МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему: **ПРОЄКТ АДМІНІСТРАТИВНОГО КОРПУСУ ПРАТ «ЗАПОРІЗЬКИЙ ЗАВОД НАДПОТУЖНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ»**

Виконав: студент 4 курсу, групи 6.1922-мбг
спеціальності 192 **БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ**
освітньо-професійної програми **МІСЬКЕ БУДІВНИЦТВО ТА ГОСПОДАРСТВО**
Д. В. СИСЮК

Керівник: доцент кафедри міського будівництва і архітектури, к.т.н. Фостащенко О.М.

Рецензент: професор кафедри промислового та цивільного будівництва, д.т.н. В. А. Банах

Запоріжжя
2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

Кафедра міського будівництва і архітектури
Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма Міське будівництво та господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

«01» 03 2026 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Сисюку Денису Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. **Тема роботи** Проєкт адміністративного корпусу ПрАТ «Запорізький завод надпотужних трансформаторів»

керівник роботи Фостащенко Олена Миколаївна, *доцент кафедри міського будівництва і архітектури, кандидат технічних наук*
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «23» грудня *2025* року № 1932-с

2. Строк подання студентом роботи 20.05.2026 р.

3. Вихідні дані до роботи. Вступ. Природно-кліматичні умови ділянки будівництва м.Запоріжжя. Об'ємно-планувальні рішення. Архітектурно-конструктивні-рішення. Інженерне обладнання. Прийоми благоустрою та озеленення. Функціональне зонування території. Аналіз літературних джерел та нормативної документації.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Архітектурно-будівельна частина.
2. Розрахунково-конструктивна частина.
3. Інженерна підготовка території.

Список використаних джерел.

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

1. План на відм. 0,000, план на відм. 3,300, експлікація приміщень.
2. Фасад 3-А, фасад 5-1, 1-1, план покрівлі, вузел 1, специфікація отворів.
3. План на відм.+ 6,000, план покрівлі, експлікація приміщень.
4. К1, Кр-1, 1-1, Кр-2 армування, 2-2, 3-3, П1 армування, Кр-1, С-1, 4-4, вид С-2, Пл, специфікація елементів.
5. Схема вертикального планування. Розріз1-1 Умовні позначення.
6. План благоустрою та озеленення. Експлікаія будівель та споруд. Специфікація зелених насаджень.Умовні позначення.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Фостащенко О.М., доцент		
2	Фостащенко О.М., доцент		
3	Фостащенко О.М., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Приміт
1.	Архітектурні рішення	5 травня	
2.	Конструктивні рішення.	10 травня	
3.	Інженерна підготовка території	20 травня	
4.	Оформлення і нормоконтроль кваліфікаційної роботи	1 липня	
5.	Рецензування	5 липня	
5.	Попередній захист	10 липня	
6.	Захист кваліфікаційної роботи	18 липня	

Студент _____ Д. В. Сисюк
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____ О.М. Фостащенко
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ І.В. Гребенюк
(підпис) (ініціали та прізвище)

ЗМІСТ

ВСТУП …… 5
1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА ……. 6
1.1 Об’ємно-планувальні рішення…… 6
1.2 Генеральний план …… 8
1.3 Природно-кліматичні умови району будівництва ……..... 9
1.4 Конструктивні рішення будівлі ……. 11
1.5 Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій…….. 14
1.5.1 Теплотехнічний розрахунок стіни ……. 14
1.5.2 Теплотехнічний розрахунок покриття …….. 17
1.6 Заходи для забезпечення доступності будівлі для МГН ……. 19
1.7 Протипожежні заходи та безпека життєдіяльності …….. 21
1.8 Інженерні системи та мережі будівлі …… 24
1.8.1 Водопостачання та системи протипожежного захисту …… 25
1.8.2 Система каналізації та водовідведення …….. 26
1.8.3 Опалення, вентиляція та кондиціювання повітря …… 26
1.8.4 Електропостачання, електрообладнання та штучне освітлення…….. 27
1.8.5 Комплексні системи зв'язку, сигналізації та автоматизації…….. 28
1.9 Висновки за розділом 1…… 28
2 РОЗРАХУНКОВО - КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ …….. 29
2.1 Розрахунок колони …….. 29
2.2 Розрахунок багатопустотної плити за граничними станами першої групи ……... 33
2.2.1 Встановлення розмірів перетину плити ……. 36
2.2.2 Розрахунок міцності плити по перетину нормальному до подовжньої осі…… 38

2.2.3 Розрахунок міцності плити по похилому перетину……... 39
2.2.4 Розрахунок за граничними станами 2-ої групи ……. 40
2.2.5 Втрати попередньої напруги арматури …… 41
2.2.6 Розрахунок за утворенням тріщин, нормальних до подовжньої осі… 43
2.3 Розрахунок прогину плити ……. 44
2.4 Висновки за розділом 2 …… 45
3 БЛАГОУСТРІЙ ТА ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА ТЕРИТОРІЇ……. 46
3.1 Функціональне зонування та планувальна структура …… 46
3.2 Формування озеленюваних територій і підбір асортименту зелених насаджень …….. 52
3.3 Малі архітектурні форми та штучне освітлення території ……. 55
3.4 Інженерний благоустрій території ……. 57
3.4.1 Побудова проєктних горизонталей по районній вулиці ……... 59
3.4.2 Побудова проєктних горизонталей по території ……... 62
3.5 Висотна прив'язка будівлі ……... 66
3.6 Інженерні комунікації та мережі майданчика……... 67
3.6.1 Принципи трасування та прокладання підземних мереж ……. 67
3.6.2 Система водопостачання підприємства ……. 68
3.6.3 Система водовідведення (каналізація)…… 69
3.7 Висновки за розділом 3 ……. 70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….. 71

ВСТУП

Сучасний етап розвитку промислового комплексу України вимагає докорінної модернізації не лише безпосередньо виробничих потужностей, а й об’єктів адміністративно-управлінського та побутового призначення. Ефективне управління високотехнологічним виробництвом напряму залежить від створення комфортного, безпечного, ергономічного та енергоефективного середовища для інженерно-технічного й управлінського персоналу.

ПрАТ «Запорізький завод надпотужних трансформаторів» є стратегічно важливим підприємством енергетичного машинобудування. Проєктування нового адміністративного корпусу для такого об'єкта є актуальним науково-практичним завданням, оскільки чинні будівлі радянського періоду часто не відповідають сучасним теплотехнічним стандартам, нормам екологічності, архітектурно-планувальним вимогам та концепції сталого розвитку.

Розробка сучасного проєкту адміністративного корпусу з інтегрованими системами енергозбереження та раціональним інженерним благоустроєм території дозволить оптимізувати управлінські процеси, знизити експлуатаційні витрати та покращити екологічний стан прилеглої промислової зони м. Запоріжжя.

Метою моєї кваліфікаційної роботи є розробка комплексного архітектурно-будівельного, конструктивного проєкту адміністративного корпусу ПрАТ «Запорізький завод надпотужних трансформаторів» із високим рівнем енергоефективності, сучасним інженерним благоустроєм та раціональним генеральним планом.

1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Об’ємно-планувальні рішення

Проєктом передбачено будівництво адміністративного корпусу ПрАТ «Запорізький завод надпотужних трансформаторів» у місті Запоріжжі.

Згідно з чинними нормативними документами [1, 2], проєктована будівля віднесена до класу наслідків (відповідальності) СС2, що відповідає рівню потенційної небезпеки та значущості об’єкта під час його експлуатації.

Ступінь вогнестійкості будівлі прийнято І відповідно до вимог [3]. Таке рішення забезпечує високий рівень пожежної безпеки, довговічність основних конструкцій та надійну експлуатацію будівлі протягом нормативного терміну служби.

Будівля запроєктована з урахуванням сучасних вимог до організації адміністративних приміщень [4, 5], забезпечення комфортних умов праці персоналу [10–16], дотримання санітарно-гігієнічних [10–16], протипожежних та енергоефективних норм.

У плані будівля має прямокутну конфігурацію з розмірами в осях 1–5 – 18,0 м та в осях А–З – 42,0 м. Будівля триповерхова, висота кожного поверху становить 3,3 м. Конструктивні та планувальні рішення прийняті з урахуванням функціонального призначення споруди та забезпечення раціонального використання внутрішнього простору згідно [5].

Будівля є опалюваною та розрахована на цілорічну експлуатацію.

Під час розроблення об’ємно-планувальних рішень були враховані такі основні вимоги:

– раціональне розташування будівлі на відведеній земельній ділянці;

– забезпечення безперервності та ефективності виробничо-адміністративних процесів;

– максимальне використання природного освітлення приміщень;

– створення комфортних і безпечних умов праці для персоналу;

– забезпечення нормативних шляхів евакуації та пожежної безпеки;

– дотримання вимог доступності та санітарно-гігієнічних норм.

Для побутового обслуговування працівників у складі будівлі передбачено блок санітарно-побутових приміщень, до якого входять: постірочна, прасувальна, чоловічі та жіночі гардеробні для зберігання вуличного, домашнього та спеціального одягу, приміщення для сушіння одягу та взуття, комори для чистого та брудного одягу, чоловічі та жіночі санітарні вузли, душові, кімнати особистої гігієни, а також комора для зберігання прибирального інвентарю.

Вертикальний зв’язок між поверхами забезпечується двома внутрішніми сходовими клітками. Для виконання вимог пожежної безпеки додатково передбачені зовнішні металеві пожежні сходи, що забезпечують можливість евакуації людей у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Для зручного та безпечного сполучення адміністративного корпусу з виробничою будівлею проєктом передбачено криту пішохідну галерею, яка забезпечує комфортне пересування працівників незалежно від погодних умов.

За відносну відмітку ±0,000 прийнято рівень чистої підлоги першого поверху будівлі, що відповідає абсолютній відмітці 65.75 м.

Прийняті об’ємно-планувальні рішення забезпечують ефективне функціонування адміністративного корпусу, комфортні умови перебування працівників, а також відповідають чинним будівельним нормам і вимогам щодо безпеки експлуатації будівель.

Проєктом передбачено комплексний благоустрій прилеглої території, який включає влаштування транспортних проїздів, пішохідних доріжок і тротуарів, майданчиків для відпочинку дорослих та дітей, озеленених зон, а також автостоянок для тимчасового зберігання транспортних засобів.

Територія запроєктована з урахуванням сучасних вимог щодо комфорту, функціональності та естетичної привабливості навколишнього середовища.

Особливу увагу приділено створенню безбар'єрного простору для маломобільних груп населення. Відповідно до вимог [4] передбачено зручні шляхи руху, понижені бордюри, пандуси з нормативними ухилами та інші заходи, що забезпечують безпечний і безперешкодний доступ до будівлі та об'єктів благоустрою для всіх категорій користувачів.

1.2 Генеральний план

Генеральний план адміністративного корпусу розроблено відповідно до вимог чинних містобудівних норм [10], санітарно-гігієнічних та екологічних вимог [11-15], а також нормативів пожежної безпеки [17]. Під час розроблення планувального рішення враховано функціональне зонування території, умови безпечної експлуатації об'єкта, організацію транспортного та пішохідного руху, а також створення комфортного середовища для працівників і відвідувачів. Планувальна організація земельної ділянки забезпечує раціональне розміщення адміністративної будівлі, під'їзних шляхів, пішохідних зв'язків та елементів благоустрою. Проєктовані проїзди і тротуари формують зручний транспортний та пішохідний зв'язок між адміністративним корпусом, виробничими об'єктами та прилеглою територією. Ширина проїздів і пішохідних доріжок прийнята відповідно до нормативних вимог та забезпечує безпечний рух транспорту і пішоходів. Для тимчасового зберігання автомобілів працівників і відвідувачів передбачено паркувальні майданчики, розташовані у межах території об'єкта. Їх розміщення виконано з дотриманням необхідних санітарних, екологічних і протипожежних розривів, що забезпечує безпечну експлуатацію території та зручність користування. Благоустрій території включає комплекс заходів,

спрямованих на формування комфортного та естетично привабливого середовища. Проєктом передбачено влаштування газонів, декоративного озеленення, висадження дерев і кущів, а також встановлення малих архітектурних форм – лав, урн, світильників та інших елементів благоустрою. На території організовано зони короткочасного відпочинку працівників і відвідувачів. Проїзди для пожежної техніки забезпечують безперешкодний доступ до будівлі з необхідних сторін. Планувальні рішення території відповідають вимогам пожежної безпеки та забезпечують можливість оперативного проведення рятувальних заходів і евакуації людей згідно з вимогами [17].

Основні техніко-економічні показники будівлі:

– площа забудови – 740 м²;

– загальна площа – 756 м²;

– будівельний об’єм – 8165 м³;

– поверховість – 3 поверхи;

– висота поверху – 3,3 м.

1.3 Природно-кліматичні умови району будівництва

Проєкт адміністративного корпусу ПрАТ «Запорізький завод надпотужних трансформаторів» розроблено для умов міста Запоріжжя. Відповідно до будівельно-кліматичного зонування території України згідно з [1], майданчик будівництва розташований у II Південно-східному кліматичному районі, який характеризується помірно-континентальним кліматом із жарким, посушливим літом та малосніжною, порівняно м'якою зимою з частими відлигами.

Для забезпечення надійності, довговічності несучих конструкцій та необхідного рівня енергоефективності будівлі, згідно з вимогами чинних

нормативних документів [12 – 14, 17] прийнято такі вихідні розрахункові кліматичні параметри:

– середня температура найхолоднішого місяця (січень) -3.8 °С;

– середня температура найтеплішого місяця (липень): +22.8 °С;

– розрахункова зимова температура зовнішнього повітря забезпечення 0,92: -19 °С;

– середня тривалість опалювального періоду –164.

Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря для проєктування огороджувальних конструкцій та систем опалення становить -23 °С. Згідно з актуальним районуванням, місто Запоріжжя віднесено до II температурної зони України, згідно [14], що встановлює підвищені вимоги до мінімально допустимого значення опору теплопередачі зовнішніх стін, покриття та скління.

Характеристичне значення швидкісного напору вітру для Запорізького регіону становить 0,46 кПа [12]. Даний параметр враховується при розрахунку просторової жорсткості каркаса адміністративного корпусу та стійкості фасадних систем.

Характеристичне значення ваги снігового покриву на 1 м² горизонтальної поверхні землі становить 1,11 кПа [12]. Це значення є базовим для розрахунку несучої здатності покриття, кроквяних систем та плит перекриття верхнього поверху будівлі.

Нормативна глибина промерзання ґрунту в районі будівництва становить 0,8 м. Цей показник визначає мінімальну глибину закладання підошви фундаментів з метою запобігання деформаціям від морозного здимання [14].

Відповідно до карт сейсмічного районування України [18], нормативна сейсмічність майданчика проєктування становить 5 балів за шкалою MSK-64. Будівництво в цій зоні не вимагає впровадження спеціальних антисейсмічних заходів, проте передбачає дотримання загальних конструктивних вимог щодо просторової жорсткості та зв'язності елементів будівлі.

1.4 Конструктивні рішення будівлі

Конструктивна схема адміністративного корпусу запроєктована за каркасно-зв’язковою системою із застосуванням збірних залізобетонних елементів уніфікованої міжвидового застосування серії 1.020.1. Ця система є оптимальною для громадських та адміністративних будівель, оскільки забезпечує гнучкість внутрішнього планування при високій індустріалізації будівництва.

Просторова стійкість, геометрична незмінність та надійність будівлі як єдиної просторової системи у поперечному та поздовжньому напрямках забезпечується спільною роботою таких елементів:

Вертикальні навантаження: власна вага конструкцій, корисне навантаження на перекриття, снігове навантаження – сприймаються дисками перекриттів, передаються на збірні залізобетонні ригелі та колони, і далі на фундаментну основу.

Горизонтальні навантаження – вітровий тиск та температурні деформації сприймаються та перерозподіляються жорсткими горизонтальними дисками перекриттів на вертикальні зв'язкові конструкції – залізобетонні діафрагми жорсткості.

Вузли з'єднання ригелів із колонами прийняті шарнірними, що спрощує монтаж та мінімізує виникнення ексцентричних моментів у каркасі.

Фундаменти: під колони каркаса запроєктовано збірні залізобетонні стовпчасті фундаменти стаканного типу (серія 1.020.1).

Під зовнішні самонесучі та навісні стіни передбачено стрічкові фундаменти, виконнані зі збірних бетонних блоків стенів підвалів (ФБС) за ДСТУ, які укладаються на фундаментні подушки (ФЛ).

Колони та ригелі: збірні залізобетонні елементи за номенклатурою серії 1.020.1-2. Переріз колон та конфігурація ригелів із поличками для обпирання

плит перекриття підбираються відповідно до діючих зусиль за результатами статичного розрахунку.

Перекриття та покриття запроєктовані зі збірних залізобетонних круглопустотних плит товщиною 220 мм. Шви між плитами ретельно замонолічуються цементно-піщаним розчином, що перетворює перекриття на жорсткий горизонтальний диск.

Зовнішні стіни – навісні та самонесучі стінові панелі з легких бетонів (керамзитобетону), які кріпляться до залізобетонного каркаса за допомогою сталевих монтажних деталей. Панелі мають заводський фактурний шар, що виконує захисно-декоративну функцію.

Для міжкімнатного зонування приміщень використано гіпсобетонні панелі товщиною 80 мм, які мають низьку питому вагу, хороші звукоізоляційні властивості та не створюють значного додаткового навантаження на перекриття.

Покрівля запроєктована плоскою із внутрішнім організованим водовідведенням. Склад покрівлі:

– верхній захисно-гідроізоляційний шар – рулонний наплавлюваний матеріал «Технопласт» ЕКМ SOLO (товщиною 6 мм), стійкий до ультрафіолету та температурних коливань;

– вирівнювальна стяжка – цементно-піщаний розчин марки М50 товщиною 15–20 мм;

– теплоізоляційний шар – полістиролбетон щільністю j=200 кг/м³ товщиною 220 мм. Цей матеріал одночасно забезпечує нормативний опір теплопередачі покриття та задає необхідний ухил до водоприймальних воронок.

Віконні блоки та вітражі – металопластикові (ПВХ-профіль) із двокамерними енергоефективними склопакетами, заповненими аргоном.

Зовнішні вхідні двері – посилені металопластикові з доводчиками та замками безпеки.

Внутрішні двері – металопластикові або глухі дерев'яні (МДФ), залежно від призначення приміщень.

Залежно від функціонального призначення приміщень передбачено такі типи покриття підлоги:

Керамічна плитка (грес) – у санвузлах, коридорах, вестибюлях та технічних приміщеннях (зносостійка, вологостійка).

Комерційний лінолеум – у робочих кабінетах адміністративного персоналу (забезпечує акустичний комфорт та легкість прибирання).

Мозаїчні (терраццо) підлоги – у зонах із підвищеною інтенсивністю руху або у вхідних тамбурах.

Запроєктовано внутрішню систему організованого відведення дощових та талих вод. Приймання води здійснюється через воронки з підігрівом (для запобігання обмерзанню взимку), розташовані в роздолах покрівлі. Вода трубопроводами всередині будівлі відводиться у зовнішню мережу дощової каналізації підприємства. Для забезпечення вертикальних зв'язків та евакуації людей у будівлі передбачено внутрішні залізобетонні сходові клітки.

Для проведення регламентних ремонтних та експлуатаційних робіт, а також для гасіння пожеж, на фасаді будівлі встановлено металеві вертикальні протипожежні сходи. Конструкція сходів виконана відповідно до нормативних вимог: ширина маршу становить 700 мм, а крок між сходинками (рівнями) дорівнює 300 мм.

Зовнішнє (фасадне) оздоблення виконується на базі стінових панелей заводського виготовлення з декоративним фактурним шаром. Шви між панелями герметизуються еластичними мастиками та закриваються нащільниками. Цокольна частина будівлі облицьовується міцними матеріалами – натуральний камінь або плитка великого формату.

Внутрішнє оздоблення виконується відповідно до гігієнічних та естетичних вимог:

– у кабінетах та залах засідань – поліпшене клейове та акрилове фарбування стін по підготовленій (пошпакльованій) поверхні, підвісні стелі типу «Армстронг».

У санвузлах, душових та побутових приміщеннях – облицювання стін глазурованою керамічною плиткою на всю висоту або на висоту 1,8 м для забезпечення вологостійкості та можливості дезінфекції.

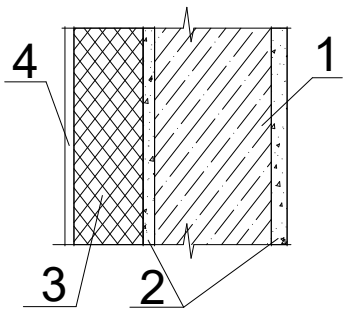
У технічних приміщеннях та сходових клітках – стійке масляне фарбування або зносостійка водоемульсійна покраска.

1.5 Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій

1.5.1 Теплотехнічний розрахунок стіни

Метою теплотехнічного розрахунку є визначення необхідної товщини утеплювача для конструкції зовнішньої стіни.

Теплотехнічний розрахунок стінового обгороджування з детальною характеристикою кожного з шарів наведений на рис. 1.1



1.Керамзитобетон
γ = 1100 кг/м^3;δ=250мм
2.Цементно-піщаний розчин
δ=35мм.
3.Утеплювач - пінополістирол.
4.Цементно-піщаний розчин
δ=20мм.

Рисунок 1.1 – Характеристика кожного з шарів

Визначаю умови експлуатації : $t_в$=18°С.

Вологість внутрішнього повітря – 60%.

Режим приміщення – нормальний.

Зона вологості – суха.

Оскільки майданчик будівництва розташований у місті Запоріжжя, об'єкт відноситься до II температурної зони України. Для будівель адміністративного призначення до яких за своїм функціональним типом належить запроєктований адміністративний корпус встановлено суворіші теплотехнічні вимоги порівняно з суто виробничими приміщеннями, що зумовлено потребою підтримання постійного оптимального мікроклімату для тривалого перебування управлінського та інженерно-технічного персоналу.

Згідно з [14] мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі для непрозорих частин зовнішніх стін в II-й температурній зоні експлуатації України становить $Rqmin$=3,5 м²·К/Вт.

Виконання цієї нормативної вимоги дозволяє мінімізувати теплові втрати через оболонку будівлі під час опалювального періоду в м. Запоріжжя, знизити навантаження на систему централізованого теплопостачання підприємства та забезпечити високий клас енергоефективності адміністративного корпусу не нижче класу «С» або «В» відповідно до сучасних вимог сертифікації.

Опір теплопередачі термічно однорідної частини огороджувальної конструкції R_Σ визначається за формулою (1.1):

$$R_\Sigma = \frac{1}{\alpha_в} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_з}, \qquad (1.1)$$

де $\alpha_в$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, приймаю згідно [14] $\alpha_в = 8{,}7$ Вт/(м² · К);

$\alpha_з$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні, приймаю згідно [14] $\alpha_з = 23$ Вт/(м² · К);

δ_i – товщина і-го шару конструкції, м;

λ_i – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності і-го шару конструкції, Вт/(м·К).

$R_к$ – сума опорів теплопередачі шарів конструкції стінового обгороджування.

Знаходжу відношення:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}$$

Тоді:

$$R_1 = \frac{0{,}250}{0{,}385} = 0{,}649$$

$$R_2 = \frac{0{,}035}{0{,}76} = 0{,}046$$

$$R_3 = \frac{X}{0{,}038}$$

$$R_\Sigma = \frac{1}{8{,}7} + R_K + \frac{1}{23} = 0{,}114 + R_K + 0{,}043$$

$$R_\Sigma = 0{,}649 + 0{,}046 + 0{,}046 + \frac{X}{0{,}038} = 0{,}741 + \frac{X}{0{,}038} = R_K$$

$$X = 0{,}12 м$$

При товщині утеплювача, 120 мм опір теплопередачі термічно однорідної частини стіни твизначаю за формулою (1.1):

$$R_\Sigma = \frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}25}{0{,}385} + \frac{0{,}035}{0{,}76} + \frac{0{,}12}{0{,}038} + \frac{1}{23} = 4{,}007 м^2 \cdot К / Вт$$

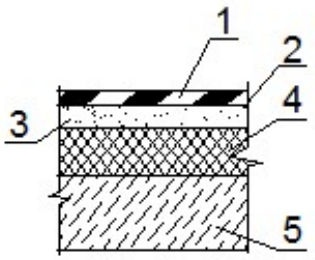
$R_\Sigma = 4{,}007 м^2 \cdot К / Вт \triangleright R_{q\min} = 3{,}5 м^2 \cdot К / Вт$ – умова виконується.

Отримане значення опору теплопередачі однорідної частини стіни перевищує нормативне мінімально допустиме значення для адміністративних будівель відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [14].

1.5.2 Теплотехнічний розрахунок покриття

Метою теплотехнічного розрахунку є визначення необхідної товщини утеплювача для конструкції покрівлі. Склад покрівлі наведений на рис. 1.2 :

1.«Технопласт» EKM SOLO – 6 мм,



2.Бітумна мастика - 10мм.

3.Стяжка – цементно-песчаний розчин15 мм

4.Утеплювач – полістеролбетон j=200 кг/м³

5.Збірні з/б плити - 220мм.

Рисунок 1.2 – Характеристика кожного з шарів

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі конструкції покриття $R_{q\min} = 5{,}5(м^2\ ^oC/Вт)$. згідно таблиці 1 [14] .

Визначаємо умови експлуатації :

$t_в$=18°С.

Вологість внутрішнього повітря – 60%.

Режим приміщення – нормальний.

Зона вологості – суха (по ДБН В. 2.5.-28-2006).

Опір теплопередачі термічно однорідної частини огороджувальної конструкції R_Σ визначається за формулою (1.2):

$$R_\Sigma = \frac{1}{\alpha_в} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_з}, \qquad (1.2)$$

де $\alpha_в$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, приймаю згідно [14] $\alpha_в = 8{,}7$ Вт/(м² · К);

$\alpha_з$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні, приймаю згідно [14] $\alpha_з = 23$ Вт/(м² · К);

δ_i – товщина і-го шару конструкції, м;

λ_i – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності і-го шару конструкції, Вт/(м·К).

$R_к$ – сума опорів теплопередачі шарів конструкції стінового обгороджування.

Знаходжу відношення:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}$$

Тоді:

$$R_1 = \frac{0,006}{0,17} = 0,047$$

$$R_2 = \frac{0,01}{0,27} = 0,037$$

$$R_3 = \frac{0,015}{0,76} = 0,02$$

$$R_4 = \frac{X}{0,038}$$

$$R_5 = \frac{0,22}{1,92} = 0,115$$

$$R_\Sigma = \frac{1}{8,7} + R_K + \frac{1}{12} = 0,114 + R_K + 0,083$$

$$R_K = 0,047 + 0,037 + 0,02 + \frac{X}{0,038} + 0,115 = 0,219 + \frac{X}{0,038}$$

$$R_0 = 0,114 + 0,219 + \frac{X}{0,038} + 0,083 \geq 5,5$$

$$0,416 + \frac{X}{0,058} = 5,5$$

$$X = 0,202м$$

Приймаю товщину утеплювача з – полістеролбетон, - 220 мм.

При товщині утеплювача, 220 мм опір теплопередачі покриття визначаю за формулою (1.2):

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,006}{0,17} + \frac{0,01}{0,27} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,22}{0,038} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{1}{23} = 5,54 м^2 \cdot К / Вт$$

$R_{\Sigma} = 5,54 м^2 \cdot К / Вт \rhd R_{q\min} = 5,5 м^2 \cdot К / Вт$ – умова виконується.

Отримане значення опору теплопередачі покриття перевищує нормативне мінімально допустиме значення для адміністративних будівель відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [14].

1.6 Заходи для забезпечення доступності будівлі для МГН

При проєктуванні адміністративного корпусу ПрАТ «Запорізький завод надпотужних трансформаторів» особливу увагу приділено створенню безбар'єрного, безпечного та комфортного середовища для всіх категорій працівників та відвідувачів, зокрема для маломобільних груп населення (МГН). Всі архітектурно-планувальні, конструктивні та ландшафтні рішення розроблені у суворій відповідності до вимог [4, 5]. Доступність МГН до адміністративного корпусу забезпечується починаючи з території промислового майданчика підприємства.

На центральному паркувальному майданчику поблизу головного входу в корпус виділено та спеціально розмічено місця для автотранспорту осіб з інвалідністю. Ці місця мають збільшену ширину (3,5 м) для зручного виходу з автомобіля у крісло-колісне та позначені міжнародними символами доступності.

Покриття тротуарів та пішохідних доріжок, що ведуть до будівлі, виконано з рівних матеріалів – безшовна тротуарна плитка/грес з антиковзною фактурою.

Повністю виключено використання високих бордюрів на шляхах руху – у місцях перетину тротуарів із проїжджою частиною влаштовані понижені

бордюри (бордюрні пандуси) з висотою порогу не більше 2 см та нормативним ухилом.

Перед перешкодами пішохідними переходами, початком підйомів, входом до будівлі на покриття укладено тактильну тротуарну плитку – попереджувальну та напрямну для забезпечення орієнтації осіб із порушеннями зору.

Вхідні двері запроєктовані без порогів. Ширина дверного полотна у просвіті становить не менше 0,9 м, що дозволяє вільно проїхати кріслу-колісному. Двері обладнані зручними П-подібними ручками. Глибина та ширина вхідного тамбура розраховані на вільний маневр крісла-колісного і становлять понад 2,2 м.

Внутрішній простір адміністративного корпусу адаптований під потреби МГН: ширина коридорів та вестибюлів прийнята 2,3 м, що забезпечує можливість зустрічного роз'їзду двох крісел-колісних. На шляхах руху відсутні перепади рівнів підлоги. Усі повороти та дверні прорізи в робочі кабінети мають ширину у просвіті 0,9 м.

На кожному поверсі адміністративного корпусу запроєктовано універсальну кабіну санвузла, спеціально обладнану для осіб з інвалідністю. Габарити кабіни 1,65 х 1,8 м дозволяють розвернути крісло-колісне на 360°. Кабіна оснащена:

– опорними стаціонарними та відкидними поручнями біля унітазу та умивальника;

– спеціальним унітазом та раковиною ергономічної форми;

– кнопкою екстреного виклику допомоги (сигналізацією), виведеною на пульт чергового на першому поверсі (на прохідній).

Будівля оснащується комплексною системою оповіщення про пожежу, що включає як звукові сигнали: сирени, мовленнєве оповіщення, так і візуальні (світлові стробоскопи-маячки, світлові табло «ВИХІД»), що є критично важливим для осіб із вадами слуху чи зору.

Організацію медичного пункту захисної споруди з безбар'єрним входом, розширеним дверним прорізом та аптечкою, що укомплектована специфічними медикаментами для осіб із хронічними захворюваннями.

Впровадження вищеперелічених інженерних та архітектурних рішень забезпечує повну інклюзивність проєкту, мінімізує фізичні бар'єри та гарантує виконання державних соціальних та будівельних стандартів України щодо захисту прав осіб з інвалідністю.

1.7 Протипожежні заходи та безпека життєдіяльності

Проєктні рішення адміністративного корпусу ПрАТ «Запорізький завод надпотужних трансформаторів» розроблені у суворій відповідності до чинних нормативно-правових актів України у сфері цивільного захисту та пожежної безпеки, зокрема ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об’єктів будівництва. Основні положення [20], та Правил пожежної безпеки в Україні [21].

Будівля відноситься до II ступеня вогнестійкості, що забезпечує збереження тривалої тримальної здатності та геометричної незмінності конструкцій у разі вогневого впливу.

Для запобігання поширенню небезпечних чинників пожежі: вогню, високих температур, токсичних продуктів горіння у будівлі реалізовано комплекс об'ємно-планувальних заходів:

– з урахуванням функціонального призначення та загальної площі, будівля розділена на протипожежні відсіки за допомогою протипожежних стін та перекрить 1-го типу. Кожен відсік забезпечений самостійними евакуаційними виходами та автономними інженерними комунікаціями, що локалізує можливе вогнище займання.

– конструктивні елементи каркаса, стінові легкобетонні панелі та міжповерхові круглопустотні плити перекриття мають нормативні межі вогнестійкості (REI) та нульову межу поширення вогню. Для внутрішнього оздоблення шляхів евакуації, вестибюлів та сходових кліток використовуються виключно негорючі (НГ), які під час нагрівання не виділяють високу концентрацію токсичного диму.

Виходи з поверхових коридорів до сходових кліток передбачені через сертифіковані протипожежні двері 2-го типу з межею вогнестійкості не менше EI 30. Двері обов'язково комплектуються пристроями для самозачинення (доводчиками) та еластичними ущільненнями у притворах для захисту від проникнення чадного газу на шляхи евакуації.

Безпечна та своєчасна евакуація персоналу й відвідувачів адміністративного корпусу забезпечується такими рішеннями:

– усі евакуаційні двері на шляхах руху із кабінетів, залів, коридорів та безпосередньо назовні відчиняються виключно за напрямком (по ходу) евакуації;

– геометричні параметри евакуаційних шляхів – ширина коридорів не менше 1,5 м, ширина маршів сходів не менше 1,25 м повністю задовольняють вимогам розрахунку часу безперешкодного руху людей;

– на випадок блокування основних виходів, на торцевому фасаді будівлі встановлено металеві вертикальні протипожежні сходи шириною 700 мм, із кроком ступенів 300 мм для забезпечення доступу пожежно-рятувальних підрозділів та аварійного виходу на покрівлю.

У проєкті передбачено оснащення адміністративного корпусу сучасними інженерно-технічними системами протипожежного захисту згідно з [15].

Приміщення будівлі обладнуються димовими та тепловими сповіщувачами, які підключені до центрального приймально-контрольного приладу з виводом сигналу на пульт централізованого спостереження ДСНС.

Передбачено автоматичне блокування та відключення загальнообмінної вентиляції та кондиціювання повітря у разі спрацювання АПС, що унеможливлює рознесення повітряними потоками кисню та продуктів горіння по інших приміщеннях.

Запроєктовано автономну систему припливно-витяжної протидимної вентиляції. Вона забезпечує видалення диму з коридорів та створення надлишкового тиску повітря (підпору) у шахтах ліфтів та пожежобезпечних зонах для МГН.

Система оповіщення включає мовленнєве та звукове інформування людей про виникнення надзвичайної ситуації. Шляхи евакуації додатково оснащуються світловими покажчиками «ВИХІД» із автономними блоками живлення.

Внутрішнє пожежогасіння організовано через систему внутрішнього протипожежного водопроводу. Розрахункова кількість пожежних кранів (ПК) встановлюється у спеціальних шафах у коридорах та на сходових майданчиках, забезпечуючи зрошення кожної точки приміщення двома компактними струменями води. ПК комплектуються первинними засобами пожежогасіння (вуглекислотними або порошковими вогнегасниками).

Зовнішнє пожежогасіння забезпечується подачею води з нормативною витратою від існуючих підземних пожежних гідрантів (ПГ), розташованих на кільцевій водопровідній мережі промислового майданчика ПрАТ «Запорізький завод надпотужних трансформаторів».

Для захисту адміністративного корпусу від прямих ударів блискавки згідно з ДСТУ EN 62305, на покрівлі будівлі влаштовується блискавкоприймальна сітка, яка через токовідводи з'єднується із замкнутим контуром заземлення. Додатково передбачено захист електромереж від статичної електрики та перенапруг шляхом заземлення металевих корпусів усього технологічного та інженерного обладнання [22].

Усі місця проходження інженерних комунікацій крізь перекриття та протипожежні перегородки герметизуються на всю товщину конструкції

негорючими матеріалами та спеціальними проходками, що мають межу вогнестійкості, рівну межі вогнестійкості самої перешкоди. Це унеможливлює приховане поширення полум'я та диму по інженерних виробах.

Під час введення об'єкта в експлуатацію та його подальшої життєдіяльності адміністрація підприємства зобов'язана підтримувати всі системи у справному стані, укомплектувати приміщення нормативною кількістю первинних засобів пожежогасіння, сертифікованими ручними вогнегасниками відповідного типу, розробити та вивісити на кожному поверсі текстові та графічні плани евакуації людей.

1.8 Інженерні системи та мережі будівлі

Проєкт інженерного забезпечення адміністративного корпусу ПрАТ «Запорізький завод надпотужних трансформаторів» розроблено з урахуванням забезпечення максимальної енергоефективності, автономності та надійності функціонування управлінського підрозділу підприємства. Всі внутрішні інженерні мережі запроєктовані у відповідності до чинних норм [23 – 25].

1.8.1 Водопостачання та системи протипожежного захисту

Джерелом водопостачання адміністративного корпусу є існуюча міська комунальна мережа водопроводу через підключення до внутрішньозаводських кільцевих мереж підприємства.

Проєктом передбачено влаштування єдиного господарсько-питного, виробничого та протипожежного водопроводу. Система забезпечує покриття таких потреб:

– господарсько-питні потреби: подача води нормативної якості до санітарно-гігієнічних приміщень (санвузлів, душових), їдальні/буфету та кімнат відпочинку персоналу;

– виробничі та технологічні потреби: забезпечення водою систем кондиціювання, технологічного обладнання та прибирання приміщень;

– протипожежні потреби: забезпечення роботи внутрішнього протипожежного водопроводу.

Розрахункові параметри системи:

– розрахункова витрата води на внутрішнє пожежогасіння становить 10,4 л/с, що забезпечує одночасну дію пожежних кранів із необхідною інтенсивністю струменя;

Мінімальний гарантований вільний тиск (напір) на вводі водопроводу в будівлю становить для господарсько-питних та виробничих потреб у штатному режимі – 25 м вод. ст. (0,25 МПа);

– у режимі пожежогасіння при роботі пожежних насосів-підвищувачів тиску – 34 м вод. ст. (0,34 МПа).

Внутрішня розводка трубопроводів ХВП (холодного водопостачання) та ГВП (гарячого водопостачання) виконується з сучасних стійких до корозії поліпропіленових (PPR) труб.

1.8.2 Система каналізації та водовідведення

Для збору та відведення стічних вод в адміністративному корпусі запроєктовано три роздільні системи внутрішньої каналізації:

– побутова (господарсько-фекальна) – збирає стічні води від санітарних приладів: умивальників, унітазів, душових сіток;

– виробнича (технологічна) – відводить стіки від технологічного обладнання, буфету/їдальні та кондиціонерів із влаштуванням розриву струменя та, за потреби, жировловлювачів;

– дощова (внутрішній водостік) – забезпечує організоване відведення талих та дощових вод із пласкої покрівлі будівлі через водоприймальні воронки з електропідігрівом.

Транспортування всіх видів стічних вод передбачено самопливом із подальшим скиданням в існуючі зовнішні загальнозаводські мережі водовідведення. Внутрішні каналізаційні мережі, стояки та випуски монтуються з високоякісних пластикових (полівінілхлоридних ПВХ або поліпропіленових) звукоізоляційних труб діаметром від 50 мм до 150 мм.

1.8.3 Опалення, вентиляція та кондиціювання повітря

Теплопостачання будівлі передбачено від центральної тепломережі заводу. Запроєктовано двотрубну систему опалення з нижньою або верхньою розводкою. Як опалювальні прилади використано сучасні біметалеві або сталеві панельні радіатори, обладнані термостатичними клапанами для автоматичного регулювання температури в приміщеннях.

Для забезпечення нормативного повітрообміну, видалення надлишків тепла, вологи та забезпечення комфортних умов праці в адміністративному корпусі передбачена припливно-витяжна система вентиляції з механічним (штучним) та природним спонуканням:

– у загальних кабінетах управління, конференц-залах та допоміжних приміщеннях припливне повітря проходить попереднє очищення, підігрів (у зимовий період) у припливних камерах і подається у верхню зону приміщень.

Відпрацьоване повітря видаляється з верхньої зони за допомогою витяжних систем, зокрема із застосуванням дахових (покрівельних) радіальних вентиляторів.

– для локалізації шкідливих виділень безпосередньо біля джерел (у копіювальних залах, побутових кімнатах, зонах розміщення спецобладнання) передбачено влаштування місцевих відсмоктувачів (витяжних парасолей та шаф), інтегрованих у загальну систему вентиляції об'єкта.

1.8.4 Електропостачання, електрообладнання та штучне освітлення

За ступенем надійності забезпечення електроенергією об'єкт відноситься до II категорії. Живлення здійснюється від двох незалежних взаєморезервованих джерел (трансформаторних підстанцій заводу) кабельних ліній напругою 380/220 В змінного струму частотою 50 Гц. Особливі споживачі (комп'ютерний сервер, системи пожежної безпеки, аварійне освітлення) додатково підключаються за I категорією через блоки безперебійного живлення (ДБЖ).

Проєктом закладено повну відмову від неефективних ламп розжарювання. Внутрішнє та зовнішнє штучне освітлення реалізується на базі сучасних енергоефективних світлодіодних (LED) світильників та люмінесцентних ламп нового покоління з електронними пускорегулювальними апаратами (ЕПРА). Передбачено робоче, евакуаційне, чергове та аварійне освітлення.

1.8.5 Комплексні системи зв'язку, сигналізації та автоматизації

Адміністративний корпус оснащується розвиненою мережею слабкострумових систем для забезпечення автоматизації та безпеки.

Будівля обладнується структурованою кабельною системою (СКС), що включає міську та внутрішню цифрову телефонну мережу підприємства, а також високошвидкісний доступ до мережі Інтернет та локальної мережі заводу. Передбачено монтаж інтегрованої системи, що поєднує автоматичну охоронну сигналізацію (захист периметру, кабінетів керівництва, фінансових та серверних приміщень) та систему контролю і управління доступом (СКУД) на входах.

Автоматична пожежна сигналізація включає встановлення димових та лінійних пожежних сповіщувачів, світлових табло «ВИХІД» та сирен мовленнєвого оповіщення про евакуацію. Система автоматично передає сигнал на вимкнення вентиляції та ввімкнення систем протидимного захисту при виявленні ознак займання.

1.9 Висновок за розділом 1

В архітектурно-будівельній частині проєкту розроблено архітектурні та об'ємно-планувальні рішення. Запроектована об'ємно-планувальна схема повністю задовольняє функціональні потреби об'єкта. Огороджувальні конструкції відповідають сучасним вимогам з теплотехніки та звукоізоляції. Застосовані інженерні системи та протипожежні заходи гарантують високий рівень безпеки та комфорту під час тривалої експлуатації будівлі. Запропоновані рішення є технічно виправданими, економічно доцільними та повністю відповідають нормам екологічної безпеки.

2 РОЗРАХУНКОВО - КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

2.1 Розрахунок колони

Колона сприймає навантаження від надземних поверхів, які передаються на неї через елементи – перекриття плити, ригелі.

Навколо колони окреслюється геометрична зона, з якої все навантаження (вага плити, підлоги, перегородок, корисне навантаження від людей і меблів) прикладається саме на цю опору.

Для нижніх поверхів навантаження від перекриттів підсумовується, а також враховується власна вага самої колони з вищих рівнів.

Збір навантажень на колону виконують з метою визначення розрахункового стискаючого зусилля, яке використовується при подальшому розрахунку та конструюванні елемента. На колону передаються навантаження від перекриттів, покриття, ригелів, стін, перегородок, а також тимчасові експлуатаційні та кліматичні навантаження.

Навантаження на колону визначають шляхом підсумовування всіх вертикальних навантажень, що діють у межах вантажної площі, закріпленої за даною колоною. До постійних навантажень належать власна вага конструкцій перекриття, покриття, ригелів, колон, стін та інших конструктивних елементів будівлі. До тимчасових навантажень відносяться корисні навантаження на перекриття відповідно до функціонального призначення приміщень, а також снігове навантаження на покриття.

Розрахункові значення діючих навантажень визначено згідно з вимогами ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [12]. Граничне значення зусилля обчислюється як добуток його характеристичного (нормативного) значення на коефіцієнт надійності за навантаженням γ_{fm}.

Детальний підрахунок та специфікація навантажень на 1м^2 міжповерхового перекриття наведені у розділі 2.3.

Вантажна площа наведена на рис. 2.1

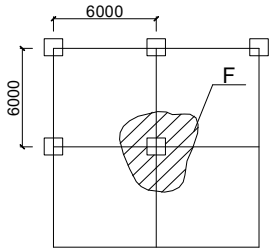


Рисунок 2.1 – Вантажна площа

де, F – вантажна площа;

F=6·6=36м^2;

$N_{пер}$=36·8,73·2·0,95= 610,4кН.

Навантаження на 1м^2 покриття наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Навантаження на 1м^2 покриття

Найменування	Характеристич. навантаження, $q_н$	Коефіцієнт перевантаження, γ_{fm}	Граничне навантаження
1.Гравієвий захист	0,4	1,3	0,52
2.Гідроізол(4 шари рубер.)	0,2	1,3	0,26
3.Цементне стягування	0,4	1,3	0,52
4. Полістеролбетон j=200 кг/м³ - 220 мм.	0,044	1,3	0,057
5.Залізобетонна плита покриття (220мм)	3	1,1	3,3
Снігове навантаження м.Запоріжжя	1,11	1,14	1,26
Разом:	5,15	-	5,9

$N_{покр}$=36·5,9·0,95=201,8 кН.

Снігове навантаження:

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на горизонтальну проєкцію покриття (конструкцію) обчислюється за формулою:

$$S_m=\gamma_{fm}\cdot S_0\cdot C \quad (2.1)$$

де

γ_m – коефіцієнт надійності по граничному значенню снігового навантаження;

$\gamma_{m=}1,14$, по таблиці.8.1 [12];

S_0 – характеристичне значення снігового навантаження;

S_0=111кг за додатком Е [12] ;

С – коефіцієнт, визначається за формуою:

$$C=\mu\cdot C_e\cdot C_{alf} \quad (2.2)$$

С=1,так як. μ=1 за додатком Ж [12];

C_e=1; C_{alf}=1;

S_m=111·1,14=126кг=1,26 кН.

Навантаження від ригеля визначається як сума власної ваги ригеля та навантажень, що передаються на нього від суміжних конструкцій (плит перекриття, покриття, перегородок, тимчасових експлуатаційних навантажень тощо). Розрахункове навантаження від власної ваги ригеля обчислюють за його геометричними розмірами та об'ємною вагою матеріалу.

Отримане навантаження прикладається до опорних елементів у вигляді зосереджених або розподілених сил відповідно до розрахункової схеми конструкції.

L=5,6м;

ρ=2500кг/м^3;

S=0,18м^2;

$N_{с.в.}$=S·L·ρ=0,18·5,6·2,5=2,6т=26 кН;

$N_р$=26·3·0,95=74,1 кН.

Розрахункова схема ригеля наведена на рис. 2.2.

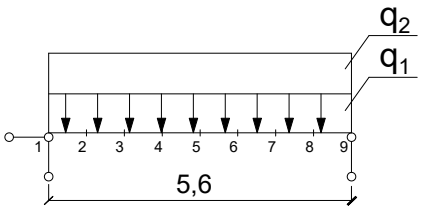


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема ригеля

Власна вага колони:

$N_{с.в.к.}$=0,4^2·9,3·2,5·1,1=3,84т=38,4 кН.

Тоді

F_u^p=$N_{пер}$+$N_{покр}$+$N_{риг}$+$N_{с.в.к.}$=610,4+201,8+74,1+38,4= 924,7 кН.

Розрахунок колон з урахуванням випадкових ексцентриситетів виконують у такій послідовності. Спочатку попередньо визначають геометричні розміри поперечного перерізу колони, приймають клас арматурної сталі, клас бетону та значення коефіцієнта φ у межах 0,75–0,85. Після визначення розрахункового стискаючого зусилля обчислюють необхідну площу поздовжньої арматури за відповідною розрахунковою залежністю:

$$(F_a + F_a^{'}) = (\frac{N}{m\varphi} - R_{пр} \cdot F) \cdot \frac{1}{R_{ac}} \qquad (2.3)$$

де

F_a+$F_a^{'}$ – сумарна площа робочої поздовжньої арматури колони;

φ – коефіцієнт поздовжнього згину, що враховує вплив гнучкості елемента; для даного розрахунку прийнято 0,8;

$R_{пр}$ – розрахунковий опір бетону при стиску, для бетону класу С25/30 = 1,8МПа (по табл. 3.1) [26];

F – площа бетону;

F=40·40=1600см^2;

R_{ac} – розрахунковий опір арматури на стискування;

R_{ac}=3750 кг/см^2 за ДСТУ 3760:2019;

m=1.

$F_a=F_a'$

$$F_a + F_a' = (\frac{92470}{1 \cdot 0{,}8} - 158 \cdot 1600) \cdot \frac{1}{3750};$$

F_a+F_a'=27,339 см.

Приймаємо 4Ø32 А400С з As=32,17 см за сортаментом.

Перетин колони наведений на рис. 2.3.

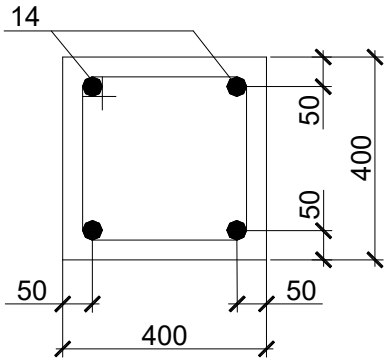


Рисунок 2.3 – Перетин колони

2.2 Розрахунок багатопустотної плити за граничними станами першої групи

Розрахунок багатопустотної залізобетонної плити за граничними станами першої групи виконується з метою забезпечення її міцності та несучої здатності при дії розрахункових навантажень. До граничних станів першої групи належать втрата несучої здатності конструкції внаслідок руйнування матеріалу, втрати стійкості або виникнення надмірних пластичних деформацій.

Розрахунок здійснюється відповідно до вимог [26] шляхом порівняння розрахункових зусиль, що виникають у плиті від прикладених навантажень, з її несучою здатністю. При цьому враховуються геометричні характеристики

перерізу плити, клас бетону, клас арматури та конструктивні особливості виробу.

На першому етапі визначаються розрахункові навантаження, які включають власну вагу плити, вагу конструкції підлоги, перегородок (за наявності), а також корисне навантаження згідно з призначенням будівлі. Після цього обчислюється сумарне розрахункове навантаження на 1 м² перекриття та навантаження на один погонний метр плити.

Несучим елементом перекриття є багатопустотна залізобетонна панель типу П1 з круглими порожнинами. Конструкція має номінальну ширину 1,5 м, довжину 6,0м та висоту 0,22м. Граничні навантаження на 1м² перекрить зібрані в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Граничні навантаження на 1м² перекрить

Вид навантаження	Характерістичне значення навантажень, Н/м^2	Коеф. надій-ності по наванта-женню γfm	Граничне розрахункове значення навантаження Н/м²
1.Постійна:			
1. -власна вага багатопустотної плити з круглими порожнечами t=220мм, ρ=2500кг/м^3	5500	1,1	6050
2. - від цементного стягування t=20мм, ρ=2200кг/м^3	440	1,3	570
3.-від лінолеуму t=8мм, ρ=1750 кг/м^3	140	1,1	154
Разом q	6080	-	6774
2.Змінне короткочасне	1500	1,3	1950
Разом q+v	7580	-	8724

Плита працює як згинальний елемент, що сприймає вертикальні навантаження від власної ваги, конструкцій підлоги та експлуатаційних навантажень і передає їх на опорні елементи (ригелі або стіни). Наявність пустот дозволяє зменшити власну вагу конструкції при збереженні

необхідної несучої здатності та жорсткості, що підвищує ефективність роботи перекриття в цілому.

Граничне розрахункове значення навантаження на 1м при ширині плити 1,5 м з урахуванням коефіцієнта надійності по навантаженню γ_{fm}=1,2

$$q=6,774*1,5*1,2= 12,19кН/м; \quad (2.4)$$

$$q+v=8,724*1,5*1,2=15,70кН/м; \quad (2.5)$$

Змінне короткочасне:

$$v=1,95*1,5*1,2=3,51\ кН/м; \quad (2.6)$$

Експлуатаційне розрахункове навантаження на 1м з урахуванням коефіцієнта надійності по навантаженню γ_{fe}=1,0

$$q=6,080*1,5*1,0=9,12\ кН/м; \quad (2.7)$$

$$q+v=7,58*1,5*1,0=11,37\ кН/м; \quad (2.8)$$

$$v=1,5*1,5*1,0=2,25\ кН/м; \quad (2.9)$$

Розрахунковий проліт плити:

$$\ell_o = \ell - b/2 = 6,0 – 0,51/2 =5,745м. \quad (2.10)$$

Розрахунок конструктивних елементів виконується з урахуванням двох основних груп граничних станів: першої (за несучою здатністю) та другої (за придатністю до нормальної експлуатації). Відповідно до цього визначаються зусилля від граничних (розрахункових) та експлуатаційних (нормативних) навантажень.

Зусилля від граничного розрахункового навантаження використовуються для перевірки міцності, стійкості та несучої здатності конструкції. Вони визначаються з урахуванням коефіцієнтів надійності за навантаженням і матеріалами та характеризують максимально можливий несприятливий вплив навантажень.

Зусилля від експлуатаційного (нормативного) навантаження застосовуються для перевірки деформацій, тріщиноутворення та жорсткості елементів. У цьому випадку навантаження приймаються без або з мінімальними коефіцієнтами запасу, що відповідає умовам нормальної роботи конструкції.

Від граничного розрахункового навантаження:

$$M=(q+v)l_0^2/8=15,70*5,745^2/8=64,77\text{кНм}; \quad (2.11)$$

$$Q=(q+v)l_0/2=15,70*5,745/2=45,09\text{кН}; \quad (2.12)$$

Від експлуатаційного розрахункового навантаження:

$$M=(q+v)*l_0^2/8=11,37*5,745^2/8=46,91\ \text{кНм}; \quad (2.13)$$

$$Q=(q+v)*l_0/2=11,37*5,745/2=32,66\text{кН}; \quad (2.14)$$

2.2.1 Встановлення розмірів перетину плити

Основними параметрами плити є її висота, ширина та довжина, які приймаються з урахуванням прольоту перекриття, величини діючих навантажень, а також вимог до жорсткості та несучої здатності конструкції.

Висота плити є визначальним параметром, що безпосередньо впливає на її згинальну жорсткість та міцність. Вона приймається відповідно до типових серій залізобетонних виробів або визначається розрахунком залежно від величини прольоту. Для багатопустотних плит висота зазвичай становить 220 мм, що забезпечує ефективне поєднання несучої здатності та зменшеної власної ваги.

Висота перетину багатопустотної заздалегідь напруженої плити:

$$h\approx l_0/30\approx 5,745/30=22\text{см}; \quad (2.15)$$

Робоча висота перетину:

$$h_0=h-a=22-3=19\text{см}; \quad (2.16)$$

Ширина ребер:

середніх-3,5см;

крайніх-4,65см;

у розрахунках по граничних станах 1-ої групи розрахункова висота товщина стислої полиці таврового перетину:

$$h^1_f=3\text{см};$$

відношення: $h^1_f/=3/22=0,14>0,1,$ (2.17)

при цьому в розрахунок вводиться вся ширина полиці $b^1_f=216$см;

розрахункова ширина ребра в=216-12*14=48см. (2.18)

Характеристики міцності бетона і арматури:

Бетон важкий класу С25/20.

Призменна міцність :

Нормативна: $R_{bn}=R_{ser}=15$МПа;

Розрахункова: $R_b=11,5$МПа;

Коефіцієнт умов роботи бетону $\gamma_{в2}=0,9$;

Нормативний опір при розтягуванні: $R_{btn}=R_{bt,ser}=1,4$ МПа;

Розрахункове $R_{bt}=0,9$МПа;

початковий модуль пружності бетону $E_в=2,7*10^3$МПа;

Арматура класу А800С з електротермічною напругою на упори форм.

Нормативний опір $R_{sn}=785$МПа;

розрахунковий опір $R_s=680$МПа;

модуль пружності $E_s=190000$МПа;

Попередня напруга арматури:

$$\sigma_{sp}=0,75R_{sn}=0,75*785=590\text{МПа}; \quad (2.19)$$

При електротехнічному способі натягнення:

$$P=30+360/l=30+360/5,8=92,1\text{МПа}; \quad (2.20)$$

$$\gamma_{sp}+P=590+92,1=682,1\ \text{МПа}< R_{sn}=785\ \text{МПа}; \quad (2.21)$$

Граничне відхилення попередньої напруги при числі напружуваних стрижнів np=10 по формулі:

$$\Delta\gamma_{sp}=0,5*P/\sigma_{sp}(1+1/n^{1/2}_p)=0,5*92,1/590(1+1/10^{1/2})=0,089>0,1; \quad (2.22)$$

Коефіцієнт точності натягнення:

$$\gamma_{sp}=1-\Delta\gamma_{sp}=1-0,089=0,911; \quad (2.23)$$

При перевірці за освітою тріщин верхній зоні плити при обтисканні.

$$\gamma_{sp}=1+0,089=1,089 \quad (2.24)$$

Попередня напруга з урахуванням точності натягнення:

$$\sigma_{sp}=0,9*590=510\text{МПа}; \quad (2.25)$$

2.2.2 Розрахунок міцності плити по перетину нормальному до подовжньої осі

Розрахунок міцності багатопустотної залізобетонної плити за перерізом, нормальним до поздовжньої осі, виконується з метою перевірки її несучої здатності при дії згинальних моментів. Даний розрахунок належить до перевірок граничних станів першої групи та виконується на основі розрахункових навантажень.

Плита розглядається як елемент, що працює на згин у прольоті під дією рівномірно розподіленого навантаження.

M= 64,77кНм

Перетин тавровий з полицею в стислій зоні:

$\acute{\alpha}_м=M/R_в*b_q*h_0^2=6477000/0,9*11,5*216*16,34^2*100=0,08;$ (2.26)

$\xi=0,084$

$x = \xi*h_0 = 0,084*16,34 =1,74см < 3см$ (2.27)

– нейтральна вісь проходить в межах стислої полиці $\zeta=0,958$;

Характеристика стислої зони:

$\acute{\omega}=0,85-0,008R_b=0,85-0,008*11,5=0,758;$ (2.28)

Гранична висота стислої зони:

$\xi_r=\acute{\omega}/1+\sigma_{sr}/500(1-\acute{\omega}/1,1)=0,758/1+570/500(1-0,758/1,1)=0,56;$ (2.29)

Коефіцієнт умов роботи, що враховує опір ненапружуваної арматури вище за умовну прибудову текучості:

$\gamma_{s6}=\eta-(\eta-1)*(2\xi/\xi_R-1)=1,15-(1,15-1)*(2*0,084/0,56-1)=1,255>\eta,$ (2.30)

приймаємо $\gamma_{s6}=\eta=1,15$

Площа перетину розтягнутої арматури :

$A_s=M/\gamma_{s6}*R_s*\zeta*h_0=6477000/1,15*680*0,958*16,34=4,96см^2$ (2.31)

Приймаємо 7Ø10A800C з площею $A_s=5,5см^2$

2.2.3 Розрахунок міцності плити по похилому перетину

Розрахунок міцності багатопустотної залізобетонної плити по похилому перерізу виконується з метою перевірки її несучої здатності на дію поперечної сили. Даний розрахунок належить до перевірок граничних станів першої групи та забезпечує запобігання руйнуванню елемента за нахиленими тріщинами в зоні біля опор.

Плита розглядається як елемент, що працює на згин із поперечною силою, яка є максимальною поблизу опор.

Q= 45,09кН;

Коефіцієнт, що враховує вплив подовжніх сил:

$\varphi_n=0,1N/R_{bt}*b*h_0=0,1*385000/0,9*48*16,34*100=0,431<0,5;$ (2.32)

Перевіряємо, чи потрібна поперечна арматура за розрахунком

$Qmax=45,09*10^3 \leq 2,5\ R_{bt}*b*h_{0;}$ (2.33)

$Qmax= 2,5*0,9*48*16,34*100=176,47*10^3$Н умова виконується.

При q=q+v/2=8,41+3,762/2=10,291кН/м; (2.34)

$0,16\varphi_{b4}(1+\varphi n)bt*b;$ (2.35)

$0,16*1,5(1+0,431)0,89*0,9*48*100=1335,3$Н/см>102,91Н/см приймаємо

$C=2,5h_0=2,5*16,34=40,85$см; (2.36)

Друга умова:

$Q=Qmax-g_1*c;$ (2.37)

$Q = 45,09*10^3-102,91*40,85=31,09*10^3$Н;

$\varphi_{b4}(1+\varphi n)\ R_{bt}*b*h_0^2/c^{2;}$ (2.38)

$1,5*1,431*0,9*0,9*100*48*16,34^2/40,85= 54,5*10^3$Н>$31,09*10^3$Н;

Отже, поперечна арматура за розрахунком не потрібна.

На пріопорних ділянках завдовжки l/4l арматуру встановлюємо конструктивно Ø4 Вр-1 з кроком S=h/2=19,34/2=9,67см, у середній частині прольоту поперечна, арматура не застосовується.

2.2.4 Розрахунок за граничними станами 2-ої групи

Розрахунок залізобетонних конструкцій за граничними станами другої групи виконується з метою забезпечення їх придатності до нормальної експлуатації. До другої групи граничних станів відносять перевірки деформативності (прогини), тріщиностійкості та довговічності конструкції в умовах експлуатаційних навантажень.

На відміну від розрахунків першої групи, у даному випадку використовуються нормативні (експлуатаційні) значення навантажень без підвищувальних коефіцієнтів надійності або з частковим їх урахуванням відповідно до чинних нормативних вимог [26].

Геометричні характеристики приведеного перетину. Круглий контур порожнеч замінюють еквівалентним квадратним із стороною:

$h=0,9d=0,9*14=12,6$см; (2.39)

Товщина полиць еквівалентного перетину:

$h^1_f=h_f=(22-12,6)*0,5=3,37$см; (2.40)

Ширіна ребра 216-12*12,6=64см;

Ширіна порожнеч 216-64=152см;

Площа приведеного перетину $A_{red}=216*19,34-152*12,6=3204$см^2 (2.41)

Відстань від нижньої грані до ділянки центру тяжіння приведеного перетину

$Y_0=0,5h=0,5*19,34=9,67$см; (2.42)

Момент інерції перетину:

$I_{red}=216*19,34^3/12-152*12,6^3/12=214278,86$см^2 ; (2.43)

Момент опору перетину по нижній зоні:

$W_{red}=I_{red}/Y_0=214278,86/9,67=18082,6$см^3, (2.44)

теж по верхній зоні $W^1_{red}=18082,6$см^3

Відстань від ядерної крапки, найбільш віддаленої від розтягнутої зони(верхньою), до центру тяжіння перетину.

$R=\varphi W_{red}/ A_{red;}$ (2.45)

R=0,85*18082,6/3204=4,8см;

$\varphi=1,6-\sigma_b/R_{b,ser;}$ (2.46)

φ=1,6-0,75=0,85;

то ж, знаходження віддаленою від розтягнутої зони (нижней) r=4,8 см

Відношення напруги в бетоні від нормативних навантажень і зусилля обтискання до розрахункового опору бетону для граничних станів другої групи заздалегідь приймаємо рівним 0,75.

Упругопластічний момент опору по розтягнутій зоні:

$W_{pl}=\gamma W_{red;}$ (2.47)

W_{pl}=1,5*18082,6=27123,9

γ=1,5-для двотаврового перетину при $2<b^1_f/b=b_f/b=216/64=3,5<6;$ (2.48)

Упругопластічний момент опору по розтягнутій зоні у стадії виготовлення і обтискання: $W^1_{pl}=27123,9см^{3;}$

2.2.5 Втрати попередньої напруги арматури

Коефіцієнт точності натягнення арматури приймаємо γΔp=1.

Втрати від релаксації напруги в арматурі при електротехнічному способі напруги :

$\sigma_1=0,03\sigma_{sp;}$ (2.49)

σ1=0,03*590=17,8МПа.

Втрати від температурного перепаду між натягнутою арматурою і упорами: σ_2=0, оскільки при пропарюванні форма з упорами нагрівається разом з виробом.

Зусилля обтискання:

$P_1=A_s(\sigma_{sp}-\sigma 1)$=5,5(590-17,8)*100=314710Н=314,71кН;

Ексцентриситет зусилля щодо центру тяжіння перетину:

l_{op}=11,85-3=8,85см;

Для визначення втрат від швидко натікаючої повзучості визначаємо напругу обтискання по формулі:

$\sigma_{вр}=P/A_{red}+P_{lop}*y_0/I_{red;}$ (2.50)

$\sigma_{вр}$ =(314710/3204+314710*8,85*11,85/214278,86)*0,01=2,52МПа;

Значення передавальної міцності бетону визначаємо з умови:

$\sigma_{вр}/R_{br}\leq 0,75;$ (2.51)

$R_{br}=2,52/0,75=3,36<0,5Rb;$ (2.52)

Приймаємо Rbr=7,0МПа;

Тоді $\sigma_{вр}/ R_{br}=2,52/7=0,36;$ (2.53)

Стискуюча напруга в бетоні на рівні центру тяжіння площі напружуваної арматури від зусилля обтискання (без урахування моменту від ваги плити)

$\sigma_{вр}=P/A_{red}+P*lop^2/I_{red\ ;}$ (2.54)

$\sigma_{вр}$ =0,01(314710/3204+314710*11,85^2/214278,86=3,04 МПа;

Втрати від швидко натікаючої повзучості при $\sigma_{вр}/R_{br}=3,04/7=0,43$; (2.55)

и при ά=0,3; $\sigma_{вр}=40*0,3=12$МПа;

Перші втрати $\sigma_{los1}=\sigma_{1+}\sigma_b=17,8+12=29,8$МПа. (2.56)

З урахуванням σ_{los1} напруга $\sigma_{вр}=2,1$МПа; $\sigma_{вр}/ R_{br}=0,3;$ (2.57)

Втрати від усадки бетону $\sigma_8=35$МПа;

Втрати від повзучості бетону $\sigma_9=150*ά*\ \sigma_{вр}=150*0,85*0,3=38,25$МПа; (2.58)

Другі втрати $\sigma_{los2}=\sigma_8+\sigma_9=35+38,25=73,25$МПа; (2.59)

Повні втрати $\sigma_{los}=29,8+73,25=103,05$МПа>100МПа (2.60)

більше мінімального значення.

Зусилля обтискання з урахуванням повних втрат:

$P_2=A_s(\sigma_{sp}-\sigma_{los});$ (2.61)

P_2=5,5(590-103,05)/100=267,8кН.

2.2.6 Розрахунок за утворенням тріщин, нормальних до подовжньої осі

Розрахунок залізобетонної багатопустотної плити за утворенням тріщин, нормальних до поздовжньої осі, виконується у складі перевірок граничних станів другої групи. Метою даного розрахунку є визначення умов, за яких у розтягнутій зоні бетону не виникають тріщини або контролюється їх поява в межах допустимих значень.

Плита розглядається як згинальний елемент, що працює під дією нормативних навантажень. Найбільші розтягуючі напруження виникають у нижній зоні плити в середині прольоту, де діє максимальний згинальний момент.

Для розрахунку по тріщиностійкості набуваємо значень коефіцієнтів надійності по навантаженню γ_f=1, М = 64,77кНм.

По формулі $M<M_{crc}$, обчислюємо момент утворення тріщин за наближеним способом ядерних моментів, по формулі:

$$M_{crc} = R_{bt,ser} W_{pl} + M_{rp} = 1{,}4 \times 27123{,}9 + 44{,}1 = 82{,}07 кНм. \quad (2.62)$$

Оскільки М=64,77 кНм < 82,07 кНм, тріщини в розтягнутій зоні не утворюються.

Перевірка виконується шляхом порівняння розтягуючих напружень у бетоні з його розрахунковим опором розтягу.

Перевіряю чи утворюються початкові тріщини у верхній зоні плити при її обтисканні, при значенні коефіцієнта точності натягнення: γ_{sp}=1,1 (момент від ваги плити не враховується). Розрахункова умова:

$$P_1\left(l_{op} + r_{\inf}\right) \le R_{btp} W_{pl} \quad (2.63)$$

$$1{,}1 \times 31471\left(8{,}85 + 4{,}8\right) = 272537{,}1 H \times см \le 1{,}4x27123{,}9 = 37973{,}46 Нсм,$$

умова виконується, отже, початкові тріщини не утворюються.

2.3 Розрахунок прогину плити

Прогин визначається від постійного і тривалого навантажень і він не повинен перевищувати ℓ/200 = 600/200 = 3 см. (2.64)

Обчислюю параметри, необхідні для визначення прогину плити з урахуванням тріщин в розтягнутій зоні.

Момент від постійного і тривалого навантажень М = 64,77 кН×м.

Сумарна подовжня сила дорівнює зусиллю попереднього обтискання з урахуванням всіх втрат.

Обчислюю φ_m за формулою:

$$\varphi_m = \frac{R_{bt,ser} W_{pl}}{m_z - m_{zp}} = \frac{1,4 \times 27123,9}{6477000 - 4419640} = 0,04 < 1, \quad (2.65)$$

приймаємо φ_m=1.

Коефіцієнт, що характеризує нерівномірність деформації розтягнутої арматури на ділянці між тріщинами, визначуваний по формулі:

$$\psi_s = 1,25 - \varphi_{es}\varphi_m - \frac{1 - \varphi_m^{\,2}}{(3,5 - 1,8\varphi_m)\,e_{s,tot}/h_0} \le 1; \quad (2.66)$$

$$\psi_s = 1,25 - 0,8 \times 1 - \frac{1 - 1,0^2}{(3,5 - 1,8 \times 1,0) \times 0,96} = 0,45 < 1.$$

Обчислюю кривизну осі при вигині по формулі:

$$\frac{1}{r} = \frac{m}{h_0 z 1}\left(\frac{\psi_s}{E_s A_s} + \frac{\psi_b}{E_b A_b}\right) - \frac{N_{tot}\psi_s}{h_0 E_s A_s} = \quad (2.67)$$

$$= \frac{6477000}{17 \times 16,3}\left(\frac{0,45}{190000 \times 5,5} + \frac{0,9}{0,15 \times 27000 \times 409}\right) - \frac{338000 \times 0,45}{17 \times 19000 \times 5,5} = 6,73 \times 10^{-5}$$

Обчислюю прогин плити за формулою:

$$f = \frac{5}{48}\ell_{0x}^{\,2}\frac{1}{r} = \frac{5}{48} \times 518^2 \times 6,73 \times 10^{-5} = 1,22см < 3,0см, \quad (2.68)$$

отже, плита має допустимий прогин.

2.4 Висновок за розділом 2

У результаті виконання розрахунково-конструктивного розділу проведено здійснено збір постійних, тимчасових експлуатаційних та кліматичних навантажень у межах закріпленої за елементом вантажної площі. Обчислене сумарне поздовжнє зусилля враховує масу всіх вищерозташованих тримальних та огороджувальних конструкцій, а також власну вагу самої колони.

Розрахунок міцності за першою групою граничних станів підтвердив правильність вибору геометричних розмірів поперечного перерізу елемента. Запроєктоване повздовжнє робоче армування повністю сприймає діючі стискаючі сили з урахуванням випадкових ексцентриситетів та коефіцієнта поздовжнього згину (гнучкості конструкції).

Багатопустотна плита перекриття за першою групою граничних станів: визначено максимальні згинальні моменти та поперечні сили від розрахункових навантажень для встановленого робочого прольоту.

На основі розрахунку міцності по нормальному перерізу підібрано оптимальну площу та кількість стержнів поздовжньої заздалегідь напруженої арматури в розтягнутій зоні за тавровою схемою.

Проведено аналіз напруженого стану конструкції з урахуванням перших і других технологічних втрат попереднього натягу арматури (включаючи релаксацію сталі, усадку та повзучість бетону під обтисканням). Сумарні втрати задовольняють встановлений нормативний мінімум.

Перевірка тріщиностійкості підтвердила, що зусилля утворення тріщин у розтягнутій зоні значно перевищують фактичні експлуатаційні впливи. Отже, поява нормальних до поздовжньої осі тріщин під час нормальної експлуатації виключається. Також гарантовано відсутність початкових тріщин у верхній зоні плити на стадії її виготовлення під час передачі зусилля обтискання на бетон.

3 БЛАГОУСТРІЙ ТА ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА ТЕРИТОРІЇ

3.1 Функціональне зонування та планувальна структура

Проєктований об'єкт знаходиться в м. Запоріжжя. Ділянка представлена у вигляді плоского рельєфу. Генеральний план ділянки наведений на рис. 3.1

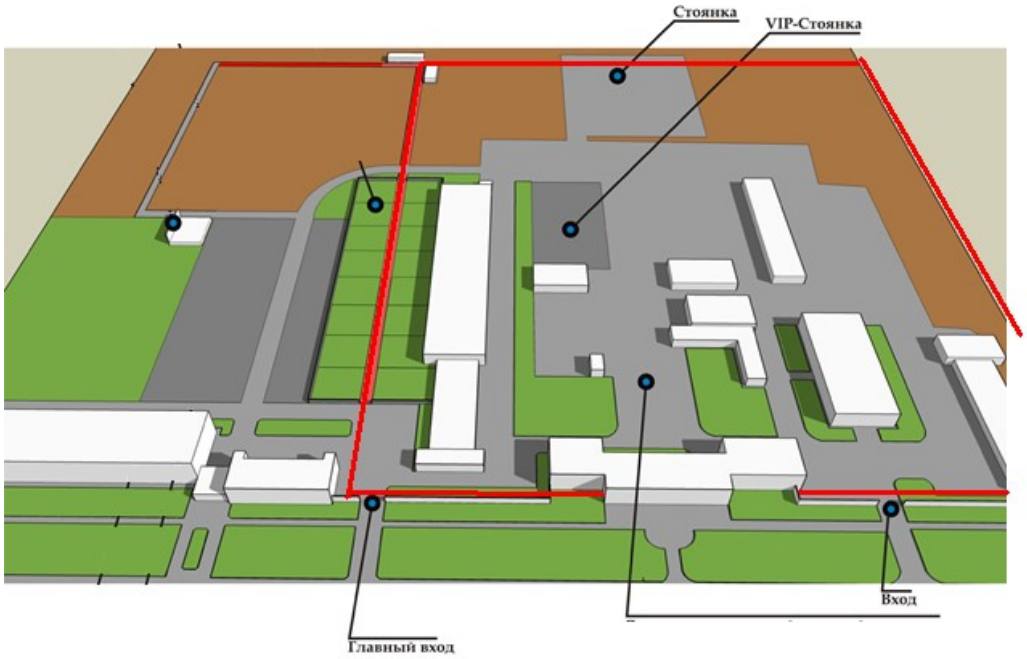


Рисунок 3.1 – Генеральний план ділянки

Територія має чітку прямокутну конфігурацію, орієнтовану за сторонами світу згідно з розою вітрів. Планувальна структура організована навколо центральної транспортно-пішохідної зони та включає кілька ключових зон [28]:

– адміністративно-виробнича зона – на території розташовано декілька великих капітальних будівель та споруд (позначені цифрами 1–10). Дорожнє

покриття навколо них забезпечує зручний під'їзд як для легкового, так і для технологічного чи вантажного транспорту;

– транспортна інфраструктура – організовано внутрішні проїзди, зони розвороту, а також великий паркувальний майданчик у центрі та додаткову зону паркування у верхньому лівому куті, зокрема для спецтехніки або великогабаритного транспорту, судячи з розмітки.

– рекреаційно-зелена зона вільна від забудови та доріг площа максимально задіяна під благоустрій. Проєктом передбачено численні газони, острівці зелені всередині паркувальних зон, захисні лісосмуги (рядова посадка дерев) по периметру ділянки та пішохідні доріжки для персоналу.

При розробці генеральних планів промислових об'єктів та підприємств дотримувався комплексу містобудівних, санітарно-гігінічних, протипожежних та технологічних вимог [29].

1. Урахування аерокліматичних та природних факторів. Розміщення будівель і споруд здійснюється з урахуванням рози вітрів – напрямку панівних вітряних потоків. Об'єкти з підвищеним виділенням диму, пилу, газів або шкідливих речовин розташовують із підвітряного боку відносно інших цехів та адміністративної зони. Одночасно забезпечується максимальне використання природного рельєфу та орієнтації по сторонах світу для оптимізації природного освітлення й аерації виробничих приміщень.

2. Функціональне та технологічне зонування. Виробничу територію розподіляють на окремі сектори, групують цехи за однорідністю технологічних процесів, рівнем пожежної та вибухопожежної небезпеки, санітарно-гігієнічними вимогами, а також за обсягами енергоспоживання та внутрішнього вантажообігу.

3. Оптимізація логістичних процесів. Напрямки руху сировини, напівфабрикатів та готової продукції мають утворювати чіткий безперервний

виробничий потік. Планування комунікаційних шляхів повинно виключати перетини, зустрічні або зворотні маршрути вантажних потоків.

4. Чітке структурування території. Залежно від функціонального призначення майданчик підприємства поділяється на такі основні зони:

– передзаводська зона формується з боку головних під'їздів та пішохідних підходів до підприємства. Тут зосереджуються адміністративно-побутові корпуси (заводоуправління), інженерно-лабораторні будівлі, прохідні, пожежні депо, об'єкти громадського харчування (їдальні), медичні пункти, а також відкриті стоянки для службового та особистого транспорту. Предзаводська зона наведена на рис. 3.2.



Рисунок 3.2 – Предзаводська зона

Виробнича зона – місце розташування основних технологічних цехів та виробництв.

У виробничій зоні розташовуються об'єкти, які забезпечують виконання основних циклів технологічного процесу підприємства. При проектуванні архітектурно-просторового середовища цієї зони обов’язковим є дотримання принципу чіткої потоковості. Взаємне розташування

виробничих будівель, допоміжних споруд та транспортних комунікацій має унеможливлювати перетин вантажопотоків, а також утворення зустрічних чи петлеподібних маршрутів.

Виробнича зона наведена на рис. 3.3.

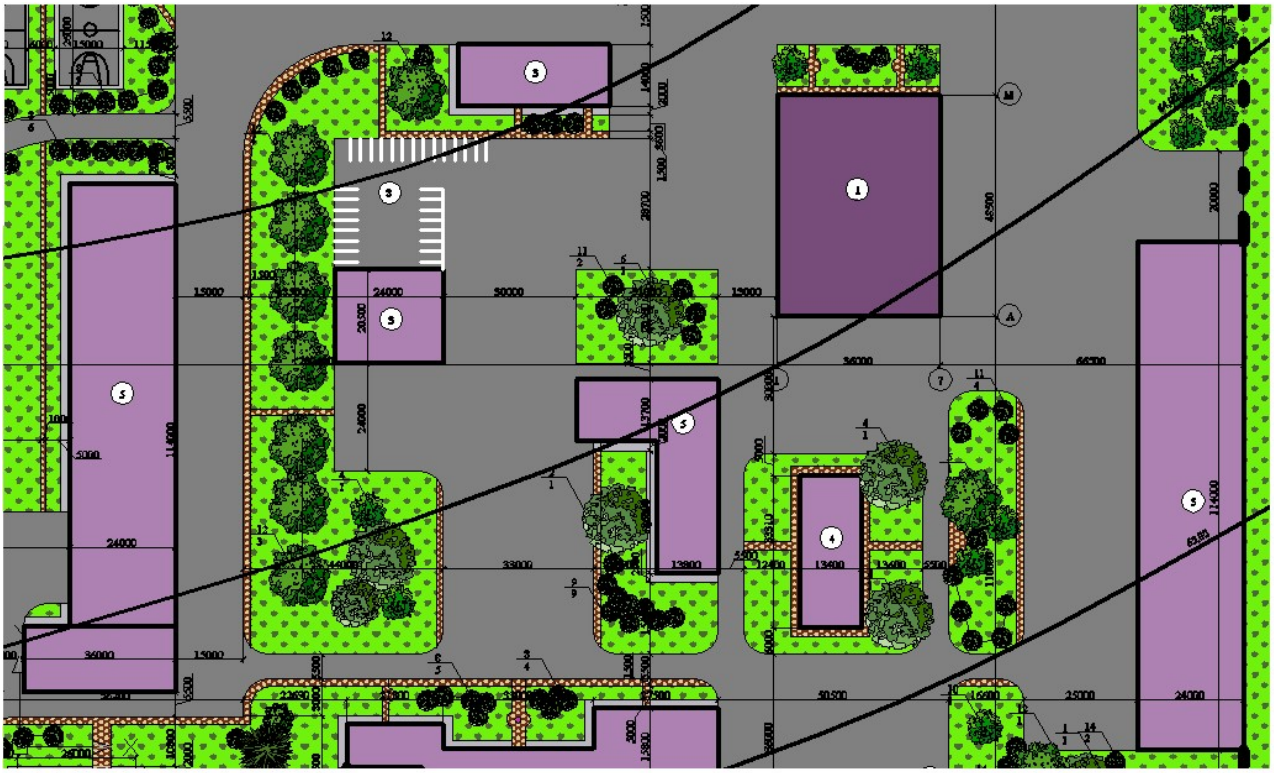


Рисунок 3.3 – Виробнича зона

Підсобно-допоміжна зона призначена для розміщення об'єктів та служб, що забезпечують стабільне функціонування та технічне обслуговування основних потужностей підприємства. Тут розташовують ремонтно-механічні майстерні, інструментальні цехи, котельні, компресорні станції, центральні трансформаторні підстанції (ЦТП) та інші інфраструктурні об'єкти.

Планування цієї зони підпорядковане принципу максимальної технологічної наближеності: допоміжні споруди розміщують у безпосередній близькості до основних споживачів їхніх послуг та енергоресурсів. Це дозволяє оптимізувати довжину інженерних мереж (теплотрас, кабельних

ліній, трубопроводів стисненого повітря), мінімізувати втрати при транспортуванні енергоносіїв та скоротити час на проведення ремонтних чи аварійних робіт.

Складська зона, яка включає склади сировини, напівфабрикатів, матеріальних цінностей та готової продукції, проектується на основі логістичного аналізу вантажообігу. За наявності на території підприємства залізничних колій або розвиненої мережі автомобільних доріг, геометричне розташування складських корпусів підбирається так, щоб забезпечити максимальну довжину і високу ефективність фронту навантажувально-розвантажувальних робіт.

З цією метою в проекті реалізовано такі рішення:

1. Прямоточна логістика – рух матеріалів здійснюється за найкоротшою траєкторією від складів сировини через послідовні стадії обробки до складів готової продукції.

2. Протипожежна безпека та санітарні розриви. Між будівлями витримано нормативні відстані, які забезпечують проїзд пожежної техніки з усіх боків та належне природне освітлення й аерацію робочих зон.

3. Інтеграція інженерних мереж. Трубопроводи, кабельні естакади та технологічні галереї прокладено вздовж основних доріг у спеціально відведених технічних смугах, що спрощує їх обслуговування та ремонт без зупинки виробничого процесу.

4. Організація транспортно-пішохідної мережі. Внутрішньозаводські автомобільні дороги, залізничні колії та пішохідні тротуари проектуються з чітким розділенням людських і транспортних потоків для мінімізації аварійності. Параметри доріг мають безперешкодно забезпечувати проїзд пожежної та спеціальної техніки до будь-якої будівлі на території.

5. Інженерний благоустрій та екологічність. Генеральний план повинен передбачати раціональне відведення поверхневих вод шляхом влаштування вертикального планування території та закритих або відкритих систем

водостіків. Обов'язковим є створення санітарно-захисних зелених насаджень між шкідливими виробництвами та передзаводською або житловою зоною.

6. Універсальний дизайн та безбар'єрність. Проєктування пішохідних зон, входів до адміністративних та виробничих будівель виконується з урахуванням потреб маломобільних груп населення, що включає влаштування нормативних пандусів, тактильної плитки та пониження бортового каменю в місцях перетину тротуарів із проїжджою частиною.

7. Перспектива розширення (модульність). При розробці генплану закладається можливість подальшого розвитку та розширення підприємства (модернізації або добудови нових цехів) без порушення базової логістичної та технологічної схеми.

Для запобігання затопленню території промислових майданчиків повеневими та паводковими водами, проектні відмітки планування поверхні (червоні відмітки) повинні перевищувати розрахунковий найвищий рівень води – горизонт високих вод ГВВ, щонайменше на 0,5 м.

З погляду внутрішньої логістики та мінімізації комунікаційних зв'язків, найбільш раціональною є конфігурація генерального плану у вигляді прямокутника зі співвідношенням сторін 1:2, за умови організації головного доступу з поздовжньої сторони. Таке геометричне рішення дозволяє оптимізувати пішохідні потоки й забезпечує найкоротшу траєкторію руху персоналу від прохідних до безпосередніх робочих місць. Це досягається завдяки центральному розміщенню головного входу та центральної розподільчої магістралі підприємства по осі видовженої сторони майданчика.

Якщо головний вхід вимушено розташовується з торцевого боку, що є типовим для схем із тупиковим заведенням залізничних колій, – прямокутна форма з пропорцією 1:2 втрачає свою логістичну ефективність. У таких містобудівних умовах доцільно проєктувати конфігурацію ділянки, яка за формою максимально наближається до квадрата. Експлікація будівель та споруд. На плані цифрами в колах позначено основні об'єкти.

3.2 Формування озеленюваних територій і підбір асортименту зелених насаджень

Озеленення території промислового підприємства та передзаводської площі виконує не лише декоративно-естетичну функцію, а й безпосередньо формує середовище для короткочасного відпочинку персоналу та відвідувачів. На цих ділянках передбачається ландшафтна організація у вигляді скверів, інтегрованих у загальну структуру генплану.

За наявності вільних площ на території підприємства доцільно організовувати великогабаритні зони рекреації – заводи-сади або локальні парки. Такі об'єкти по периметру ізолюють щільними багатоярусними посадками дерев і чагарників, що захищають відпочиваючих від шуму та візуального впливу виробничих зон. Особливо суворі вимоги до щільності та структури захисного екобарьєра висуваються на підприємствах із наявністю шкідливих викидів, де рослинність має виконувати роль природного фільтра.

Озеленення транспортних комунікацій та пішохідних маршрутів. Благоустрій внутрішньозаводських доріг диференціюється залежно від їхнього функціонального призначення: вантажні автошляхи, залізничні колії, пішохідні алеї або комбіновані магістралі.

Транспортні та залізничні магістралі – озеленення вздовж лінійних транспортних коридорів спрямоване на локалізацію пилу, відпрацьованих газів та зниження рівня технологічного шуму. Основним прийомом є створення смуг рядової посадки дерев (в 1–3 ряди) у поєднанні з живими огорожами з чагарників.

На перехрестях та в зонах перетинів транспортних шляхів високорослі дерева не висаджуються задля забезпечення нормативної видимості для водіїв і машиністів (трикутники видимості). На цих ділянках допускається лише низькорослий чагарник. При підборі порід дерев враховуються

габарити вантажного транспорту та спецтехніки, щоб унеможливити пошкодження крон.

Для благоустрою людських потоків застосовують одно- або двостороннє рядове садіння дерев, розбирання газонів, створення рабаток і квітників. При значній протяжності пішохідних маршрутів унікальне одноманітне озеленення створює візуальну монотонність. Для запобігання ефекту «тунелю» лінійні посадки чергують: через кожні 80–100 метрів у рядовій структурі роблять розриви, де облаштовують партерні газони, квіткові композиції або зони встановлення малих архітектурних форм: лавки, урни.

Ширина пішохідних комунікацій розраховується відповідно до інтенсивності людських потоків. На рівнинній місцевості тривалі прямі алеї при недостатній ширині візуально сприймаються як затиснуті коридори, тому геометричні пропорції пішохідних доріг приймають за такими нормативними співвідношеннями:

– при довжині алеї до 50 м – ширина не менше 3 м;
– при довжині до 300 м – ширина не менше 5 м;
– при довжині до 600 м – ширина не менше 8 м;
– при довжині до 1000 м – ширина не менше 10 м.

Створення повноцінних санітарно-захисних зон (СЗЗ) між промисловим майданчиком та житловою забудовою міста є обов'язковим санітарно-гігієнічним заходом. Просте витримання нормативної відстані без належного інженерного благоустрою території є неефективним і може перетворити вільні ділянки на додаткові джерела запилення. Максимальний екологічний ефект досягається лише за умови регулярного догляду та правильної покілометрової структури зелених насаджень у межах СЗЗ.

При формуванні асортименту рослин враховують [28]:

– кліматичні та ґрунтово-гідрологічні умови району будівництва;
– газо-, димо- та пилостійкість рослин – здатність вегетувати в умовах конкретного спектра хімічного забруднення підприємства.

– просторову архітектуру посадок – поєднання продувних та щільних бар'єрів залежно від панівних вітрів та рельєфу місцевості.

Асортимент зелених насаджень наведений в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Асортимент зелених насаджень для використання на території підприємства

Тип насаджень / Порода	Рекомендовані види рослин	Функціональне призначення	Особливості застосування
Високорослі дерева	Липа дрібнолиста, Клен гостролистий, Тополя чорна (безпухова), Каштан кінський, Дуб звичайний	Рядові посадки вздовж доріг, формування затінення на алеях, основа паркових зон	Створення верхнього ярусу захисних та декоративних смуг
Хвойні породи	Ялина колюча, Сосна кримська, Туя західна, Ялівець віргінський	Цілорічний захист від пилу, благоустрій передзаводської площі	Чутливі до надмірного задимлення, використовуються переважно в адміністративних зонах
Чагарники	Бірючина звичайна, Спірея Вангутта, Бузок звичайний, Барбарис Тунберга	Живі огорожі, підлісок у СЗЗ, оформлення перехресть	Формування середнього ярусу, затримання низьких пилових потоків
Газони та квіти	Тонконіг лучний, Костриця червона, Райграс пасовищний, багаторічні квіткові культури	Партерні газони, рабатки на пішохідних алеях	Створення відкритих просторів, ліквідація оголеного ґрунту (боротьба з пилом)

Умовні позначення у нижній правій частині схеми деталізують типи покриття, що використовуються на майданчику. Газонне покриття (зелений колір) займає значну частину території, виконує екологічну та естетичну функції.

Газонні трави, загальна площа понад 3500 м², та троянди (багаторічні насадження для прикрашання парадних зон біля адміністративних будівель.

Відомість елементів озеленення містить детальний перелік рослин, які використовуються для створення комфортного мікроклімату.

3.3 Малі архітектурні форми та штучне освітлення території

Для забезпечення функціонального комфорту, безпеки та естетичної виразності передзаводської площі та рекреаційних зон підприємства проектом передбачено встановлення комплексних елементів благоустрою: малих архітектурних форм (МАФ) та сучасної системи зовнішнього штучного освітлення.

Основними елементами МАФ у межах зон короткочасного та тихого відпочинку є садово-паркові лави. Лави встановлюються диференційовано – як на відкритих інсольованих ділянках, так і в затінених місцях під кронами дерев або перголами.

Конструкція меблів базується на ергономічних вимогах – оптимальний нахил спинки, висота сидіння, що забезпечує комфортне перебування людини. Сидіння та спинки виготовлені з якісної деревини хвойних порід (сосна), яка пройшла глибоке антисептування та покрита кількома шарами атмосферостійкого лаку. Каркас лав виконано з металевого профілю з антикорозійним порошковим напиленням, що гарантує тривалий термін експлуатації в умовах промислового середовища.

Штучне освітлення території розроблене відповідно до норм ДБН В.2.5-28:2018 [30] і виконує три основні функції: утилітарну – забезпечення видимості на пішохідних маршрутах, декоративно-ландшафтну – архітектурне підсвічування та охоронну.

Для освітлення пішохідних алей та доріжок запроектовано паркові торшери висотою 3,5м. Для досягнення нормативного рівня освітленості та рівномірності світлового потоку без утворення сліпих зон, крок розстановки опор становить 15м уздовж лінійної структури доріжок.

Композиція світлового середовища побудована на поєднанні розсіяного загального та спрямованого (акцентного) освітлення. Для підсвічування доріжок використовується м'яке розсіяне світло. Спрямоване прожекторне

світло – ґрунтові світильники на підставках або регульовані прожектори на опорах застосовується для художнього виділення елементів ландшафту: груп дерев, чагарників, квітників та малих архітектурних форм, залишаючи другорядні зони у напівтіні для створення об'ємного контрасту.

Силова мережа зовнішнього освітлення працює під напругою 220В змінного струму. Живлення здійснюється кабельними лініями в траншеях під землею. Усі світильники, що використовуються на відкритому повітрі, мають енергоефективні світлодіодні (LED) джерела світла та клас захисту від пилу та вологи не нижче IP65, для ґрунтових – IP67. Периметр майданчика та в'їзні ворота додатково обладнуються світлодіодними прожекторами охоронного призначення з автономними датчиками руху.

Проєктом передбачено гнучку комбіновану систему керування зовнішнім світлом, яка працює у двох режимах:

– автоматичне керування (пріоритетне) – здійснюється за допомогою програмованих цифрових таймерів та сутінкових фотоелементів. Фотодатчики реагують на природний рівень освітленості та автоматично вмикають систему при настанні сутінків. Астрономічний таймер дозволяє гнучко налаштовувати графік роботи, наприклад, переводити систему у «нічний режим» зі зниженням інтенсивності світла на 50% після опівночі задля енергозбереження.

– ручне (дистанційне) керування – реалізується за допомогою щита керування зовнішнім освітленням (ЩЗО). Для кожної функціональної зони (адміністративна, паркова, виробнича, охоронний периметр) передбачено окремі автоматичні вимикачі та магнітні пускачі, що дозволяє за потреби вручну активувати або знеструмити як окрему зону, так і кожен світловий контур автономно під час проведення ремонтних робіт.

3.4 Інженерний благоустрій території

Вертикальне планування є ключовим етапом інженерної підготовки майданчика будівництва. Воно являє собою комплекс проєктних робіт штучного перетворення, організації та пристосування існуючого природного рельєфу (чорних відміток) до вимог сучасного містобудування, архітектури та технологічних процесів підприємства.

Головна мета вертикального планування полягає у формуванні проєктної поверхні (червоних відміток) із нормативними ухилами, які безперешкодно забезпечують: ефективне поверхневе водовідведення, транспортну та пішохідну безпеку, будівельне освоєння майданчика, архітектурну виразність.

Організацію стоку дощових, талих та інфільтраційних вод по відкритих лотках, кюветах або закритих дощоприймальних мережах (зливовій каналізації) до очисних споруд і далі у природні водойми, запобігаючи підтопленню та ерозії ґрунтів.

Створення оптимальних поздовжніх і поперечних ухилів на внутрішньозаводських автодорогах, проїздах та пішохідних алеях для організації плавного, швидкого і безпечного руху транспорту та пішоходів за будь-яких погодних умов.

Якісну підготовку території під капітальну забудову, безперешкодне прокладання підземних інженерних комунікацій (водопроводу, каналізації, тепломереж) без порушення структури ґрунту, а також проведення подальшого комплексного благоустрою.

Надання рельєфу максимальної пластичної та естетичної привабливості, гармонійне поєднання проектованих будівельних об'ємів з існуючим ландшафтом навколишнього середовища.

Методи виконання вертикального планування

Залежно від стадії розробки проєктної документації, складності

вихідного топографічного рельєфу та призначення об'єкта, вертикальне планування виконується трьома основними методами, які часто доповнюють один одного.

Метод проєктних (червоних) відміток застосовується переважно на стадії передпроектних проробок або на перших етапах ескізного проектування (схем генеральних планів). Метод полягає у визначенні висотних позначок у ключових (опорних) точках території: на перехрестях осей доріг, у кутах будівель і споруд, у місцях перелому рельєфу. Він дає загальне уявлення про висотне рішення без детального опрацювання всієї площі.

Метод поздовжніх і поперечних профілів є основним при проєктуванні лінійних споруд автомобільних доріг, залізничних колій, трас інженерних мереж та зливових лотків. На основі вертикальних розрізів (профілів) по осях проектованих комунікацій наочно відображається співвідношення природного («чорного») та штучного («червоного») рельєфу. Метод дозволяє точно визначити глибину виїмок, висоту насипів, місця закладання водопропускних споруд та є базою для детальних земляних робіт.

Метод проектних (червоних) горизонталей найбільш точний, наочний та поширений метод, що застосовується на стадіях розробки робочої документації (РД) для комплексного планування майданчиків, міських мікрорайонів та територій промислових підприємств. Проектний рельєф відображається за допомогою ліній, що з'єднують точки з однаковими червоними висотними позначками, які наносяться через 20 см по висоті.

Цей метод дозволяє детально змоделювати майбутню поверхню кожної ділянки, визначити точний напрямок руху води на будь-якому квадраті території та є основою для складання картограми земляних робіт (підрахунку балансу мас між виїмками та насипами для досягнення «нульового балансу» ґрунту).

3.4.1 Побудова проєктних горизонталей по районній вулиці

Для нанесення проєктних горизонталей на вуличній мережі спочатку виконують градуювання прямих ділянок, тобто визначають положення точок, що відповідають відміткам проєктних горизонталей.

Нормативні значення поздовжніх ухилів для вулиць місцевого значення приймають у межах від 5 до 80‰. Водночас на підходах до перехресть поздовжній ухил поступово зменшують з метою забезпечення безпечних та комфортних умов руху, доводячи його безпосередньо в зоні перехрестя до значення не більше 30‰. Схема градуювання території наведена на рис.3.4.

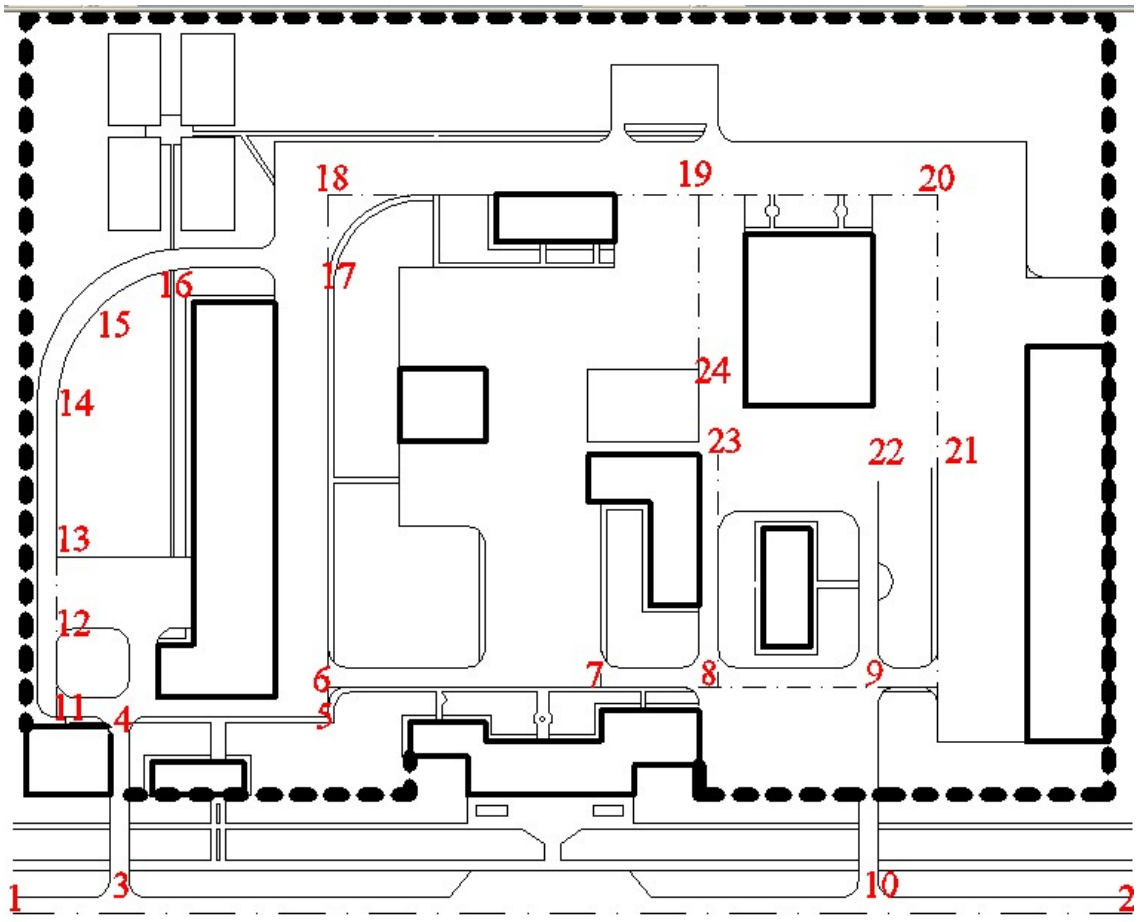


Рисунок 3.4 – Схема градуювання території

Після визначення опорних точок на осях та лотках проїжджої частини виконується безпосереднє геометричне трасування (шаблонне відкладання) та з'єднання однойменних відміток, що дозволяє отримати просторову картину проектного рельєфу вулиці з урахуванням її поперечного профілю (односхилого або двосхилого).

Існуючі відмітки на ділянці 1-2: H_1=63,25; H_2=61,65; L=315,5 м.

Проєктні відмітки приймаю з пониженням на 0,1 м:

H_1=63,15 м; H_2=61,55 м.

Повздовжній ухил дороги 1-2 складе:

$i_{пр} = (H_1 - H_2)/L$ = (63,55-61,55)/315,5 = 0,006339 = 6,34‰.

Крок проектних горизонталей Δh = 0,20 м.

Головна вулиця запроєктована з двосхилим поперечним профілем, тому проєктні горизонталі на її поверхні набувають характерної стрілоподібної форми. Напрямок стрілок відповідає напрямку зниження поверхні, тобто збігається з напрямком поздовжнього ухилу. Кут нахилу горизонталей на плані відносно осі проїзної частини визначається співвідношенням величин поздовжнього та поперечних ухилів.

На кресленні основні горизонталі наносять суцільними потовщеними червоними лініями, тоді як проміжні горизонталі відображаються тонкими червоними лініями.

Градуювання дороги 1-2:

l_1 = (61,60-61,55)/0,00634 = 7,89 м;

l_2 = 0,2/0,00634 = 31,54 м;

l_3 = (63,15-63,00)/0,00634 = 23,66 м.

Після завершення градуювання головної вулиці переходжу до побудови проєктних горизонталей. У межах розглядуваної ділянки спочатку наносять одну вихідну горизонталь з відміткою 61,60 м. Подальші горизонталі будують паралельно до неї, використовуючи точки відповідних відміток, визначені в процесі попереднього градуювання проїзної частини. Такий підхід забезпечує правильне відображення проєктної поверхні та її

ухилів на плані. Переріз головної вулиці наведений на рис. 3.5.

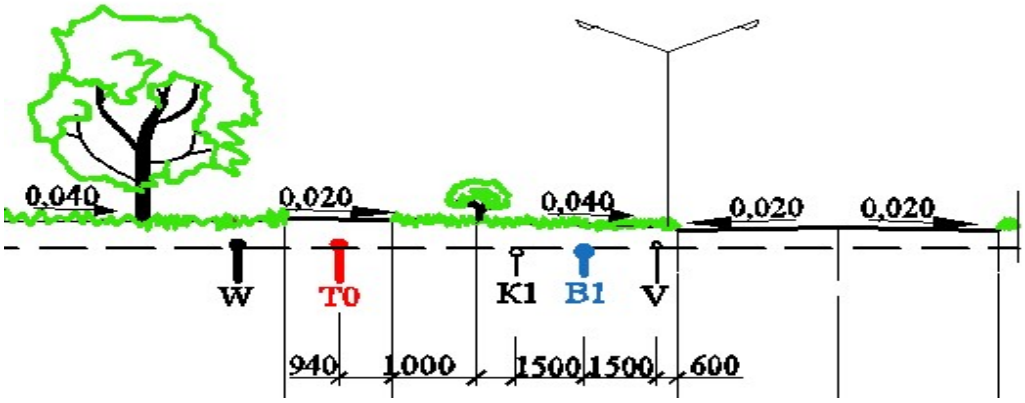


Рисунок 3.5 – Переріз головної вулиці

Розрахунок проєктних горизонталей розпочинають із визначення довжини їх закладення в межах проїзної частини дороги. Для цього використовують ширину проїзної частини, яка становить (В = 9) м, та виконують обчислення за відповідною формулою:

$$l_4 = ((i_{non} \cdot B)/2)/i_{пр} = (0{,}020 \cdot 4{,}5)/\ 0{,}00634 = 14{,}20 \text{ м},$$

де i_{non} – поперечний ухил вулиці, i_{non} = 20‰.

Місце виходу горизонталі від лотка на верх бортового каменя при його висоті $h_б$ = 0,15м:

$$l_5 = h_б/\ i_{пр} = 0{,}15/0{,}00634 = 23{,}66 \text{ м}.$$

Далі виконую побудову проєктної горизонталі на газоні і тротуарі:

$$l_6 = B_1 \cdot i_{non1}/i_{пр} = 4 \cdot 0{,}040/0{,}00634 = 25{,}24 \text{ м};$$

$$l_7 = B_2 \cdot i_{non2}/i_{пр} = 3 \cdot 0{,}020/0{,}00634 = 9{,}46 \text{ м};$$

де B_1 – ширина газона, 4м;

B_2 – ширина тротуара, 3м;

i_{non1} – поперечний ухил газона, 40‰;

i_{non2} – поперечний ухил тротуара, 20‰.

Проєктні горизонталі на головній дорозі будують на основі прийнятих поздовжніх і поперечних ухилів проїзної частини. Їхнє розташування на

плані відображає проєктну поверхню дороги та забезпечує наочне уявлення про напрямок стоку поверхневих вод. Побудову горизонталей виконують після градуювання осі дороги та визначення положення точок з відповідними проєктними відмітками. Отримані горизонталі дозволяють оцінити характер рельєфу проєктованої поверхні та перевірити правильність прийнятих планувальних рішень. Проєктні горизонталі на головній дорозі наведені на рис. 3.6.

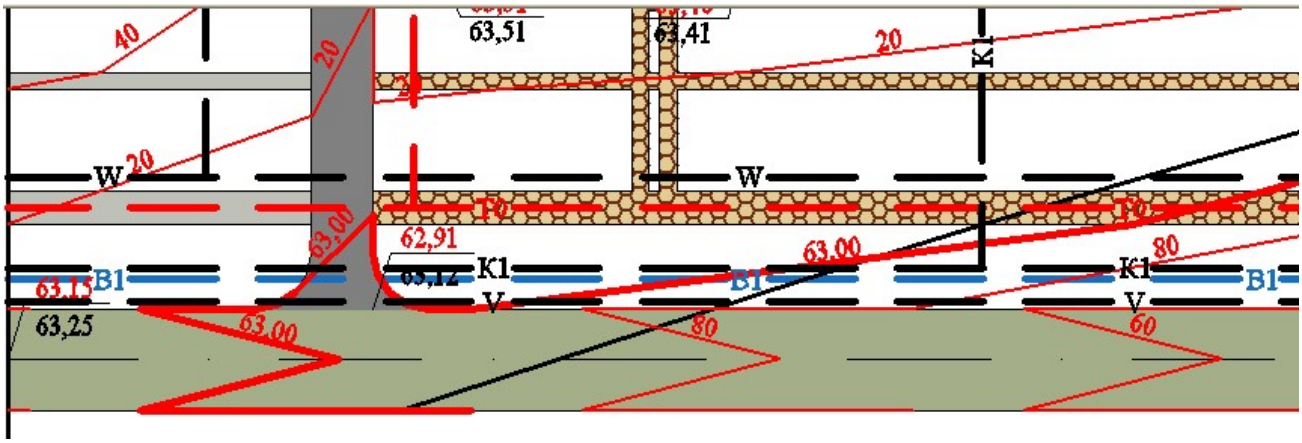


Рисунок 3.6 – Проєктні горизонталі на головній дорозі

3.4.2 Побудова проєктних горизонталей по території

У проєкті передбачено влаштування проїздів шириною 5,5 м, без облаштування тротуарів. У місцях зміни напрямку руху радіус заокруглення по внутрішній бровці прийнято рівним 5 м.

Приєднання проїзду до проїзної частини вулиці здійснюється під прямим кутом. Проїзд запроєктовано з односхилим поперечним профілем, у зв’язку з чим водовідвідний лоток передбачено лише з одного боку. Його розміщення узгоджене з напрямком поздовжнього ухилу та прийняте з боку зниження рельєфу. Відмежування проїзду від прилеглих територій виконується за допомогою бортового каменю висотою hб = 0,10 м.

Відмітки у точках 3 і 10 визначають шляхом інтерполяції між сусідніми проєктними горизонталями на проїзній частині дороги.

H_3 = 62,91 м, H_{10} = 61,83 м. Переріз дороги наведений на рис. 3.7.

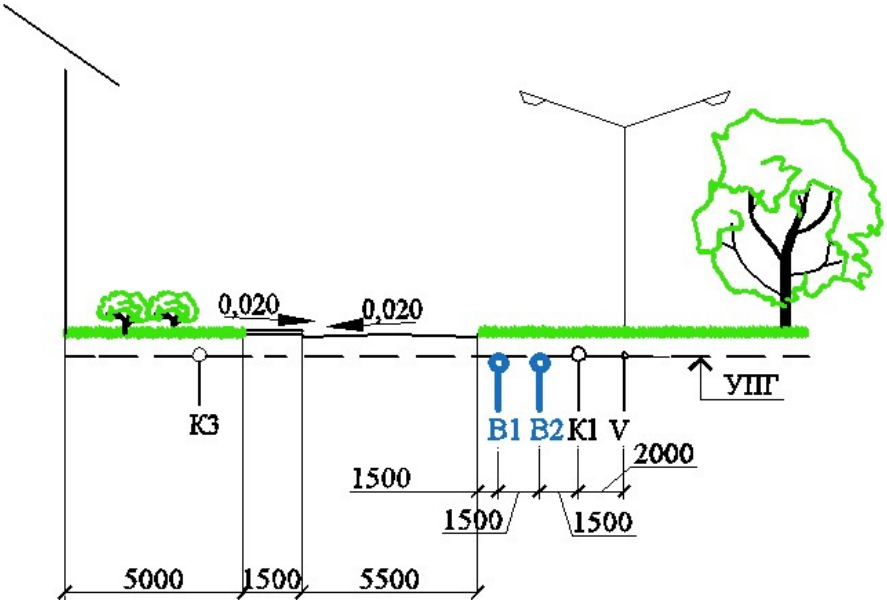


Рисунок 3.7 – Переріз дороги 2-2

Значення всіх останніх точок знаходимо інтерполяцією між існуючими горизонталями.

Тоді: H_4 = 63,77 м, H_5 = 63,73 м, H_6 = 63,77 м, H_7 = 63,35 м, H_8 = 63,23 м, H_9 = 63,00 м.

Ділянка 4-5. Так як точка 5 має менше значення ніж 4 і 6, то в цьому місці буде накопичуватися вода. Тому змінюю значення точок 4 і 5, так щоб вода з цієї ділянки стікала у бік точки 4, встановлюю мінімальний ухил 5‰.

H_4 = 63,58 м, H_5 = 63,86 м, $L_{4\text{-}5}$ = 56,2 м:

$i_{4\text{-}5} = (H_5 - H_4)/L_{4\text{-}5}$ = (63,86 - 63,58)/56,2 = 0,0050 = 5,00‰.

Закладення проєктної горизонталі на ділянці 4-5 складе:

$$l = в \cdot i_{пол} / i_{4\text{-}5} = 13{,}65 \cdot 0{,}020/0{,}005 = 54{,}6 \text{ м}.$$

Ділянка 6-7. Далі пускаю воду по схилу, тому точки 6-9 приймаємо з урахуванням допустимих уклонів:

H_6 = 63,83 м, H_7 = 63,35 м, $L_{6\text{-}7}$ = 76,9 м,

$i_{6\text{-}7} = (H_6 - H_7)/L_{6\text{-}7}$ = (63,83 - 63,35)/76,9 = 0,00624 = 6,24‰.

Ділянка 7-8: H_7 = 63,35 м, H_8 = 63,23 м, $L_{7\text{-}8}$= 32,95 м,

$i_{7\text{-}8} = (H_7 - H_8)/L_{7\text{-}8}$ = (63,35 - 63,23)/32,95 = 0,00364 = 3,64‰ < 5‰.

Тоді виконую перерахунок за умови мінімального ухилу 5‰:

H_8 = 63,23 м, $L_{7\text{-}8}$= 32,95 м, $i_{пр}$ = 5‰,

H_7 = 63,23 + (32,95·0,005) = 63,39 м,

$i_{6\text{-}7} = (H_6 - H_7)/L_{6\text{-}7}$ = (63,83 - 63,39)/76,9 = 0,00572 = 5,72‰,

$l = в \cdot i_{пол}/i_{6\text{-}7}$ = 5,5·0,020/0,00572 = 19,23 м.

$l = в \cdot i_{пол}/i_{7\text{-}8}$ = 5,5·0,020/0,005 = 22,0 м.

Ділянка 8-9: H_8 = 63,23 м, H_9 = 63,00 м, $L_{8\text{-}9}$ = 45,0 м,

$i_{8\text{-}9} = (H_8 - H_9)/L_{8\text{-}9}$ = (63,23 - 63,00)/45,0 = 0,00572 = 5,11‰,

$l = в \cdot i_{пол}/i_{8\text{-}9}$ = 5,5·0,020/0,00511 = 21,53 м.

Ділянка 9-12: H_9 = 63,00 м, H_{12} = 62,89 м, $L_{9\text{-}12}$ = 16,6 м,

$i_{9\text{-}12}$ = (63,00 - 62,89)/16,6 = 0,00663 = 6,63‰,

$l = в \cdot i_{пол}/i_{9\text{-}12}$ = 5,5·0,020/0,00663 = 16,59 м.

Ділянка 9-10: H_9 = 63,00 м, H_{10} = 61,83 м, $L_{9\text{-}10}$ = 59,6 м,

$i_{9\text{-}10}$ = (63,00 - 61,83)/59,6 = 0,01963 = 19,63‰,

$l = в \cdot i_{пол}/i_{9\text{-}10}$ = 5,5·0,020/0,01963 = 5,6 м.

Ділянка 4-11: H_4 = 63,58 м, H_{11} = 63,81 м, $L_{4\text{-}11}$ = 20,5 м,

$i_{4\text{-}11}$ = (63,81 - 63,58)/20,5 = 0,01122 = 11,22‰,

$l = в \cdot i_{пол}/i_{4\text{-}11}$ = 5,5·0,020/0,01122 = 9,8 м.

Ділянка 11-13: H_{11} = 63,81 м, H_{13} = 64,38 м, $L_{11\text{-}13}$ = 44,96 м,

$i_{11\text{-}13}$ = (64,38 - 63,81)/44,96 = 0,01268 = 12,68‰,

$l = в \cdot i_{пол}/i_{11\text{-}13}$ = 5,5·0,020/0,01268 = 8,67 м.

Ділянка 13-14: H_{13} = 64,38 м, H_{14} = 64,87 м, $L_{13\text{-}14}$ = 41,98 м,

$i_{13\text{-}14}$ = (64,87 - 64,38)/ 41,98 = 0,01167 = 11,67‰,

$l = в \cdot i_{пол}/i_{13\text{-}14}$ = 5,5·0,020/0,01167 = 9,43 м.

Ділянку заокруглення розбиваю на дві частини, для більшого приближення. Маю ділянки 14-15 і 15-16.

Ділянка 14-15: H_{15} = 65,18 м, H_{14} = 64,87 м, $L_{14\text{-}15}$ = 31,0 м.

$i_{14\text{-}15}$ = (65,18 -64,87)/31,0 = 0,010 = 10,0‰,

$l = в \cdot i_{пол} / i_{14\text{-}15}$ = 5,5·0,020/0,01 = 11,0 м.

Ділянка 15-16: H_{15} = 65,18 м, H_{16} = 65,29 м, $L_{15\text{-}16}$ = 31,0 м.

$i_{15\text{-}16}$ = (65,29 - 65,18)/ 31,0 = 0,00355 = 3,55‰, що < 5‰.

Приймаємо на ділянці 15-16 уклон i = 5‰, тоді:

H_{15} = 65,29 – (31,0·0,005) = 65,14 м,

$i_{14\text{-}15}$ = (65,14 - 64,87)/ 31,0 = 0,00871 = 8,71‰,

$l = в \cdot i_{пол} / i_{15\text{-}16}$ = 5,5·0,020/0,00871 = 12,63 м.

Ділянка 16-17: H_{16} = 65,29 м, H_{17} = 65,03 м, $L_{16\text{-}17}$ = 36,28 м.

В точці 16 виконуємо водорозділ. Тоді на ділянці 16-17 уклон складе:

$i_{16\text{-}17}$ = (65,29 - 65,03)/36,28 = 0,00717 = 7,17‰,

$l = в \cdot i_{пол} / i_{16\text{-}17}$ = 5,5·0,020/0,00717 = 15,34 м.

Ділянка 17-18: H_{17} = 65,03 м, H_{18} = 65,47 м, $L_{17\text{-}18}$ = 20,53 м,

$i_{17\text{-}18}$ = (65,47 - 65,03)/20,53 = 0,00828 = 8,28‰,

$l = в \cdot i_{пол} / i_{17\text{-}18}$ = 5,5·0,020/0,00828 = 13,29 м.

Ділянка 18-19: H_{18} = 65,47 м, H_{19} = 64,90 м, $L_{18\text{-}19}$ = 104,4 м,

$i_{18\text{-}19}$ = (65,47 – 64,9)/104,4 = 0,00546 = 5,46‰,

$l = в \cdot i_{пол} / i_{18\text{-}19}$ = 15,0·0,020/0,00546 = 54,95 м.

Ділянка 19-20: H_{19} = 64,90 м, H_{20} = 64,37 м, $L_{19\text{-}20}$ = 54,26 м,

$i_{19\text{-}20}$ = (64,9 – 64,37)/54,26 = 0,00977 = 9,77‰,

$l = в \cdot i_{пол} / i_{19\text{-}20}$ = 15,0·0,020/0,00977 = 30,71 м.

Ділянка 20-21: H_{20} = 64,37 м, H_{21} = 64,14 м, $L_{20\text{-}21}$ = 48,50 м,

$i_{20\text{-}21}$ = (64,37 – 64,14)/48,50 = 0,00557 = 5,57‰.

Ділянка 21-22: H_{21} = 64,14 м, H_{22} = 64,04 м, $L_{21\text{-}22}$ = 16,9 м,

$i_{21\text{-}22}$ = (64,12 – 64,04)/16,9 = 0,00592 = 5,92‰.

Ділянка 22-24: H_{22} = 64,04 м, H_{24} = 63,53 м, $L_{22\text{-}24}$ = 21,0 м,

$i_{22\text{-}24}$ = (64,04 – 63,53)/21,0 = 0,02428 = 24,28‰.

Ділянка 23-22: H_{23} = 64,68 м, H_{22} = 64,04 м, $L_{23\text{-}22}$ = 18,0 м,

$i_{23\text{-}22}$ = (64,68 – 64,04)/18,1 = 0,01547 = 15,47‰.

Ділянка 24-12: H_{24} = 63,53 м, H_{12} = 62,89 м, $L_{24\text{-}12}$ = 58,3 м, $i_{24\text{-}12}$ = (63,53 – 62,89)/58,3 = 0,011= 11,0‰.

Ділянка 25-7: H_{25} = 64,08 м, H_7 = 63,48 м, $L_{25\text{-}7}$ = 46,1 м, $i_{25\text{-}7}$ = (64,08 – 63,48)/46,1= 0,01302= 13,02‰.

Ділянка 26-27: H_{26} = 65,13 м, H_{27} = 64,32 м, $L_{26\text{-}27}$ = 72,7 м, $i_{26\text{-}27}$ = (65,13 – 64,32)/72,7 = 0,01114 = 11,14‰.

3.5 Висотна прив'язка будівлі

У зв’язку з тим, що існуючий рельєф має ухил у напрямку проєктованої будівлі (2), було виконано коригування проєктних горизонталей з метою забезпечення відведення поверхневих вод від будівлі. Для цього у проєкті прийнято ухил у протилежному напрямку, завдяки чому дощові стоки спрямовуються до лотків прилеглих доріг і майданчиків.

У результаті цього відмітки кутів будівлі становитимуть:

H_1 = 64,00 м, H_2 = 64,28 м, H_3 = 64,37 м, H_4 = 64,20 м,

Оскільки висотний перепад відміток будівлі складає всього 8 см, то відмітка кутів будівлі призначена по проєктних відмітках спланованої території.

Відмітка рівня чистої підлоги:

$H_{буд}$+0,15= 64,28 + 0,15 = 64,43 м.

Будівлі №3 і №5, відповідно до вимог технологічного процесу, повинні мати однакові відмітки кутів без перепадів, тому їх прив’язку виконують до спланованого рельєфу. У цьому випадку передбачають додаткові земляні роботи, зокрема підсипання ґрунту, що враховано при побудові проєктних горизонталей.

3.6 Інженерні комунікації та мережі майданчика

3.6.1 Принципи трасування та прокладання підземних мереж

Розміщення підземних інженерних комунікацій на території підприємства проєктується переважно в межах поперечних профілів внутрішньозаводських вулиць, автодоріг та проїздів. Для раціонального використання підземного простору та спрощення експлуатації мережі диференціюють за зонами закладання:

– під тротуарами та технічними смугами – передбачається прокладання кабельних ліній (силових та зв'язку), а також комплексне розміщення суміжних комунікацій у загальних залізобетонних прохідних або напівпрохідних колекторах;

– в межах розділових і зелених смуг – трасуються магістральні теплові мережі, водопроводи, газопроводи, а також самопливні мережі господарсько-побутової та дощової (зливової) каналізації;

З метою мінімізації обсягів земляних робіт і оптимізації будівельного майданчика, прокладання підземних інженерних мереж передбачається, як правило, суміщеним – у загальних траншеях або технологічних галереях із дотриманням нормативних відстаней у плані та по вертикалі.

Особливості перетину з інженерними спорудами: у місцях перетину підземних комунікацій із заглибленими пішохідними переходами (тунелями) трасування трубопроводів (водопровід, каналізація, тепломережа) здійснюється у захисних футлярах під лотком тунелю. Натомість силові кабелі та кабелі зв'язку прокладаються над перекриттям тунелю у спеціальних кабельних каналах або блоках.

3.6.2 Система водопостачання підприємства

Водопостачання об'єкта запроєктовано за централізованою схемою від міської водопровідної мережі. Дана система являє собою єдиний гідравлічний комплекс взаємопов'язаних споруд та обладнання, що забезпечує забір води з джерела, її підйом, очищення та доведення до нормативної якості, зберігання недоторканних пожежних й аварійних запасів, а також безперебійне транспортування та розподіл між споживачами.

Проєктування систем водопостачання виконано на основі схем районного планування та генерального плану промислового вузла, з обов'язковим урахуванням перспективного розвитку підприємства, вимог охорони навколишнього середовища та раціонального використання водних ресурсів. Системи водоспоживання розробляються та проєктуються одночасно і в ув'язці з системами водовідведення.

Для зниження обсягів забору свіжої води з природних джерел та захисту довкілля від забруднення стічними водами, на підприємстві складається технологічний водогосподарський баланс. Залежно від типу технологічних процесів застосовуються такі схеми:

– оборотне водопостачання (пріоритетне) – відпрацьована у технологічному процесі вода (наприклад, після охолодження обладнання чи апаратів) не скидається у каналізацію, а направляється на охолоджувальні споруди (градирні, бризкальні басейни) або апарати повітряного охолодження, після чого повторно повертається у виробничий цикл;

– послідовне та прямоточне водопостачання передбачає повторне використання умовно-чистої або попередньо очищеної відпрацьованої води в інших цехах, де висуваються менш суворі вимоги до її якості. Прямоточна схема водяного охолодження із однократним використанням води та її подальшим скиданням.

3.6.3 Система водовідведення (каналізація)

Специфіка виробничої діяльності підприємства зумовлює утворення стічних вод, забруднених специфічними домішками: нафтопродуктами, компонентами лакофарбових матеріалів, токсичними електролітами гальванічних виробництв, зваженими речовинами та відходами полімерів. Скидання таких стоків у загальноміську мережу без попереднього очищення суворо заборонено. Тому на підприємстві передбачено влаштування локальних очисних споруд (ЛОС) для знешкодження, нейтралізації та утилізації шкідливих компонентів безпосередньо біля джерел їх утворення.

Збір та видалення стічних вод забезпечується комплексною системою каналізації, яка складається з таких елементів: внутрішні каналізаційні пристрої будівель (приймачі стоків, внутрішні мережі трубопроводів, гідрозатвори).

Зовнішня каналізаційна мережа (самопливні підземні трубопроводи, колектори, оглядові та контрольні колодязі).

Насосні станції перекачування та напірні водоводи (за потреби, при складному рельєфі).

Споруди біологічного, хімічного або механічного очищення (ЛОС).

Випуски очищених вод у внутрішньомайданчикові оборотні системи або у зовнішню водойму (колектор).

Залежно від спільного чи роздільного транспортування різних категорій стоків (побутових, виробничих та дощових), схема водовідведення підприємства приймається за одним із трьох типів:

– роздільна (найбільш раціональна) – побутові, дощові та виробничі стоки збираються та транспортуються абсолютно незалежними мережами трубопроводів;

– загальносплавна – всі категорії стічних вод відводяться єдиним колектором на спільні очисні споруди;

– напівроздільна – стічні води транспортуються роздільними мережами, але перед скиданням у водойму змішуються у головному

колекторі через спеціальні роздільні камери, які направляють найбільш забруднену першу порцію дощового стоку на очисні споруди.

Інженерні мережі слід розміщувати переважно в межах поперечних профілів вулиць і доріг: під тротуарами і розділовими смугами - інженерні мережі в колекторах; в межах розділових смуг - теплові мережі, водопровід, газопровід, господарчо-побутову і дощову каналізацію. Прокладку підземних інженерних мереж слід, як правило, передбачати поєднану в загальних траншеях.

3.7 Висновок за розділом 3

В результаті проєктування інженерної підготовки та благоустрою території майданчика будівництва вирішено завдання адаптації природного рельєфу до нормативних містобудівних та технологічних вимог.

Завдяки застосуванню методу проєктних горизонталей створено оптимальний висотний профіль території з нормативними ухилами для безпечного руху персоналу та транспорту підприємства.

Розроблено схему поєднаного розведення підземних інженерних мереж у межах поперечних профілів проїздів з урахуванням правил перетину з пішохідними комунікаціями. Запроєктована система комплексного озеленення, МАФ та штучного освітлення зон відпочинку забезпечує належний санітарно-гігієнічний та естетичний рівень передзаводського простору. Загалом, рішення розділу є технічно обґрунтованими та забезпечують міцність, стійкість і довговічність капітальних споруд об'єкта.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Київ: Мінрегіонбуд, 2018. 36 с.

2. ДСТУ 8855:2019 Визначення класу наслідків (відповідальності). [Чинний від 2019-12-01]. ДП «УкрНДНЦ». України, 2019. 13 с.

3. ДБН В.1.1-7-2016. Пожежна безпека обєктів будівництва: [Чинний від 2017-07-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2017. 38 с.

4. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. [Чинний з 2019-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 70 с.

5. ДБН В.2.2-28:2010 Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. [Чинний з 2011-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 52 с.

6. ДСТУ Б А.2.4-7:2009 Система проектної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень [Чинний від 2009-01-24]. Київ: Держстандарт України, 2009. 75 с.

7. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації. [Чинний від 2009-01-24]. Київ: Держстандарт України, 2009. 70 с.

8. ДСТУ Б А.2.4-11:2009 Система проектної документації для будівництва. Правила виконання специфікації обладнання, виробів і матеріалів. [Чинний від 2009-01-24]. Київ: Держстандарт України, 2009. 12с.

9. ДСТУ 3008-2018 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «Укр НДНЦ», 2016. 31с.

10. ДБН Б.2.2-5:2011. Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій. [Чинний від 01.09.2012 р.]

Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2012. 50 с.

11. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. [Чинний від 2019-01-10]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 177 с.

12. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування: [Чинний від 2007-01-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2006. 71 с.

13. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі.: [Чинний від 01.11.2011]. Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2011. 123 с.

14. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 127 с.

15. ДБН В.2.5-56-2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Системи протипожежного захисту. [Чинний від 2011-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2011. 137 с.

16. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Київ: Мінрегіонбуд, 2018. 36 с.

17. ДБН В.1.2-11:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність: [Чинний від 01.09.2022]. Вид. офіц. Київ : Мінгегіон України, 2022. 17 с.

18. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10-2009. [Чинні від 2009-07-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 107

19. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. Зміна № 1. [Чинний від 01.05.2019]. Вид. офіц. Київ: Мінгегіон України, 2019. 110 с.

20. ДБН В.1.1-7-2016. Пожежна безпека обєктів будівництва: [Чинний від 2017-07-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2017. 38 с.

21. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні. [Чинний від 30.12.2014]. Вид. Міністерство внутрішніх справ (МВС) України, 2014.71с.

22. ДСТУ EN 62305-1:2012 Захист від блискавки. Частина 1. Загальні принципи (EN 62305-1:2011, IDT). Наказ від 28.05.2012 № 640. [Чинний від 2012–28–05]. Чинний (з урахуванням Поправки № 1:2022).

23. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Мінрегіон України, 2013. 172 с.

24. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 134 с.

25. ДБН В.2.5-23:2010. Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об`єктів цивільного призначення [Чинний від 2010-10-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 169 с.

26. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. [Чинний від 2011-06-01]. ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 2011. 123 с.

27. Залізобетонні конструкції: навчальний електронний посібник. Глухів. 2017. 208 с

28. Проектування міських територій: підручник: у 2 ч. / за ред. І. Е. Линник, О.В. Завального. Харків: ХНУМГ ім.О.М. Бекетова, 2019. Ч. ІІ. 544с.

29. Бабаєв В. М., Рищенко Т. Д., Завальний О. В., Линник І. Е.,Черноносова Т. О., Ткачук О. А., Гайко Ю. І., Мороз Н.В. Проектування міських територій: підручник у двох частинах. Частина ІІ. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 544 с.

30. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019–03–01]. Вид. офіц. Київ : ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК), 2019. 137 с.