умови праці бетонників;
- знизити трудомісткість робіт на 2 людино-години;
- забезпечити економію фінансових ресурсів.

3.6.2 Технологія влаштування бетонних підлог

Для улаштування бетонної підготовки під підлоги застосовується бетон з осіданням конуса до 2 см. Роботи виконуються смугами шириною 3–4 м через одну, із використанням маякових дощок. Бетонна суміш у проміжні смуги укладається після початкового твердіння суміші у суміжних ділянках. Перед бетонуванням проміжних смуг маякові дошки демонтуються, утворюючи робочі шви.

Подача бетонної суміші здійснюється безпосередньо з автобетоновозів або за допомогою бетононасосів. Суміш укладається з невеликим підвищенням — на 1–2 см вище проектної відмітки, після чого попередньо розрівнюється та ущільнюється до досягнення рівня маяків або раніше забетонованих смуг. Віброрейку утримують у робочому положенні до моменту її осідання обома кінцями на маяки.

Після досягнення бетоном міцності 1,2–1,5 МПа виконується затирка поверхні спеціальною затирочною машиною. Для підвищення зносостійкості виконується железнення поверхні.

У разі, якщо поверх бетонної підготовки влаштовуються бетонні, цементні або асфальтові промислові підлоги, поверхню залишають шорсткою після проходки віброрейкою, без додаткового згладжування.

Улаштування чистової бетонної підлоги здійснюється по маяках із ущільненням бетонної суміші за допомогою віброрейок. Після укладання бетонна суміш витримується протягом 20–30 хвилин, після чого виконується ретельне заглажування поверхні. Через 30–40 хвилин після заглажування поверхня бетону додатково обробляється металевим полутерком до часткового оголення зерен щебеню.

Застосування такої технології дозволяє досягти високої якості бетонної підлоги, яка характеризується підвищеною зносостійкістю, мінімальним стиранням та високими показниками міцності.

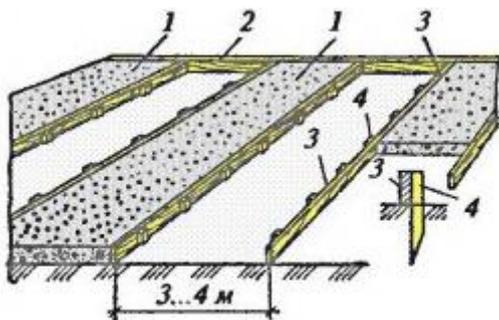


Рис. 3.1 Бетонування підлог: карта –1; поперечна дошка –2; направляюча дошка – 3; кріплення –4

З метою підвищення щільності бетонної підлоги та забезпечення її гігієнічності, поверхню підлоги піддають залізненню. Операція виконується із застосуванням сталевих полутерків, кельм або затирочних машин [20].

При влаштуванні масивних, густоармованих плит великої площі (фундаментні плити, днища резервуарів, відстійників тощо), основною технологічною вимогою є забезпечення безперервного укладання бетонної суміші на повну висоту плити (від 0,15 до 1,5 м).

Для ефективно організації процесу бетонування такі плити розбивають на окремі ділянки — карти. При товщині плит до 0,5 м укладання бетонної суміші здійснюється аналогічно бетонним

підготовкам. Для плит більшої товщини передбачено поділ на блоки без порушення цілісності арматурного каркасу, із встановленням тимчасових огорожень із металевої сітки [20].

Бетонування карт виконується послідовно — одна за одною. В розділові смуги бетонна суміш укладається з ущільненням у напрямку до раніше застиглих ділянок, після зняття опалубки на межах суміжних карт. Це забезпечує якісне з'єднання нових шарів з уже влаштованим бетоном. Укладання бетонної суміші в плитах здійснюється в один шар; при надто великій товщині можуть виникати труднощі з вібруванням суміші [20].

Вирівнювання бетону проводиться по встановлених маяках, з подальшим загладжуванням поверхні. У зонах примикання до стін, а також в місцях опираючої колон, поверхню залишають шорсткою або виконують насічки для покращення зчеплення з подальшими шарами.

Загалом технологічний процес улаштування бетонних підлог включає вісім основних етапів, які визначаються у відповідному розділі пояснювальної записки.

[21].

Етап 1. Підготовчі геодезичні роботи та організаційні погодження

Перед початком бетонування виконується нівелірна зйомка існуючої поверхні з метою визначення фактичної товщини шару бетонної підлоги та її відповідності проєктним позначкам. У разі відсутності передбачених ухилів у проєкті складається акт приймання реперу (нівелірної марки). Додатково узгоджується відповідальна особа, яка забезпечуватиме дотримання необхідного температурного режиму в приміщенні (від +5 °C до +25 °C), а також відсутність протягів під час виконання робіт.

Етап 2. Перевірка та ущільнення основи

У разі виконання бетонування по піщаній або гравійно-піщаній основі, необхідно отримати лабораторний висновок щодо коефіцієнта

ущільнення ґрунту. Якщо значення коефіцієнта ущільнення менше 0,98, проводиться додаткове ущільнення основи з використанням віброущільнювальної техніки.

Етап 3. Монтаж направляючих та формування конструктивних розділень

По напрямку основного руху транспорту або згідно з проектним рішенням (з урахуванням розташування колон, фундаментів, воріт тощо) встановлюються направляючі. На великих площах передбачаються температурні шви між технологічними картами. Монтаж направляючих виконується з контролем за допомогою нівеліра, при цьому мінімальна товщина бетонної плити повинна бути не меншою за 60–70 мм. Кріплення направляючих здійснюється зварюванням до металевих анкерів. Вертикальні конструкції (фундаменти, колони, стіни) ізолюються від бетонної поверхні шляхом встановлення демпфуючого шару з пінополістиролу, спіненого поліетилену або аналогічних матеріалів. При необхідності виконується гідроізоляція.

Етап 4. Армування бетонної плити

Армування здійснюється відповідно до проектної документації. Перехрещення арматурної сітки виконується з кроком 30–40 см, з перев'язуванням через одну комірку. Забезпечується захисний шар бетону товщиною не менше 1,5–2 см шляхом підняття арматури на відповідні фіксатори.

Етап 5. Прийом та укладання бетонної суміші

Для влаштування підлоги із зміцнюючими компонентами (топінгами) застосовується бетон класу С20/25, з фракцією заповнювача 5–20 мм, рухливістю ПЗ–П4. Бетонна суміш готується з використанням цементу марки М500, без повітровтягуювальних або сольових добавок, які

можуть викликати дефекти поверхні (наприклад, відшарування топінгу чи утворення білястого нальоту після затирання).

Після подачі бетону в технологічну карту виконується його ущільнення глибинним вібратором (при товщині шару понад 100 мм) та віброрейкою. Віброрейка пересувається рівномірно зі швидкістю 2–3 м/хв, щоб уникнути утворення нерівностей. Висота валу перед віброрейкою підтримується в межах 2–3 см. По завершенні протягування перевіряється відповідність відміток бетонної поверхні за допомогою нівеліра або контрольної рейки. Інтервали між подачею бетонних сумішей не повинні перевищувати 30–40 хв. При перевищенні цього часу необхідне формування технологічного стику з подальшою його механічною обробкою та нарізанням.

Етап 6. Визначення витрати та марки зміцнювача

Після аналізу передбачуваних механічних навантажень та умов експлуатації підлоги, узгоджується тип і витрата матеріалу зміцнення (топінгу) з замовником. Стандартна витрата матеріалів натурального (сірого) кольору становить 4–7 кг/м², кольорових — 5–7 кг/м². У разі підвищених експлуатаційних навантажень або застосування специфічних кольорів (наприклад, жовтого), витрата матеріалу може досягати 8–9 кг/м².

Етап 7. Нанесення зміцнюючого шару

Зміцнювач (топінг) наноситься на свіжовкладений провібруваний бетон одразу після зникнення «водяного дзеркала». Роботи здійснюються механізованим або ручним способом у два етапи: перший шар – основний, другий – фінішний. У першому проході розсипається приблизно вдвічі більше матеріалу, ніж у другому.

Під час нанесення обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту (респіратор, рукавички, захисні окуляри). Візуально та інструментально (двометровою рейкою в трьох напрямках)

контролюється рівномірність розподілу матеріалу. Затирання виконується з моменту насичення зміцнювача цементним молочком. Після нанесення другого шару виконується другий прохід затиральною машиною. Рекомендовано проводити затирання по діагоналях, а також перпендикулярно та паралельно напрямку укладання бетонної карти задля досягнення максимально рівної поверхні та уникнення радіальних і лінійних напливів.

У разі локальних провалів допускається ручне досипання зміцнювача з наступним розрівнюванням рейкою. Обробка стиків і примикань виконується вручну, при цьому за можливості використовується затиральна машина. Роботи завершуються при досягненні належної щільності поверхні, що забезпечує її герметизацію.

Важливо уникати додавання води для полегшення затирання, оскільки це негативно впливає на міцність та естетичні властивості зміцнюючого шару. Надмірне полірування також не рекомендується. Критерієм завершеності операції є поява характерного блиску на поверхні.

Етап 8. Догляд за поверхнею та нарізка швів

Одразу після полірувальних робіт на бетонну поверхню наноситься поліакрілатний лак-імпрегнат. Його застосування виконує функцію мембрани, що запобігає пересиханню бетону та підвищує стійкість підлоги до впливу води, слабкокцентрованих хімічних розчинів, нафтопродуктів, кислот і лугів. Норма витрати – 150 мл/м².

Під час обробки суміжних ділянок слід захистити вже оброблену поверхню від пошкоджень. У разі появи подряпин обробку імпрегнатом повторюють. Засіб наноситься рівномірно (валиком, раклемо або розпиленням), без утворення бульбашок.

Світлі плями, які з'являються протягом першої доби після нанесення, є наслідком нерівномірного висихання і потребують повторної обробки після очищення поверхні.

У разі застосування флюатів або водних силерів для досягнення початкової міцності бетонної поверхні її слід захищати м'яким рулонним матеріалом (наприклад, гофрокартоном) упродовж 3–4 днів. Флюатування дозволено після повного висихання підлоги (приблизно через 2–3 тижні). Застосування поліетиленової плівки не рекомендоване, оскільки призводить до утворення плям, особливо на кольорових підлогах.

У перші 24 години забороняється зволоження поверхні. Остаточна колористика підлоги формується після повного набору міцності — поверхня набуває більш однорідного кольору.

Заборонено допускати механічні впливи на свіже покриття та потрапляння абразивних матеріалів (пісок, щебінь, металева стружка тощо). Проектних характеристик міцності покриття досягає впродовж декількох тижнів.

Нарізка деформаційних швів

Шви нарізаються через 2–3 дні після укладання підлоги відповідно до технологічних карт. Уникається утворення Т-подібних перетинів і гострих ($<30^\circ$) кутів. Нарізка навколо колон і фундаментів проводиться по діагоналі, з орієнтацією на основні осі. Глибина швів має становити близько третини товщини бетонного шару.

Перед герметизацією шви очищаються від пилу, обробляються праймером або імпрегнатом. Для економії герметика в шов укладається ущільнюючий шнур на глибину 5–10 мм, після чого шов заповнюється поліуретановим герметиком. Для збереження естетичного вигляду застосовуються малярська стрічка та шпатель.

3.6.3 Підрахунок техніко – економічних показників

В таблиці 3.10 наведено техніко-економічні показники техкарти.

Таблиця 3.10 ТЕП техкарти

№	Показник	За нормою	Прийнято
1	Об'єм робіт	$V_H = 2257,6 \text{ м}^2$	$V_{\Pi} = 2257,6 \text{ м}^2$
2	Загальні працевитрати	$Q_H = 1130,19 \text{ л.-дн.}$	$Q_{\Pi} = 1080 \text{ л.-дн.}$
3	Питома працемісткість	$g_H = 1130,19 / 21798 =$ $0,052 \text{ л.-дн/м}^2$	$g_{\Pi} = 1080 / 21798 = 0,05$ л.-дн/м^2
4	Виробіток робітника за зміну	$B_H = 21798 / 1130,19$ $= 19,11 \text{ м}^2/\text{л.-дн}$	$B_{\Pi} = 21798 / 1080 = 20$ $\text{м}^2/\text{л.-дн}$
5	Продуктивність праці	$P_H = 100 \%$	$P_{\Pi} = (1130,19 / 1080) \times$ $100 \% = 104,6 \%$

3.6.4 Організація та технологія будівельного процесу

Для влаштування бетонних підлог у проєктованому об'єкті передбачається використання методу вакуумування. Даний метод є доцільним при виконанні робіт у приміщеннях площею не менше 100 м², де до експлуатаційних характеристик покриття ставляться підвищені вимоги щодо зносостійкості та пиловиділення. Метод ефективний при товщині бетонного шару від 100 до 300 мм.

Суть вакуумування полягає у видаленні з уже укладеної та ущільненої бетонної суміші надлишкової води замішування (до 10–20 %), що дозволяє значно покращити фізико-механічні характеристики бетону. Зокрема, відзначається підвищення міцності на 20–25 %, зниження пластичної усадки, а також покращення таких властивостей, як морозостійкість, водонепроникність, опір стиранню та протикорозійна стійкість.

Улаштування бетонних покриттів за даною технологією можливе за умови, що температура повітря на рівні підлоги становить не менше +5 °С. Цей температурний режим повинен зберігатися до моменту, коли бетон набере не менше 50 % проєктної міцності. Рухливість бетонної суміші при цьому повинна знаходитися у межах 8–10 см (конус Осмолського). Процес вакуумування слід розпочинати одразу після завершення вібрування, при створенні розрядження вакуум-насоса в межах 0,02–0,08 МПа.

Слід зазначити, що бетонні підлоги, влаштовані методом вакуумування, не призначені для експлуатації в умовах впливу кислот та їх розчинів. При оцінці довговічності таких покриттів передбачається визначення відповідності між параметрами експлуатаційного впливу та якісними характеристиками матеріалу. Для спрощення аналізу приймається низка допущень: сталість зовнішніх і внутрішніх навантажень, лінійність реакційної моделі та ідеальність реакції.

Технологічні підлоги повинні бути стійкими до фізичних і механічних навантажень, забезпечувати гладку, але не слизьку поверхню. Особливу увагу слід приділити ударостійкості покриття, оскільки саме ударні впливи є найбільш типовими у процесі експлуатації. Ознаками недостатньої стійкості можуть бути: вибоїни у верхньому шарі, відшарування покриття від стяжки або нижніх шарів, а також поява наскрізних тріщин на всю товщину конструкції.

3.6.5 Техніка безпеки

Перед укладанням бетонного покриття необхідно забезпечити відповідну підготовку основи та дотримання технологічних вимог. Зокрема, до основ і робочих швів встановлюються наступні вимоги:

- Природні та штучні основи повинні зберігати проєктні фізико-механічні характеристики (відповідно до [22]).
- Поверхні мають бути очищені від пилу, бруду та залишкової вологи.

- До початку бетонування необхідно виконати перевірку та приймання всіх конструкцій, що підлягають подальшому бетонуванню ([23]).

Бетонування підлог виконують смугами шириною 3–4 м, при цьому роботи ведуть через одну смугу. Після тверднення бетону в крайніх смугах, що укладені між маячними рейками, проводиться бетонування проміжних ділянок.

Рухливість бетонної суміші не повинна перевищувати 8 см за конусом осадки [24].

Технологічна послідовність виконання робіт:

1. Ущільнення бетонної суміші віброрейкою з попереднім вирівнюванням.
2. Укладання фільтруючих рушників.
3. Проведення вакуумування бетонної поверхні ([25]).
4. Зняття, очищення та промивання рушників і маячних рейок.
5. Гладке оздоблення поверхні за допомогою відповідних машин.

Вимоги до безпеки праці

Усі працівники, задіяні у влаштуванні бетонних підлог, повинні пройти відповідне навчання з технології виконання робіт та інструктаж з охорони праці. Особливу увагу слід приділити інформуванню про:

- небезпеки, пов'язані з використанням матеріалів (вапно, цемент, пилові речовини);
- необхідність захисту органів дихання, зору та шкіри від впливу агресивних компонентів (відповідно до [26]);
- правила безпечного користування електроінструментами та електровібраторами (зокрема, заборонено переміщення гнучких шлангів під час роботи, при пошкодженні — негайно припинити роботу та знеструмити обладнання);
- використання переносного освітлення лише з напругою не більше 36 В ([27]);

- наявність поблизу робочої зони аптечки з базовим набором медикаментів і перев'язувальних матеріалів ([28]).

Дотримання викладених вимог дозволяє забезпечити належну якість бетонного покриття та безпеку при виконанні робіт.

3.6.5 Вказівки щодо технічного приймання робіт

Контроль якості виконання бетонних підлог

Якість виконання робіт повинна відповідати чинним нормативам, зокрема [29, 30], а також вимогам, визначеним у робочій проєктній документації.

Контроль якості передбачає перевірку наступних параметрів:

- відповідність геометричних характеристик проєктним значенням (товщина шару, площинність, висотні відмітки, ухили);
- якість вихідних матеріалів, що використовуються для приготування бетонної суміші;
- ступінь ущільнення бетонної суміші;
- правильність примикання бетонного покриття до суміжних конструкцій будівлі.

Допускаються незначні відхилення від проєктної товщини бетонного покриття, однак лише в окремих місцях, і не більше ніж на 10% від заданої товщини (відповідно до [23]).

Рівність бетонної поверхні перевіряється у всіх напрямках за допомогою будівельного рівня та контрольної рейки довжиною 2 м. У разі наявності ухилів контроль виконується спеціальним шаблоном з рівнем. Відхилення від проєктного ухилу не повинно перевищувати 0,2% довжини приміщення. Для приміщень із довжиною понад 25 м максимальні допустимі відхилення становлять не більше 500 мм.

Контроль міцності бетону виконується шляхом випробування не менше трьох контрольних зразків на кожні 500 м² укладеного покриття [25].

Крім того, під час приймання бетонної підлоги перевіряється стан підстильного шару. Наявність тріщин, вибоїн, відкритих швів, а також інших дефектів на поверхні покриття не допускається.

3.7 Будівельний генеральний план

3.7.1 Розрахунок тимчасових санітарно – побутових приміщень

Розміщення побутових і адміністративних приміщень передбачено з урахуванням вимог техніки безпеки, пожежної безпеки, а також забезпечення зручності експлуатації персоналу.

Відстань між окремими побутовими приміщеннями становить 3 метри, що відповідає вимогам [31] та [32] (в частині зонування, мінімальних відстаней між будівлями).

Підходи до приміщень передбачені відкритими, що забезпечує вільне пересування та відповідає умовам безпечної евакуації згідно з [33]. До кожного побутового приміщення запроєктовано тротуар шириною 1 м, що відповідає вимогам до елементів благоустрою згідно з [2]. Розрахунок параметрів будівельного генерального плану наведено в *Додатку 1*.

3.8 Календарний графік будівництва

Об'єкт має стандартну конфігурацію, що дозволяє застосувати типову організацію будівельного процесу. Календарне планування виконано згідно з чинними нормативними документами: [34,35], а також [16].

Календарний план умовно розділений на дві частини:

- ліва частина (графи 1–13) — аналітична, де відображені вихідні дані для побудови графіку виконання робіт;

- права частина (графа 14) — графічна, яка ілюструє послідовність та тривалість виконання робіт у часі.

Послідовність заповнення календарного плану:

1. Ліва частина плану заповнюється на основі:
 - відомості обсягів робіт;
 - показників трудо- та машиномісткості;
 - тривалості процесів;
 - методів виконання робіт.
2. Графічне відображення процесів (графа 14):
 - кожен вид робіт зображено у вигляді вектора по осі часу;
 - над вектором вказано кількість робітників;
 - для механізованих процесів тривалість визначається кількістю машино-змін;
 - для ручних або комбінованих процесів – за кількістю працівників у бригаді та тривалістю виконання.
3. Організаційні принципи:
 - під час побудови плану дотримується стабільна чисельність працівників на об'єкті;
 - графік побудовано так, щоби по завершенні одного процесу бригада могла переходити до наступного без простоїв;
 - допустимі коливання трудомісткості не повинні перевищувати 2%, з метою уникнення різких перепадів навантаження на робочу силу.
4. Розрахунки трудових і машинних ресурсів:
 - графи 1–5: обсяги робіт, тривалість та види процесів;
 - графа 6 (трудомісткість): обчислюється за формулою:

$$\text{Трудомісткість} = \text{кількість робітників (гр. 12)} \times \text{тривалість робіт (гр. 10)} \times \text{кількість змін (гр. 11)};$$
 - графи 7–9: розподіл і тривалість використання будівельних машин;

- графа 9 (машино-зміни): визначається множенням тривалості (гр. 10) на кількість змін (гр. 11);
 - графа 13: зазначається склад бригади.
5. Узагальнення ресурсів:
- по графах 5, 6, 8, 9 виконується підсумовування окремо для загальнобудівельних та спеціалізованих робіт;
 - це дає змогу визначити ключові техніко-економічні показники календарного плану.
6. Графік руху робітників:
- під основним графіком візуалізовано щоденну чисельність робітників;
 - кількість визначається підсумуванням по вертикалі за кожен день, значення сполучаються лінією, утворюючи графік.

Таблиця комплектації бригад, відомість підрахунку обсягів робіт, затрат праці, машин та матеріалів наведено в *Додатку 2*.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНИЙ

4.1 Кошторисна документація

Комплект кошторисної документації наведено в Додатку 3.

4.2 ТЕП будівлі

В таблиці 4.1 наведено техніко-економічні показники будівлі.

Таблиця 4.1 Техніко-економічні показники будівлі

№ з/п	Назва показника	Один. виміру	Кількість
1.	Площа ділянки із зоною благоустрою	м ²	205000
2.	Площа забудови	м ²	7254
3.	Коефіцієнт площі забудови	%	0,52
4.	Будівельний об'єм будівлі	м ³	50 778
5.	Загальна площа приміщень	м ²	6813
6.	Тривалість будівництва: за нормами/проектна	міс.	13/11,5
7.	Загальна працевіткість	тис. люд- год/люд- дн.	371,3630/ 46420,38
8.	Питома працевіткість	люд- дн./м ³	0,914
		люд- дн./м ²	6,81
9.	Загальна вартість будівництва (ЗКР)	тис.грн	399 248,246
10.	- в тому числі БМР (ОКР)	тис.грн	183 796,561
	- в тому числі кошторисна заробітна плата (ОКР)	тис.грн	21 366,596

ЛІТЕРАТУРА

- 1 ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Залізобетонні конструкції. Основні положення проєктування. – К. : Мінрегіон України, 2009. – 92 с.
- 2 ДБН Б.2.2-5:2011. Благоустрій територій. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 24 с.
- 3 ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. – К. : Мінрегіон України, 2019. – 87 с.
- 4 ДБН В.2.2-10:2011. Будівлі і споруди. Підприємства з переробки, зберігання та реалізації сільськогосподарської продукції. – К. : Мінрегіон України, 2011. – 50 с.
- 5 ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 49 с.
- 6 ДСанПіН 2.2.4-171-10. Державні санітарні правила і норми мікроклімату виробничих приміщень. – К. : МОЗ України, 2010. – 18 с.
- 7 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Настанова з розрахунку надійності будівельних конструкцій. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 28 с.
- 8 ДБН В.2.2-9:2018 «Будівлі і споруди. Громадські будівлі та споруди. Основні положення»
- 9 ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення»
- 10 ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»
- 11 ДСТУ Б В.2.2-29:2011. Будинки і споруди. Будинки і споруди сільськогосподарського призначення. Основні положення. – К. : Мінрегіон України, 2011. – 31 с.
- 12 ДБН В.1.1-7:2016 "Організація будівництва"
- 13 ДБН В.2.3-4:2015 "Термін служби будівель і споруд. Класифікація та основні положення"
- 14 ДСТУ Б В.2.6-11:2011 «Блоки дверні металеві протиударні вхідні в квартири. Загальні технічні умови»
- 15 БН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К. : Мінрегіон України, 2021. – 55 с.
- 16 ДСТУ 7941:2015 «Якість ґрунту. Рекультивация земель. Загальні вимоги»

- 17 ДСТ 10704-86. Трубы сталеві електрозварні. Технічні умови
- 18 ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження та впливи. – К. : Мінрегіон України, 2006. – 63 с.
- 19 ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів. – К. : Мінрегіон України, 2013. – 20 с.
- 20 Влаштування бетонних підлог / Буд-Інфо : Bud-info. – 09.03.2018. – Режим доступу: <http://bud-info.net.ua/budivnytstvo/betonni-roboty/vlashtuvannya-betonnyh-pidloh/> (останній перегляд: 07.06.2025).
- 21 Підлоги: технологія / ГарТекс. – без дати. – Режим доступу: <http://garteks.com/ua/pidlogy-tehnologiya.html> (останній перегляд: 07.06.2025).
- 22 ДБН В.2.6-162:2010. Захист будівель і споруд від шуму. – К. : Мінрегіон України, 2010. – 38 с.
- 23 ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016. Настанова з проектування фасадних систем з облицюванням керамічною плиткою. – К. : Мінрегіон України, 2016. – 41 с.
- 24 ДСТУ Б В.2.7-171:2008. Бетони. Методи визначення морозостійкості. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – 20 с.
- 25 ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Суміші сухі будівельні. Загальні технічні умови. – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – 36 с.
- 26 ДНАОП 5.1.10-1.01-97. Правила охорони праці під час експлуатації електроустановок споживачів. – К. : Мінпраці України, 1997. – 88 с.
- 27 ПУЕ – Правила улаштування електроустановок. – К. : Мінпаливенерго України, чинна редакція.
- 28 МОЗ України. Наказ №400 від 30.07.2013 «Про затвердження Державних санітарних норм і правил утримання територій населених місць». – К. : МОЗ України, 2013.
- 29 ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013. Настанова з визначення показників тривалості будівництва об'єктів. – К. : Мінрегіон України, 2013. – 16 с.
- 30 ДСТУ Б В.2.6-214:2010. Перегородки з гіпсокартонних плит. Технічні умови. – К. : Мінрегіон України, 2010. – 24 с.
- 31 ДБН В.2.2-28:2012. Протипожежні вимоги. – К. : Мінрегіон України, 2012. – 68 с.
- 32 ДБН В.2.2-10:2018. Заклади охорони здоров'я. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 60 с.

- 33 ДСТУ-Н Б А.3.1-22:2013. Настанова з розроблення проєктів виконання робіт. – К. : Мінрегіон України, 2013. – 30 с.
- 34 ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. Правила визначення вартості будівництва. – К. : Мінрегіон України, 2013. – 56 с.
- 35 ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – К. : Мінрегіон України, 2016. – 48 с.
- 36 ДБН В.2.2-10:2011. Сільськогосподарські підприємства. – К. : Мінрегіон України, 2011. – 50 с.
- 37 ДБН В.2.6-163:2022. Сталеві конструкції. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 70 с.
- 38 ДСТУ Н Б В.2.6-146:2010. Настанова з проєктування, улаштування та експлуатації вікон і дверей. – К. : Мінрегіон України, 2010. – 44 с. "

ДОДАТКИ