

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра цивільної інженерії технологій будівництва і захисту довкілля
Освітньо-кваліфікаційний рівень «бакалавр»
Спеціальність – 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма «Гідротехніка (водні ресурси)»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри цивільної інженерії,
технологій будівництва і захисту довкілля
д.т.н., проф. Вікторія ВОЛКОВА
"_____" _____ 2025 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
на тему: : « Проект будівництва системи водопостачання та водовідведення
будівлі з виробництва обладнання для газорозподільчих мереж в місті
Вінниця »

Виконала здобувачка вищої освіти

4 курс, групи БЦІ-1-21 _____ Сирота Анна Рустамівна
(підпис)

Керівник _____ Волкова Вікторія Євгеніївна
(підпис)

Рецензент _____

Дніпро – 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень
Спеціальність – 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма «Гідротехніка (водні ресурси)»

З А Т В Е Р Д Ж У Ю :

Зав. кафедри цивільної інженерії,
технологій будівництва і захисту
довкілля

д. т. н., проф. Вікторія ВОЛКОВА

“ ” _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу здобувачі вищої освіти
Сироті Анні Рустамівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) «Проект будівництва системи водопостачання та водовідведення будівлі з виробництва обладнання для газорозподільчих мереж в місті Вінниця»
затверджена наказом по університету від “16” квітня 2025 р. №
2. Термін здачі студентом закінченого проєкту (роботи): “17” 06 2025р.
3. Вихідні дані до проєкту (роботи): місце будівництва м.Вінниця. Загальна площа ділянки території АТ «Вінницягаз» – 4,5976га. Ділянка будівництва будівлі в межах об’ємів робіт – 0.8605га. Площа забудови - 3129.88м² Площа покриття проїздів, тротуарів - 2646м² . Конструкція покрівлі представлена у вигляді багатошарового «сендвіча». Перемички виконані згідно з ДСТУ 3760:2019 та відповідають проектним вимогам до несучих конструкцій. В якості арматури використовуються стрижні класу А500С діаметром 10 мм. Бетон – класу С12/15. Для елементів вузлу матеріал сталь С245. Показники безпеки та якості холодного питного та гарячого водопостачання повинні відповідати ДсанПіН 2.2.4–171–10. Тиск води в системах господарсько-питного і протипожежного водопроводу на відмітці найнижче розташованих санітарно-технічних приладів не повинен перевищувати 0,6 МПа, на відмітці найвище розташованих приладів – за паспортними даними цих приладів, а за відсутності таких даних – не менше 0,2 МПа і не більше ніж 0,6 МПа на всіх інших поверхах. Витрата господарсько-питного трубопроводу – 0,6 л/с.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ ПП	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Архітектурно-планувальне рішення будівлі	26.04	
2	Розрахунково-конструктивний розділ	31.04	
3	Розрахунок систем водопостачання та водовідведення	18.05	
4	Технологічно-організаційний розділ	30.05	
5	Кошторис	14.06	

Студент-дипломник _____ Анна СИРОТА
(підпис)

Керівник проекту (роботи) _____ Вікторія ВОЛКОВА
(підпис)

Проект будівництва системи водопостачання та водовідведення будівлі з
виробництва обладнання для газорозподільчих мереж в місті Вінниця

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ	9
1.1 Характеристика ділянки забудови	9
1.2 Кліматичні умови	11
1.3 Геологічні умови.....	17
1.4 Виробнича будівля	20
2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	29
2.1 Розрахунок сталевий кроквяної ферми методом скінченних елементів	29
2.1.1 Збір навантажень	33
2.1.2 Побудова розрахункової схеми методом скінченних елементів.....	34
2.1.3 Результати статичного та конструктивного розрахунків елементів ферми	37
2.2 Розрахунок фундаменту мілкого закладання під колону двоповерхової будівлі	45
2.2.1 Розрахунок площі основи фундаменту.....	46
2.2.2 Визначення несучої здатності основи	46
2.2.3. Орієнтовна глибина закладання.....	46
2.2.4 Визначення осадки	49
3 РОЗРАХУНОК СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ	56
3.1 Розрахунок тимчасового водопостачання	56

3.2 Господарсько-питний водопровід (B1,T3)	58
3.3 Виробниче водовідведення (K3).....	63
3.4 Дощове водовідведення (K2)	66
3.5 Протипожежний водопровід (B2)	68
4 ТЕХНОЛОГІЧНО-ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ.....	73
4.1 Технологія будівництва.....	73
4.1.1 Технологічна послідовність та методи виконання робіт підготовчого періоду	78
4.1.2 Технологічна послідовність та методи виконання робіт основного періоду	80
4.2 Зварювальні роботи.....	97
4.2.1 Виконання зварювання з вишки-тура.....	98
4.3 Роботи по монтажу профнастилу	100
4.3.1 Транспортування, розвантаження та переміщення профнастилу	100
4.3.2 Монтаж профнастилу	102
4.4 Організація будівництва	105
4.5 Геодезичні роботи	108
4.6 Відомість потреби в машинах, обладнанні, інструменті, інвентарі.....	110
4.7 Охорона праці	111
4.8 Тривалість будівництва.....	117
4.9 Охорона навколишнього середовища.....	121
5 КОШТОРИС	124
5.1 Відомість обсягів робіт	124
ВИСНОВКИ.....	128
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	130

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасні промислові підприємства, зокрема ті, що спеціалізуються на виробництві обладнання для газорозподільчих мереж, вимагають забезпечення високого рівня інженерної інфраструктури, серед якої системи водопостачання та водовідведення займають провідне місце. Ефективне функціонування таких систем є запорукою стабільної виробничої діяльності, дотримання санітарно-гігієнічних норм, а також зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

В умовах активного розвитку промислових об'єктів у містах України, зокрема у м. Вінниця, актуальність проектування сучасних систем водопостачання та водовідведення зростає. З огляду на зношеність частини існуючих мереж, збільшення обсягів виробництва та необхідність впровадження екологічно безпечних технологій, проектування нових інженерних систем набуває особливої важливості.

Особливої актуальності набуває розробка інженерних рішень для виробничих об'єктів, пов'язаних із виготовленням обладнання для газорозподільчих мереж, адже такі підприємства мають підвищені вимоги до технологічної води, очищення стоків, стійкості систем у надзвичайних умовах. Місто Вінниця, як одне з регіональних промислових центрів, потребує впровадження сучасних рішень у сфері водопостачання та водовідведення з урахуванням зростаючих навантажень на інфраструктуру, урбанізації та необхідності дотримання екологічних норм.

На сьогодні багато виробничих об'єктів експлуатують застарілі або неефективні системи водопостачання і водовідведення, що не відповідають сучасним вимогам до енергозбереження, безпеки та екології. Це призводить до надмірного витрачання водних ресурсів, підвищених експлуатаційних

витрат, ризику техногенних аварій і, в окремих випадках, до порушення вимог природоохоронного законодавства.

Крім того, в умовах модернізації виробництва та переходу на нові технологічні цикли існує нагальна потреба у створенні адаптивних та масштабованих інженерних систем, які можуть бути гнучке інтегровані у виробничий процес. Водночас, у науковій та проектній практиці відчувається нестача комплексних підходів до проектування систем водопостачання та водовідведення для специфічних виробництв, як-от обладнання для газорозподільчих мереж.

Таким чином, виникає необхідність розробки проектів, які базуються на сучасних розрахункових методах, передових інженерних рішеннях та екологічно безпечних технологіях. У цьому контексті дана робота спрямована на вирішення науково-практичної проблеми підвищення ефективності водопостачання та водовідведення у промисловому будівництві.

Системи водопостачання та водовідведення повинні відповідати вимогам надійності, енергоефективності, технологічної гнучкості та економічної доцільності. Тому проектування таких систем з урахуванням сучасних нормативних вимог, особливостей виробничого процесу та регіональної специфіки становить важливу науково-практичну задачу.

Об'єктом дослідження є будівля виробничого призначення, що спеціалізується на виготовленні обладнання для газорозподільчих мереж.

Місто Вінниця обране як територіальна база дослідження, враховуючи його індустріальний потенціал та наявність відповідної інженерної інфраструктури.

Метою дослідження є розроблення проекту систем водопостачання та водовідведення виробничої будівлі з урахуванням нормативних вимог, сучасних інженерних рішень та особливостей регіональної інфраструктури.

Робочим проектом передбачається нове будівництво будівлі по виробництву обладнання для газорозподільних мереж та будівлі піскоструминної ділянки.

Потужність проектуємого виробництва – 1200 одиниць готових виробів в рік. На підприємстві виробляється обладнання для газорозподільних мереж різних типів та призначення, а саме: ШГРП, ШГРПВ, ГРУ, ВОГ, ФГС, ФГК та інші деталі/обладнання умовними діаметрами від 15 до 350мм з товщиною стінки від 2,7 до 10мм.

Науково-практичне значення роботи полягає у можливості використання розробленого проекту як прикладної основи для подібних об'єктів виробничого призначення, а також у підвищенні ефективності функціонування інженерних систем за рахунок впровадження енергоощадних та екологічно безпечних технологій.

1 АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ

1.1 Характеристика ділянки забудови

Земельна ділянка, на якій планується нове будівництва будівлі по виробництву обладнання для газорозподільчих мереж та будівлі піскоструминної дільниці знаходиться в лівобережній частині м. Вінниці по вул. Костя Широцького, 24.

Цільове призначення земельної ділянки – для розміщення та експлуатації основних, підсобних та допоміжних будівель та споруд технічної інфраструктури (виробництво та розподілення газу), категорія земель – землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення.

Загальна площа ділянки території АТ «Вінницягаз» – 4,5976га.

Ділянка будівництва будівлі по виробництву обладнання для газорозподільних мереж та будівлі піскоструминної дільниці в межах об'ємів робіт – 0.8605га.

Площа забудови - 3129.88м²

Площа покриття проїздів, тротуарів - 2646м²

Площа озеленення - 1120м²

Ділянка обмежена:

- зі сходу – зона житлової забудови;
- з заходу – рекреаційна зона;
- з півночі – зона житлової забудови;
- з півдня – зона житлової забудови.

Грунтові води в межах пробуреної глибини 7,5м на дату вишукувань не зустрінуті, слід враховувати можливість утворення тимчасового водоносного горизонту типу «верховодки» по покрівлі важких суглинків.

Рельєф ділянки в межах об'ємів робіт спокійний. Перепад відміток від 282.00 до 274.00, ухил рельєфу з півночі на південь.

Зелені насадження на ділянці підлягають викорчовуванню.

1.2 Кліматичні умови

Кліматичні умови м. Вінниця мають помірно-континентальний характер, що характеризується чіткою сезонністю, помірною вологістю та відносно м'якою зимою. Ця особливість суттєво впливають на проектування інженерних систем будівель, зокрема систем водопостачання та водовідведення.

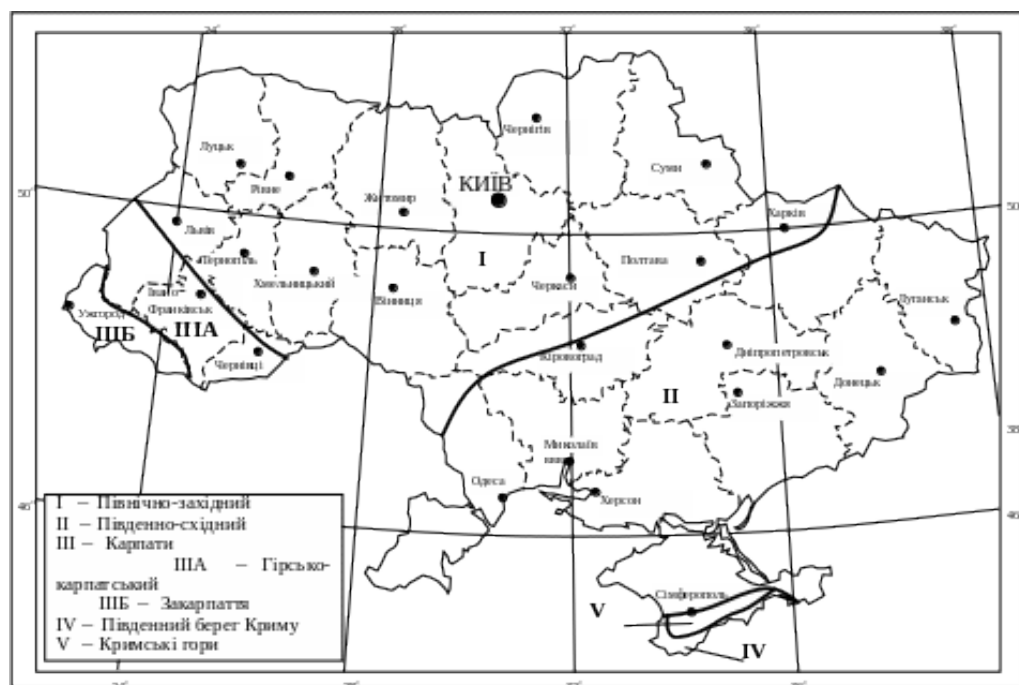


Рисунок 1.2 – Архітектурно-будівельне кліматичне районування України

Кліматичний район I - Північно-західний (Полісся. Лісостеп)

Зими в даному кліматичному районі (І) зазвичай холодна, тривала та сніжна.. Температура повітря в січні, найхолоднішому місяці, коливається від -4 °С до -8 °С. Можливі сильні морози, особливо в лютому.

Весна (березень-травень) характеризується поступовим підвищенням температури. У березні ще можуть бути заморозка, але з квітня температура починає активно підніматися, досягаючи 15-20 °С у травні.

Літо (червень-серпень) тепле і іноді спекотне. Середня температура в липні становила близько 20-25 °С, з можливими піками до 30 °С і вище. Літні місяці можуть бути вологими з частими дощами.

Осінь (вересень-листопад) є перехідний сезон, коли температура поступово знижується. Вересень ще може бути тепла, але в жовтні і листопаді температура падала до 5-10 °С.

Таблиця 1.1 – Середньомісячна температура повітря у Вінниці, °С

Місяць	Середня температура
Січень	-4,5
Лютий	-3,5
Березень	1,5
Квітень	8,5
Травень	15,0
Червень	18,5
Липень	20,5
Серпень	19,5
Вересень	14,5
Жовтень	8,5
Листопад	2,0
Грудень	-2,5
Середньорічна	8,16

На рисунку 1.3 наведено середньомісячні температури повітря у місті Вінниця, які характеризують кліматичні умови регіону протягом року.

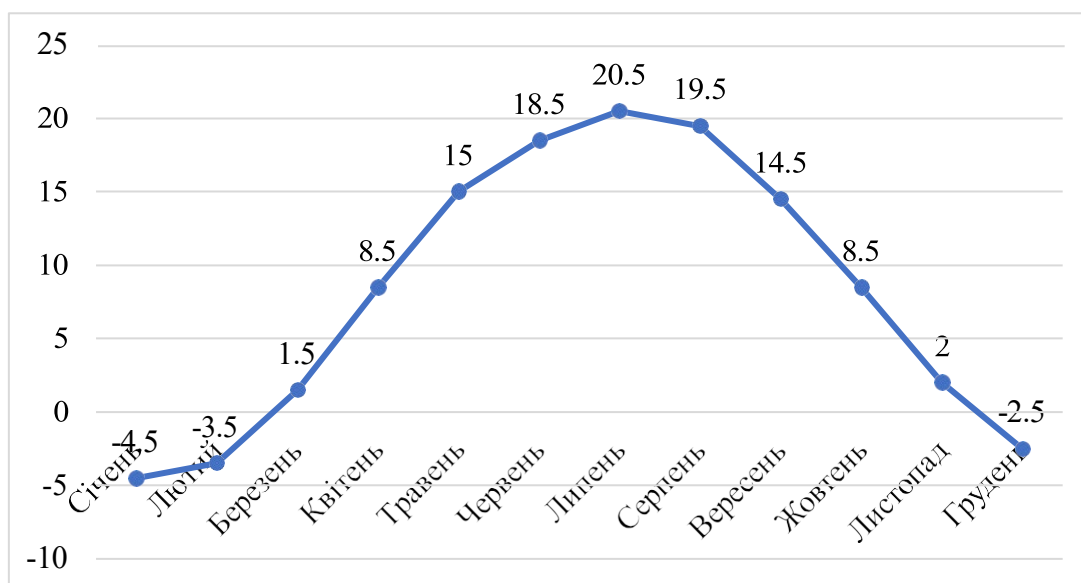


Рисунок 1.3 – Температура повітря

Найнижча середньомісячна температура спостерігається у січні ($-4,5^{\circ}\text{C}$) та лютому ($-3,5^{\circ}\text{C}$), що є характерним для зимового періоду з переважно морозної погоди. Найвищі температури фіксуються в літні місяці – липні ($20,5^{\circ}\text{C}$) та серпні ($19,5^{\circ}\text{C}$), що свідчить про помірно тепле літо.

Весна та осінь мають перехідний характер. У березні температура становить $1,5^{\circ}\text{C}$, а вже у травні – $15,0^{\circ}\text{C}$. Восени, навпаки, у вересні температура ще зберігається на відносно високому рівні ($14,5^{\circ}\text{C}$), але знижується до $2,0^{\circ}\text{C}$ у листопаді.

Середньорічна температура повітря становить $8,16^{\circ}\text{C}$, що підтверджує належність регіону до зони помірно-континентального клімату, із вираженою сезонністю. Ці кліматичні особливості важливі для врахування під час проектування будівельних об'єктів, особливо систем водопостачання, опалення, вентиляції та водовідведення. Вони визначають умови тепловтрат, сезонних навантажень на інженерні мережі та енергоефективність майбутньої експлуатації споруд.

Середня річна кількість опадів у Вінниці становить приблизно 600-700 мм. Найбільше опадів випадає влітку, особливо у червні та липні, тоді як зими зазвичай більш сухі (табл.1.2, рис.1.4). У таблиці 1.2 наведено середньомісячну

кількість опадів у місті Вінниця, що дозволяє охарактеризувати рівень зволоження території та сезонні особливості випадання атмосферних опадів протягом року.

Таблиця 1.2 – Середньомісячна кількість опадів у м. Вінниця, мм

Місяць	Кількість опадів
Січень	30
Лютий	28
Березень	35
Квітень	40
Травень	50
Червень	70
Липень	65
Серпень	60
Вересень	45
Жовтень	35
Листопад	30
Грудень	32
Середньорічна	43,33

Найбільша кількість опадів припадає на літні місяці – червень (70 мм), липень (65 мм) та серпень (60 мм). Це свідчить про яскраво виражений літній максимум опадів, що є характерним для помірно-континентального клімату.

Найменше опадів фіксується у лютому (28 мм) та січні (30 мм), що відповідає зимовому мінімуму з переважанням снігових опадів.

Весняний період демонструє поступове зростання кількості опадів – від 35 мм у березні до 50 мм у травні, що свідчить про активізацію циклонічної діяльності та перехід до вологішого літнього сезону. Восени кількість опадів поступово знижується – 45 мм у вересні, 35 мм у жовтні, 30 мм у листопаді, що відповідає періоду стабілізації погоди перед зимою (рис.1.4).

Вологість повітря в Вінниці коливається протягом року. Влітку вона може бути досить висока через часті дощі, тоді як взимку вологість зазвичай знижується. Середньорічна кількість опадів становить 43,33 мм на місяць, що у річному підсумку формує загальний рівень близько 520 мм на рік. Такий обсяг опадів є помірним і свідчить про достатній рівень зволоження для більшості інженерно-технічних рішень у будівництві. Найбільша кількість опадів спостерігається в літні місяці, що важливо враховувати при

проектуванні систем водовідведення. Ці показники є важливими при розрахунках водовідвідних систем, дренажу, проектуванні дахів та інших елементів будівлі, що мають забезпечити ефективне відведення дощових і талих вод.

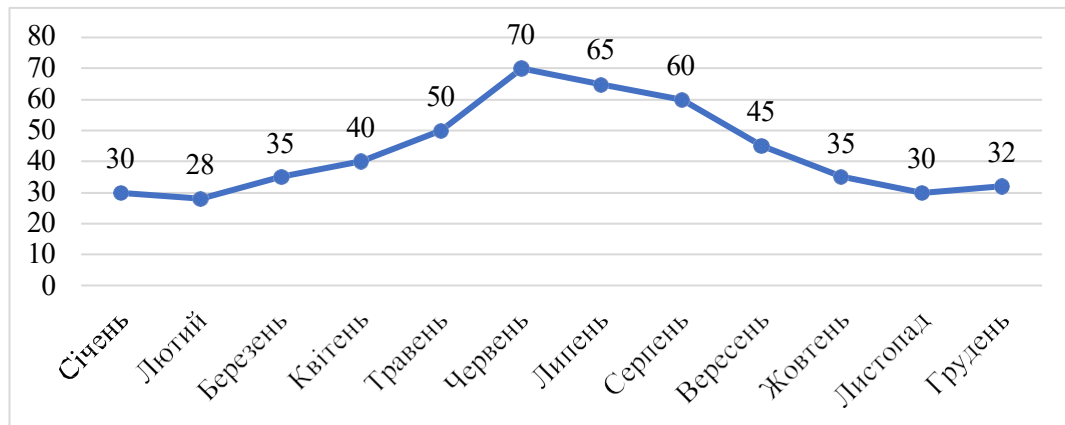


Рисунок 1.4 – Кількість опадів

Як і в багатьох інших регіонах світу, Вінниця відчуває вплив кліматичних змін, що проявляється в екстремальних погодних явищах, таких як сильні дощі, спекотні літні дні та аномально холодні зими.

Швидкість вітру впливає на тепловтрати будівель та навантаження на конструкції, що слід враховувати при їх проектуванні. Вітри в Вінниці переважно помірні, з різними напрямками. Найчастіше вітри з півдня та південного заходу.

Таблиця 1.3 – Середньомісячна швидкість вітру у Вінниці, м/с

Місяць	Швидкість вітру
Січень	3,5
Лютий	3,2
Березень	3,0
Квітень	2,8
Травень	2,5
Червень	2,2
Липень	2,0
Серпень	2,1
Вересень	2,3
Жовтень	2,6
Листопад	3,0
Грудень	3,3
Середньорічна	2,7

У таблиці 1.3 подано середньомісячні значення швидкості вітру у місті Вінниця, що є важливими при проектуванні інженерних споруд, особливо в контексті забезпечення вітростійкості та експлуатаційної безпеки будівель і комунікацій.

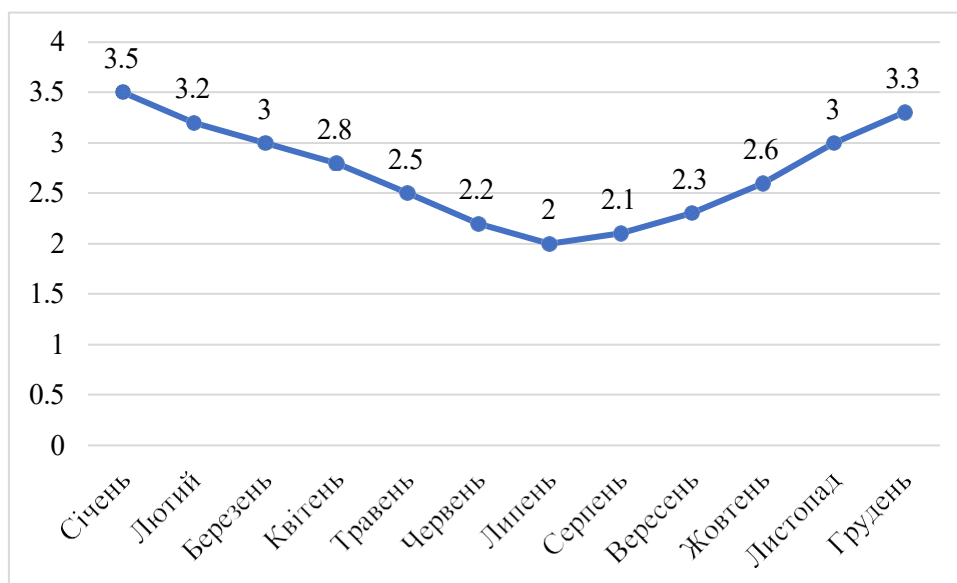


Рисунок 1.5 – Середня швидкість вітру

Найвищі швидкості вітру спостерігаються у зимовий період: січень – 3,5 м/с; грудень – 3,3 м/с; лютий – 3,2 м/с. Це зумовлено активною циклономічною діяльністю у холодну пору року, що супроводжується посиленням вітру.

Найнижче значення швидкості вітру характерне для літніх місяців: липень – 2,0 м/с; серпень – 2,1 м/с; червень – 2,2 м/с. Це пов'язано зі стабільнішою погодою, меншою кількістю атмосферних фронтів та зменшенням градієнтів тиску.

Протягом осінньо-весняного періоду швидкість вітру поступово змінюється від 3,0 м/с у березні та листопаді до 2,5–2,8 м/с у квітні та жовтні.

Середньорічна швидкість вітру у Вінниці становить 2,7 м/с, що є помірним показником і свідчить про відносно спокійні вітрові умови в регіоні.

При проектуванні будівель та систем водопостачання і водовідведення слід враховувати ці дані для: розрахунків навантажень на конструкції (вітрове навантаження), розміщення вентиляційних отворів, дахових елементів та інженерних систем, планування стійкості споруд та запобігання руйнуванням конструкцій під дією вітру.

Особливої уваги потребує зимовий період, коли вітер може створювати значні навантаження, а також впливати на тепловтрати будівель та ефективність вентиляції.

Відповідно приймаємо наступні кліматичні умови:

Об'єкт розміщено у 1 температурній зоні згідно ДБН В.2.6-31:2016.

Розрахункова температура внутрішнього повітря – 20⁰С

Розрахункова температура зовнішнього повітря – мінус 22⁰С.

Розрахункове навантаження ваги снігового покриву (5 сніговий р-н) – 1600 Па.

Характеристичне значення вітрового тиску (1 вітровий р-н) – 400 Па

Вологісний режим приміщень – нормальний.

Теплова ізоляція та енергоефективність будівель– Б (ДБН В.2.6-31:2021).

Загалом, кліматичні умови Вінниці створюють сприятливі умови для будівництва, проте вимагають ретельного врахування при проектуванні інженерних систем для забезпечення їх ефективності та довговічності.

1.3 Геологічні умови

Будівництво заплановане на території АТ «Вінницягаз», загальною площею земельної ділянки – 4,5976 га. У межах проекту передбачено виконання робіт на площі 0,8605 га. Ділянка розташована в межах міської інфраструктури та має статус земель промисловості, цільове призначення –

для розміщення та експлуатації основних, підсобних та допоміжних будівель та споруд технічної інфраструктури (виробництво та розподілення газу).

Територія в межах будівельного майданчика має спокійний рельєф без значних коливань висот. Перепад відміток становить 8,0 м (від 282,00 до 274,00 м над рівнем моря), що свідчить про помірний нахил.

Загальний нахил рельєфу спрямований з півночі на південь. Це створює сприятливі умови для водовідведення, оскільки забезпечується природне стікання атмосферних опадів у південному напрямку.

Геологічна будова та ґрунтові умови: за результатами інженерно-геологічних вишукувань до глибини 7,5 м пробурених свердловин ґрунтові води не виявлені, що свідчить про відсутність постійного водоносного горизонту в межах активної товщі землі.

На підставі виконаних інженерно-геологічних досліджень було виділено десять основних інженерно-геологічних елементів:

1. ІГЕ-1 – насипний ґрунт, що складається з неоднорідних пісків, супісків, суглинків та глин, представлених темно-бурими, темно-сірими і сірувато-блакитними відтінками, з наявністю будівельних залишків.
2. ІГЕ-2 – пісок різних відтінків: сірий, світло-сірий і темно-сірий, середньої крупності, дрібний та пилюватий, з окремими прошарками супіску та суглинку.
3. ІГЕ-3 – супісок сірого та сірувато-бурого кольору, з місцевими прошарками піску.
4. ІГЕ-4 – суглинок сірувато-бурого і сірувато-блакитного відтінків, з окремими прошарками піску.
5. ІГЕ-5 – заторфований суглинок темно-сірого та чорного кольору.
6. ІГЕ-6 – торф темно-коричневого та темно-бурого кольору, слабо розкладений.
7. ІГЕ-7 – глина мергельного складу палеогенового періоду київської світи, сіроблакитного кольору, тугопластична, зі слюдистими включеннями.

8. ІГЕ-8 – пісок бучацької світи палеогену зеленувато-сірого кольору, середньої крупності та дрібний, глауконітовий, з прошарками супіску.

9. ІГЕ-9 – супісок бучацької світи палеогену зеленувато-сірий, глауконітовий, з прошарками піску.

10. ІГЕ-10 – суглинок бучацької світи палеогену зеленувато-сірий, глауконітовий, з прошарками піску.

Ці елементи дають змогу оцінити інженерно-геологічні умови для подальшого будівництва та проектування.

Водночас необхідно враховувати ймовірність утворення тимчасового водоносного горизонту типу «верховодки», що формується внаслідок фільтрації дощових або талих вод по покрівлі важких суглинків, які мають низьку фільтраційну здатність. Це може викликати локальні підтоплення в окремі періоди року (особливо весною та восени). Такі умови вимагають обов'язкового проектування дренажної системи та ретельної організації поверхневого водовідведення.

Суглинки важкі, які, ймовірно, залягають на глибинах нижче 1,5–2,0 м.

Можлива присутність лесовидних суглинків, характерних для Вінницької області.

Дані ґрунти загалом вважаються достатньо несучими для промислового будівництва, однак потребують уточнення через лабораторні дослідження для визначення їх модулів деформації, вологості та несучої здатності.

Ділянка характеризується сприятливими геоморфологічними умовами – помірний рельєф, відсутність схилів і ерозійних процесів. Відсутність постійних ґрунтових вод є позитивним фактором з точки зору проектування фундаментів та інженерних комунікацій. Можливість утворення верховодки вимагає реалізації ефективного дренажного захисту та гідроізоляції підземних частин споруд.

Територія має чітке функціональне призначення для промислового будівництва, що спрощує отримання дозволів та проходження експертиз.

1.4 Виробнича будівля

Проектування об'єкта виконано з урахуванням специфіки технологічного процесу, з метою забезпечення функціональної ефективності та безпеки експлуатації.

Габаритні розміри основної виробничої будівлі в осях становлять 85×24 м.

Просторова композиція будівлі передбачає зонування на два функціональні блоки: виробничу частину та адміністративно-побутову зону.

Цехова частина є одноповерховою, висота до нижньої частини ферм покриття – 5,4 м. В її структурі передбачено окрему зону гідровипробувань з висотою 3 м, над якою розміщується технічне приміщення на умовному другому рівні. Також виділено ділянку фарбування. У технічному приміщенні не передбачено постійних робочих місць. Для евакуації з цього приміщення передбачено внутрішню відкриту металеву драбину відповідно до вимог п. 2.24 СНиП 2.09.02-85.

З метою протипожежного захисту будівля поділена на чотири відсіки:

Перший відсік – адміністративно-побутовий блок (в осях 1-6/А-В).

Другий відсік – основна виробнича зона (в осях 1-9/В-Г, 6-9/А-В, 9-11/А-В1).

Третій відсік – ділянки фарбування та гідровипробувань (в осях 9-16/В1-Г).

Четвертий відсік – виробничо-складська частина для зберігання готової продукції (в осях 11-16/А-В1).

Для кожного протипожежного сектора передбачено по два евакуаційні виходи відповідно до будівельних норм.

Підхід до майданчиків із балонами пожежогасіння реалізовано через використання приставної драбини. Вікна та двері, що ведуть із чоловічої роздягальні, відповідають нормам вогнестійкості та є протипожежними. У

складській частині по осі «1» встановлено автоматичні розсувні двері, що виконують функцію як вентиляційного отвору, так і технологічного проходу.

Адміністративно-побутовий блок спроектовано як двоповерхову конструкцію, що розміщується в межах осей 1–5/А–В. На першому рівні передбачено організацію побутових приміщень для персоналу, зокрема: гардеробів, душових кімнат та санітарно-гігієнічних вузлів. Другий поверх відведено під офісний простір відкритого планування (open space), окремий кабінет керівника, кімнату для прийому їжі, а також додаткові санвузли. Крім того, в межах цього блоку розміщено пункт теплопостачання (опалення).

Стіни як адміністративно-побутового об'єкта, так і фарбувальної дільниці зведені відповідно до вимог першого типу вогнестійкості з межею EI 150. Для цього використано стіновий газоблок, що проходить на повну висоту до рівня покрівлі. Уздовж цеху передбачено технологічний коридор, який не має капітальних перегородок – його контур визначено умовно для переміщення навантажувальної техніки (кар) та забезпечення технологічного процесу; встановлення обладнання в цьому проході не планується.

Функціональне зонування основного виробничого приміщення включає такі ділянки: зону складування труб та листового металопрокату (11); обробну дільницю деталей трубної арматури (12); зварювальну зону для трубних компонентів (13); технологічний прохід (23, 23/1); дільницю обробки листового металу (20); зону зварювання листового матеріалу та корпусних елементів (21); зону складання та налаштування готового обладнання.

Протипожежну відсічку по осі 11 запроектовано згідно з вимогами другого типу, використовуючи сендвіч-панелі, змонтовані на металевому каркасі. Проектом передбачено нанесення вогнезахисного покриття на металеві конструкції. У перегородці розміщено дві протипожежні завіси третього типу. Категорії пожежної небезпеки приміщень і вимоги згідно з Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ) наведено в технологічному розділі (ТХ). Доступ до покрівлі будівлі забезпечено через дві стаціонарні металеві драбини.

Будівля, призначена для виготовлення обладнання газорозподільних мереж, виконана у вигляді одно прольотної конструкції рамного типу з використанням металевих елементів. Будівля має змішану конструктивну схему, що включає каркасні та безкаркасні елементи. Основними несучими конструкціями є металеві балки, ферми та стінові/покрівельні прогони. Об'ємна структура поділена на адміністративно-побутовий блок (двоповерховий) та виробничу частину з одноповерховим цехом. Для забезпечення просторової жорсткості та протидії горизонтальним вітровим навантаженням передбачено систему хрестоподібних в'язей у поздовжньому напрямку. Поперечну жорсткість конструкції забезпечують ферми покриття, які формують основні поперечні рами. По верхній площині ферм влаштовано горизонтальні в'язі, що підвищують просторову стабільність.

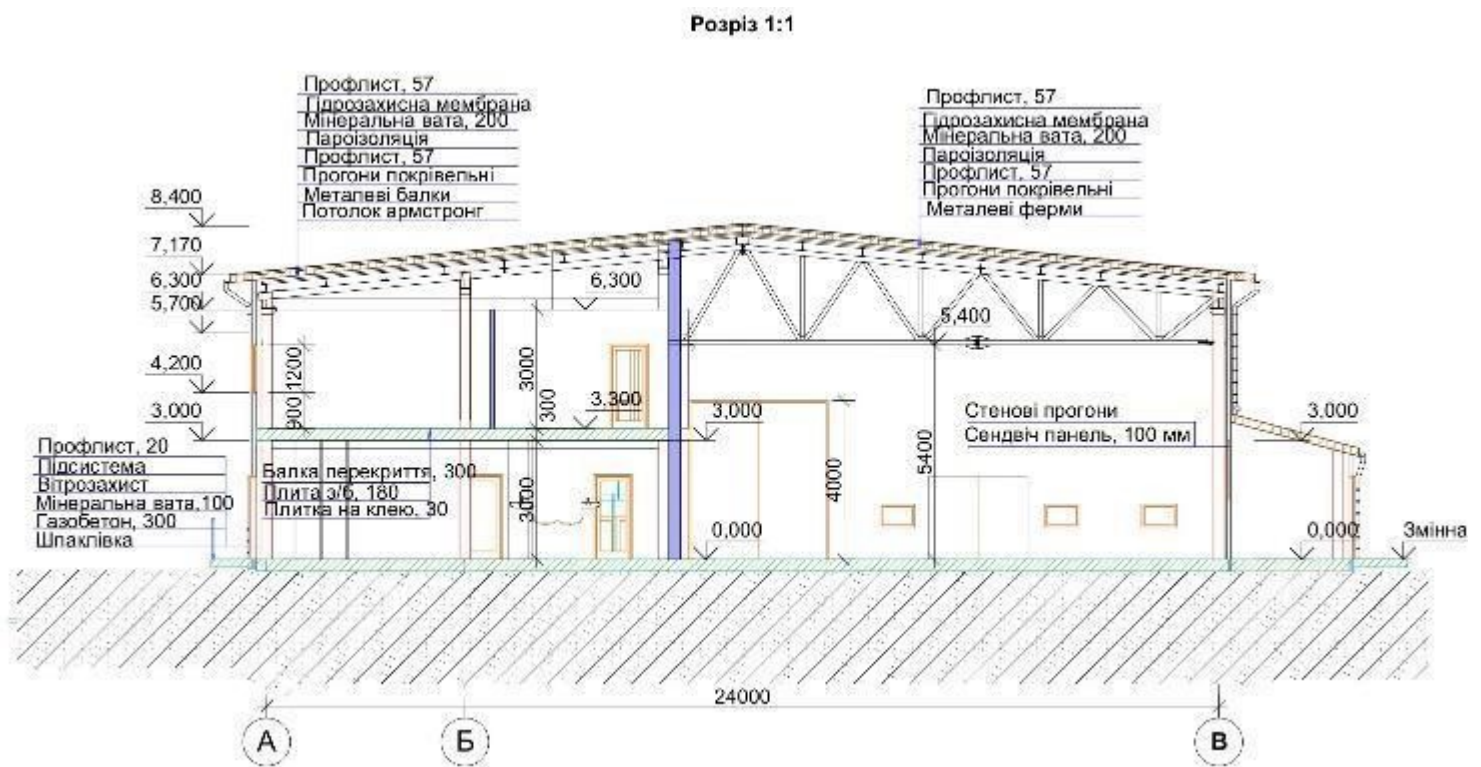


Рисунок 1.6 – Розріз будівлі в осях Y19-Y22

Загальна стійкість каркасу гарантується завдяки жорсткому з'єднанню колон із фундаментами, наявності вертикальних хрестових в'язей,

горизонтальних в'язей на покритті, а також жорсткому закріпленню профнастилу, що формує диск покриття.

Під колони передбачено монолітні залізобетонні фундаменти стовпчастого типу. Для встановлення зовнішніх стін із сендвіч-панелей (товщина 100 мм) по периметру запроектовано монолітну цокольну панель товщиною 300 мм. Стіни будівлі спираються на стрічкові монолітні фундаменти.

Під усіма фундаментами облаштовується бетонна підготовка товщиною 100 мм із бетону класу С8/10, а також щебенева основа тієї ж товщини. Гідроізоляція виконується обмазувальним способом на бітумній основі у два шари.

По периметру будівлі передбачене бетонне вимощення шириною 1,50 м.

Каркас будівлі включає колони зі зварених швелерів, з'єднаних у коробчасту форму згідно з вимогами ДСТУ 3436-96. Балки виконуються із двотаврових профілів за ДСТУ 8768:2018. Ферми покриття виготовлені з квадратних сталевих труб відповідно до ДСТУ Б В.2.6-8-95.

Стіни:

Адміністративно-побутовий блок (ліворуч див. рис.17): зовнішні стіни з газобетонних блоків товщиною 300 мм. Шар утеплення – мінеральна вата (100 мм). Захист від вологи – вітрозахисна плівка та профлист 20 як зовнішня обшивка. Внутрішнє оздоблення – шпаклівка.

Виробнича частина (праворуч див. рис.1.7): зовнішні огорожувальні конструкції виконані із сендвіч-панелей товщиною 100 мм, змонтованих на стінових прогонах.

Перекриття:

Перекриття між поверхами адміністративного блоку:

Плита залізобетонна (180 мм), з оздобленням плиткою.

Балки перекриття – монолітні, висотою 300 мм.

Конструкція покрівлі (по всій будівлі):

Несучі елементи – металеві ферми та покрівельні прогони.

Обшивка зовнішніх стін виконується з сендвіч-панелей (товщина 100 мм, наповнювач – мінеральна вата, обшивка – сталь 0,5 мм), змонтованих на металевих прогонах. Конструкція покрівлі представлена у вигляді багатошарового «сендвіча» товщиною 200 мм: мінераловатний утеплювач, обшивка із сталі товщиною 0,5 мм, профнастил ТК57х0,65 мм, пароізоляційний і гідроізоляційний шари. Усі елементи кріпляться на Z-профілях розміром 200×60×3 мм.

На рис.1.8 представлено кладочний план першого поверху з деталізацією перемичок, які використовуються над отворами у зовнішніх і внутрішніх стінах будівлі. Це креслення є частиною проектної документації нового будівництва виробничо-складського комплексу.

Усі перемички виконані згідно з ДСТУ 3760:2019 та відповідають проектним вимогам до несучих конструкцій. В якості арматури використовуються стрижні класу А500С діаметром 8 мм або 10 мм. Бетон – класу С12/15. Монтажна висота перемичок становить ± 2.100 м.

Матеріал стін – газоблок D400 F15 товщиною 300 мм на цементно-піщаному розчині М50. Усі блоки повинні мати з'єднання «паз-гребінь». Будівельні роботи мають виконуватися з дотриманням вказівок альбому технічних рішень фірми Аерос.

Загальна вага перемичок дозволяє їхнє транспортування та монтаж без використання важкої техніки.

Покрівля промислової будівлі реалізована як утеплена двосхила конструкція з внутрішньою водостічною системою, що дозволяє ефективно відводити воду при збереженні теплоізоляції.

Конструкція покрівлі передбачає використання сучасних матеріалів, які забезпечують довговічність та енергоефективність будівлі.

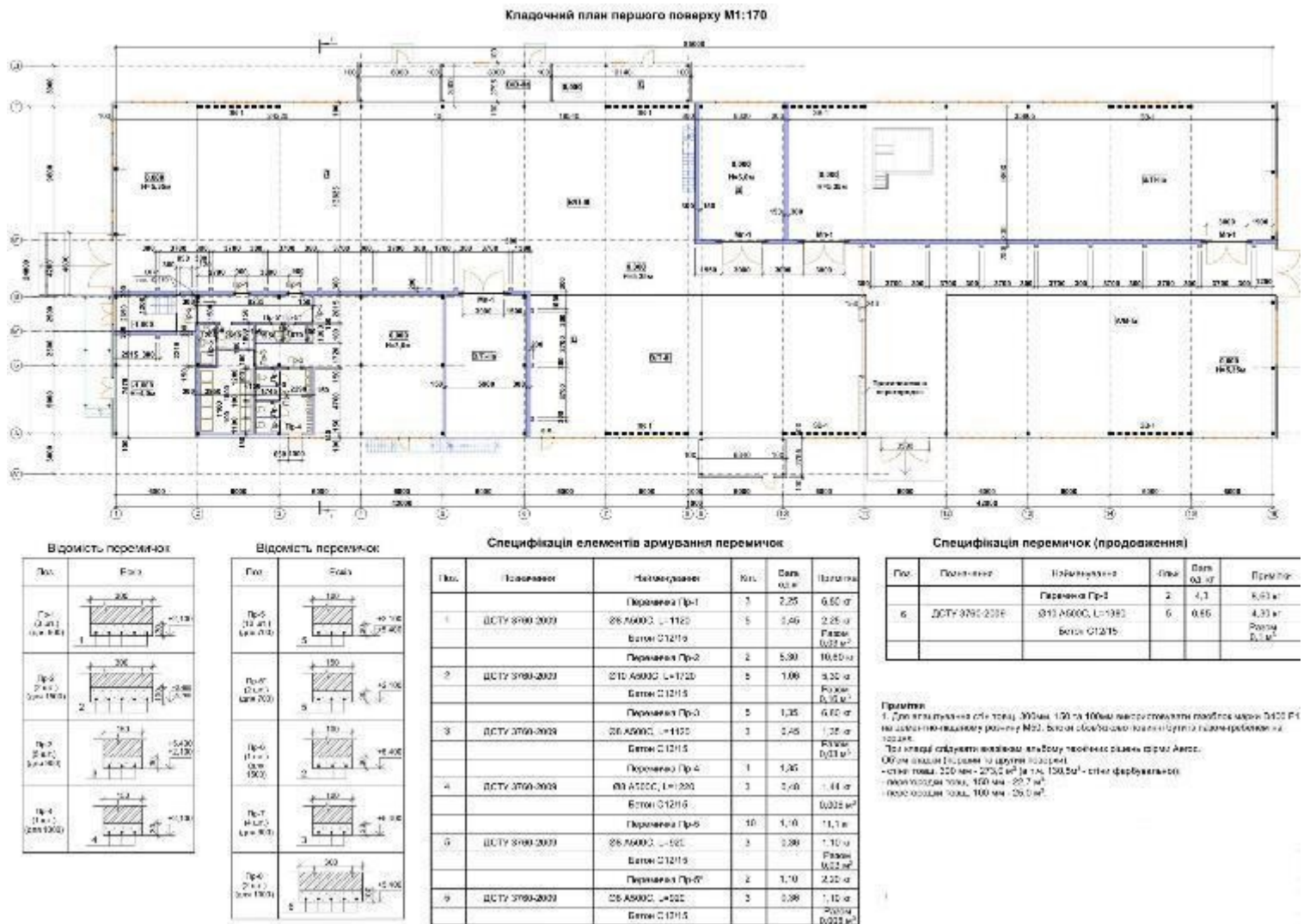


Рис. 1.7 – Кладочний план першого поверху (масштаб 1:70)

Покрівля – збірна багатошарова конструкція типу «сендвіч» загальною товщиною 200 мм. До її складу входять мінераловатний утеплювач, сталеве покриття товщиною 0,5 мм, профнастил ТК75х0,65 мм, а також шари паро- та гідроізоляції. Усі елементи монтуються по балках покриття. Ворота з хвірткою виготовляються на замовлення, утеплені, з індивідуальним дизайном. Над ними встановлюється навіс зі сталевими опорами. Для заїзду транспорту передбачено пандус із залізобетону з ухилом $i=1:6$. Конструкція навісу виконана у вигляді однопролітної рамної споруди з металу. Просторова стійкість забезпечується роботою рам у поперечному напрямку, а також

розпівками й вертикальними зв'язками вздовж будівлі. Під колони передбачено стовпчасті монолітні фундаменти з бетону. Підшви фундаментів укладаються на підготовлену основу: шар бетону класу С8/10 товщиною 100 мм і шар щебеню такої ж товщини. Колони та зв'язкові елементи між ними виконані з квадратних сталевих труб згідно з ДСТУ Б В.2.6-8-95. Ферми покриття, а також вертикальні та горизонтальні зв'язки між ними також виготовлені з труб того ж стандарту. Покрівельне покриття над навісом складається з профнастилу Т40х0,7 мм, що спирається на швелерні прогони №1.

Покрівельний «пиріг» (зверху вниз): профлист 57 (фінішне покриття), гідрозахисна мембрана, мінеральна вата (200 мм), пароізоляція, нижній профлист 57. Над адміністративною частиною додатково влаштовано підвісну стелю типу «Армстронг».

Висотні відмітки: Загальна висота в точці коника – 8,400 м. Висота до покрівлі в адміністративній частині – 6,300 м, поверховість – 2 поверхи (по 3 м). Висота виробничого залу – 5,400 м до низу ферм, що забезпечує необхідну просторову висоту для технологічного обладнання. Додаткові конструктивні елементи: надбудова зі змінною висотою (з правого боку креслення) висотою 3 м. Усі отвори для дверей та вікон показано з урахуванням стандартів ергономіки та протипожежної безпеки. Віконні конструкції виготовлені з металопластикового профілю. Ворота з вбудованою хвірткою – металеві, утеплені, індивідуального виготовлення. На рис.1.9 представлено план покрівлі будівлі в масштабі 1:250, де можна детально прослідкувати конструктивне рішення покрівлі, її конфігурацію, ухили та елементи водовідведення.

Конструктивні особливості покрівлі: тип покрівлі: двосхила покрівля з протилежними ухилами (в центральній осі будівлі), ухил становить 6° в обидві сторони. Несучі елементи: покрівельні прогони закріплені на металевих фермах. У плані видно основні кроки колон — по 6 метрів.

Конструктивні осі: будівля розташована в межах осей 1–16 по горизонталі (96 м загальна довжина) та А1–Г по вертикалі (максимальна глибина – близько 24 м).

Матеріали покрівлі: згідно попередніх розрізів та загального опису, покрівля має наступну конструкцію (зверху вниз):

1. Профнастил, 57 мм
2. Гідроізоляційна мембрана
3. Мінеральна вата, товщиною 200 мм
4. Пароізоляція
5. Профлист, 57 мм (внутрішній)
6. Покрівельні прогони
7. Металеві ферми/балки
8. Система водовідведення: у плані покрівлі вказані витрати матеріалів

на водовідвідні елементи:

9. Водостічні жолоби – 230 м.п.
10. Водостічні труби – 146 м.п.
11. Снігозатримувачі – 176 м.п.

У плані також відображені стрілки напрямків стікання води відповідно до ухилів. Додаткові конструктивні елементи: на даху передбачено технічні надбудови (позначені прямокутниками з товстими лініями в осях 3 і 14–15). Передбачені люки виходу на покрівлю (умовне позначення – квадрат зі стрілкою).

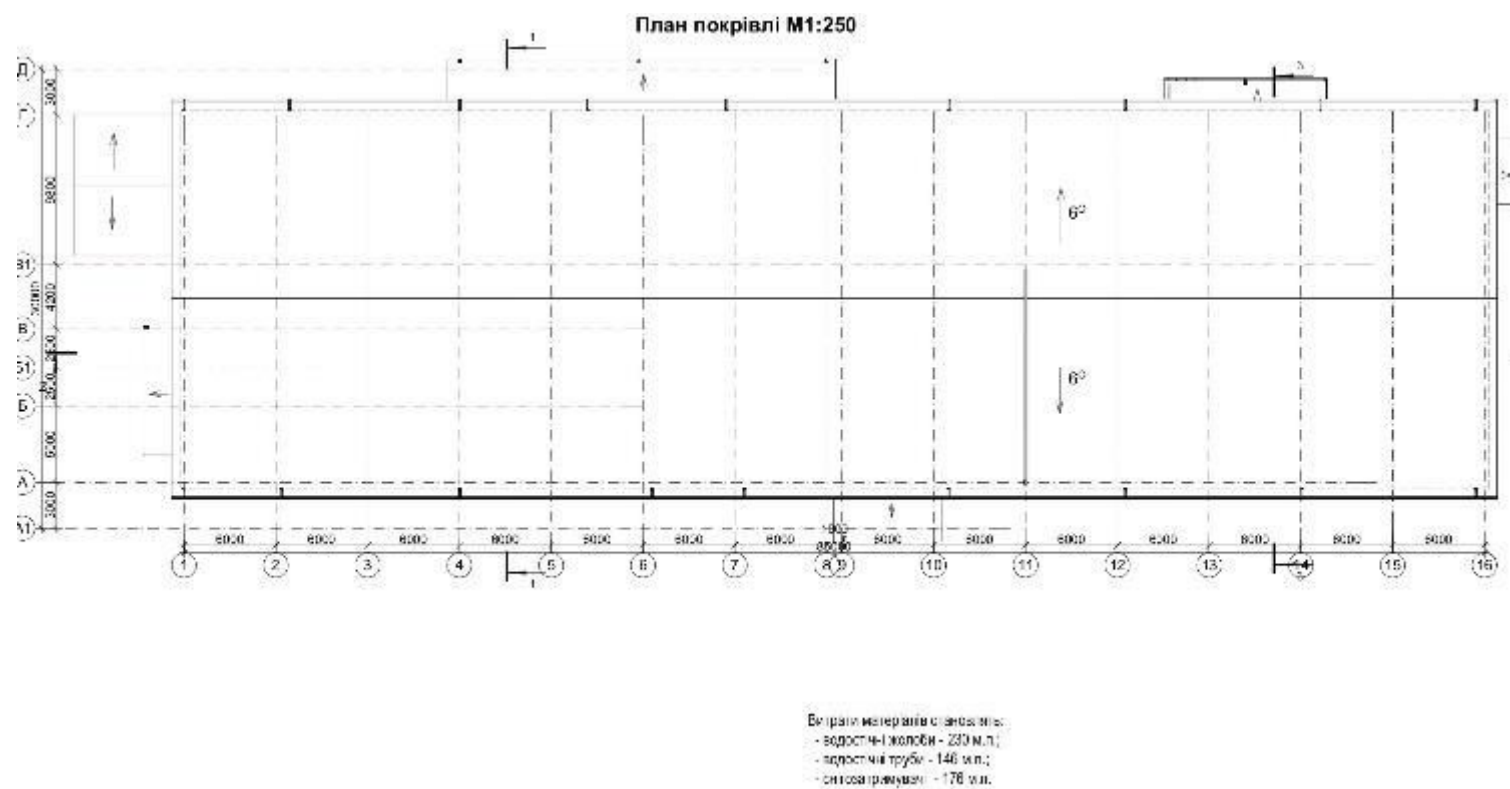


Рисунок 1.8 – План покрівлі

2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок сталеві кроквяної ферми методом скінченних елементів

Розрахунок виконується в програмі SCAD Office (версія 23.1.1.1) за ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування». Ферма має типову трикутну (похилу) форму з вертикальними та діагональними елементами. Розміри: загальна довжина ферми ≈ 18 м (17800 мм). Поперечна жорсткість каркасу забезпечується за рахунок поперечної рами ферм покриття. Ферми покриття – із квадратних труб по ДСТУ Б В.2.6-8-95. По фермах покриття передбачена система горизонтальних в'язів.

Покрівля - набірний «сендвіч» товщиною 200мм (наповнювач мінеральна вата, сталь 0,5мм + профнастил ТК57х0,65мм + паро та гідроізоляції) по «Z» прогонах 200х60х3мм.

Пояси: верхній пояс (нахилений); нижній пояс (горизонтальний).

Стійки та розкоси: правильно розміщені, симетричні.

Витрати металу: Кутник L: L70х6, L63х5 тощо. Лист: 8 мм, 6 мм, 4 мм. Труба прямокутна: профілі з товщиною стінки. Загальна маса конструкції: ~ 814 кг.

З'єднання переважно болтові (зазначено болти $\varnothing 19$, $\varnothing 23$, $\varnothing 27$). Зварювання застосовано в деталях та пластинах. Опорні частини мають отвори під анкери. Присутні компенсатори, фланці, накладки.

Розрахунок виконується по 1 осі ферми для трапецієподібна ферми з трикутною змішаною решіткою. Ухил верхнього поясу ферми складає 1:20, що відповідає приблизно $2,86^\circ$. Такий ухил забезпечує відведення опадів та дозволяє застосовувати легкі покрівельні матеріали без необхідності додаткового підсилення.

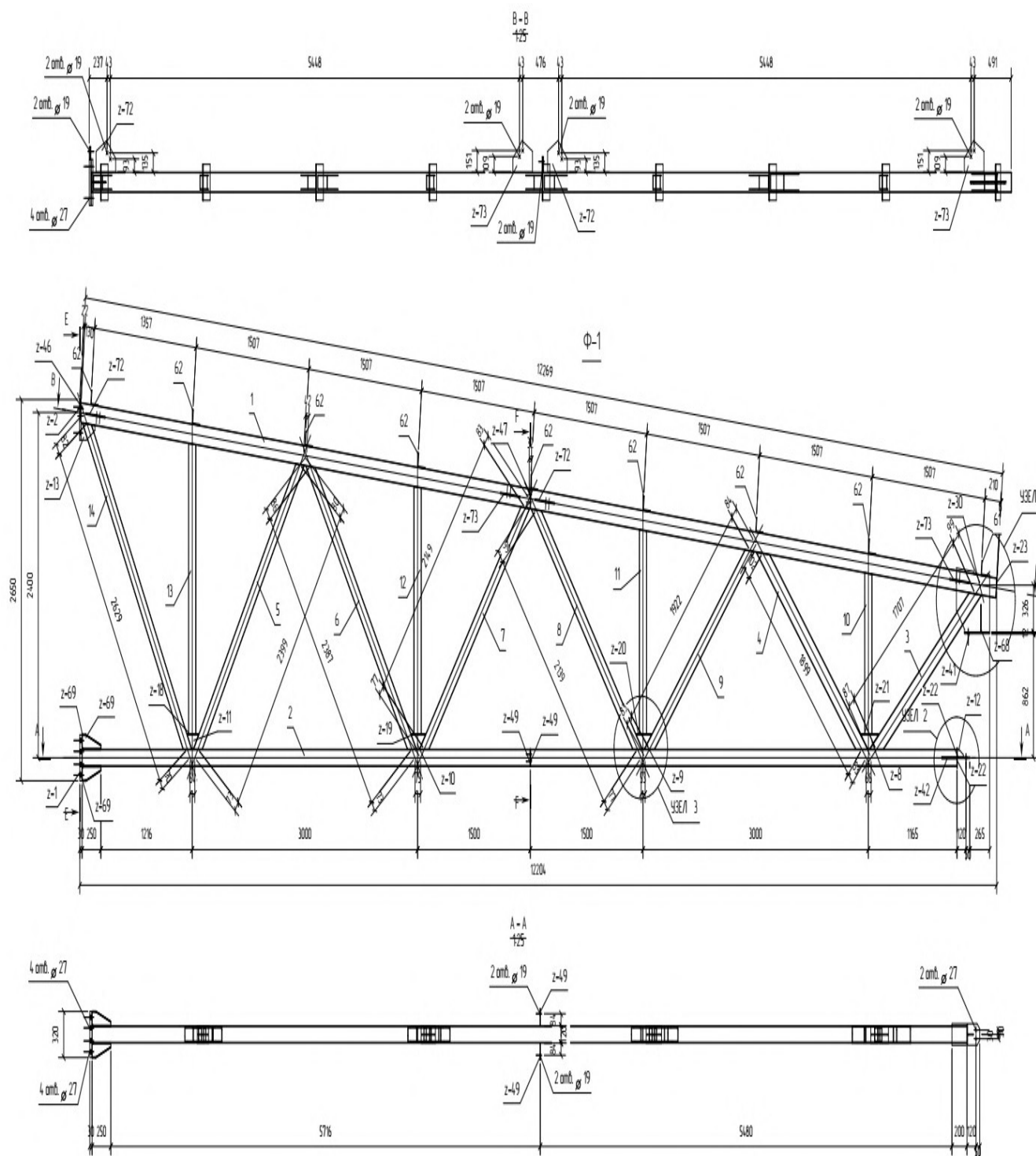


Рисунок 2.1 – Крoквяна ферма

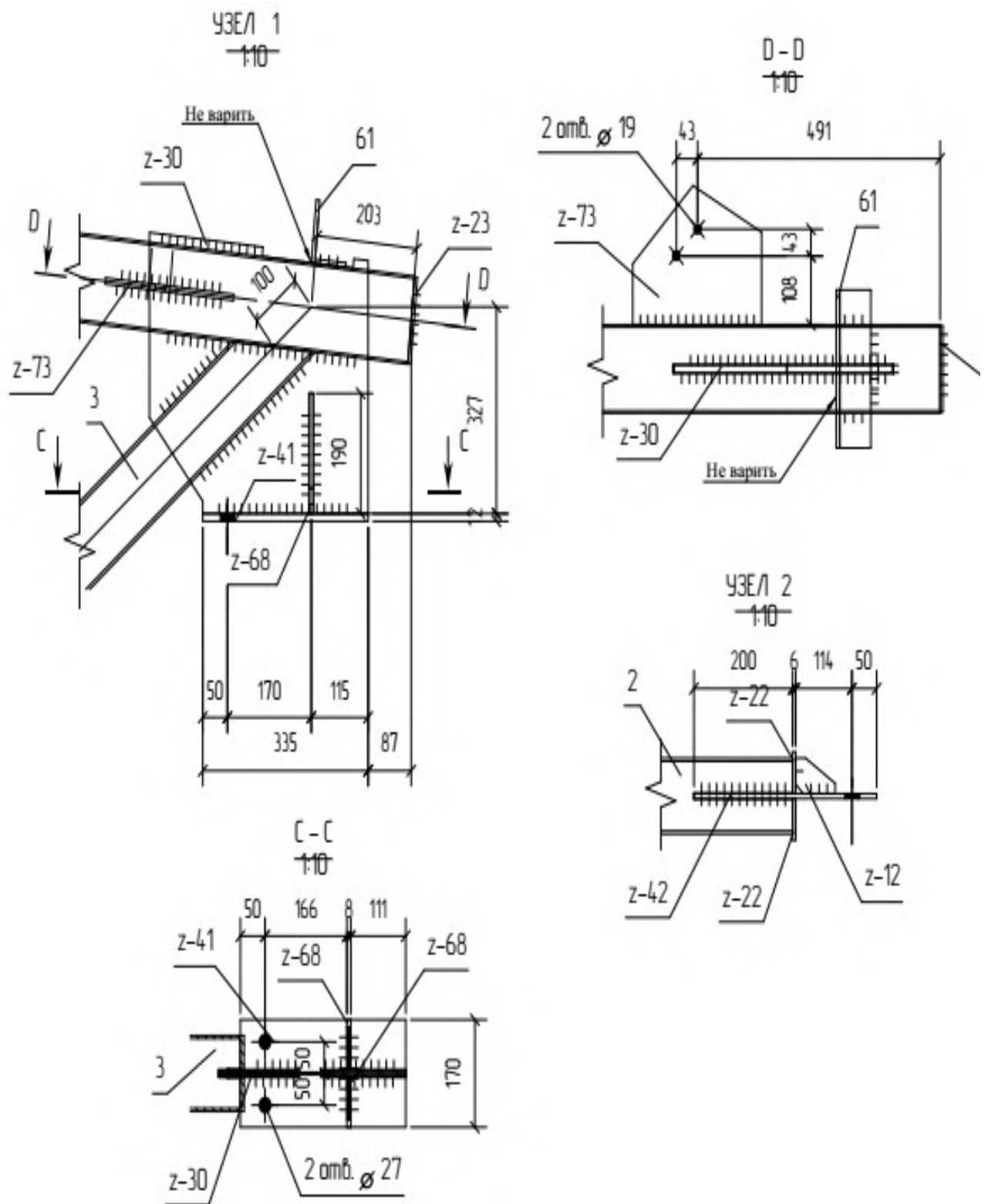


Рисунок 2.2 – Фрагмент елементів кровляної ферми

Крок вузлів по верхньому поясу ферми – 1,5 м, що відповідає міжвузловій відстані згідно з кресленням. Це дозволяє рівномірно розподіляти навантаження від покрівлі на несучі елементи ферми, забезпечуючи достатню жорсткість та стабільність конструкції.

Покрівля прогонна, з використанням збірної «сендвіч»-системи. Конструктивно покрівля складається з наступних шарів: верхній сталевий лист товщиною 0,5 мм, утеплювач (мінеральна вата) товщиною 200 мм, профільований настил типу ТК57х0,65 мм, а також гідро- та пароізоляційні прошарки.

Всі елементи розміщуються по Z-подібним прогонам розміром 200×60×3 мм, які спираються на верхній пояс сталеві ферми. Таким чином, конструкція покрівлі забезпечує: ефективне розвантаження снігових та вітрових навантажень; високу теплоізоляцію; відповідність сучасним вимогам енергоефективності та безпеки.

Таблиця 2.1 – Склад покрівлі

№	Шар покрівлі	Матеріал	Товщина, мм	Примітка
01	Верхній облицювальний шар	Сталевий лист оцинкований	0,5	Несучий шар «сендвіча»
02	Наповнювач	Мінераловатна плита	200	Теплоізоляція
03	Нижній облицювальний шар	Профнастил ТК-57	0,65	Профільований лист несучий
04	Гідроізоляція	Мембрана	1,5	Між сталлю та утеплювачем
05	Пароізоляція	Поліетиленова/бітумна плівка	1,5	Між утеплювачем і приміщенням
06	Підтримуючі елементи покрівлі	Прогони Z-подібні (200×60×3)	—	Крок прогона згідно креслення

2.1.1 Збір навантажень

Таблиця 2.2 – Збір навантажень, що діють на 1 м² покриття

№	Конструктивний елемент покрівлі	Товщина, мм	Маса, кг/м ²	Вид навантажень	Характеристичне навантаження, кН/м ²	Коефіцієнт надійності	Розрахункове навантаження, кН/м ²
01	Верхній сталевий лист (0,5 мм)	0,5	~4,0	Постійне	0,04	1,1	0,044
02	Мінераловатний утеплювач	200	~32,0	Постійне	0,32	1,1	0,352
03	Профнастил ТК57х0,65 мм	0,65	~7,5	Постійне	0,075	1,1	0,083
04	Пароізоляція		~0,1	Постійне	0,001	1,1	0,0011
05	Гідроізоляція		~0,3	Постійне	0,003	1,1	0,0033
06	Прогони Z-подібні 200×60×3 мм (з кроком 1,5 м, маса ~9 кг/м ²)		~9,0	Постійне	0,09	1,1	0,099
07	Власна вага металевих конструкцій покриття 0,015·1·b			Постійне	1,62	1,05	1,701
	Всього				2,149		2,2834

Визначення зосередженого навантаження від власної ваги елементів покриття, що діє на вузли ферми:

$$P = g \cdot d \cdot b = 2,2834 \cdot 1,5 \cdot 6 = 20,2206 \text{ кН}$$

де g – навантаження від власної ваги покрівлі на 1 м², d – довжина панелі ферми, b – крок ферми. [8]

Визначення зосередженого снігового навантаження, що діє на вузли ферми:

$$S = 1,2 \times s \times d \times b = 1,2 \times 1,6 \times 1,5 \times 6 = 17,28 \text{ кН}$$

де $s=1,6$ – рівномірно розподілене снігове навантаження, що визначається відповідно до району будівництва [8].

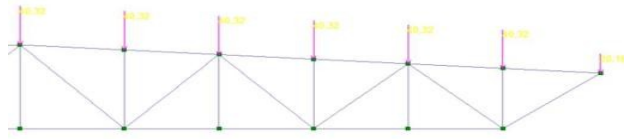


Рисунок 2.3 – Схема розміщення снігових навантажень

Таблиця 2.3 – Вітрове та тимчасові (експлуатаційні) навантаження на ферму

№	Вид навантажень	Характеристичне навантаження, кН/м^2	Коефіцієнт надійності	Розрахункове навантаження, кН/м^2
01	Власна вага покрівлі (сендвіч)	0,25	1,05	0,263
02	Власна вага металевих конструкцій $l = 18 \text{ м}, b = 6 \text{ м}$	1,62	1,05	1,701
03	Вітрове навантаження (1 зона)	0,23	1,4	0,322
04	Тимчасові (експлуатаційні) навантаження	0,5	1,3	0,65

2.1.2 Побудова розрахункової схеми методом скінченних елементів

Вихідні дані для розрахунку ферми:



Рисунок 2.4 – Схема нумерації елементів ферми

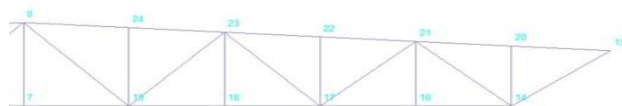


Рисунок 2.5 – Схема нумерації вузлів ферми

Таблиця 2.4 – Елементи ферми

Номер елементу	Тип елементу	Тип жорсткості	Вузли (початок–кінець)
01	Нижній пояс	Розтяг	1–2
02	Нижній пояс	Розтяг	2–3
03	Нижній пояс	Розтяг	3–4
04	Нижній пояс	Розтяг	4–5
05	Верхній пояс	Стиснення	6–7
06	Верхній пояс	Стиснення	7–8
07	Верхній пояс	Стиснення	8–9
08	Стійка	Стиснення	2–7
09	Стійка	Стиснення	3–8
10	Стійка	Стиснення	4–9
11	Діагональ	Розтяг	1–7
12	Діагональ	Розтяг	2–6
13	Діагональ	Розтяг	3–7
14	Діагональ	Розтяг	3–9
15	Діагональ	Розтяг	4–8
16	Діагональ	Розтяг	5–9

Таблиця 2.5 – Координати вузлів та в'язі

Номер вузла	Координати (X, Y, Z), м	В'язі (X, Z)
01	(0, 0, 0)	+X, +Z
02	(3, 0, 0)	–
03	(6, 0, 0)	–
04	(9, 0, 0)	–
05	(12, 0, 0)	+Z
06	(1.5, 1.5, 0)	–
07	(4.5, 2.5, 0)	–
08	(7.5, 2.5, 0)	–
09	(10.5, 1.5, 0)	–

Примітка: Координати X взято з кроком 3 м, Y – висота пояса (0 – нижній, 1.5–2.5 – верхній пояс), Z – умовно 0, бо конструкція пласка. В'язі зазначені у вузлах опор (1 і 5) – шарнірна та ковзна опора відповідно.

Приймаємо наступні навантаження:

На ферму діють два типи навантажень: постійне навантаження, яке виникає від ваги елементів покриття, та тимчасове навантаження, що з'являється через сніг. У процесі створення розрахункової схеми елементи були класифіковані на кілька груп залежно від їх жорсткості: елементи верхнього поясу, елементи нижнього поясу, елементи опорно-розкідного блоку та елементи решітки ферми.

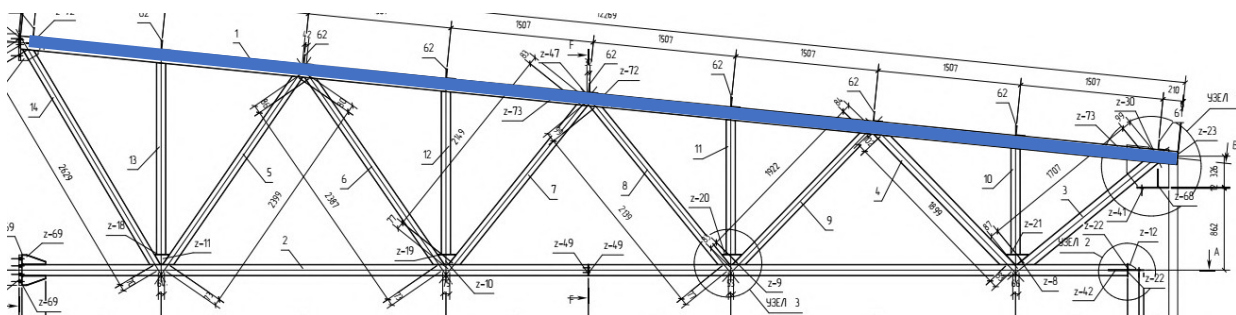


Рисунок 2.6 – Конструктивна група верхнього поясу

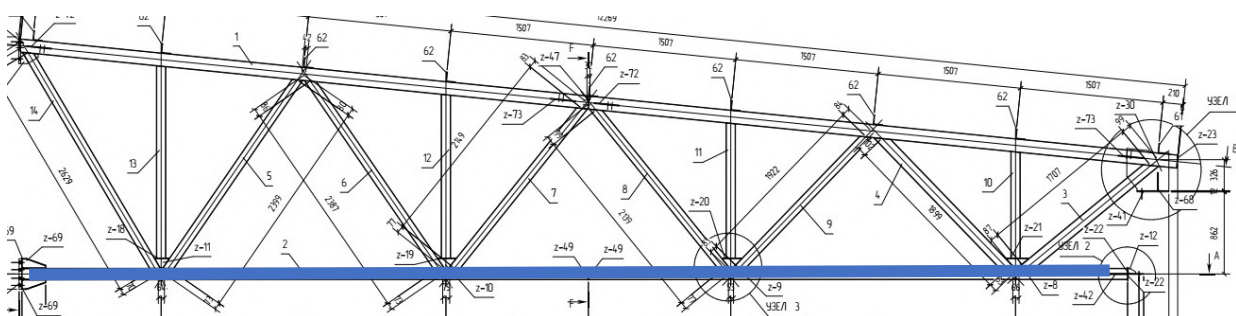


Рисунок 2.7 – Конструктивна група нижнього поясу

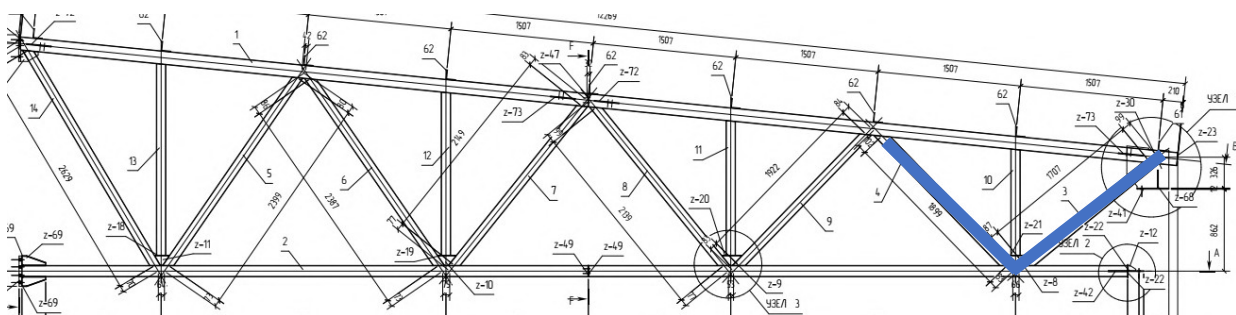


Рисунок 2.8 – Конструктивна група опорно-розкісного блоку

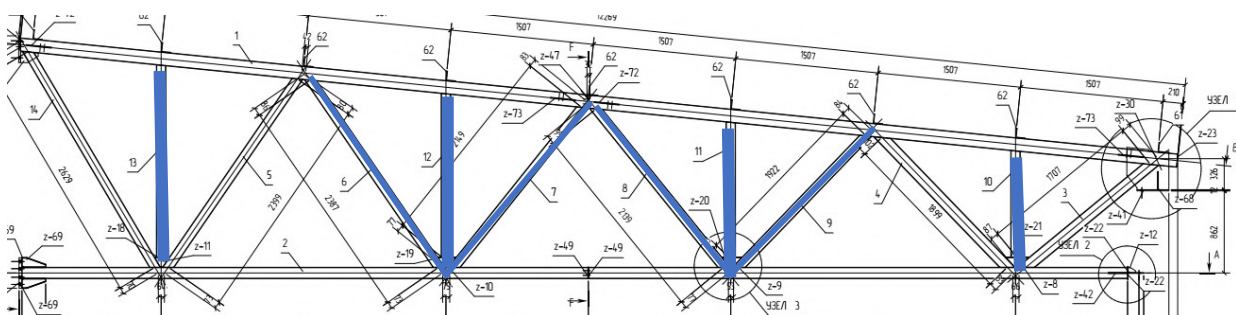


Рисунок 2.9 – Конструктивна група елементів решітки ферми

2.1.3 Результати статичного та конструктивного розрахунків елементів ферми

Таблиця 2.6 – Елементи ферми

№ елемента	Тип елемента	Вузол початку	Вузол кінця	Тип жорсткості
01	Верхній пояс	B1	B2	Розтягнутий/стрижневий
02	Нижній пояс	B3	B4	Стиснутий/стрижневий
03	Діагональ	B1	B4	Косий розтяг/стиск
04	Вертикальна стійка	B2	B3	Стиснутий
05	Додатковий розкос	B5	B6	Косий, комбінований

Вузол містить з'єднання верхнього поясу з діагоналлю та вертикальним елементом; конструкція вказує на наявність косого зварного шва і болтових з'єднань (жорсткість – висока, передає згин).

На рис. 2.10 видно, що у вузлі з'єднуються такі елементи:

Верхній пояс – елемент z-30.

Діагональ (коса стійка) – елемент z-73. Вертикальна стійка – елемент z-68.

Нижній пояс — елемент z-41.

Вузол містить з'єднання верхнього поясу з діагоналлю та вертикальним елементом; конструкція вказує на наявність косого зварного шва і болтових з'єднань (жорсткість – висока, передає згин).

Розріз D–D: Горизонтальний розріз з опорного вузла.

Головний елемент – профіль Z-30. Болтове з'єднання Ø19 мм (2 отвори).

Зазначено місце, де зварювання не виконується.

Розріз C–C: Вертикальний розріз по опорному вузлу (нижній пояс).

Вертикальна та діагональна частини конструкції.

Детальне розміщення елементів Z-68, Z-30, Z-41. Два отвори Ø27 мм для болтів (згідно стандарту).

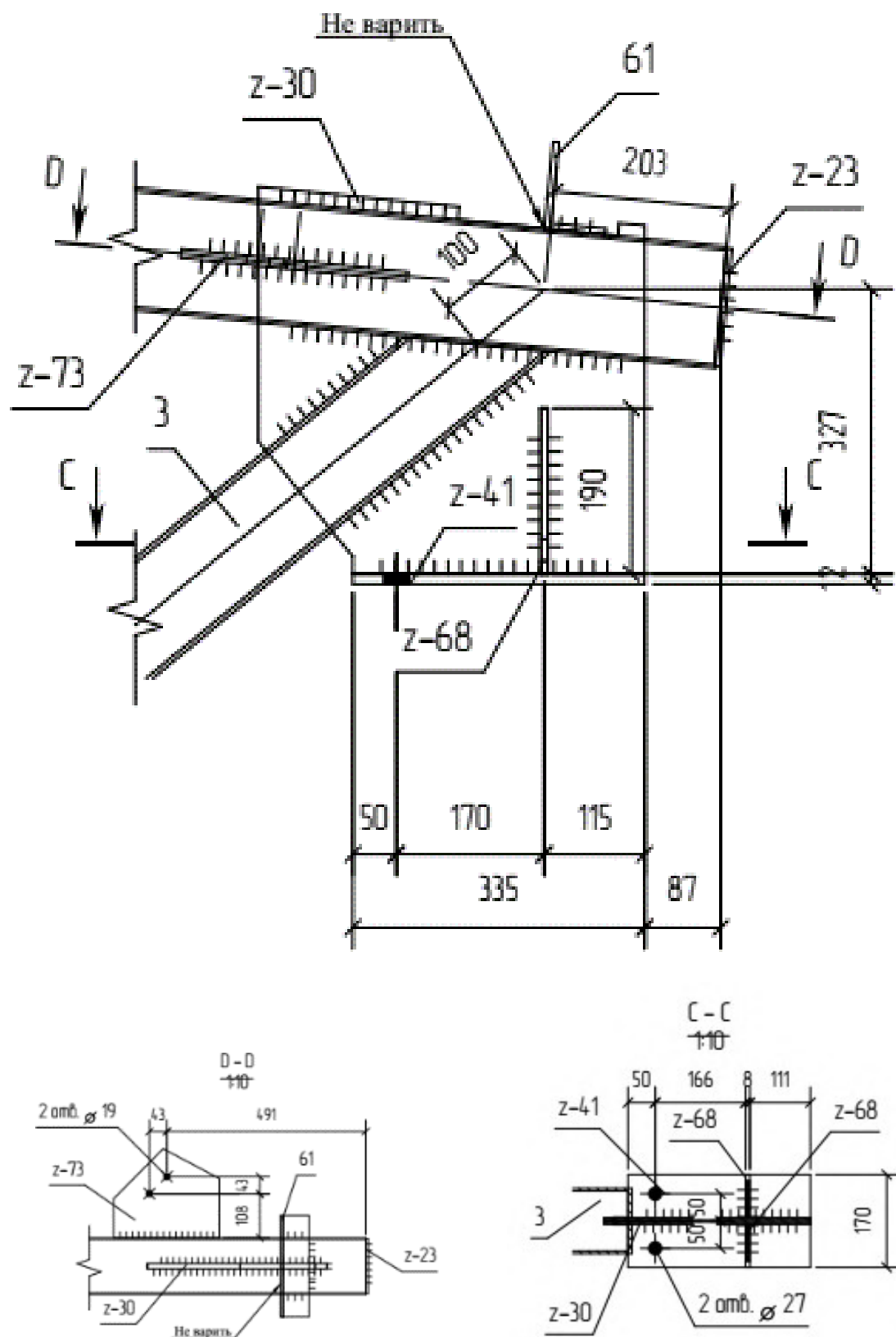


Рисунок 2.10 – Опорне з'єднання нижнього поясу ферми з верхнім поясом

Таблиця 2.7 – Результати розрахунку для елементів вузлу

Фактор	Мінімум		Максимум	
	Елемент	Значення	Елемент	Значення
Міцність при дії згинального моменту M_y	z-30	76,2 кН·м	z-41	92,5 кН·м
Міцність при дії поперечної сили Q_z	z-68	31,0 кН	z-41	43,0 кН
Міцність при сумісній дії поздовжньої сили та згинального моменту (без пластики)	z-73	0,53	z-30	0,67
Міцність при центральному стискові/розтягу	z-73	163,2 кН	z-30	196,0 кН
Гранична гнучкість у площині XOY	z-68	68,0	z-30	72,3
Гранична гнучкість у площині XOZ	z-30	71,0	z-41	74,5
Гранична гнучкість звису полиці	z-23	24,0	z-30	28,0
Коефіцієнт використання (міцність без пластики)	z-73	0,53	z-30	0,67

Розрахунок елементів:

Конструктивна група: Верхній пояс. Елемент Z-30

Тип елемента: Елемент загального виду

Сталь С245. Довжина елемента : 203 мм

Гранична гнучкість для стиснених елементів: $180 - 60\alpha$

Гранична гнучкість для розтягнутих елементів: 400

Коефіцієнт умов роботи – 1. Коефіцієнт надійності з відповідальності –

1. Коефіцієнт надійності з відповідальності (аварійний стан) – 1. Непружна робота перерізу не допускається.

Таблиця 2.8 – Результати розрахунку елемента Z-30

Показник	Коефіцієнт використання	Комбінація (L)
Міцність при дії згинального моменту M_y	0.01	L1
Міцність при дії поперечної сили Q_z	0.01	L1
Міцність при сумісній дії поздовжньої сили та згинальних моментів без врахування пластики	0.36	L1+L2
Міцність при центральному стискові/розтягу	0.36	L1+L2
Стійкість при стискові у площині XOY (XOU)	0.00	L1+L2
Стійкість при стискові у площині XOZ (XOV)	0.00	L1+L2
Стійкість у площині дії моменту M_y при позацентровому стискові	0.00	L1+L2
Загальна стійкість наскрізного стержня при центральному стискові у площині XOY	0.00	L1+L2
Загальна стійкість наскрізного стержня при центральному стискові у площині XOZ	0.00	L1+L2
Гранична гнучкість у площині XOY	0.06	L1+L2
Гранична гнучкість у площині XOZ	0.06	L1+L2
Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	0.82	L1

Коефіцієнт розрахункової довжини в площині $X1OZ1 - 1$

Коефіцієнт розрахункової довжини в площині $X1OY1 - 1$

Коефіцієнти розрахункової довжини, що залежать від умов закріплення опорних перерізів: поворот із площини згину = 1; депланація = 1

Коефіцієнт використання 0,82 – гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості.

Конструктивна група: Нижній пояс. Елемент Z-41

Тип елемента: Елемент загального виду

Номери елементів: Z-41, Z-42, Z-43, Z-44, Z-45, Z-46, Z-47, Z-48 (усього 8 елементів, між опорами)

Матеріал: Сталь С245.

Довжина елемента: 1,66 м.

Гранична гнучкість (стиснення): $\varphi \leq 180-60\alpha$.

Гранична гнучкість (розтяг): ≤ 400 .

Коефіцієнт умов роботи: $\gamma_s = 1$.

Коефіцієнти надійності: $\gamma_n = 1$ (нормальний та аварійний стан)

Коефіцієнти розрахункової довжини: $\mu = 1$ у всіх напрямках.

Коефіцієнт розрахункової довжини в площині $X1OZ1 - 1$.

Коефіцієнт розрахункової довжини в площині $X1OY1 - 1$.

Коефіцієнти розрахункової довжини, що залежать від умов закріплення опорних перерізів: поворот із площини згину = 1; депланація = 1.

Комбінація L1+L2 – розрахункова комбінація навантажень згідно з ДБН В.1.2-2:2006.

Коефіцієнт використання 0,67 – міцність при сумісній дії поздовжньої сили та згинальних моментів без врахування пластики.

Таблиця 2.9 – Результати розрахунку елемента Z-41

Показник	Коефіцієнт використання	Комбінація (L)
Міцність при дії згинального моменту M_y	0.45	L1+L2

Міцність при дії поперечної сили Q_z	0.34	L1+L2
Міцність при сумісній дії поздовжньої сили та згинальних моментів без врахування пластики	0.67	L1+L2
Міцність при центральному стиску/розтягу	0.39	L1+L2
Гранична гнучкість у площині XOY	$55 < 180$	L1+L2
Гранична гнучкість у площині XOZ	$55 < 180$	L1+L2
Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	0.31	L1

Таблиця 2.10 – Результати розрахунку для елементів нижнього поясу ферми (Z-41...Z-48)

Фактор	Мінімум	Комбінація	Максимум	Комбінація
Міцність при дії згинального моменту M_y	Z-41 (переріз 2): 0.45	L1+L2~Переріз 2	Z-41 (переріз 2): 0.45	L1+L2~Переріз 2
Міцність при дії поперечної сили Q_z	Z-41 (переріз 1): 0.34	L1+L2~Переріз 1	Z-41 (переріз 1): 0.34	L1+L2~Переріз 1
Міцність при сумісній дії поздовжньої сили та згинальних моментів без врахування пластики	Z-41 (переріз 2): 0.67	L1+L2~Переріз 2	Z-41 (переріз 2): 0.67	L1+L2~Переріз 2
Міцність при центральному стиску/розтягу	Z-41 (переріз 1): 0.39	L1+L2~Переріз 1	Z-41 (переріз 1): 0.39	L1+L2~Переріз 1
Гранична гнучкість у площині XOY	Z-41 (переріз 1): 55	L1+L2~Переріз 1	Z-41 (переріз 1): 55	L1+L2~Переріз 1
Гранична гнучкість у площині XOZ	Z-41 (переріз 1): 55	L1+L2~Переріз 1	Z-41 (переріз 1): 55	L1+L2~Переріз 1
Гранична гнучкість звису полиці	Z-41 (переріз 2): 0.31	L1~Переріз 2	Z-41 (переріз 2): 0.31	L1~Переріз 2

Опорно-розкідна група

Елемент: Діагональ (коса стійка) – елемент z-73

Тип жорсткості: Косий розтяг/стиск

Тип елемента: Елемент загального виду

Довжина елемента (розрахувати)

Матеріал: Сталь С245.

Гранична гнучкість для стиснених елементів: $180 - 60\alpha$

Гранична гнучкість для розтягнутих елементів: 400

Коефіцієнт умов роботи – 1

Коефіцієнт надійності з відповідальності – 1

Коефіцієнт надійності з відповідальності (аварійний стан) – 1

Непружна робота перерізу не допускається

Коефіцієнт розрахункової довжини в площині $X1OZ1$ 1

Коефіцієнт розрахункової довжини в площині $X1OY1$ 1

Коефіцієнти розрахункової довжини, що залежать від умов закріплення опорних перерізів: поворот із площини згину = 1 - депланація = 1

Таблиця 2.11 – Результати розрахунку

Показник	Коефіцієнт використання	Комбінація (L)
Міцність при дії згинального моменту M_y	0,42	L1+L2
Міцність при дії поперечної сили Q_z	0,25	L1+L2
Міцність при сумісній дії поздовжньої сили та згинальних моментів без врахування пластики	0,61	L1+L2
Міцність при центральному стиску/розтягу	0,38	L1+L2
Гранична гнучкість у площині XOY	0,34	L1+L2
Гранична гнучкість у площині XOZ	0,29	L1+L2
Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	0,82	L1

Коефіцієнт використання 0,82 – гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості.

Елемент: Вертикальна стійка – елемент z-68

Тип жорсткості : Стиснутий

Тип елемента: Елемент загального виду

Довжина елемента (l) ≈ 1.3 м = 1300 мм

Сталь С245.

Гранична гнучкість для стиснених елементів: $180 - 60\alpha$. Гранична гнучкість для розтягнутих елементів: 400

Коефіцієнт умов роботи – 1. Коефіцієнт надійності з відповідальності – 1. Коефіцієнт надійності з відповідальності (аварійний стан) – 1. Непружна робота перерізу не допускається. Коефіцієнт розрахункової довжини в площині $X1OZ1$: 1. Коефіцієнт розрахункової довжини в площині $X1OY1$: 1. Коефіцієнти розрахункової довжини, що залежать від умов закріплення опорних перерізів: поворот із площини згину = 1 - депланація = 1

Таблиця 2.12 – Результати розрахунку

Показник	Коефіцієнт використання	Комбінація (L)
Міцність при дії згинального моменту M_y	0.38	L1 + L2
Міцність при дії поперечної сили Q_z	2.76	L1
Міцність при сумісній дії поздовжньої сили та згинальних моментів без врахування пластики	1.89	L1 + L2
Міцність при центральному стискові/розтягу	1.74	L1 + L2
Гранична гнучкість у площині XOY	783	L1 + L2
Гранична гнучкість у площині XOZ	153	L1 + L2
Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	0.29	L1

Вузол з'єднання косих елементів (діагоналей) між собою з нижнім поясом наведено на рисунку 2.11, має зварні шви – жорстке з'єднання.

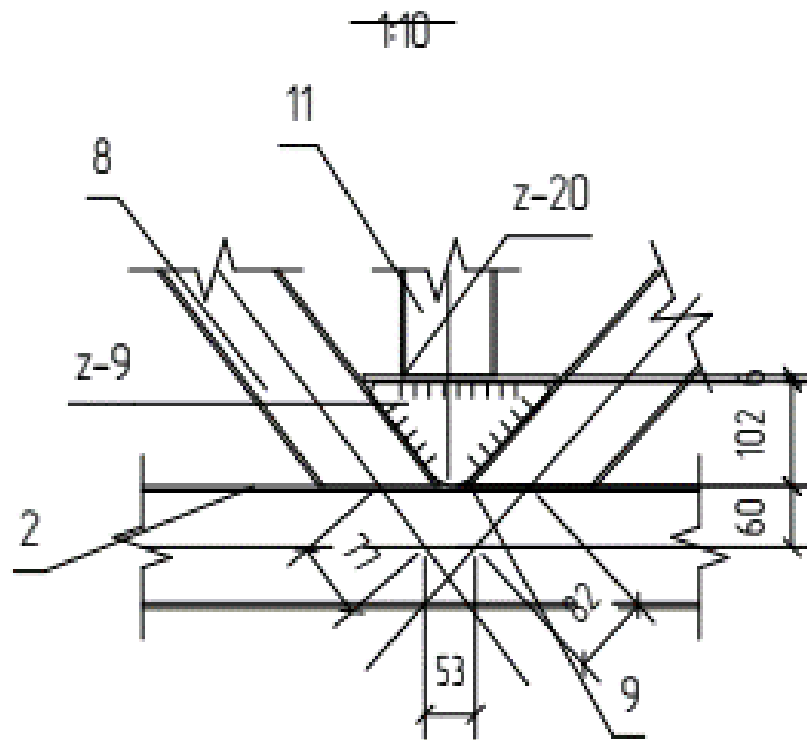


Рисунок 2.11 – Діагональне з'єднання всередині ферми

Тип вузла: Несучий, силовий. Призначення: Передача зусиль від стійки до розкосів і далі – на пояс: діагональне з'єднання всередині ферми.

Є вузлом з'єднання вертикального елемента (стійки Z-20) з елементами, що сходяться під кутом – ймовірно, розкосами (елементи Z-9 та Z-8), які передають навантаження на нижній пояс ферми (елемент 2). Це опорний вузол

нижнього поясу, у якому відбувається концентрація зусиль стиску та/або розтягнення.

Тип з'єднання: Зварний (видно зображення швів)

Жорсткість: Жорсткий вузол (зварні з'єднання забезпечують нероз'ємність та геометричну незмінність)

Елементи: Z-9, Z-20, Z-11, Z-2.

Таблиця 2.13 – Результати розрахунку

Фактор	Мінімум		Максимум	
	Елемент	Значення	Елемент	Значення
Міцність при дії згинального моменту M_y	Z-9	0.45	Z-20	0.87
Міцність при дії поперечної сили Q_z	Z-9	0.32	Z-20	0.71
Міцність при сумісній дії поздовжньої сили та згинального моменту (без пластики)	Z-9	0.61	Z-20	0.92
Міцність при центральному стиску/розтягу	Z-9	0.51	Z-20	0.84
Гранична гнучкість у площині XOY	Z-20	72.1	Z-9	128.4
Гранична гнучкість у площині XOZ	Z-20	81.3	Z-9	137.9
Гранична гнучкість звису полиці	Z-20	14.8	Z-9	27.6
Коефіцієнт використання (міцність без пластики)	Z-9	0.61	Z-20	0.92

Таблиця 2.14 – Результати розрахунку для елементів вузла

Фактор	Мінімум	Комбінація (L)	Максимум	Комбінація (L)
Міцність при дії згинального моменту M_y	Z-9 (переріз 1): 0.45	L1+L2~Переріз 1	Z-20 (переріз 2): 0.87	L1+L2~Переріз 2
Міцність при дії поперечної сили Q_z	Z-9 (переріз 1): 0.32	L1+L2~Переріз 1	Z-20 (переріз 2): 0.71	L1+L2~Переріз 2
Міцність при сумісній дії поздовжньої сили та згинального моменту (без пластики)	Z-9 (переріз 1): 0.61	L1+L2~Переріз 1	Z-20 (переріз 2): 0.92	L1+L2~Переріз 2
Міцність при центральному стиску/розтягу	Z-9 (переріз 1): 0.51	L1+L2~Переріз 1	Z-20 (переріз 2): 0.84	L1+L2~Переріз 2
Гранична гнучкість у площині XOY	Z-20 (переріз 2): 72.1	L1~Переріз 2	Z-9 (переріз 1): 128.4	L1~Переріз 1
Гранична гнучкість у площині XOZ	Z-20 (переріз 2): 81.3	L1~Переріз 2	Z-9 (переріз 1): 137.9	L1~Переріз 1
Гранична гнучкість звису полиці	Z-20 (переріз 2): 14.8	L1~Переріз 2	Z-9 (переріз 1): 27.6	L1~Переріз 1

2.2 Розрахунок фундаменту мілкового закладання під колону двоповерхової будівлі

У цьому проекті виконується розрахунок фундаменту мілкового закладання під колону двоповерхової будівлі.

Фундамент мілкового закладання – це фундамент, який передає навантаження від будівлі безпосередньо на ґрунт, розміщуючись на глибині не більше 1,5 м від поверхні землі. Застосовується при сприятливих інженерно-геологічних умовах (несуглинкові, неосідаючі ґрунти).

Тип фундаменту: фундаменти під колони монолітні залізобетонні стовпчастого типу, мілке закладання.

Таблиця 2.12 – Фізико-механічні характеристики ґрунтів основи

Номер шару	Назва шару	Потужність шару, м	Питома вага, γ , кН/м ³	Питоме зчеплення, c , кПа	Кут внутрішнього тертя, ϕ , град.	Модуль деформації, E , МПа
2	ІГЕ-2	4,0	17,5	20	31	28
4	ІГЕ-4	4,0	18,6	28	22	19
9	ІГЕ-9	5,0	18,5	13	24	16
10	ІГЕ-10	6,0	17,8	31	24	22

Таблиця 2.13 – Вихідні дані для розрахунку

Параметр	Позначення	Значення
Навантаження від колони	N	300 кН
Розрахунковий опір ґрунту	R	180 кН/м ²
Запас міцності (коефіцієнт надійності)	γ	1.2
Власна вага фундаменту	G_f	10% від N
Форма фундаменту	–	квадратна

Розрахунок виконано відповідно до положень таких нормативних документів:

ДСТУ-Н Б В.2.1-10:2009 – Настанова з проектування фундаментів будівель та споруд.

ДБН В.2.1-10:2009 – Основи та фундаменти будівель і споруд.

ДБН В.1.2-2:2006 – Навантаження і впливи.

ДСТУ Б В.2.6-156:2010 – Конструкції будівельні. Основи. Основні положення проектування.

2.2.1 Розрахунок площі основи фундаменту

Визначимо загальне навантаження:

$$N_{total} = N + G \times f = 300 + 0.1 \times 300 = 330 \text{ кН}$$

Необхідна площа основи:

$$A = N_{total} \times \gamma \div R = 330 \times 1.2 \div 180 \approx 2.2 \text{ м}^2$$

Розмір сторони квадратної плити фундаменту:

$$a = \sqrt{A} = \sqrt{2.2} \approx 1.48 \text{ м} \rightarrow \text{округлюємо до 1,5 м}$$

2.2.2 Визначення несучої здатності основи

Площа плити:

$$A_{\phi} = 1.5 \times 1.5 = 2.25 \text{ м}^2$$

Несуча здатність:

$$R_d = A_{\phi} \times R \div \gamma \tag{2.1}$$

$$R_d = 2.25 \times 180 \div 1.2 = 2.25 \times 150 = 337.5 \text{ кН}$$

337.5 кН > 330 кН — умова виконується.

2.2.3. Орієнтовна глибина закладання

Таблиця 2.14 – Ґрунти

Найменування	Товщина шару, м	Тип ґрунту	Різновидність піску / Глинистість	Показник текучості ІІ	Питома вага, т/м³	Кут внутрішнього тертя, град	Коеф. Пористості	Коефіцієнт умов роботи ґрунту на бічній
--------------	-----------------	------------	-----------------------------------	-----------------------	-------------------	------------------------------	------------------	---

Опір бічної поверхні фундаменту (R_s) = 32.4 кН

Несуча здатність на висмикуюче навантаження (F_{du}) = 72.9 кН

Таблиця 2.15 –Залежність F_{du} від глибини закладання

Глибина закладання (м)	Несуча здатність на висмикування F_{du} (кН)
0.5	28.35
0.6	35.96
0.7	44.23
0.8	53.14
0.9	62.69
1.0	72.90
1.1	83.75
1.2	95.26
1.3	107.41
1.4	120.20
1.5	133.65
1.6	147.74
1.7	162.49
1.8	177.88
1.9	193.91
2.0	210.60

На графіку 2.13 відображено, як із ростом глибини фундаменту збільшується його опір до висмикування (F_{du}), що підтверджує доцільність закладання фундаментів глибше у разі складних ґрунтових умов або динамічних навантажень.

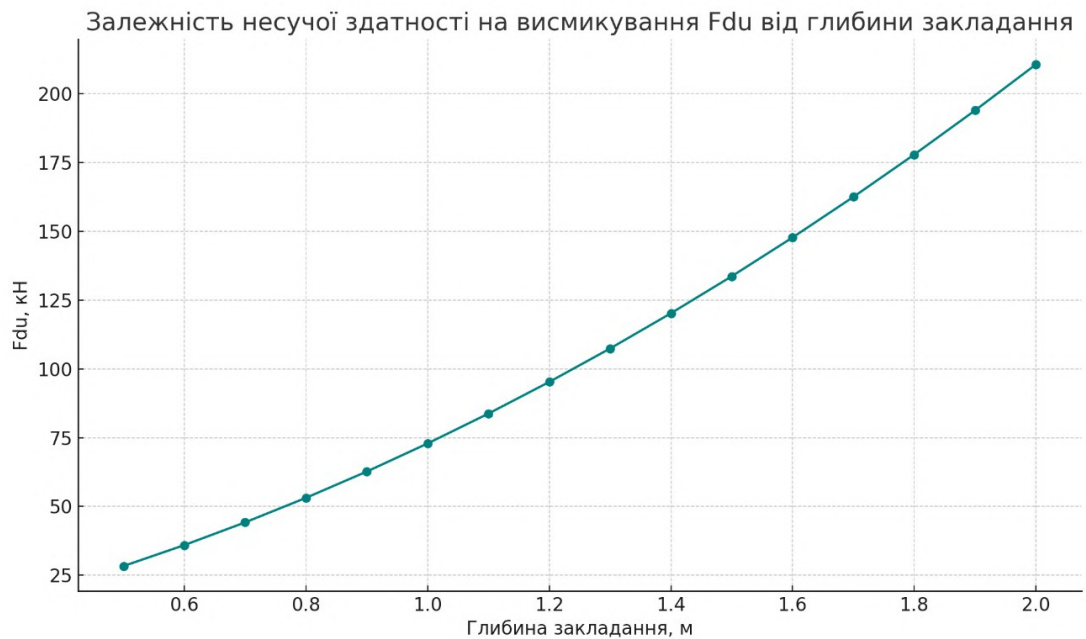


Рисунок 2.13 – Залежність F_{du} від глибини закладання фундаменту

2.2.4 Визначення осадки

Визначення осадки фундаменту згідно з ДСТУ Б В.2.1-27:2010 «Основи та фундаменти споруд»

Осадка фундаменту – це вертикальне переміщення основи під дією навантаження від споруди. Розрахунок осадки виконується з метою забезпечення працездатності та довговічності конструкції.

Дані для розрахунку:

Тип фундаменту: монолітний стовпчастий, квадратної форми

Розміри фундаменту: 1,5 м × 1,5 м

Глибина закладання: 1,0 м

Розрахункове навантаження: 300 кН

Розрахунковий опір ґрунту: 180 кН/м²

Модуль деформації ґрунту (E_0): 25 МПа (за середньозміцненим суглинком або піщаним ґрунтом)

Коефіцієнт Пуассона (ν): 0,3

Коефіцієнт відносно жорсткої плити (μ): 1,1 – 1,2

Таблиця 2.16 – Характеристики ґрунтів для розрахунку

Шар	Найменування	Товщ. шару, м	Тип ґрунту	Показник текучості ІЛ	Питома вага, т/м³	Кут внутрішнього тертя, град	Коеф. умов роботи на боковій поверхні (gcf)	Коеф. Пористості	Модуль деформації, Т/м²	Коеф. Пуассона
ПЕ-2	Пісок середньої крупності	4,0	Піщаний Середньої крупності	—	1,75	31	1	0,65	200	0,30
ПЕ-4	Суглинок пилуватий	4,0	Глинистий	0,5	1,86	22	1	0,70	150	0,35
ПЕ-9	Суглинок пилуватий	5,0	Глинистий	0,5	1,85	24	1	0,68	160	0,33
ПЕ-10	Суглинок пилуватий	6,0	Глинистий	0,5	1,78	24	1	0,72	170	

Розрахунок осадки (метод пошарової моделі згідно з ДСТУ):

Формула для обчислення осадки S:

$$S = \sum q \times H_i \div E_i \times \Phi_i \quad (2.2)$$

де: q – тиск підшви фундаменту, кПа

H_i – товщина шару ґрунту, м

E_i – модуль деформації шару ґрунту, кПа

φ_i – коефіцієнт впливу навантаження залежно від положення шару

Визначення тиску на ґрунт (q):

$$q = F \div A = 300 \div 1.5 \times 1.5 = 300 \div 2.25 = 133.3 \text{ кПа}$$

Розрахунок осадки (для одного шару : H=2.0 м):

$$S = 133.3 \times 2.0 \div 25000 \times 1.1 = 0.0117 \text{ м} = 11.7 \text{ мм}$$

Очікувана осадка фундаменту становить приблизно 11–12 мм, що не перевищує допустимих норм для малоповерхових будівель (≤20 мм за ДБН).

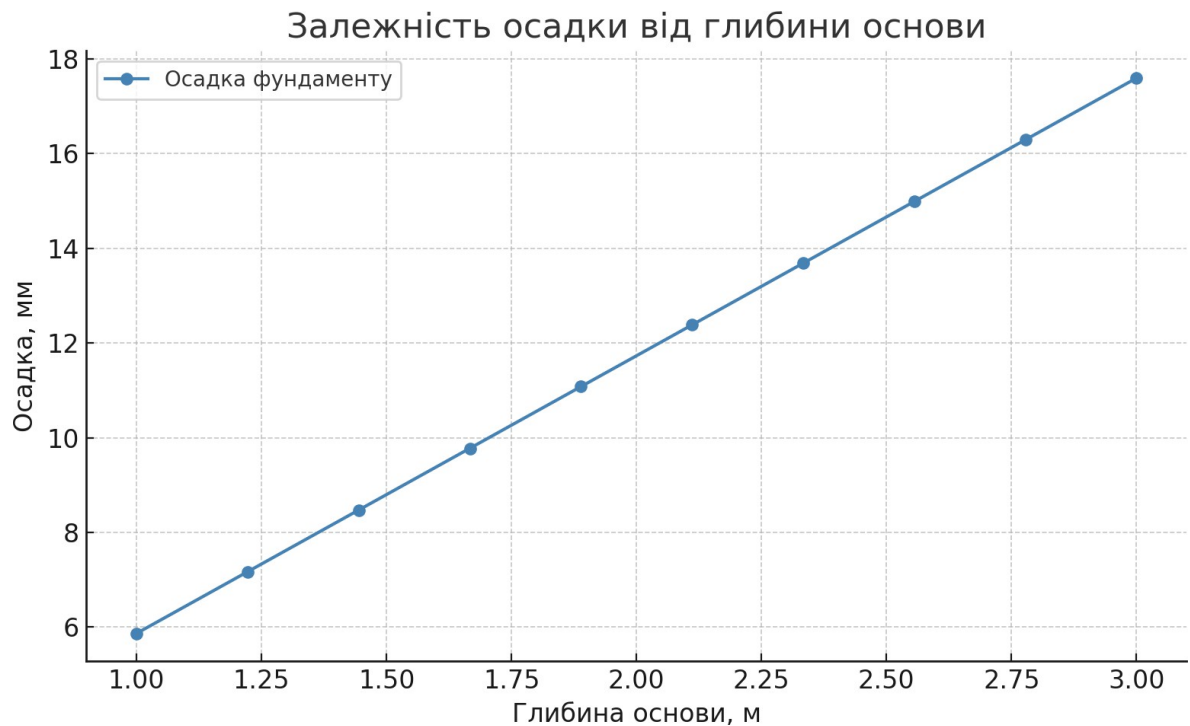


Рисунок 2.14 – Залежність осадки від глибини основи

На графіку 2.14 зображено залежність осадки фундаменту від глибини закладання основи. Як видно, зі збільшенням глибини осадка також зростає, що відповідає теоретичним очікуванням згідно з нормами ДСТУ Б В.2.1-27:2010. У результаті проведеного розрахунку, осадка фундаменту становить приблизно 11–12 мм

Пояснення вибору конструкції

Фізико-механічні властивості фундаменту визначаються характеристиками матеріалів, з яких він виготовлений, а також особливостями взаємодії конструкції з ґрунтом. Нижче наведено основні фізико-механічні властивості монолітного залізобетонного стовпчастого фундаменту, прийнятого для двоповерхової будівлі:

Таблиця 2.17 – Фізико-механічні властивості бетону (клас C20/25)

Показник	Позначення	Значення
Клас бетону за міцністю на стиск	C20/25	$f_{ck} = 20$ МПа
Розрахунковий опір бетону на стиск	R_b	11,5 МПа
Модуль пружності	E_b	28 000 МПа
Щільність бетону	ρ_b	2 400 кг/м ³
Коефіцієнт Пуассона	ν	0,2

Морозостійкість	F	F100 (мінімум)
Водонепроникність	W	W6

Таблиця 2.18 – Фізико-механічні властивості арматури (клас А500С)

Показник	Позначення	Значення
Розрахунковий опір на розтяг	Rs	435 МПа
Модуль пружності	Es	200 000 МПа
Межа текучості	fy	≥ 500 МПа
Відносне подовження при розриві	δ	≥ 14 %

Таблиця 2.19 – Властивості ґрунту основи (суглинок середньої щільності)

Показник	Позначення	Значення
Розрахунковий опір ґрунту	qd	180 кН/м ²
Модуль деформації (І стадія)	E	18–25 МПа
Кут внутрішнього тертя	φ	22–26°
Питоме зчеплення	c	17–20 кПа
Об’ємна вага	γ	18,0 кН/м ³
Коефіцієнт пористості	e	0,6–0,8

Застосування бетону класу С20/25 забезпечує достатню міцність і довговічність фундаменту для двоповерхової споруди. Армвання стрижневою арматурою класу А500С забезпечує опір розтягувальним зусиллям і захист від тріщиноутворення.

Властивості ґрунту дозволяють використовувати мілкозаглиблений стовпчастий фундамент без додаткового посилення основи.

Таблиця 2.20 – Вихідні дані для побудови моделі взаємодії «фундамент–основа»

№	Параметр	Позначення	Одиниця виміру	Значення	Примітка
01	Тип фундаменту	—	—	Стовпчастий, мілкого закладання	Залізобетонна монолітна конструкція
02	Розміри фундаменту	B × L	м	1.5 × 1.5	Площа підшви – 2.25 м ²
03	Глибина закладання	h	м	1.0	Прийнято з урахуванням промерзання
04	Навантаження на фундамент	F	кН	300	Від двоповерхової колони
05	Розрахунковий опір ґрунту	R	кН/м ²	180	За геотехнічними даними

06	Модуль деформації ґрунту	E	МПа	25	Для суглинків середньої щільності
07	Коефіцієнт Пуассона	ν	—	0.3	Характерний для глинистих та суглинчастих ґрунтів
08	Щільність ґрунту	ρ	кг/м ³	1850	Середнє значення для суглинків
09	Граничне осідання	S _г	см	2.0	Не повинно перевищуватись
10	Форма розподілу напружень у ґрунті	—	—	Клиноподібна	Від центру до периферії
11	Площа фундаменту	A	м ²	2.25	$A = B \times L$
12	Несуча здатність фундаменту	F _d	кН	337.5	$F_d = R \times A$
13	Опір бічної поверхні (для порівняння)	R _s	кН	—	Для пальових не розраховується
14	Несуча здатність на висмикування	F _{du}	кН	0 ($\approx$)	Невелика – фундамент мілкий
15	Тип моделі взаємодії	—	—	Лінійно-пружна	За ДСТУ Б В.2.1-27:2010

Основні елементи моделі:

Фундамент – жорстка монолітна залізобетонна плита (стовпчастого типу), яка передає зосереджене навантаження від колони на ґрунт.

Ґрунтова основа – умовно-однорідне середовище з урахуванням фізико-механічних характеристик (модуль деформації, розрахунковий опір, коефіцієнт Пуассона, щільність ґрунту тощо).

Контактна поверхня – зона прямого контакту між плитою фундаменту та ґрунтом, де формуються вертикальні напруження.

Напруження – схематично показано концентроване навантаження в центрі, яке поширюється вглиб під кутом 45°–60°, утворюючи розширену зону впливу навантаження.

Осідання – результат стиснення ґрунтового масиву, найзначніше в центрі фундаменту. Враховується у межах граничної деформації (зазвичай <2 см для малоповерхових будівель).

При передачі навантаження від колони на фундамент виникає нормальна сила (F_d), яка рівномірно (або квазі-рівномірно) розподіляється по площі подошви. Під тиском плити ґрунт стискається, що викликає осадку фундаменту. Розрахунок осідання ведеться методом пошарового інтегрування деформацій за модулем деформації.

Модель враховує лінійно-пружну поведінку ґрунту в межах допустимого навантаження. При перевищенні несучої здатності — можлива пластична деформація основи (не розглядається в межах цієї моделі).

Бічний опір R_s враховується лише для пальових чи заглиблених конструкцій. Для стовпчастих мілкозаглиблених фундаментів вплив R_s незначний.

Модель підтверджує ефективність використання стовпчастого монолітного фундаменту мілко закладання при заданому навантаженні (300 кН), розрахунковому опорі ґрунту (180 кН/м^2) та глибині закладання (1.0 м). Розподіл напружень демонструє безпечну роботу основи без перевищення граничних значень деформацій і забезпечує стабільність конструкції будівлі.

Конструктивне рішення щодо фундаменту було прийнято з урахуванням ряду технічних, інженерно-геологічних та експлуатаційних чинників. Зокрема:

Глибина закладання вибрана на рівні 1,0 м, що відповідає вимогам щодо мінімальної глибини промерзання ґрунту в даному регіоні, згідно з ДБН В.2.1-10:2009.

При розрахунковому навантаженні від колони 300 кН і опорі ґрунту 180 кН/м^2 прийнято квадратний стовпчастий фундамент з розмірами $1,5 \times 1,5 \text{ м}$, що забезпечує розрахункову несучу здатність 337,5 кН, тобто має запас міцності.

Розрахунки осадки показали, що значення перебувають у межах допустимих норм за ДСТУ Б В.2.1-27:2010, що підтверджує надійність конструкції у довгостроковій перспективі.

Несуча здатність на висмикуюче навантаження (F_{du}), а також опір бічної поверхні (R_s), засвідчили достатню стійкість фундаменту не лише до вертикального навантаження, але й до дії підйомних сил, що можуть виникати внаслідок промерзання чи зволоження ґрунтів.

Враховано також економічну доцільність конструкції: монолітний стовпчастий фундамент з армованим ростверком є технологічно простим у виготовленні, не потребує спеціального устаткування та може бути ефективно реалізований у типових умовах будівельного майданчика.

Висновки: обрана конструкція фундаменту (монолітний стовпчастий фундамент квадратної форми) є оптимальною з огляду на технічні характеристики навантаження, опір ґрунту та кліматичні умови.

Розрахунки підтвердили достатній рівень надійності, стійкості та безпеки конструкції, з урахуванням усіх нормативних вимог. Запропоноване конструктивне рішення відповідає нормам ДСТУ та ДБН, є економічно доцільним і підлягає реалізації у звичайних будівельних умовах без потреби у складній техніці або спеціальних ґрунтових заходах.

3 РОЗРАХУНОК СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

3.1 Розрахунок тимчасового водопостачання

Площа ділянки – 4,5976га

Площа ділянки в межах об'ємів робіт – 0.8605га

Загальна потреба у воді для будівельного майданчика формується з трьох основних складових: виробниче споживання, господарсько-побутові витрати, витрати на пожежогашіння.

На об'єкті будівництва основними споживачами водних ресурсів є будівельна техніка, механізми, обладнання, а також технологічні операції: бетонування, кладка цегли, штукатурні та оздоблювальні роботи тощо [12].

Розрахунок виробничого водоспоживання

Сумарна витрата води на виробничі цілі (в літрах за секунду) обчислюється за формулою:

$$Q_{\text{вир.}} = K_{\text{НВ}} \times \frac{q_1 \times n_1 \times K_{\text{Н}}}{t \times 3600} \quad (3.1)$$

де: q_1 – питомі витрати води на виконання технологічних процесів, л; n_1 – кількість користувачів у період найбільшої завантаженості; $K_{\text{Н}}$ – коефіцієнт на можливі неорганізовані втрати; $K_{\text{НВ}}$ – коефіцієнт нерівномірності споживання води за годинами; t – тривалість зміни, год.

Підставивши значення:

$$Q_{\text{вир.}} = \frac{1.2 \times (125700 \times 6 \times 1.5)}{(8 \times 3600)} = 47.14 \text{ л/с}$$

Витрати води на господарсько-побутові потреби

Розрахунок проводиться за формулою:

$$Q_{\text{поб.}} = \frac{q_{\text{поб.}} \times n_p \times K_2}{3600} \times \frac{q_0 \times n_d}{t_1 \times 60} \quad (3.2)$$

де: $q_{\text{поб.}}$ – питомі витрати води на господарсько-побутові потреби, л;
 n_2 – число працівників у найбільш завантажену зміну; K_2 – коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води; q_0 – норма споживання води на приймання душі, л; n_d – кількість робітників, які користуються одночасно душем; t_1 – час користування душем, хв; [12]

Після підстановки даних отримаємо:

$$Q_{\text{поб.}} = \frac{15.49 \times 1.5}{3600} \times \frac{30 \times 16}{45 \times 60} = 0.54 \text{ л/добу}$$

Витрати на пожежогасіння

Для будівельного майданчика площею до 10 га приймається нормативна витрата:

$$Q_{\text{пож.}} = 10 \text{ л/с}$$

Загальна потреба у воді

Підсумовуємо всі компоненти:

$$Q_{\text{потр.}} = Q_{\text{вир.}} + Q_{\text{поб.}} + Q_{\text{пож.}} \quad (3.3)$$

$$Q_{\text{потр.}} = 47.14 + 0.54 + 10 = 57.68 \text{ л/с}$$

Вибір діаметра трубопроводу для тимчасового водопостачання

Для визначення діаметра труби використовується формула:

$$d = 2 \sqrt{\frac{Q_{\text{заг}} \times 1000}{3.14 \times V}} \quad (3.4)$$

де: $Q_{\text{заг}} = 57.68$ – розрахункова витрата води, л/с; $V = 1.5$ – швидкість води

в трубопроводі [12].

Підставивши значення: $d=110,6$ мм

Враховуючи стандарти і необхідний запас, приймається труба з внутрішнім діаметром 200 мм.

3.2 Господарсько-питний водопровід (В1,Т3)

Вимоги до якості та тиску в системах водопостачання

Якість та безпечність питної холодної й гарячої води повинна відповідати нормативам, передбаченим Державними санітарними нормами та правилами "Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною" (ДсанПіН 2.2.4–171–10).

У системах господарсько-питного та пожежного водопостачання встановлено наступні норми тиску: на рівні найнижче розташованих сантехнічних приладів тиск не повинен перевищувати 0,6 МПа; для найвище розміщених приладів – тиск визначається згідно з технічними характеристиками цих приладів. Якщо такі дані відсутні, тиск повинен бути не нижче 0,2 МПа, але й не вище 0,6 МПа на проміжних поверхах.

У системі пожежогасіння допускається короткочасне збільшення тиску на нижніх рівнях до 0,9 МПа в момент подачі води на гасіння.

Джерело та параметри водопостачання

Постачання води для виробничого корпусу забезпечується за рахунок існуючої мережі внутрішньозаводського водопроводу. Витрата напірного трубопроводу становить 0,6 л/с.

Вибір економічно доцільного діаметра трубопроводу

Для визначення оптимального за витратами діаметра труб водопровідної системи доцільно скористатися відповідною розрахунковою формулою, яка враховує витрати води, швидкість її руху та нормативні показники гідравлічного опору.

Економічно найвигідніший діаметр трубопроводу можна визначити за формулою:

$$d = 1130 \sqrt{\frac{\bar{Q}}{v}}, \text{ мм} \quad (3.5)$$

$$Q = 0,0006; v = 1,3$$

Визначаємо діаметр трубопроводу: $d = 24,27 \text{ мм}$

Відповідно приймаємо трубу найближчого стандартного діаметру 25 мм.

Встановлюємо фактичну швидкість руху води в трубопроводі:

$$V = \frac{4Q}{\pi d^2}, \text{ м/с} \quad (3.6)$$

$$\text{В нашому випадку: } V = \frac{4 \times 0.0006}{3.14 \times 0.025^2} = 1.22 \text{ м/с}$$

Монтаж водопровідної мережі

Для облаштування системи водопостачання використовуються багатошарові композитні труби із поліпропілену типу ПЕ-100SDR 13.6 «питна» виробництва ТД «Євротрубпласт», діаметром 25×2 мм.

Прокладка труб здійснюється під стелею, при цьому труби розміщуються в теплоізоляційній оболонці.

Фіксація трубопроводу виконується за допомогою спеціалізованих кріпильних елементів, що відповідають типу труб. Монтаж проводиться відповідно до технічних інструкцій та рекомендацій, наданих виробником.

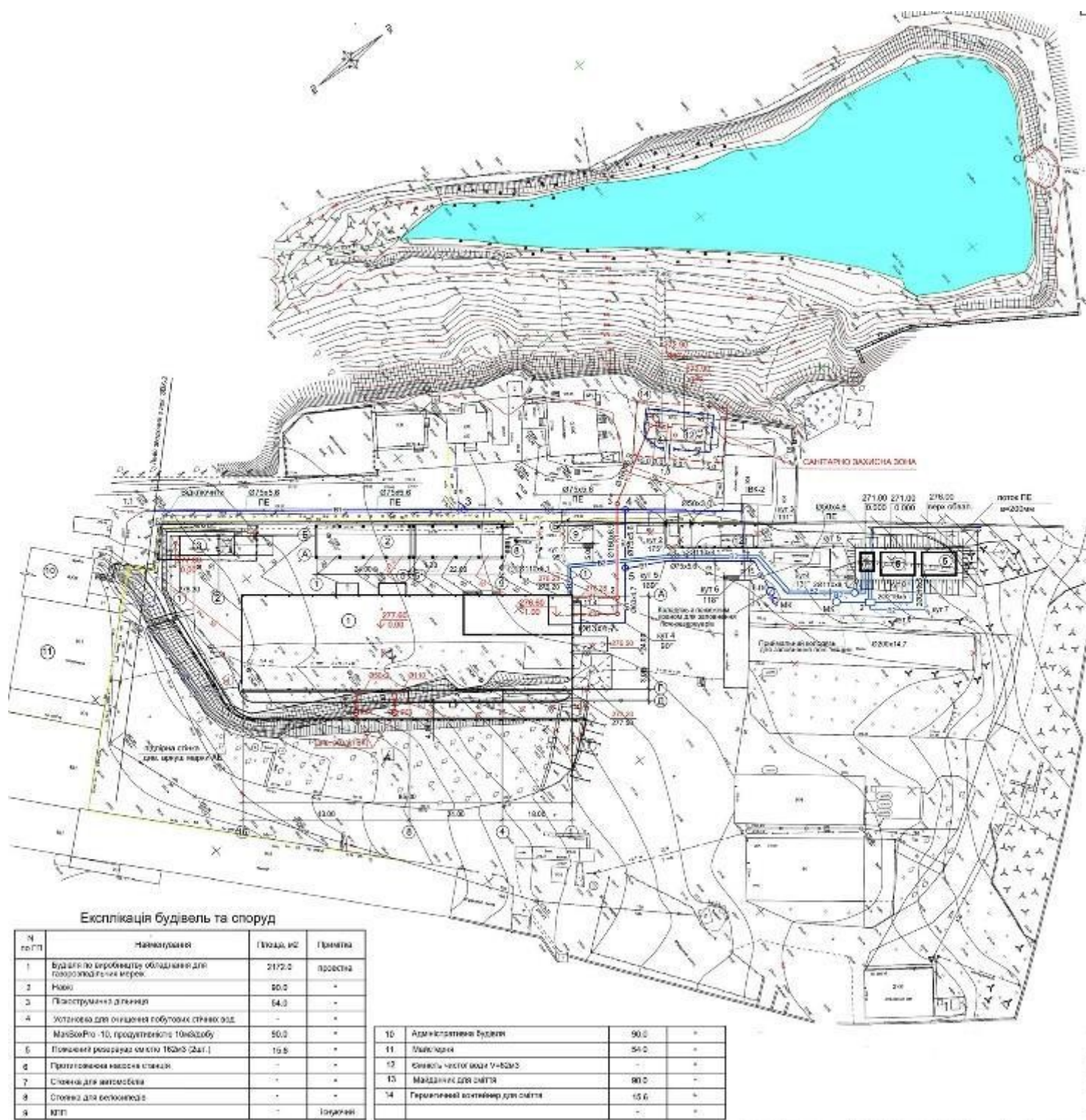


Рисунок 3.1 – План мереж водопостачання та водовідведення

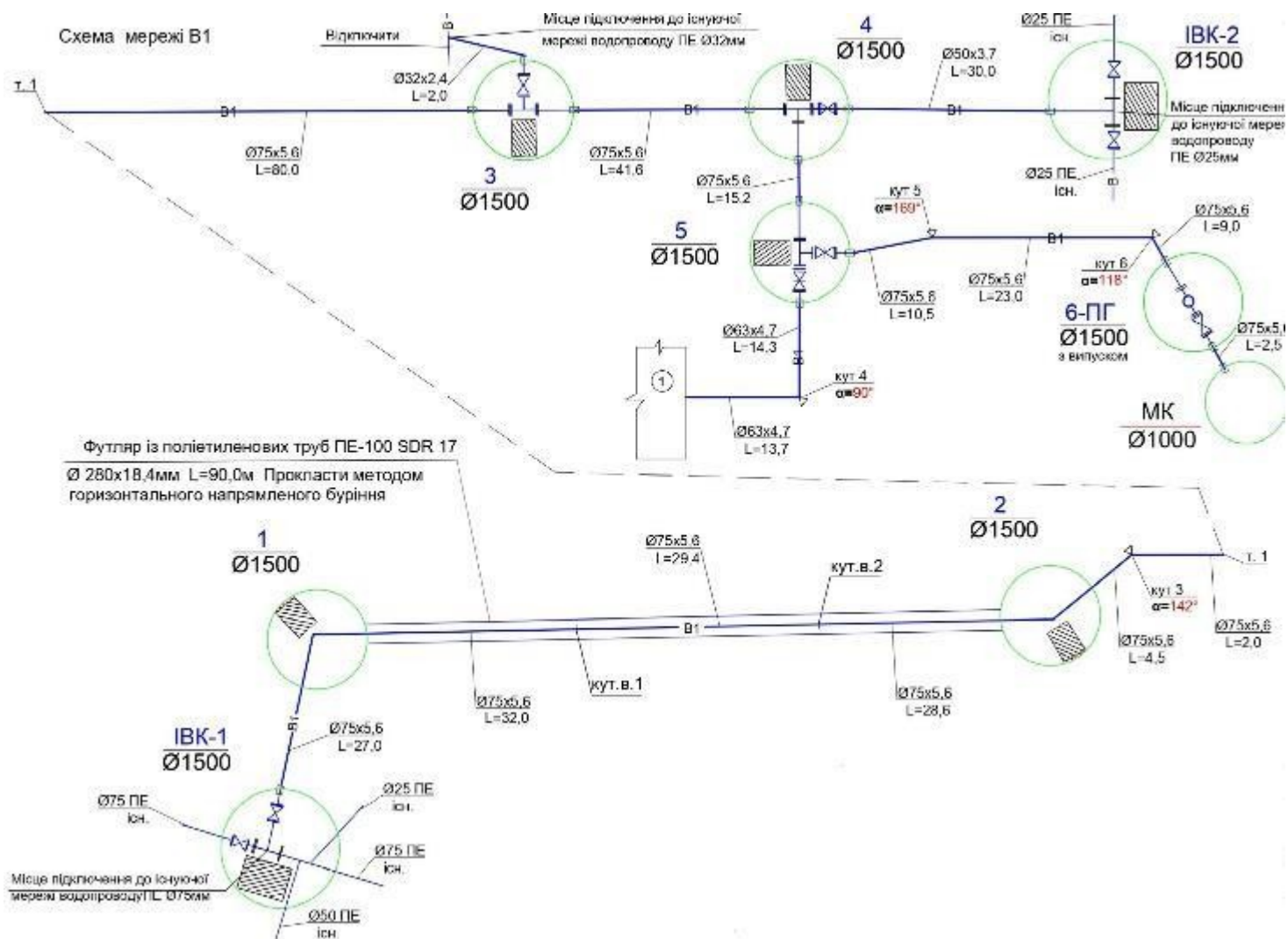
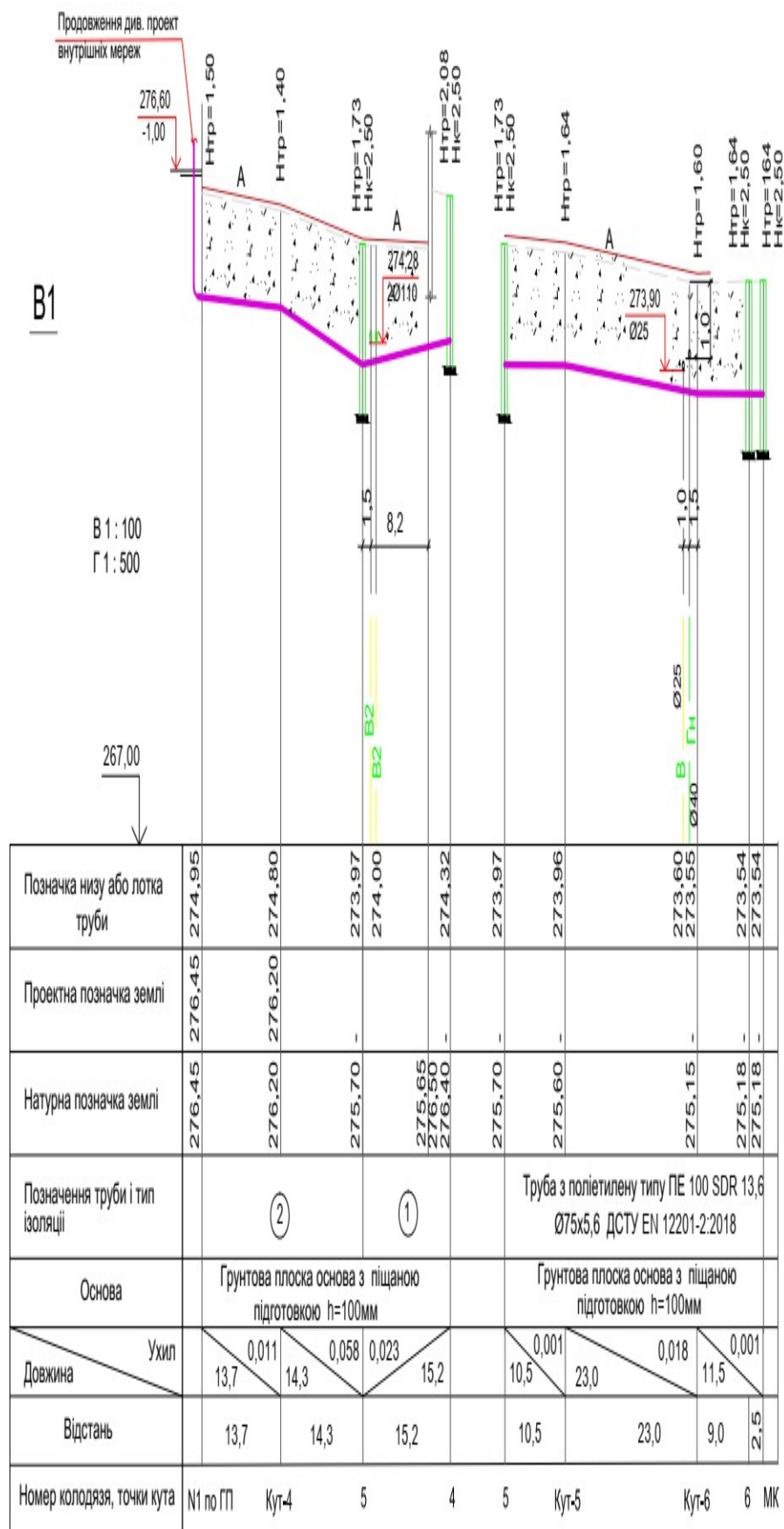


Рисунок 3.2 –Зовнішні мережі водопостачання та водовідведення
(Схема мережі В1)



Укладання пластикових труб на ґрунтову плоску основу з підготовкою з піщаного ґрунту

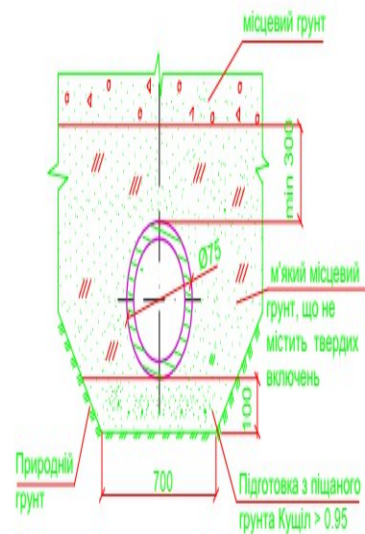


Рисунок 3.3 – Профіль мережі (В1)

3.3 Виробниче водовідведення (К3)

Проектом передбачено влаштування системи внутрішнього господарсько-побутового та виробничого водовідведення, яке реалізується згідно з технологічною схемою, зображеною на рис. 3.4.

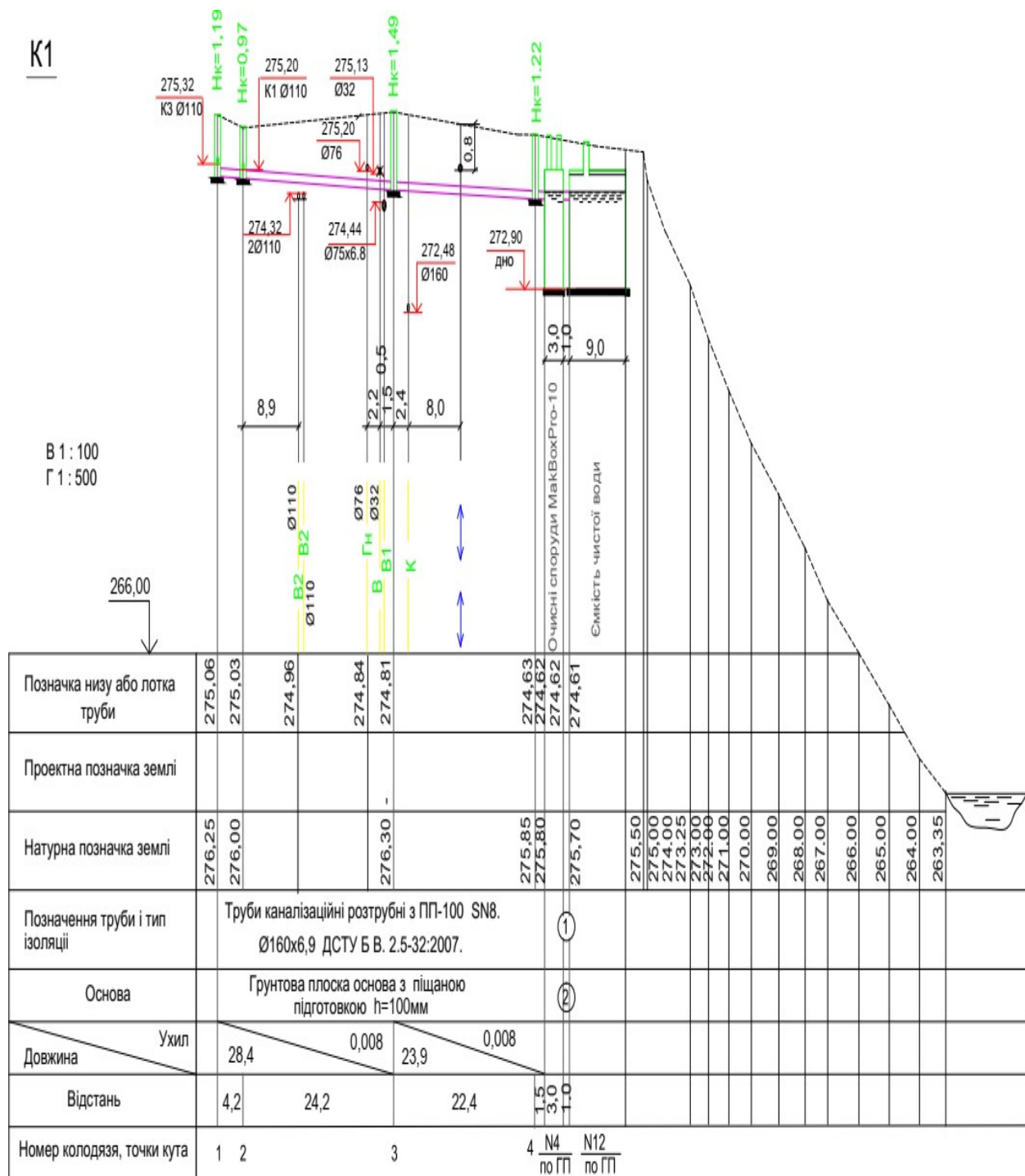


Рисунок 3.4 – Профіль мережі водовідведення (К3)

Відведення стічних вод здійснюється самопливом через внутрішню мережу до зовнішньої каналізаційної системи (ЗВК). Монтаж каналізаційних трубопроводів передбачається із поліетиленових труб згідно з ДСТУ Б EN 12666-1:201, діаметрами Ø50 мм та Ø110 мм. Прокладання труб усередині будівлі виконується прихованим способом – у товщі підлоги, стін або із використанням монтажних коробів. Для зручного обслуговування системи каналізації передбачено встановлення прочисток і ревізійних елементів. Для дощової та талої води, що збирається з покрівлі, проектом передбачено відведення за допомогою зовнішніх водостічних систем із відкритим випуском на вимощення. У зоні гідравлічних випробувань запроектовано фільтрувальний колодязь ККЗ, який виконано без дна та з негерметичними стиками між бетонними кільцями. Для тимчасового накопичення та подальшого вивезення відпрацьованих рідин із фарбувальної ділянки заплановано влаштування герметичного колодязя КК4.

Внутрішнє водовідведення з гідровипробувальної зони реалізується самопливною мережею, яка спрямовується у фільтрувальний колодязь. Виробнича каналізація від фарбувальної камери запроектована як напірна система, що транспортує стоки в герметичну ємність, з подальшим централізованим вивезенням відходів відповідно до вимог санітарного законодавства.

Зовнішні побутові каналізаційні мережі прокладаються із розтрубних поліпропіленових труб марки ПП, SDR 23.4, розміром Ø160×6,9 мм, відповідно до ДСТУ Б В.2.5-32:2007. Під час укладання розтруби труб розташовуються проти напрямку потоку стоків, що дозволяє ефективно компенсувати температурні розширення матеріалу. Герметизація з'єднань виконується за допомогою гумових ущільнювальних кілець.

Монтаж труб передбачається на підготовлену основу з ущільненого піщаного шару товщиною 10 см. Засипку виконують м'яким місцевим ґрунтом без домішок твердих частинок (щебеню, каміння, уламків цегли), із формуванням захисного шару завтовшки не менше 30 см над трубою.

Колодязі на ділянках самопливної каналізації передбачено виконати зі збірних залізобетонних елементів, згідно з ДСТУ Б В.2.6-106:2010 (рис. 3.5).

Установку каналізаційних люків проводять на рівні проїжджої частини, а в зелених зонах – з підняттям на 50–70 мм над рівнем землі та облаштуванням вимощення шириною 1 м з ухилом від люка.

Для забезпечення легкого доступу до комунікацій в місцях прихованої прокладки труб облаштовуються ревізійні люки. Усі труби, що проходять через неопалювані зони чи зовнішні ділянки, мають бути ізольовані негорючими матеріалами, з можливістю встановлення електронагрівальних елементів для запобігання замерзанню в холодну пору року.

3.4 Дощове водовідведення (K2)

Мережа дощового водовідведення K2 – це важливий елемент в системах водовідведення, який забезпечує ефективне відведення дощових вод з території (рис.3.6).

Профіль K2 зазвичай є частиною системи дощового водовідведення, що включає труби, колектори та зливостоки.

Конструктивні елементи: труби; зливостоки; колодязі.

Профіль K2 передбачає певну схему розташування труб, яка враховує рельєф місцевості та напрямок стоку води. Труби повинні мати певний кут нахилу для забезпечення природного стоку води. Зазвичай цей кут становить від 1% до 3%. На основі розрахункової інтенсивності опадів (10,5 л/с) передбачено встановлення двох приймальних лійок для дощової води типу «NL 62.1/1», оснащених електричним підігрівом, вертикальним зливом та надставними елементами. Дані вироби виробництва HL Hutterer & Lechner GmbH мають діаметр 110 мм і забезпечують надійне відведення опадів навіть за низьких температур.

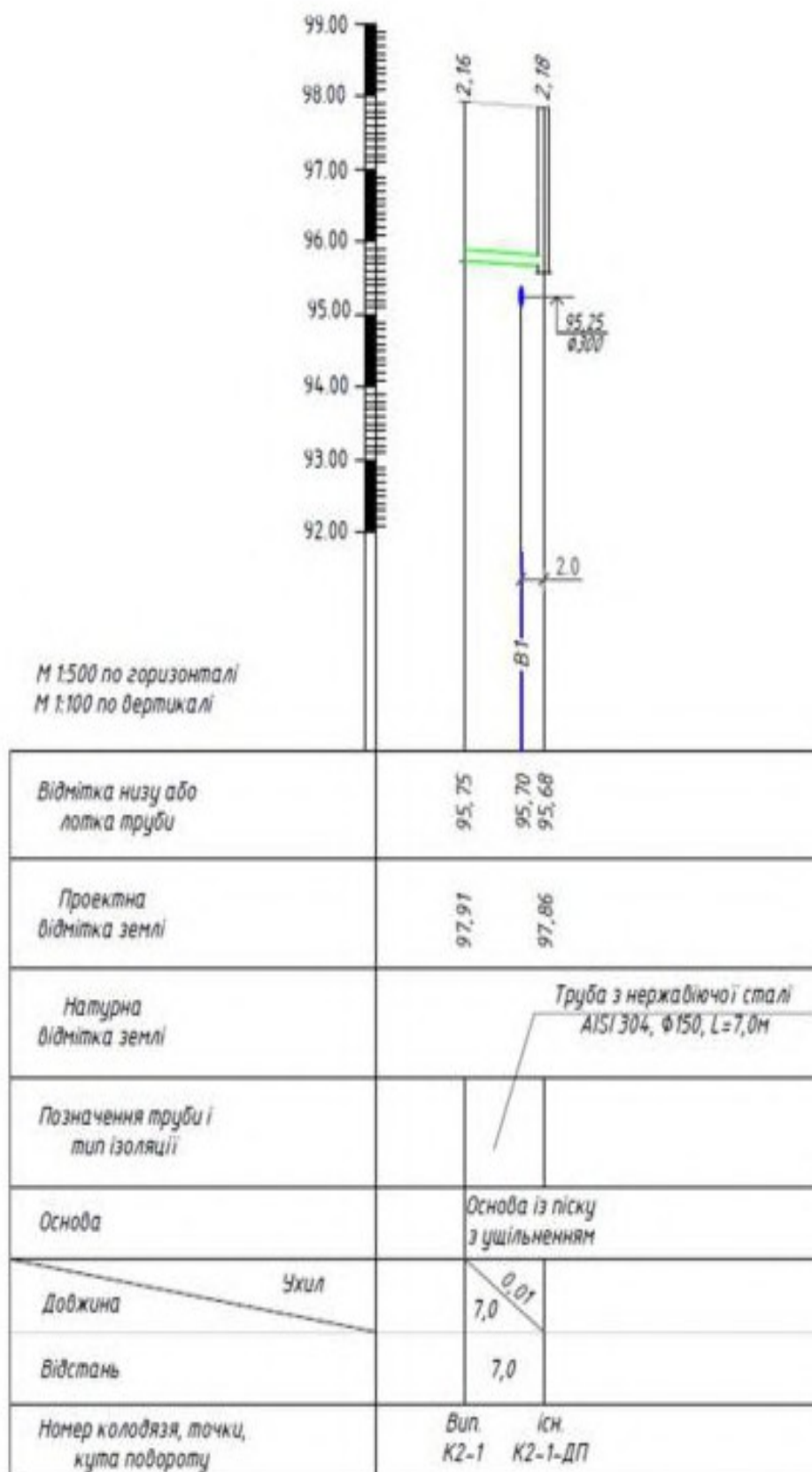


Рисунок 3.6 – Профіль мережі K2

Внутрішня частина водовідвідної системи виконується з труб з нержавіючої сталі марки AISI 304, діаметром 100 мм. Для запобігання тепловтратам та конденсації передбачається обгортка труб в негорючу теплоізоляцію «Kaiflex ST» завтовшки 9 мм.

З метою технічного обслуговування мережі у відповідних місцях передбачено встановлення ревізій та елементів прочистки. У випадках прихованого прокладання труб у конструкціях стін або підлоги проектом передбачено монтаж оглядових люків навпроти ревізійних елементів для забезпечення доступу до системи.

3.5 Протипожежний водопровід (B2)

Згідно ДБН В.2.5-64:2012 витрати води на внутрішнє пожежогасіння передбачається 2 струменя по 2,5 л/с.

Прокладання протипожежного водопроводу виконується відповідно до вимог чинних будівельних норм, санітарно-технічних регламентів та правил пожежної безпеки. Основною метою є забезпечення швидкого та безперебійного доступу до води в разі виникнення загоряння (рис.3.7).

Підземна прокладка труб виконується на глибину, що гарантує захист від промерзання, зазвичай нижче рівня сезонного промерзання ґрунту.

Труби укладаються на піщану подушку з подальшою засипкою м'яким ґрунтом без твердих включень. Наземне розміщення (у технічних поверхах або підвісних просторах) вимагає встановлення спеціальних опор, кронштейнів або підвісів з урахуванням теплових подовжень труб.

У неопалюваних зонах водопровід обов'язково теплоізолюється, а за потреби – додатково обладнується системами електрообігріву для запобігання замерзанню води.

Для монтажу використовуються вогнестійкі труби з оцинкованої сталі, нержавіючої сталі або спеціального армованого полімеру, що витримує

високий тиск (не менше 1 МПа). Всі з'єднання мають бути герметичними та стійкими до корозії.

Робочий тиск у системі повинен відповідати вимогам – не менше 0,2 МПа у найвищих точках системи, не більше 0,6 МПа у нижніх, а максимально допустимий – до 0,9 МПа під час пожежогасіння.

Діаметр труб вибирається залежно від розрахункової витрати води, щоб забезпечити безперебійну подачу води до всіх точок пожежогасіння.

Зовнішні мережі протипожежного водопроводу запроектовані з поліетиленових труб ПЕ-100, Ø110x8,1 ; Ø 200x14,7мм, технічних по ДСТУ Е N12201-2:2018 та сталевих електрозварних труб Ø108x4,0; Ø2 19x5,0мм по ГОСТ 10704-91** в дуже посиленій ізоляції.

Для компенсації лінійного розширення поліетиленових труб, прокладка водопроводу передбачається «змійкою».

Колодязі на мережі протипожежного водопроводу виконані у відповідності з ДСТУ Б В.2.6-106:2010 «Конструкції бетонні і залізобетонні для колодязів каналізаційних, водопровідних і газопровідних мереж» (рис. 3.9).

Згідно ДСТУ Б В.2.5-40:2009, п.7.2.10, перетин поліетиленовими трубами стінок колодязів виконаний в футлярі. Зазор між футляром і трубопроводом необхідно зашпарувати еластичним водонепроникним матеріалом, що запобігає просоченню вологи всередину футляру.

Пожежні крани, гідранти та елементи управління розташовуються у доступних місцях з відповідним маркуванням. Пожежні крани улаштовуються на висоті 1,35 м. від рівня підлоги в навісній пожежній шафі з заксленими дверцятами.

B2

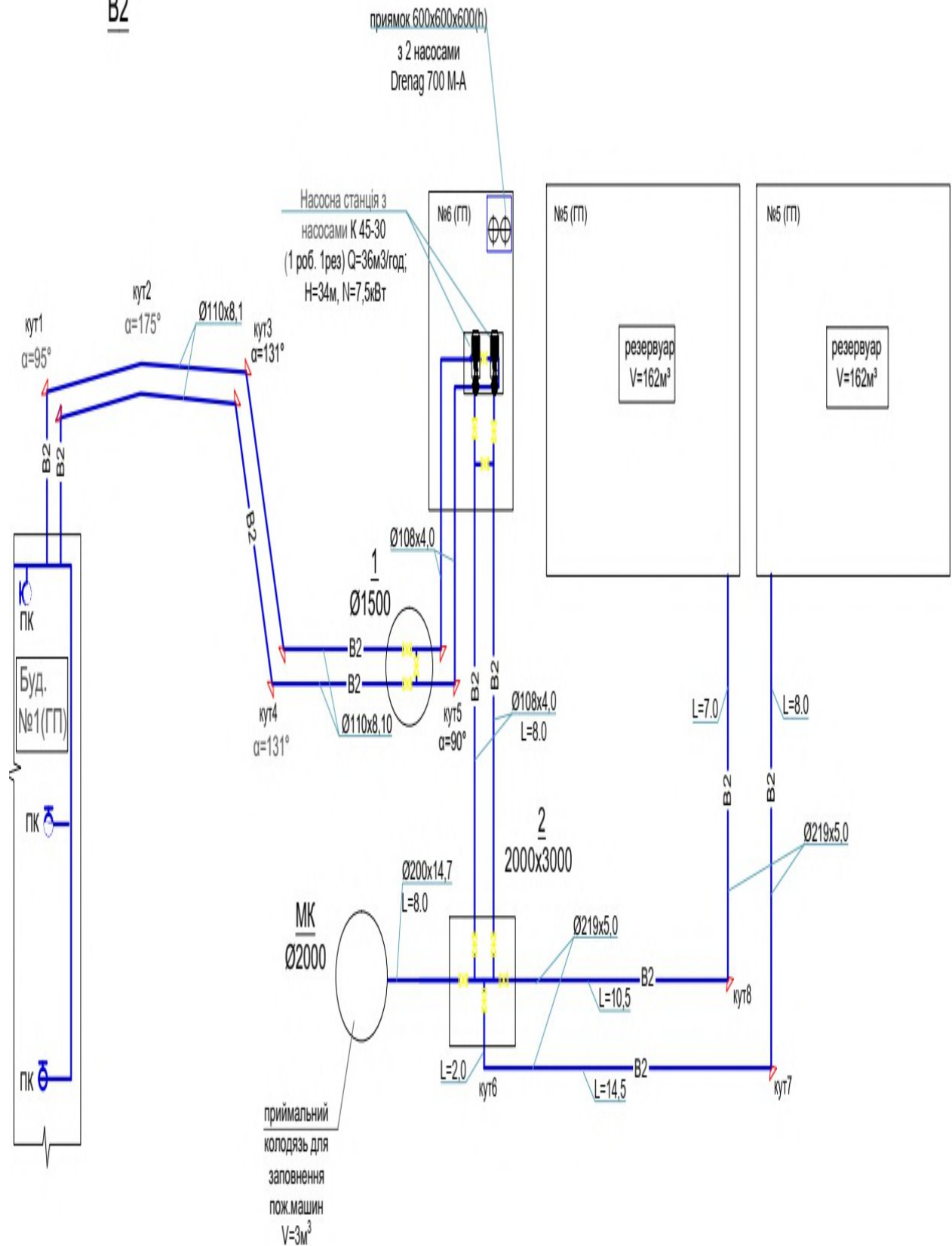


Рисунок 3.7 – Схема мережі B2

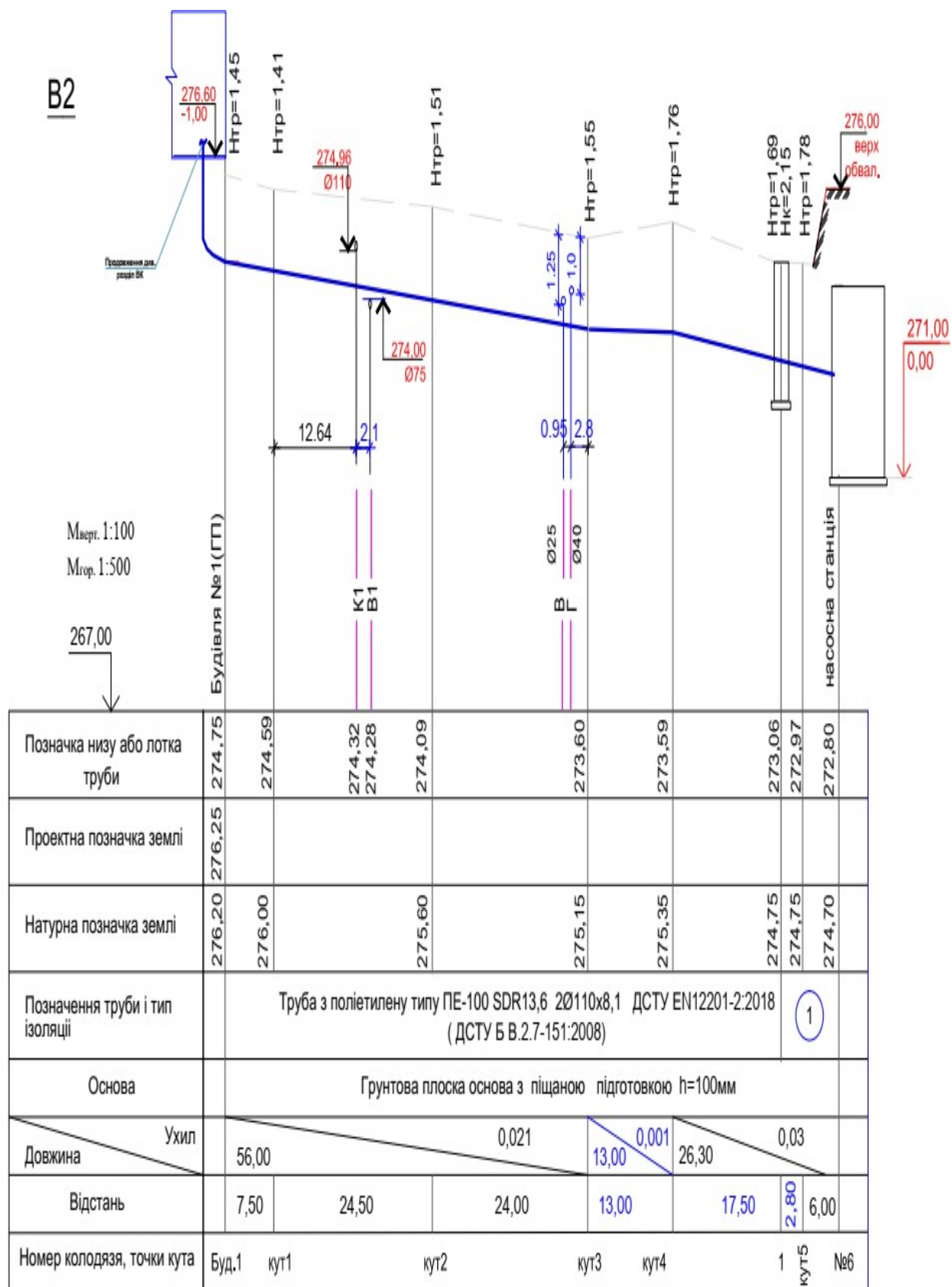


Рисунок 3.8 – Профіль системи пожежогасіння (B2)

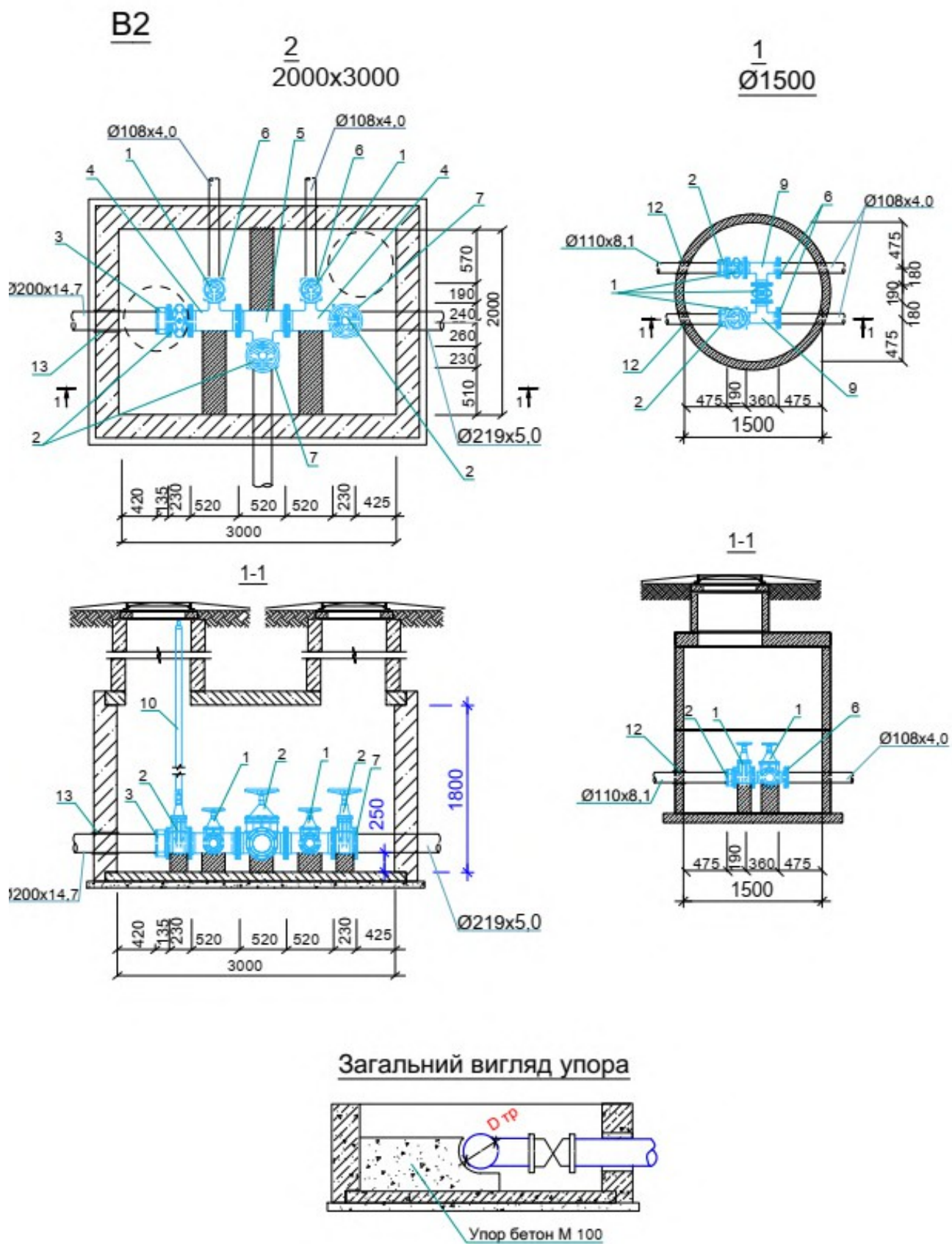


Рисунок 3.9 – Деталювання колодязю на мережі протипожежного водопроводу (B2)

4 ТЕХНОЛОГІЧНО-ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Технологія будівництва

Процес зведення виробничої споруди, призначеної для виготовлення обладнання, яке використовується в газорозподільчих системах, охоплює низку етапів, що реалізуються з урахуванням інженерно-технічних вимог, стандартів безпеки, а також функціонального призначення об'єкта (табл.4.1).

Таблиця 4.1 – Етапи будівництва будівлі по виробництву обладнання для газорозподільчих мереж

№	Етап будівництва	Зміст робіт
01	Підготовчі роботи	Очищення ділянки, розмітка, встановлення тимчасових споруд, геологічні дослідження
02	Земляні роботи	Розробка котловану, ущільнення основи, підготовка подушки
03	Влаштування фундаменту	Монтаж паль, гідроізоляція
04	Монтаж несучих конструкцій	Установка колон, ригелів, каркасів зі сталі або залізобетону
05	Зведення огорожувальних конструкцій і покрівлі	Монтаж стінових панелей, утеплення, гідроізоляція даху
06	Монтаж інженерних систем	Водопостачання, електрика, вентиляція, опалення, протипожежна система
07	Внутрішні оздоблювальні роботи	Влаштування підлоги, обробка стін, монтаж перегородок
08	Установлення технологічного обладнання	Монтаж верстатів, підключення комунікацій, налаштування
09	Благоустрій території	Укладання доріжок, асфальтування, озеленення, зовнішнє освітлення
10	Пусконаладжувальні роботи та здача об'єкта	Перевірка систем, технагляд, оформлення документації, введення в експлуатацію

1. Підготовчі роботи. На початковому етапі виконуються заходи з розчищення ділянки, демонтажу старих споруд (за потреби), геодезичної розмітки та влаштування тимчасової інфраструктури (огорожа, під'їзні шляхи, побутові приміщення для будівельників). Проводиться інженерно-геологічне дослідження ґрунтів і коригування проекту за його результатами.

2. Земляні роботи. Здійснюється розробка котловану відповідно до глибини закладення фундаменту. Для забезпечення стійкості конструкцій виконується ущільнення основи, при необхідності – влаштовуються піщані або щебеневі подушки.

3. Влаштування фундаменту. Фундамент будівлі – пальово-ростверковий. Використовуються армовані монолітні конструкції з бетону класу не нижче В25 із застосуванням гідроізоляції. Для підготовки основи під бетонування передбачено підсипку піщаного ґрунту з обов'язковим ущільненням до відмітки нижнього рівня бетонної підготовки. Улаштування бурових паль запроектовано із застосуванням бурильної установки типу Tes Car CF – 2.5A. Подача бетонної суміші здійснюється через стаціонарний бетононасос Putzmeister BSA1005E, продуктивність якого становить 53 м³/год.

4. Монтаж несучих конструкцій. Каркас будівлі формується зі сталевих або залізобетонних колон і ригелів. У разі використання металевих конструкцій здійснюється антикорозійна обробка. Конструктивна схема передбачає оптимальне розміщення прольотів для забезпечення достатнього вільного простору під технологічне обладнання.

5. Влаштування покрівлі та огорожувальних конструкцій. Покрівля виконується багатошаровою, з утепленням і гідроізоляцією. Як покрівельний матеріал використовуються профнастил або сендвіч-панелі. Стіни можуть бути виконані з легких металевих панелей з утеплювачем або з газобетонних блоків з облицюванням.

Монтаж металевих каркасних конструкцій та збірних елементів проводиться з використанням автокрану XCMG QY25K5 вантажопідйомністю 25 тонн (табл.4.2). Зважаючи на розташування крана безпосередньо на фундаментній плиті, під опори (аутригери) обов'язково застосовуються збільшені дерев'яні чи металеві підкладки для рівномірного розподілу навантаження.

Таблиця 4.2 – Технічні характеристики автокрану XCMG QY25K5

№ з/п	Параметр	Значення
01	Модель автокрана	XCMG QY25K5
02	Вантажопідйомність максимальна	25 т
03	Максимальна висота підйому (з подовжувачем)	47,6 м
04	Довжина основної стріли	10,6 – 39 м
05	Довжина подовжувача (гусека)	8,3 м
06	Максимальний виліт стріли	30 м
07	Максимальна швидкість підйому вантажу	125 м/хв
08	Габарити крана (Д×Ш×В)	12 680 × 2 500 × 3 350 мм
09	База шасі	4 325 + 1 300 мм
10	Тип шасі	Автомобільне шасі 6×4
11	Повна маса	≈ 30 000 кг
12	Радіус повороту	12 м
13	Швидкість пересування	до 75 км/год
14	Привід	Дизельний двигун
15	Виробник	XCMG Group, Китай

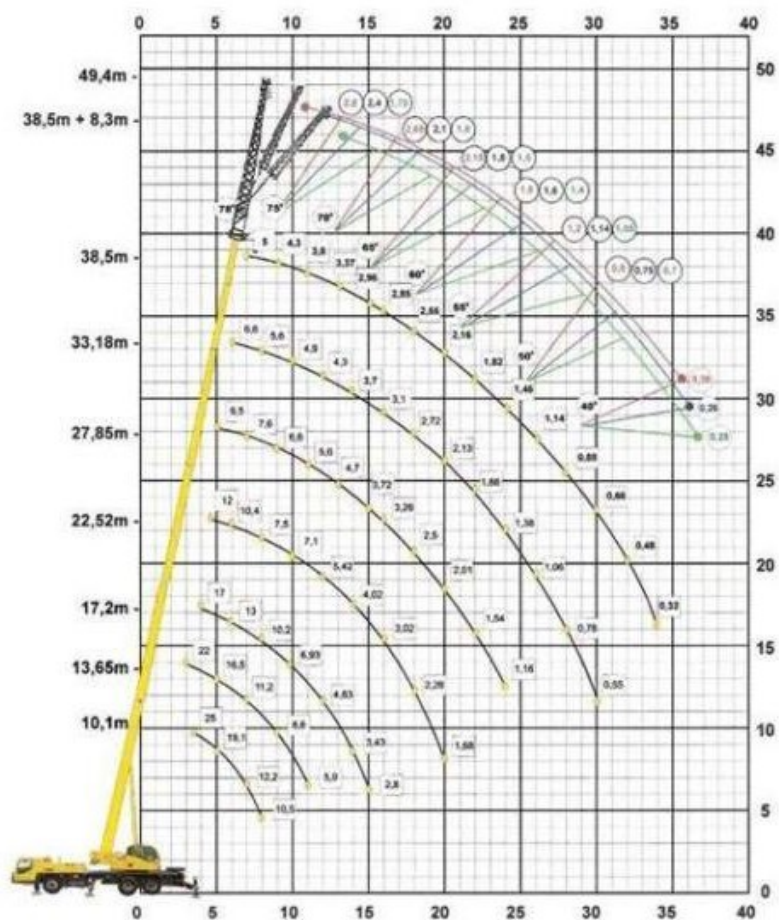


Рис.4.1 – Характеристика автокрана XCMG QY25K5

Вантажовисотні характеристики автокрана XCMG QY25K5, 25 тонн														
	10,1 м		13,65 м		17,2 м		22,52 м		27,85 м		33,18 м		38,5 м	
Робочий радіус, м	Вага (кг)	Висота (м)	Вага (кг)	Висота (м)	Вага (кг)	Висота (м)	Вага (кг)	Висота (м)	Вага (кг)	Висота (м)	Вага (кг)	Висота (м)	Вага (кг)	Висота (м)
3	25000	10,2	22000	14										
3,5	25000	9,9	21500	13,8										
4	24200	9,6	20000	13,6	17000	17,4								
4,5	21800	9,3	18000	13,4	16000	17,2	12000	22,8						
5	19100	8,9	16500	13,1	15000	17	11400	22,7	9500	28,2				
5,5	17300	8,4	15000	12,8	14000	16,8	10800	22,5	8800	28				
6	15800	7,9	13500	12,5	13000	16,6	10400	22,3	8400	27,9	6600	33,4		
6,5	13800	7,4	12200	12,2	12200	16,3	9900	22,2	8000	27,8	6200	33,3		
7	12200	6,7	11200	11,8	11500	16,1	9400	22	7600	27,6	6000	33,2	5000	38,6
8	10500	4,8	10500	11	10200	15,5	8500	21,5	7300	27,3	5600	32,9	4600	38,4
9			8600	9,9	8430	14,8	7800	21	6600	26,9	5300	32,6	4300	38,1
10			7000	8,6	6930	14	7100	20,5	6100	26,5	4900	32,2	4000	37,8
11			5900	6,8	5760	13	6370	19,9	5600	26	4600	31,8	3800	37,5
12					4830	11,9	5420	19,2	5200	25,5	4300	31,4	3500	37,1
13					4070	10,5	4660	18,4	4700	24,9	4000	31	3370	36,8
14					3440	8,7	4020	17,2	4260	24,3	3700	30,4	3160	36,3
15					2800	6,3	3480	16,5	3720	23,6	3400	29,9	2960	35,9
16							3020	15,4	3260	22,8	3100	29,3	2850	35,4
18							2260	12,5	2500	21	2720	28	2550	34,3
20							1680	8,1	2010	18,9	2130	26,4	2160	33,1
22									1540	16,2	1660	24,6	1820	31,6
24									1160	12,5	1380	22,4	1450	30
26											1060	19,8	1140	28,1
28											780	16,5	880	25,9
30											550	11,8	660	23,3
32													480	20,2
34													320	16,2

Рисунок 4.3 – Вантажовисотні характеристики автокрану XCMG QY25K5

Послідовність монтажу конструкцій – від осі Х86 у напрямку до осі Х87. Монтаж останньої ферми в межах цих осей заплановано безпосередньо з зони вивантаження будівельних матеріалів.

Влаштування монолітних ростверків передбачається із використанням сучасної опалубки «Doka» або «PERI». Для безпечного переміщення працівників по арматурному каркасу плити використовуються дерев'яні ходові настили.

Бетон для виконання монолітних робіт буде поставлятися централізовано з бетонного вузла автобетонозмішувачами типу 581412 (на шасі КамАЗ-55111, об'єм – 5 м³) або 58147С (на базі КамАЗ-53229, об'єм – 7 м³). Укладання бетонної суміші в конструкції здійснюється з використанням шнекових бункерів у бадях з відкидним дном або через стаціонарні бетононасоси типу BSA 1405E, потужністю подачі до 53 м³/год, відповідно до необхідної висоти бетонування.

Таблиця 4.3 – Технічні характеристики автобетонозмішувача типу 581412 (на базі КамАЗ-55111, об'єм – 5 м³)

№ з/п	Параметр	Значення
01	Модель автобетонозмішувача	581412
02	Базове шасі	КамАЗ-55111
03	Повна маса	≈ 18 000 кг
04	Маса порожнього автомобіля	≈ 10 000 кг
05	Об'єм змішувального барабана	5 м³
06	Геометричний об'єм барабана	≈ 9 м³
07	Продуктивність (перевезення бетонної суміші)	до 12–16 м³/год
08	Кут нахилу барабана	12°
09	Швидкість обертання барабана (робоча)	0–14 об/хв
10	Тип розвантаження	самопливом / за допомогою жолоба
11	Потужність двигуна	≈ 210 к.с.
12	Тип приводу на змішувач	Гідравлічний
13	Максимальна швидкість	до 80 км/год
14	Габаритні розміри (Д×Ш×В)	8 100 × 2 500 × 3 900 мм
15	Виробник змішувача	ТОВ «Спецавтомаш» або аналогічний

Експлуатація стрілових кранів проводиться відповідно до НПАОП 0.00-1.80-18 – нормативів з охорони праці під час використання вантажопідіймального обладнання.

Монолітні конструкції передбачено формувати за допомогою переставної металевої опалубки. Усі будівельно-монтажні операції – влаштування фундаментів, зведення конструкцій, встановлення інженерних мереж – виконуються з обов'язковим дотриманням норм техніки безпеки.

6. Монтаж інженерних систем. У будівлі передбачено прокладання: електропостачання і заземлення; систем вентиляції і димовидалення; водопостачання і каналізації (включаючи виробничу); опалення або повітряного обігріву; протипожежного захисту; автоматизованого управління технологічними процесами.

7. Внутрішні та зовнішні оздоблювальні роботи. Виконуються роботи з оздоблення підлоги (антипилове покриття, промисловий бетон), фарбування

або облицювання стін у виробничих та допоміжних приміщеннях. Установлюються двері, ворота, перегородки.

Для робіт з оздоблення фасадів заплановано встановлення будівельних риштувань. Внутрішні оздоблювальні роботи проводяться з використанням збірно-розбірних інвентарних конструкцій (дерев'яних або металевих), які легко монтуються та демонтуються.

8. Улаштування технологічного обладнання. Після завершення основних будівельних і оздоблювальних робіт розпочинається встановлення виробничих ліній, верстатів, систем контролю якості. Підведення необхідних комунікацій здійснюється згідно з технічними умовами.

9. Благоустрій території. Проводиться засипка траншей, вирівнювання ділянки, влаштування пішохідних доріжок, проїздів для транспорту, зовнішнього освітлення та озеленення.

10. Пусконаладжувальні роботи та здача об'єкта. На завершальному етапі виконується перевірка всіх систем на працездатність, здійснюється технічний контроль якості будівельних і монтажних робіт, а також готується документація для введення об'єкта в експлуатацію.

4.1.1 Технологічна послідовність та методи виконання робіт підготовчого періоду

Мета етапу підготовчих робіт з будівництва полягає у створенні належних умов для подальшого виконання основних будівельних робіт шляхом організації будівельного майданчика, забезпечення його технічною і матеріальною готовністю, а також створення безпечних і зручних умов праці для робітників та техніки.

Таблиця 4.4 – Технологічна послідовність та методи виконання будівельних робіт підготовчого періоду

№	Етап робіт	Опис робіт	Методи виконання	Обладнання, інструменти
01	Огляд та розмітка території	Огляд ділянки, нанесення меж будівництва	Використання геодезичних приладів (тахеометр, нівелір)	Геодезичне обладнання, рулетки
02	Прибирання території	Видалення сміття, рослинності, корчування пнів	Механізоване прибирання (екскаватори, навантажувачі)	Екскаватори, вантажна техніка
03	Планування майданчика	Вирівнювання поверхні для забезпечення рівня	Земляні роботи, розбивка плану	Бульдозери, грейдери
04	Організація тимчасових доріг	Прокладка під'їзних шляхів для будівельної техніки	Улаштування гравійного покриття	Катки, грейдери, вантажна техніка
05	Влаштування тимчасових споруд	Будівництво будівель для зберігання матеріалів, побутових приміщень	Каркасне будівництво, монтаж	Будівельні інструменти, кран
06	Підготовка інженерних мереж	Прокладання тимчасових водопровідних, електричних мереж	Монтаж кабелів, трубопроводів	Електроінструменти, зварювальне обладнання
07	Захист території	Огорожа будівельного майданчика, установка знаків безпеки	Монтаж парканів, табличок	Інструменти для монтажу, огорожувальні матеріали

1. Огляд та розмітка території. Цей етап включає геодезичні виміри території будівництва, нанесення меж та основних осей майбутньої будівлі. Для цього використовують тахеометри, нівеліри, рулетки, що дозволяє точно визначити розміри та положення споруди на місцевості.

2. Прибирання території. На ділянці усуваються всі сторонні предмети, вирубується кущі, видаляються пні та сміття. Для цього застосовують механізовану техніку – екскаватори, навантажувачі. Це дозволяє швидко підготувати площу до подальших земляних робіт.

3. Планування майданчика. Вирівнюють поверхню будівельного майданчика до заданого рівня. Проводяться земляні роботи з використанням бульдозерів і грейдерів. Важливо забезпечити правильний ухил для відведення води та міцність основи.

4. Організація тимчасових доріг. Створюються під'їзні шляхи для будівельної техніки, забезпечується безперешкодний під'їзд матеріалів. Виконується укладання гравійного покриття та ущільнення за допомогою катків. Це гарантує безпечний та ефективний рух на майданчику.

5. Влаштування тимчасових споруд. Будуються тимчасові будівлі: склади для матеріалів, офіси, побутові приміщення для працівників. Методи будівництва – швидкокомтовані каркасні конструкції, які дозволяють швидко організувати робочий простір.

6. Підготовка інженерних мереж. Прокладаються тимчасові водопровідні, електричні та інші мережі, необхідні для функціонування будівництва. Виконується монтаж кабелів і трубопроводів із застосуванням електроінструментів і зварювального обладнання.

7. Захист території. Для безпеки робітників і охорони майна встановлюються огорожі, встановлюються знаки безпеки, інформаційні таблички. Це важливо для дотримання норм техніки безпеки і попередження несанкціонованого доступу.

Забезпечення охорони праці та безпеки на будівельному майданчику шляхом встановлення огорож, попереджувальних знаків та інших заходів безпеки.

4.1.2 Технологічна послідовність та методи виконання робіт основного періоду

Метою виконання робіт основного періоду будівництва є забезпечення якісного та своєчасного монтажу основних несучих конструкцій будівлі, які формують її каркас. Це включає встановлення колон, балок, ферм, прогонів і зв'язків, а також покриття покрівлі профнастилом. Завдяки цьому створюється надійна та стійка конструктивна основа, що відповідає проектним вимогам і забезпечує подальше безпечне виконання наступних етапів будівництва.

Таблиця 4.5 – Технологічна послідовність та методи виконання робіт
основного періоду будівництва

Етап	Найменування робіт	Основні операції	Метод виконання	Використане обладнання та інструменти
01	Монтаж колони К1 перед віссю Y22	Стропування колони, підйом краном, установка, закріплення анкерними болтами, геодезична вивірка, розстропування	Підйом краном XCMG QY25K5, монтаж на анкерні болти, вивірка геодезичним обладнанням	Кран XCMG QY25K5, геодезичне обладнання, вежа-тур, підйомник Haulotte Compact 12
02	Монтаж колон перед віссю Y21, стійок Ст-2	Аналогічно монтажу колони К1	Підйом та монтаж автокраном XCMG QY25K5	Автокран XCMG QY25K5, вежа-тур, підйомник Haulotte Compact 12
03	Монтаж балки Б3 у осях Y22–Y20, Y19–Y21	Стропування балок, підйом, установка, зварювання, розстропування	Підйом краном, зварювання	Кран XCMG QY25K5, зварювальне обладнання, вежа-тур, підйомник Haulotte Compact 12
04	Монтаж колони К3-1 перед віссю Y22	За послідовністю, як монтаж колони К1	Аналогічний метод	Кран XCMG QY25K5, геодезичне обладнання
05	Монтаж ферми Ф1 у осях Y19–Y22	Стропування, підйом, установка, зварювання, розстропування	Підйом краном, зварювання	Кран XCMG QY25K5, вежа-тур, підйомник Haulotte Compact 12
06	Монтаж прогонів та зв'язків	Стропування, підйом, установка, зварювання, розстропування	Підйом краном, зварювання	Кран XCMG QY25K5, зварювальне обладнання
7–16	Повторення монтажних робіт колон, ферм, прогонів у відповідних осях	Стропування, підйом, установка, закріплення, розстропування, фарбування	Кранове підйомне обладнання, зварювання, фарбування	Кран XCMG QY25K5, геодезичне обладнання, підйомник Haulotte Compact 12
17	Монтаж профнастилу	Стропування, підйом, установка, закріплення, пересування по покрівлі	Підйом краном, укладання на дерев'яні щити, кріплення	Кран XCMG QY25K5, підйомник Haulotte Compact 12, дерев'яні щити, запобіжні пояси

Загальна інформація:

Спорудження будівлі передбачається потоковим методом по типових технологічних картах будівництва. Відведення поверхневих вод з території будівельного майданчика передбачається відкритим способом з скиданням стоків у водонепроникний вигріб, який слід улаштувати на території будівельного майданчика у підготовчий період будівництва до початку виконання будівельно-монтажних робіт.

Вивезення стоків передбачається асенізаційною машиною КО-503В на існуючі очисні споруди району. Тимчасові улаштування для відведення поверхневих вод розробляються в ПВР. В період будівництва підрядна організація повинна забезпечити належний догляд за всіма водовідвідними улаштуваннями.

Монтаж будівельних конструкцій будівлі передбачається проводити із застосуванням для надземної частини будівлі автомобільного крана Кран ХСМГ QY25K5. Монолітні залізобетонні конструкції споруджуються у металевій опалубці. Монтаж опалубки та арматурних каркасів передбачається виконувати із застосуванням вантажопідійомних кранів.

Укладання бетонної суміші в опалубку здійснюється автобетононасосом чи за допомогою бадді з бетонною сумішшю, доставка бетону на будівельний майданчик – автобетонозмішувачами з бетонного заводу.

Ущільнення суміші виконувати поверхневими та глибинними електровібраторами типу С-414 та ІВ-67. Для виконання зовнішніх опоряджувальних робіт на фасадах будівлі встановлюються інвентарні риштування рамні будівельні приставні.

Внутрішні роботи передбачається виконувати із застосуванням таких будівельних ручних інструментів і механізмів: фарборозпилювачів, перфораторів, дискових пилок, змішувачів бетонного розчину, електричних шліфувальних машин, шпателів сталевих, кельм, молотків-кірочок, ковшів для подання та розстилання розчину, фарбувальних пензлів, валиків, плоскогубців і ін.

Внутрішні опоряджувальні роботи ведуться у приміщеннях з плюсовою температурою.

Будівельні матеріали та конструкції доставляють до місць виконання робіт автомобільним транспортом. Складування матеріалів здійснюється в зоні будівництва на вільній території, у місця виконання робіт.

Всі бетонні поверхні, які засипаються ґрунтом, обмазуються двошаровою бітумною гідроізоляцією.

Опоряджувальні, гідроізоляційні роботи виконуються за допомогою засобів малої механізації та вручну.

Всі сталеві конструкції слід ретельно очистити та обробити ґрунтовкою. Фарбувальні роботи рекомендується проводити за температури повітря не нижче +5°C.

Благоустрій і озеленення території планується виконувати після завершення будівництва із застосуванням наступної будівельної техніки:

- бульдозер потужністю понад 79,4 кВт для розробки ґрунту та планування майданчика;
- одноковшові екскаватори зі зворотною лопатою з об'ємом ковша 0,25 м³ та 0,65 м³ для розробки та навантаження ґрунту;
- одноковшовий екскаватор марки ЕО-2621А із крановою підвіскою вантажопідйомністю 0,5 т для укладання бордюрних каменів;
- асфальтоукладач для покриття проїздів асфальтом;
- самохідні котки на пневматичних шинах із загальною масою 16 т для ущільнення ґрунту;
- поливально-мийні машини ємністю 6000 л для підготовки основи під дорожнє покриття;
- пневматичні трамбівки для додаткового ущільнення ґрунту.

Посів трав виконують механізованим способом у теплу пору року з підсипанням родючого ґрунту.

Грунтовка конструкцій проводиться безпосередньо на території заводу-виробника. На будівельному майданчику місця зварювання, де пошкоджене покриття, відновлюють за допомогою пензля, при температурі вище 0°C.

Роботи виконуються із застосуванням інструментів та пристроїв, зазначених вище. Під час руху автотранспорту, задіяного для потреб заводу, необхідно тимчасово припинити всі будівельні роботи.

Потрібно прибрати модульне огородження, організувати сигнальників з обох сторін майданчика та забезпечити надійне закріплення конструкцій, що монтуються.

Етап №1

Проводиться монтаж колони К1 перед віссю Y22 (див. рис. 4.5):

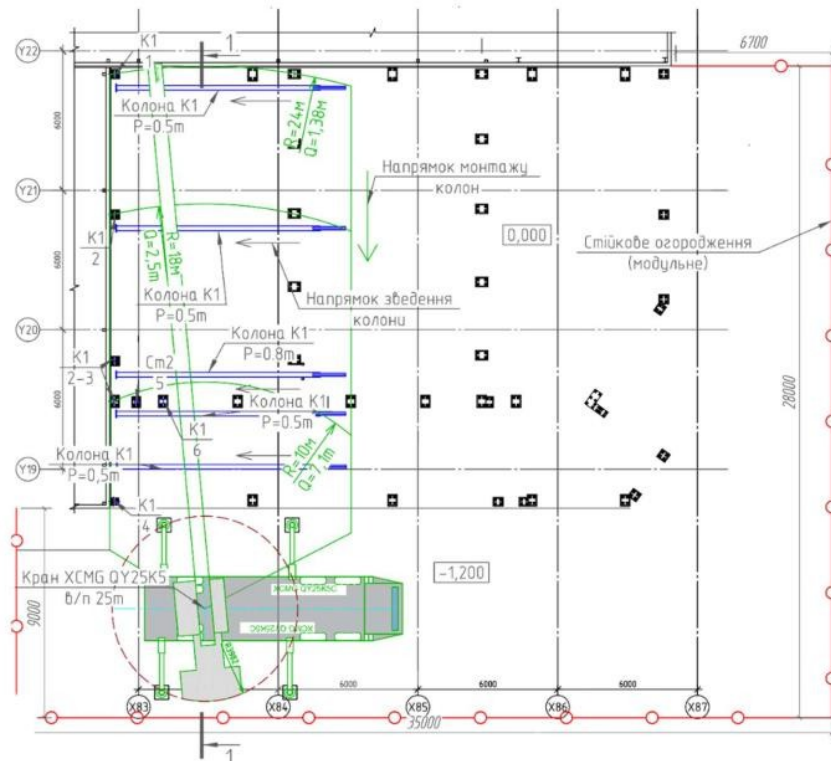


Рисунок 4.5 – Схема монтажу колони К1 та стійки Ст2 в осях Y19–Y22, X83–X84.

Колону слід стропувати (рис. 4.6) для підйому краном XCMG QY25K5. Підйом виконується шляхом переміщення стріли крана та підняття гакової підвіски на потрібну висоту. Після встановлення в проектне положення колону

кріплять до анкерних болтів гайками. Вирівнювання проводиться за допомогою геодезичного обладнання на приспущених стропах.

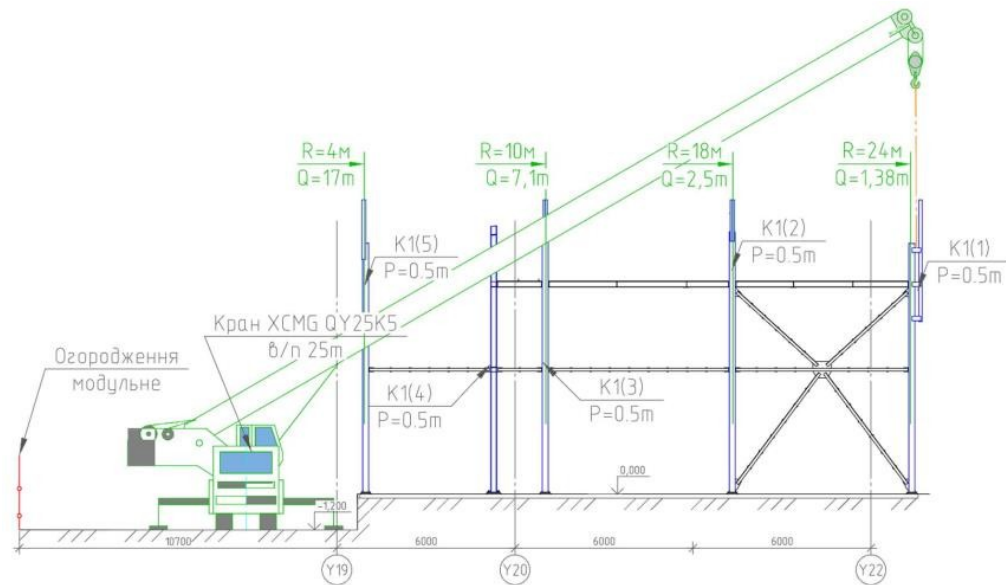


Рисунок 4.6 – Схема монтажу колони К1 краном ХСМГ QY25K5

Розстропування дозволяється лише після повної перевірки точності установки та надійного закріплення (затягнення гайок або повного зварного шва). Після розстропування заборонено виконувати будь-які роботи з анкерними гайками. Розстропування здійснюють з вежі-тура або підйомника Haulotte Compact 12. Монтаж колон перед віссю Y21 між осями Y20–Y19 та за віссю Y19 виконується за аналогією. Аналогічним чином монтують стійки Ст-2 за допомогою автокрану ХСМГ QY25K5.

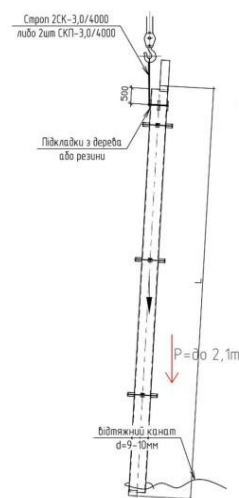


Рисунок 4.6 – Схема стропування колон\

Етап №2

Виконується монтаж балки БЗ у зонах Y22–Y20 та Y19–Y21. Балки стропують (рис. 4.7) і піднімають краном на необхідну висоту. Після встановлення балку фіксують за допомогою зварки. Розстропування відбувається з використанням вежі-тура або підйомника Haulotte Compact 12. Зварні шви очищають і фарбують.

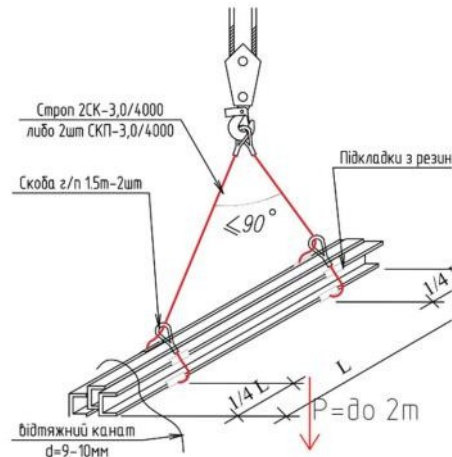


Рисунок 4.6 – Схема стропування балок та зв'язків

Працівники, які виконують роботи на висоті, повинні постійно кріпитися карабіном запобіжного лямкового поясу до страхувального канату, який закріплений на існуючих конструкціях.

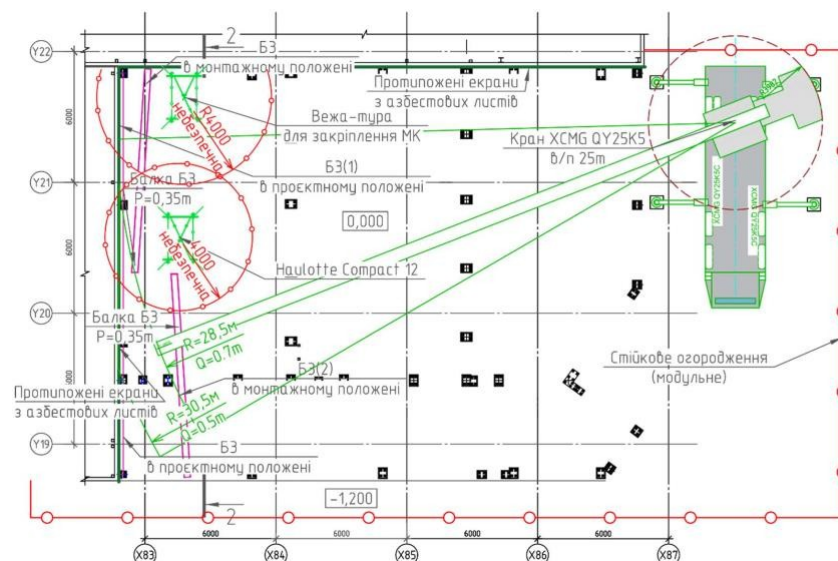


Рисунок 4.8 – Схема монтажу балки БЗ в осях Y22-Y19

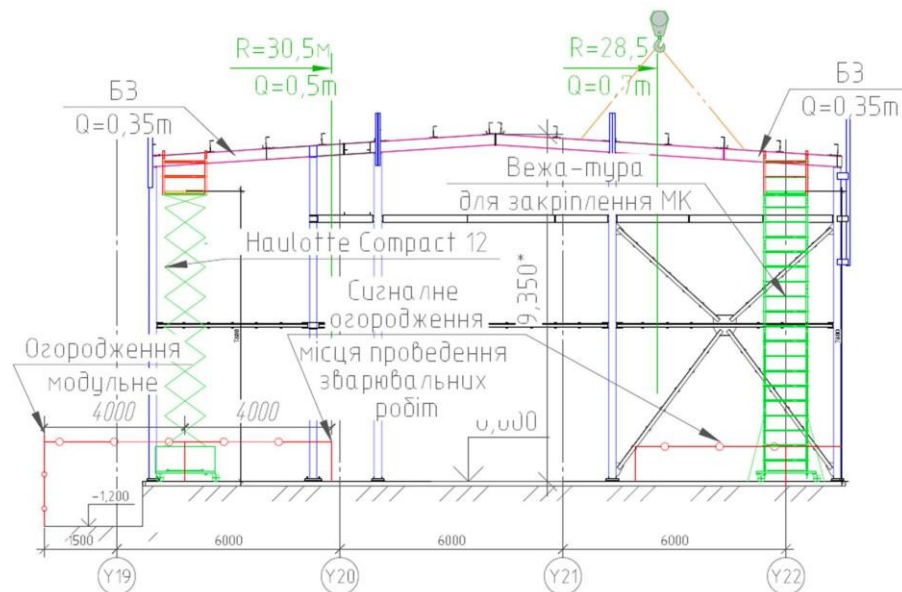


Рисунок 4.9 – Схема монтажу балки БЗ в осях

Етапи №3–№16

Подальші етапи монтажу (колони Кз-1, ферми Ф1, прогони та зв'язки) виконуються за аналогією перших двох етапів, згідно з проектною документацією та схемами монтажу, що наведені у відповідних рисунках (рис. 4.10–4.15).

Виконати монтаж колони Кз-1 перед віссю Y22 (рис. 4.10) з застосуванням послідовності вказаної в Етапі №1:

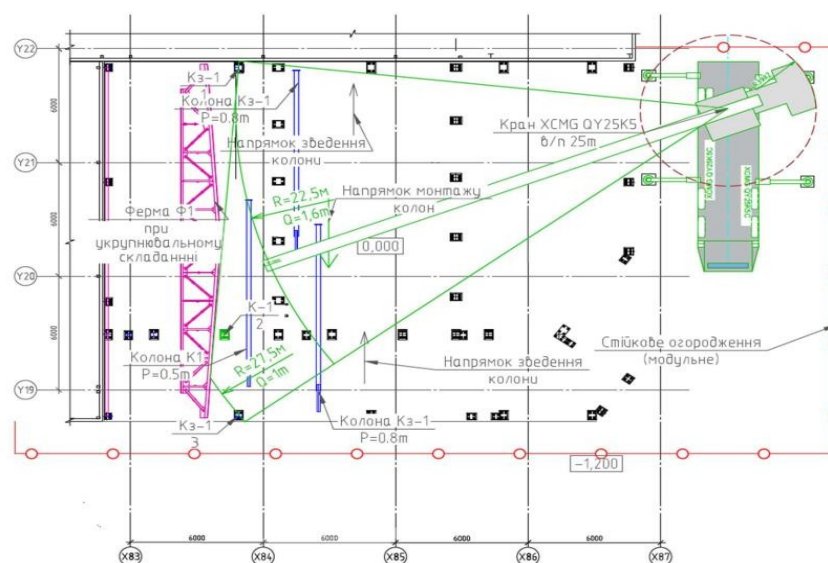


Рисунок 4.10 – Схема монтажу колон Кз-1, К-1 та укрупнювальне складання ферми Ф1 в осях Y19-Y22, X83-X84

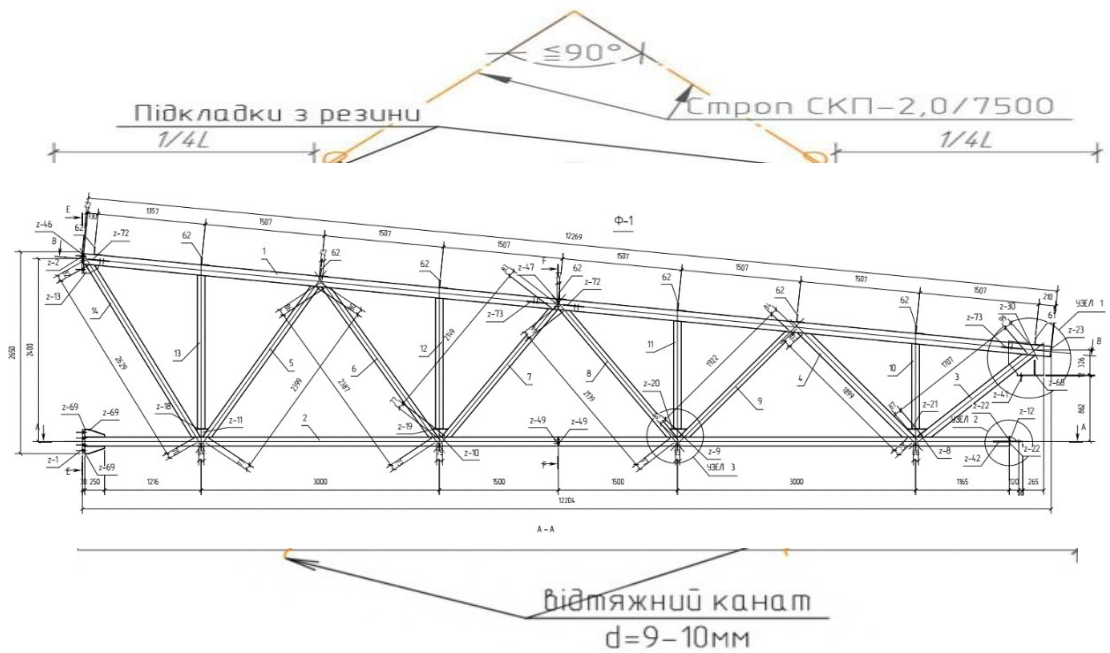


Рисунок 4.11 – Схема стропування ферми Φ1

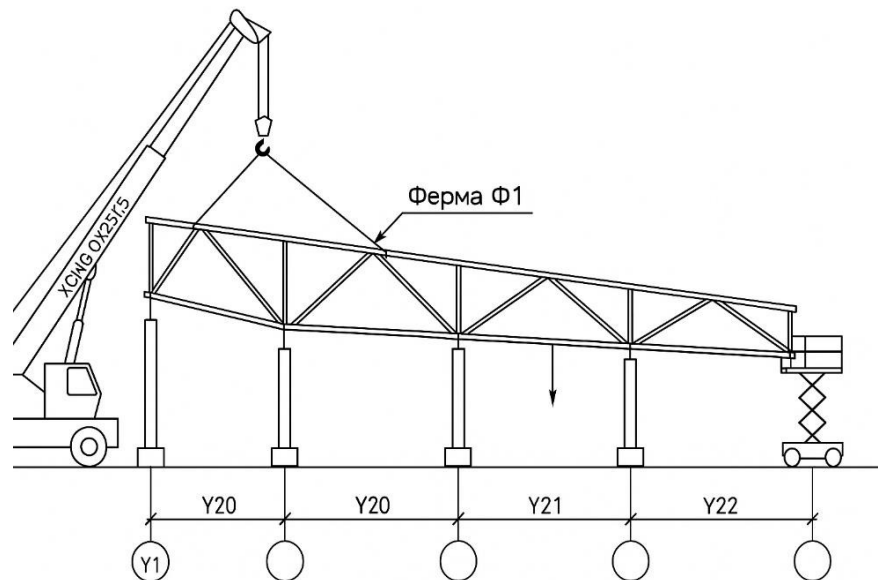


Рисунок 4.12 – Схема монтажу ферми Φ1 в осях Y19- Y22

Етап №5

Монтаж прогонів і зв'язкових елементів у межах осей Y22–Y219 та X83–X84 (див. рис. 4.13) передбачає такі дії:

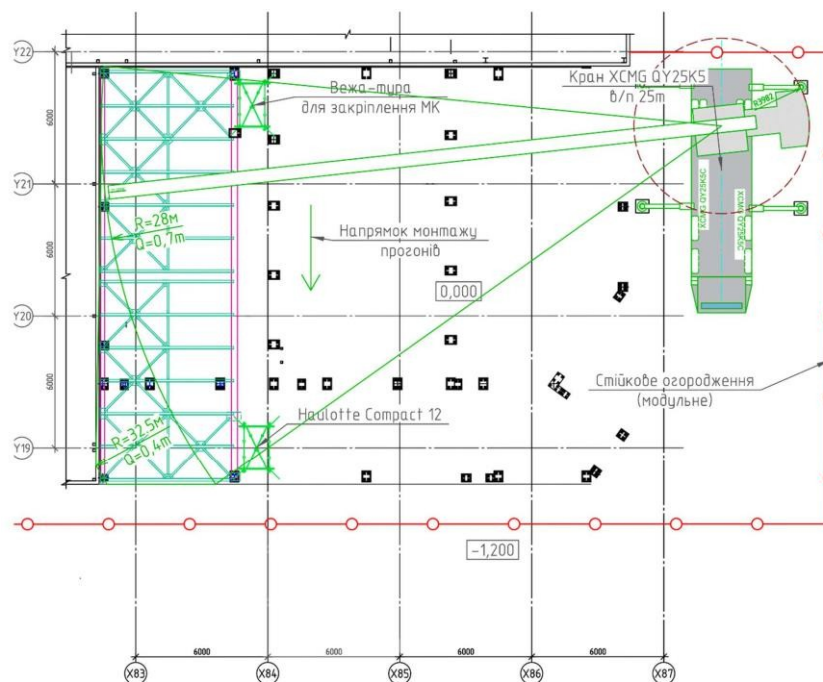


Рисунок 4.13 – Схема монтажу прогонів в осях Y22-Y219, X83-X84

Провести стропування елементів, що підлягають монтажу, із закріпленням на гаку автокрана XCMG QY25K5. Підйом конструкцій здійснюється за допомогою гакової підвіски до заданого рівня.

Встановити прогонові балки у проектне положення з подальшим їх тимчасовим фіксуванням і остаточним закріпленням за допомогою зварювання.

Операції зі зняття стропів та фіксації конструкцій виконуються зі спеціальної пересувної вежі-тури на колесах або із застосуванням підйомника Haulotte Compact 12.

Після завершення зварювальних робіт шви слід ретельно зачистити та нанести антикорозійне покриття шляхом фарбування.

Етап №6

Виконати монтаж колони K1 перед віссю Y22 в послідовності наведений в Етапі №1 (рис. 4.14):

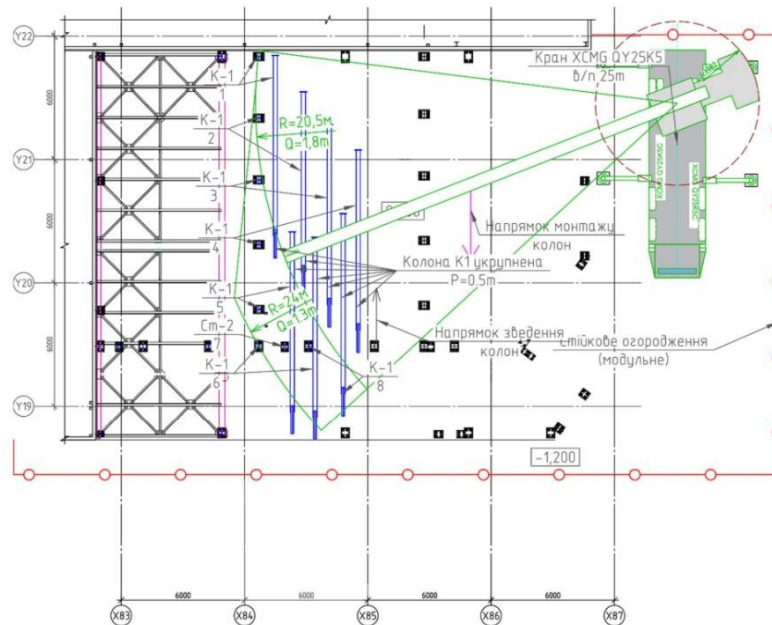


Рисунок 4.14 – Схема монтажу колони К1 та стійки Ст2 в осях Y22- Y19, X84- X85

Етап №7

Виконується монтаж колони Кз-1 перед віссю Y22 (рис. 4.15) в послідовності, що наведена на Етапі №3.

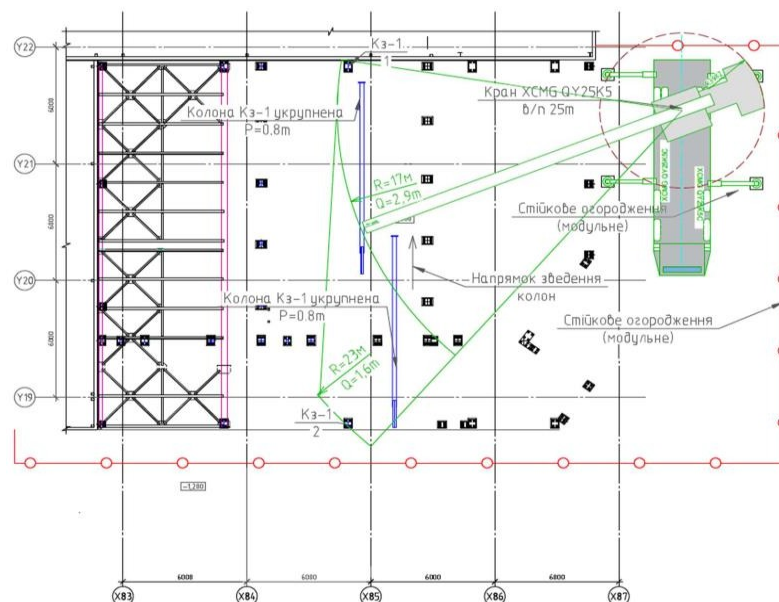


Рисунок 4.15 – Схема монтажу колони Кз-1 в осях Y22 – Y19, X84 – X85

Етап №8

Виконується монтаж ферми Ф1 в осях Y22-Y219 (рис. 4.16) в послідовності наведеної на Етапі №4.

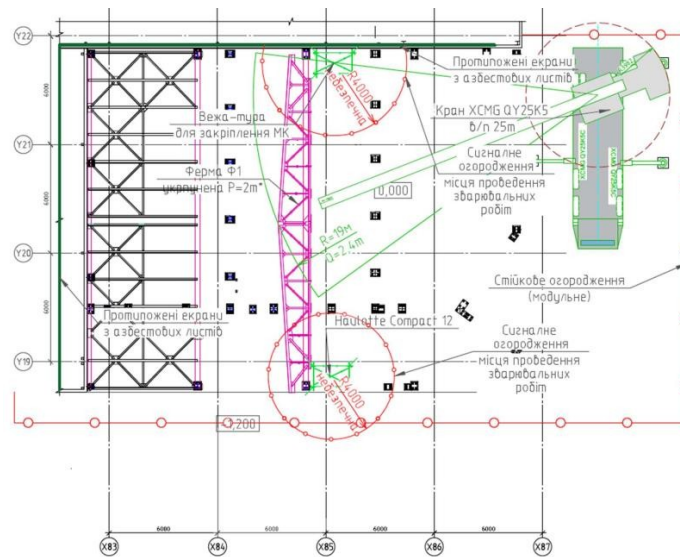


Рисунок 4.16 – Схема монтажу ферми Ф1 в осях Y22 – Y19/X84 – X85

Етап №9

Виконується монтажу прогонів та зв'язків в осях Y22 – Y19/X84 – X85 (рис. 4.17) в послідовності наведених в Етапі №5.

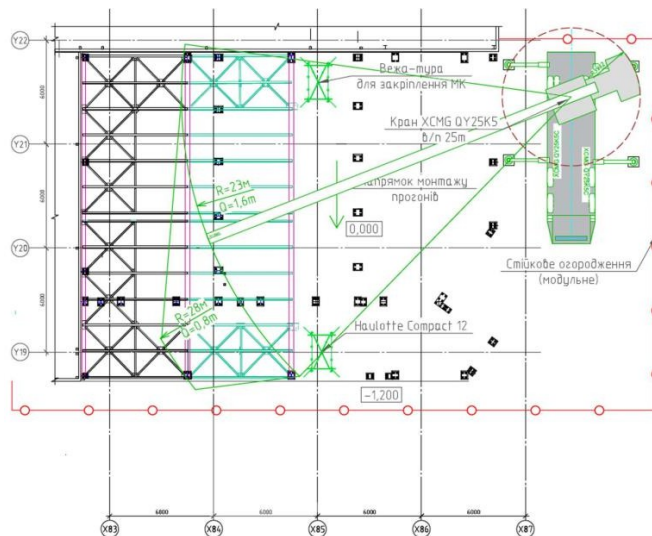


Рисунок 4.17 – Схема монтажу прогонів в осях Y22 – Y19/X84 – X85

Етап №10

Виконується монтаж колони К1 між осями X85-X86 (рис. 4.18) в послідовності наведеної на Етапі №1:

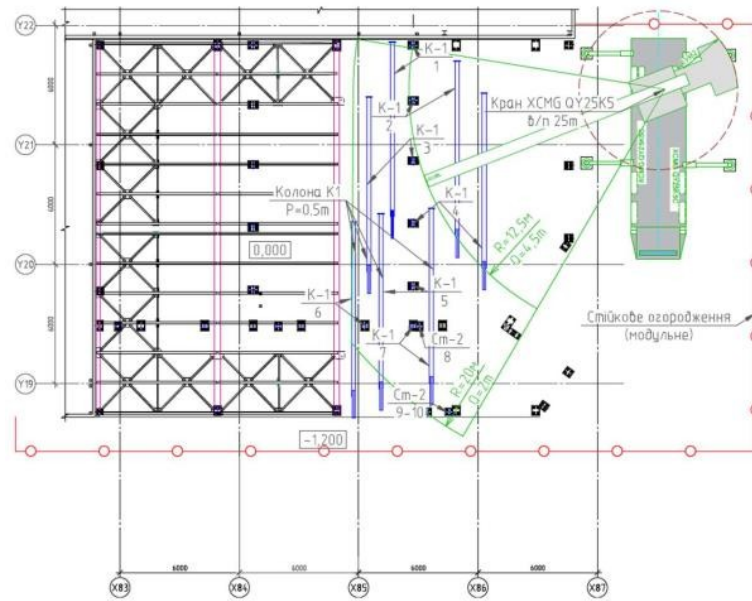


Рисунок 4.18 – Схема монтажу колони К1 та стійки СТ-2 в осях Y22
–Y19/X85 – X86

Етап №11

Виконується монтаж колони Кз-1 між осями Х85-Х86 (рис. 4.19) в послідовності наведених на Етапі №3.

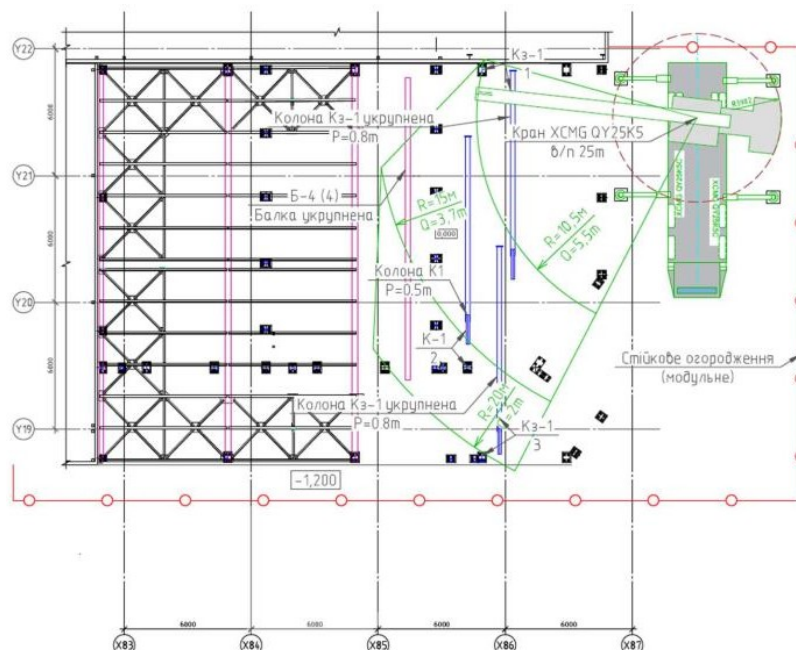


Рисунок 4.19 – Схема монтажу балки Б4, колони К1 та К3-1 в осях Y22
–Y19/X85 – X86

Здійснити установку колони К1 між осями Х86 та Х87 (див. рис. 4.20) відповідно до порядку, описаного в Етапі №1.

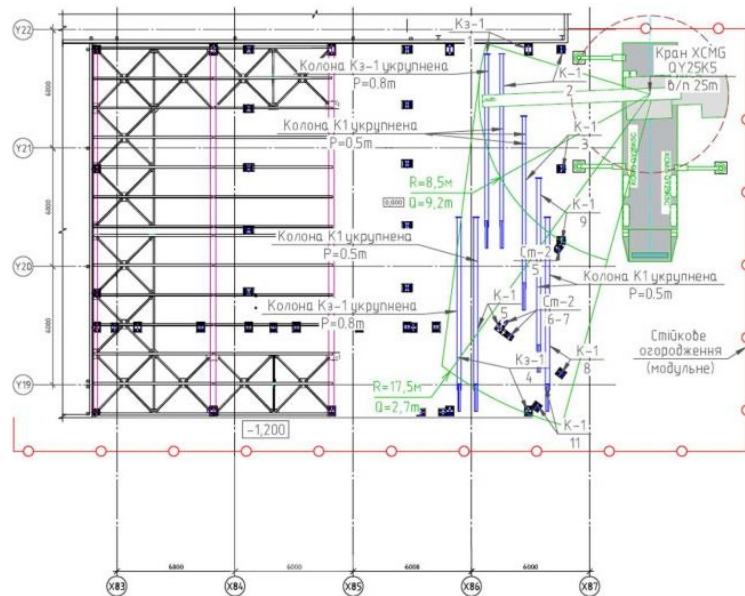


Рисунок 4.20 – Схема монтажу колон К1 та Кз-1 в осях Y22-Y19, X86-X87.

Етап №13

Провести монтаж ферми Ф1 в межах осях Y22-Y219 (див. рис. 4.21) у відповідності до інструкцій, наведених в Етапі №4.

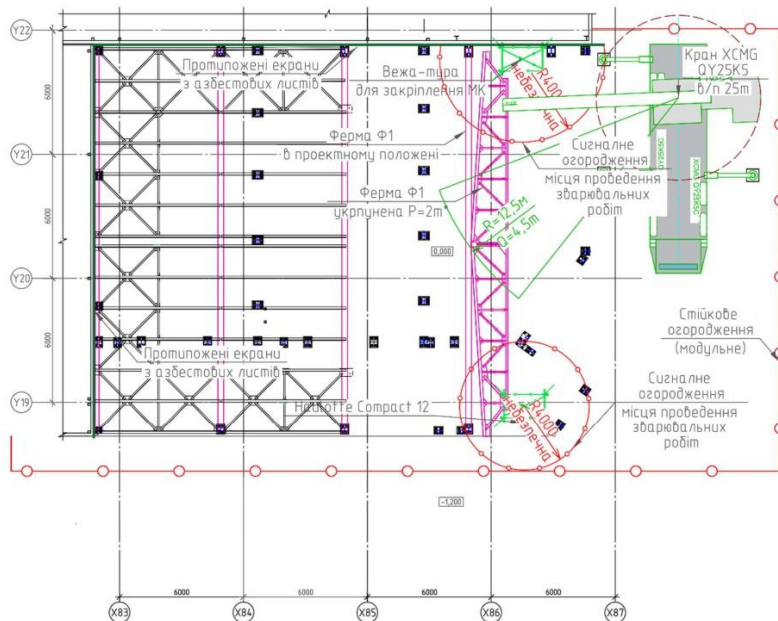


Рисунок 4.21 – Схема монтажу ферми Ф1 в осях Y22-Y19, X85-X86.

Етап №14

Здійснити установку прогонів та зв'язків у межах осей Y22-Y219/X85-X88 (див. рис. 4.22) відповідно до порядку, описаного в Етапі №5.

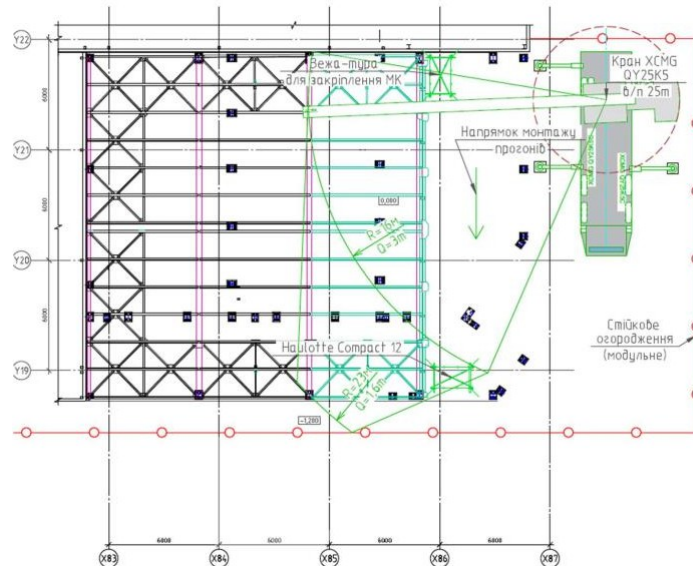


Рисунок 4.22 – Схема монтажу прогонів у осях Y22-Y19, X85-X86.

Етап №15

Провести повторний монтаж ферми Ф1 в межах осей Y22-Y219 (див. рис. 4.23) у відповідності до вказівок, наведених в Етапі №4.

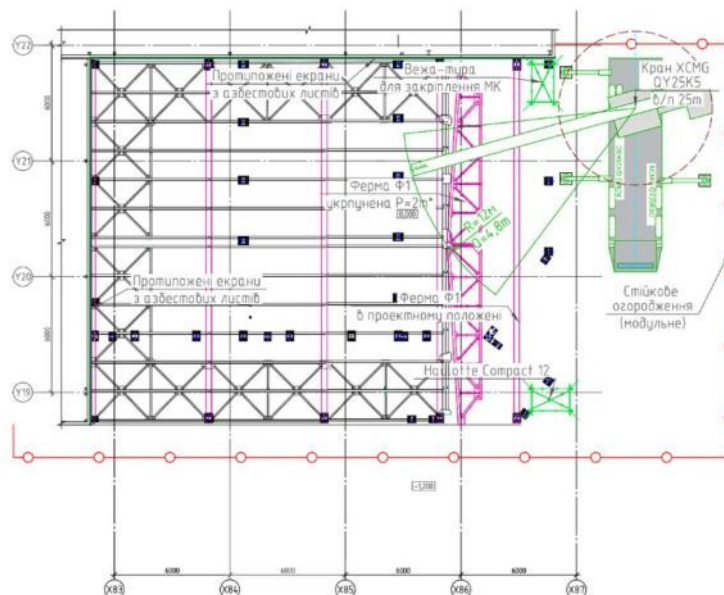


Рисунок 4.23 – Схема монтажу ферми Ф1 в осях Y22-Y19, X86-X87.

Етап №16

Здійснити установку прогонів та зв'язків між осями X86 та X87 (див. рис. 4.24) відповідно до інструкцій, викладених на Етапі №5.

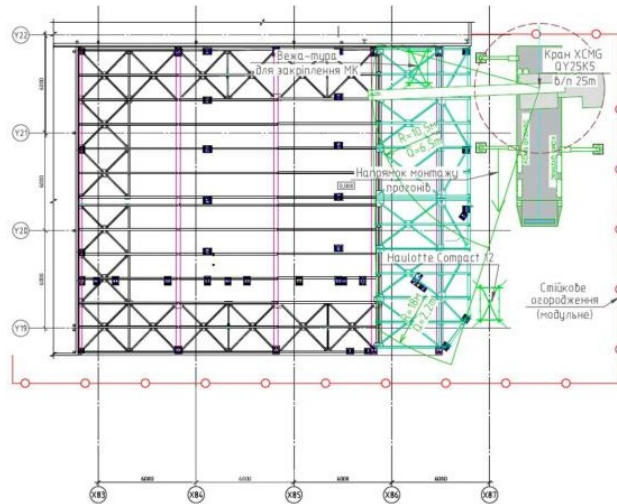


Рисунок 4.24 – Схема монтажу прогонів в осях Y22-Y19,X86-X87

Етап №17

Рисунки 4.25–4.28 ілюструють відповідні схеми стропування та монтажу. Підйом робітників на покрівлю відбувається за допомогою підйомника Haulotte Compact 12. Виконується монтаж профнастилу (рис. 4.26). Листи профнастилу стропують (рис. 4.25) та піднімають краном ХСМГ QY25K5. Профнастил встановлюють у проектне положення та надійно закріплюють. Розстропування і закріплення листів здійснюють із дерев'яних щитів, які укладають на відмітці покрівлі.

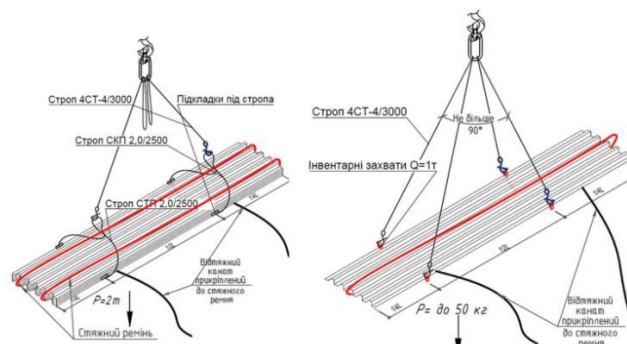


Рисунок 4.25 – Схема стропування листа та пачки профнастилу

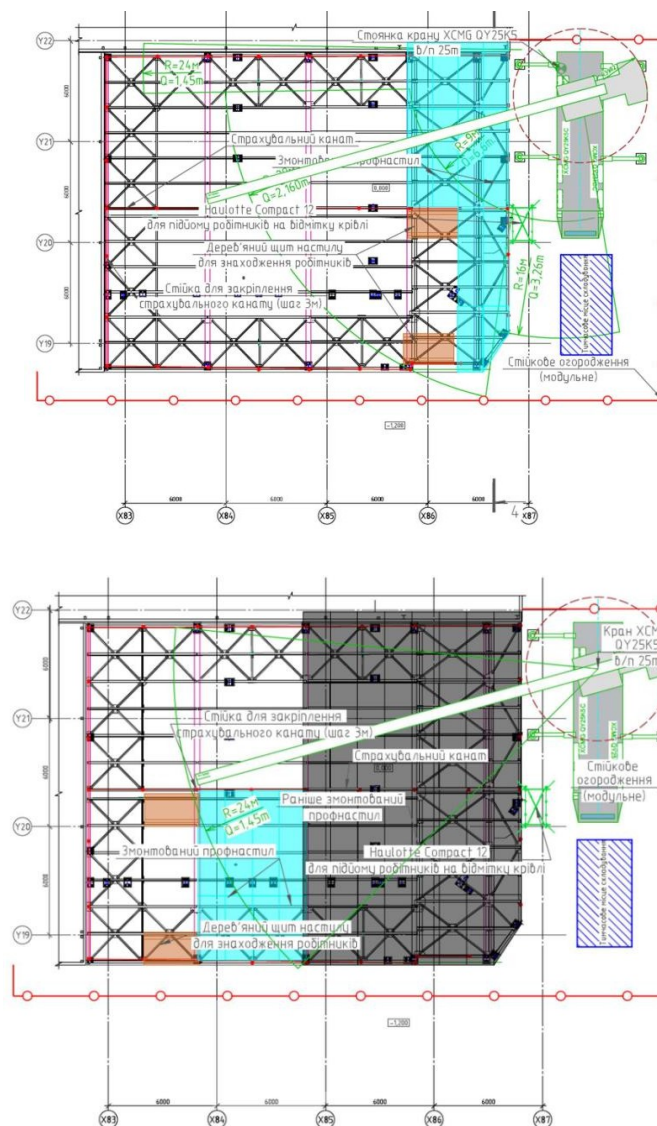


Рисунок 4.26 – Схема монтажу профнастилу

Для пересування по покрівлі використовуються дерев'яні щити товщиною 40 мм, які переставляють по мірі виконання робіт. Працівники на висоті обов'язково повинні бути закріплені карабіном до страховального канату.

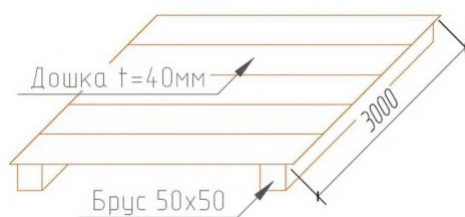


Рисунок 4.28 – Схема дерев'яного щита

4.2 Зварювальні роботи

Зварювальні роботи виконують лише після перевірки правильності монтажу конструкцій. Процес зварювання здійснюється ручним дуговим методом із використанням електродів типу Е42А. Перед початком зварювання необхідно очистити місця, де буде виконуватись зварювання: кромки деталей та прилеглі до швів поверхні шириною не менше 20 мм повинні бути очищені від іржі, жирів, фарби, бруду і вологи.

Зварювання має проходити в стабільному режимі, при цьому відхилення від встановлених значень зварювального струму та напруги не повинні перевищувати 5-7%. Електроди потрібно захищати від вологи, зберігаючи їх у герметичних контейнерах. Для з'єднань деталей товщиною понад 20 мм використовують методи, які зменшують швидкість охолодження зварного шва, такі як секційне зворотне зварювання, подвійний секційний шар, каскад або секційний каскад.

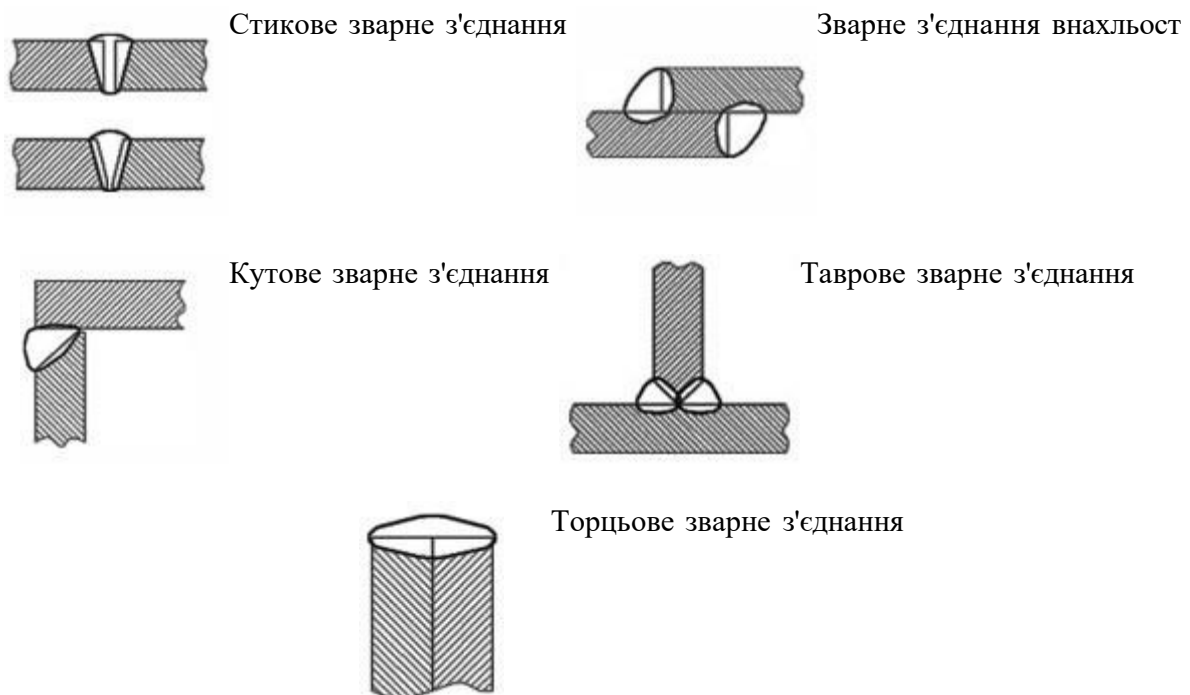


Рисунок 4.29 – Типи зварних з'єднань

При двосторонньому зварюванні стикових, таврових та кутових з'єднань із повним проплавленням, перед виконанням шва зворотного боку слід видалити корінь до чистого металу. Використання початкових та вивідних планок має бути передбачене робочими кресленнями зварних з'єднань. Забороняється розпалювати дугу або виводити кратер на основний метал за межами шва.

Кожен наступний шар у багатошаровому шві виконується тільки після очищення попереднього шару від шлаку та бризок металу. Ділянки шва з тріщинами повинні бути виправлені до нанесення наступного шару. Після завершення зварювання шви очищають від шлаку, бризок, надлишків та натоків металу.

За негативних температур зварювальні роботи виконуються з дотриманням певних правил: особливу увагу слід приділити заварюванню замикальних ділянок швів; важливо видалити вологу та сніг на відстані не менше 1 метра від місця зварювання; для просушування зони зварювання можна використовувати полум'я пальника. На відстані 40 мм від межі шва на зварному з'єднанні повинен бути проставлений номер тавра зварника.

4.2.1 Виконання зварювання з вишки-тура

Зварювання є однією з ключових технологій у сучасному будівництві та промисловості, що забезпечує міцність та надійність конструкцій. Одним із специфічних видів зварювальних робіт є виконання зварювання з вишки-тура, що дозволяє здійснювати зварювальні операції на значній висоті. Цей метод є особливо актуальним при монтажі металевих конструкцій, таких як мости, вежі, стадіони та інші об'єкти, де доступ до зварювальних швів може бути ускладнений.

Вишка-тур є мобільною платформою, яка забезпечує зварнику можливість працювати у зручному і безпечному положенні, що суттєво підвищує ефективність виконання робіт. Однак зварювання з висоти має свої

особливості та вимоги, пов'язані з безпекою праці, технічними характеристиками зварювального обладнання та умовами проведення робіт.

Перед початком підйому зварювальник має обов'язково одягнути спеціальне спорядження для роботи на висоті, включно з захисною маскою, вогнетривким костюмом та повністю закритим шкіряним взуттям.

Під час зварювальних робіт на висоті зварювальник повинен мати при собі спеціальну сумку для інструментів, вогнегасник, ємність з водою, вологу ганчірку, а також металеву ємність для безпечного збирання окалини та огарків.

Під час роботи потрібно зайняти таке положення, щоб оброблювана деталь розміщувалась трохи збоку від робітника.



Рисунок 4.30 – Організація місця зварювальника на висоті

Для виконання зварювання на висоті працівник повинен бути одягнений у вогнетривкий спецодяг, рукавички відповідного класу, спеціальне взуття, а також мати захисну зварювальну маску.

Всі зони, куди можуть падати іскри чи гарячі краплі металу, мають бути ретельно очищені від легкозаймистих матеріалів.

Місце проведення робіт на висоті необхідно огородити сигнальним огородженням із радіусом мінімум 4 метри від зони виконання зварювальних операцій.

Згідно з правилами організації висотних робіт, робочі майданчики, розташовані вище 1,3 метра від рівня землі або суцільної основи, повинні бути оснащені огородженнями висотою не менше 1,1 метра для забезпечення безпеки.

4.3 Роботи по монтажу профнастилу

4.3.1 Транспортування, розвантаження та переміщення профнастилу

Забезпечення безпеки матеріалів і працівників під час транспортування та розвантаження профнастилу є пріоритетом. Для цього застосовується спеціальна техніка, м'які стропи, а також суворе дотримання правил безпеки при ручних роботах.

Правильне закріплення і розміщення пачок на транспорті та у місці зберігання дозволяє уникнути пошкоджень виробів і забезпечує їхню цілісність протягом всього процесу.

Довжина кузова транспортного засобу повинна відповідати або перевищувати довжину упаковок із виробами. Пачки мають бути надійно зафіксовані вздовж всієї їхньої довжини.

Для навантаження та розвантаження пачок із профільованими виробами необхідно використовувати підйомне обладнання з м'якими стропами, щоб уникнути пошкоджень. Вивантаження слід проводити на чистій і сухій поверхні.

Таблиця 4.2 – Транспортування, розвантаження та переміщення профнастилу

№ п/п	Етап роботи	Опис заходів та вимог	Відповідальні особи	Засоби та обладнання
01	Транспортування	Використання транспортного засобу з кузовом, довжина	Водій, вантажники	Транспортний засіб, кріплення

		якого не менша за довжину пачок. Пачки повинні бути надійно закріплені.		
02	Розвантаження	Виконувати за допомогою підйомної техніки з м'якими стропами. При ручному розвантаженні – 1 працівник на 1,5–2 м.п.	Вантажники, оператор підйомника	Підйомна техніка, м'які стропи
03	Вивантаження на місце зберігання	Викладати на суху, чисту, рівну поверхню. Пачки встановлювати під нахилом для стоку води.	Вантажники	Рівна поверхня
04	Переміщення	Переносити листи у вертикальному положенні, уникати вигинів, заборонено тягнути листи волоком і кидати.	Вантажники	Засоби індивідуального захисту
05	Зберігання	Підкладання рівних брусів під пачки та прокладання рейок між листами. Заборонено виконання зварювальних робіт поруч.	Відповідальний за зберігання	Бруси, рейки
06	Заходи безпеки	Використання захисних засобів, дотримання правил безпеки при роботі з полімерним покриттям, заборона застосування абразивних колів при різанні.	Всі працівники	ЗІЗ, відповідні інструменти

Вивантаження профнастилу має здійснюватися на суху, чисту і рівну поверхню, а пачки встановлюють під нахилом для забезпечення стоку води, що запобігає корозії матеріалу. Переносити листи необхідно у вертикальному положенні, уникаючи вигинів та інших механічних пошкоджень, що збільшує строк служби виробів.

Якщо розвантаження здійснюється вручну, кількість залучених працівників розраховується з нормою один робітник на кожні 1,5–2 метри погонних упаковки. Листи слід переносити у вертикальному положенні, уникаючи сильних вигинів і деформацій. Забороняється тягнути листи по поверхні або кидати їх під час роботи.

При тривалому зберіганні під пачки з профільованими листами рекомендується класти рівні дерев'яні бруси, а між листами прокладати рейки для забезпечення вентиляції та запобігання деформації. Пачки необхідно встановлювати під невеликим нахилом для відведення води. Забороняється

проводити поблизу місця зберігання зварювальні або інші види робіт, що можуть спричинити загоряння або пошкодження виробів.

Під час різання металевих виробів із полімерним покриттям суворо забороняється використовувати абразивні кола, наприклад, "болгарку", через ризик пошкодження покриття та утворення корозії. Перед монтажем потрібно зняти захисну плівку, якщо вона є. Рекомендується не зберігати вироби у захисній плівці довше трьох місяців.

При зберіганні важливо підкладати рівні бруси і прокладати рейки між листами для підтримки вентиляції та запобігання деформації.

Заборонено проведення зварювальних та інших вогнебезпечних робіт поруч із збереженим профнастилом, що зменшує ризики загоряння та пошкодження матеріалу.

Особлива увага приділяється захисту полімерного покриття: не можна різати профнастил абразивними колами, що гарантує збереження захисних властивостей виробів.

4.3.2 Монтаж профнастилу

Монтаж профнастилу є одним із ключових етапів будівельно-монтажних робіт, який забезпечує надійність, довговічність та естетичність конструкцій. Профільовані листи широко використовуються для покриття дахів, облицювання фасадів, облаштування огорож, перекриттів та перегородок завдяки їхнім високим експлуатаційним характеристикам, простоті укладання та відносно невисокій вартості.

Правильна організація процесу монтажу профнастилу передбачає дотримання технологічної послідовності, застосування спеціалізованого інструменту та дотримання вимог безпеки. На цьому етапі важливо враховувати умови зберігання, транспортування, а також особливості переміщення матеріалів безпосередньо на будівельному майданчику.

У цьому підпункті розглянуто основні підготовчі заходи, вимоги до технічного оснащення, порядок укладання листів, методи їх кріплення, а також особливості роботи з покриттям, що має полімерний захист.

Окрема увага приділяється питанням охорони праці під час виконання монтажних робіт на висоті.

Таблиця 4.3 – Організація процесу монтажу профнастилу (технологічна послідовність)

№ з/п	Етап робіт	Зміст операції	Примітки
01	Підготовка місця монтажу	Очищення поверхні від сміття, пилу та залишків будівельних матеріалів	Поверхня має бути рівною та сухою
02	Перевірка геометрії конструкції	Контроль вертикальності/горизонтальності каркасу, перевірка розмірів	Відхилення мають бути в межах норм
03	Подача профнастилу до місця укладання	Переміщення листів вручну або краном з використанням м'яких строп	Уникати згинання та ударів
04	Розміщення першого листа	Вирівнювання початкового листа по краю конструкції	Від точності залежить вся геометрія укладання
05	Кріплення листів до основи	Фіксація профнастилу за допомогою саморізів із ущільнювачами	Кріплення через одну хвилю або згідно з проєктом
06	Укладання наступних листів	Накладання листів з перекриттям 1-2 хвилі або 1 повного гофра залежно від типу профілю	Слідкувати за напрямком укладання
07	Улаштування вузлів стиків	Герметизація стиків, встановлення спецементів (планки, куточки)	Важливо для герметичності конструкції
08	Монтаж добірних елементів	Встановлення коників, карнизних, торцевих планок, водовідвідних елементів	Захищають від потрапляння вологи
09	Перевірка якості монтажу	Візуальний огляд, контроль кріплень, герметичності та відсутності пошкоджень	При потребі – усунення дефектів
10	Прибирання місця робіт	Видалення обрізків металу, стружки, залишків пакування	Запобігає корозії покриття

Перед початком переміщення профільованого листа стропальники здійснюють його стропування відповідно до затвердженої схеми, а також кріплять відтяжки. До моменту підйому або транспортування вантажу монтажний персонал зобов'язаний покинути небезпечну зону.

Після отримання команди від стропальника, машиніст крана починає переміщення листа до місця монтажу. Під час горизонтального переміщення елементів вантаж необхідно підняти не менш ніж на 0,5 метра вище всіх можливих перешкод, які можуть трапитися на маршруті.

Монтажники, які знаходяться на дерев'яному настилі та закріплені за допомогою страхувальних поясів до монтажних стійок, приймають лист, піднятий краном, на відстані приблизно 20–30 см від перекриття. Вони орієнтують його по місцю укладання, після чого, за сигналом, машиніст обережно опускає лист на монтажну поверхню.

Під час укладання профнастилу переміщення робітників дозволяється лише дерев'яним настилом або по вже закріплених листах, поверх яких укладено дерев'яний щит.

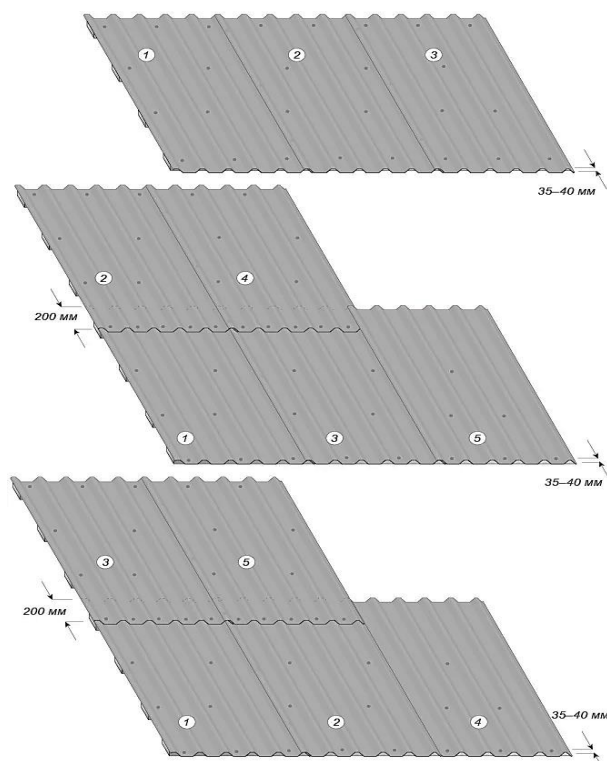


Рисунок 4.31 – Схема монтажу профнастилу

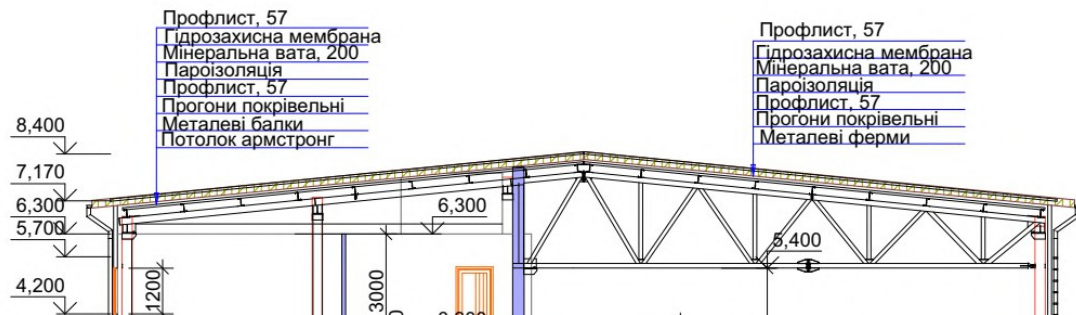


Рисунок 4.32 – Монтаж профнастилу

Після укладання монтажники перевіряють точність розташування елемента. Лише після цього, за сигналом монтажника, машиніст крана знижує натяг строп, і лист розстроповується. Важливо: надійне кріплення до балок здійснюється до моменту розстропування.

Закріплення профнастилу до несучих балок виконується в нижній частині хвилі за допомогою самонарізуючих гвинтів із ущільнюючими шайбами. На завершальній опорі фіксація здійснюється у кожній хвилі, тоді як на проміжних – через одну. Між собою листи скріплюються комбінованими заклепками з ущільненням, з кроком 500 мм.

4.4 Організація будівництва

Для транспортування будівельних матеріалів, конструкцій, виробів та напівфабрикатів передбачено використання автомобільного транспорту. Переміщення техніки до будівельного майданчика відбувається по існуючих асфальтованих дорогах.

Стиснене повітря постачається шляхом використання мобільних компресорів, а кисень доставляється у балонах.

Для забезпечення побутових потреб працівників будівництва у вже функціонуючих приміщеннях заводу виділяються необхідні площі.

Всі вантажно-розвантажувальні операції здійснюються у суворій відповідності до затверджених графіків доставки будівельних матеріалів.

I. Підготовчий етап

До початку основної фази будівництва виконується комплекс організаційних, технічних та підготовчих заходів, які включають:

Організаційна підготовка:

Загальна підготовка згідно з положеннями нормативного документа «Про загальні умови укладання та виконання договорів підряду у сфері капітального будівництва».

Розробка схеми використання наявної інфраструктури (доріг, інженерних мереж) для потреб будівництва.

2. Підготовка підрядної організації:

Ознайомлення з проектно-кошторисною документацією.

Розроблення проекту виконання робіт (ПВР).

3. Безпосередня реалізація підготовчих заходів:

У зв'язку з тим, що за проектом планується зведення трьох окремих споруд на різних ділянках, організовується три самостійні будівельні майданчики.

Огородження кожного майданчика виконується згідно з ДСТУ Б В.2.8-43:2011, висотою 2 метри, з урахуванням режиму роботи підприємства і вимог безпеки.

Заїзд на будівельні ділянки здійснюється з головного входу підприємства. На кожному в'їзді встановлюються ворота з окремою хвірткою для пішоходів.

Організовується пункт для миття коліс транспортних засобів перед виїздом із майданчика. Його конструкція передбачає підключення до існуючої системи водовідведення.

Монтаж тимчасових допоміжних споруд (побутові приміщення, склади).

Передача та прийом геодезичної основи для розмітки, а також виконання геодезичних робіт для майбутнього прокладання комунікацій, доріг і зведення об'єктів.

Впровадження організації безпечного руху робітників і техніки під час будівництва.

Забезпечення освітлення на будмайданчику: встановлення робочого, сигнального, аварійного, евакуаційного освітлення згідно з вимогами ДБН В.2.5-28:2018 і ДСТУ Б А.3.2-15:2011.

Монтаж протипожежної системи: водопостачання, обладнання місць зберігання засобів пожежогасіння, підключення до гідрантів.

Забезпечення зв'язку, диспетчеризації та автоматизованих систем керування.

Тимчасове електро- та водопостачання здійснюється за рахунок існуючих мереж підприємства за попередньою домовленістю з адміністрацією.

II. Основний етап

Цей період включає безпосереднє зведення будівель та споруд, монтаж інженерних мереж і комунікацій, а також комплекс робіт з благоустрою території. Основний акцент робиться на раціональній організації будівельних процесів, дотриманні техніки безпеки та ефективному використанні ресурсів.



Рисунок 4.33 – Фрагмент будівельного генплану

4.5 Геодезичні роботи

Виконання геодезичних робіт під час створення розбивочної геодезичної основи, проведення контролю точності просторових параметрів споруд і будівель, а також при здійсненні виконавчих зйомок повинно здійснюватися відповідно до нормативів, встановлених ДБН Б В.1.3-2:2010 «Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві». Усі розбивочні дії на будівельному майданчику – як у горизонтальній, так і вертикальній площинах – необхідно виконувати із застосуванням сучасних геодезичних приладів. Щодо вертикального розбивання, яке полягає у перенесенні проектних висот, воно передбачає передання нівелірної позначки з репера. Тимчасовий репер, що встановлюється у межах підготовчих заходів, має бути прив'язаний до найближчої постійної нівелірної точки в районі будівництва, з якої передається абсолютна висотна відмітка. Геодезичні роботи мають виконуватися з такою точністю та у такому обсязі, які гарантують повну відповідність просторових параметрів і розміщення будівель та споруд затвердженому проекту і нормативним будівельним вимогам.

Геодезична основа для виконання розпланувальних робіт формується безпосередньо на майданчику будівництва відповідно до спеціального проекту. За його реалізацію відповідає спеціалізована служба, яка також забезпечує усі подальші геодезичні побудови та заміри на кожному етапі реалізації проекту. Замовник зобов'язаний створити геодезичну розпланувальну базу на будівельній ділянці не пізніше ніж за 10 днів до старту будівельно-монтажних робіт. До її складу входять: знаки розпланувальної мережі майданчика; планові осьові знаки для споруд (не менше чотирьох на кожен вісь); планові (осьові) реperi для лінійних об'єктів, що позначають вісь, початок, кінець траси, розміщення колодязів (камер), із встановленням не рідше ніж через 500 м на прямих ділянках і в місцях поворотів; висотні реperi вздовж межі території та біля кожної споруди – щонайменше по одному, а

також уздовж осей прокладання інженерних мереж із проміжками не більше ніж 0,5 км.

Параметри допустимих похибок у визначенні розташування об'єктів регламентуються нормами ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи в будівництві». Для підвищення надійності геодезичної сітки використовуються фундаментні закладні реperi. Розташування сторін геодезичної основи виконується паралельно головним осям споруд, а самі знаки виносяться за межі забудови по периметру. Технологічні осі та відмітки закріплюють у фундаментних знаках, глибина яких досягає стабільного ґрунту. Основні критерії вибору місць для встановлення осьових знаків включають: забезпечення прямої видимості від знаку до об'єкта (необхідно передбачити відкриту смугу шириною не менше 1 м); стабільність положення репера протягом усього періоду виконання будівельних робіт; умови безпечного проведення вимірювань у зоні будівництва; заборону розміщення будівельних матеріалів ближче ніж 2 м до центру репера. Типово осьові знаки встановлюють на відстані 15–30 м від проектного контуру будівлі. Мінімальна допустима дистанція складає 3 м, а максимальна – півтори висоти будівлі, проте не більше 50 м. Усі геодезичні знаки, які закладаються на території об'єкта, передаються під відповідальне зберігання замовнику та керівникові будівельної ділянки відповідно до акту.

Під час будівництва будівель і споруд, а також при монтажі інженерних мереж необхідно регулярно здійснювати геодезичний контроль точності геометричних параметрів. Цей контроль є складовою частиною внутрішнього виробничого нагляду за якістю і включає інструментальну перевірку відповідності розміщення конструктивних елементів та мереж проектним положенням на стадії їх встановлення чи тимчасового закріплення. Контроль положення конструкцій у плані та перевірка вертикальності здійснюються за допомогою вимірювальних шаблонів, геодезичних рейок, нівелірів і теодолітів.

4.6 Відомість потреби в машинах, обладнанні, інструменті, інвентарі

У таблиці 4.4 наведені основні засоби механізації, інструмент, інвентар і пристосування. Замість зазначених в таблиці, можуть бути застосовані інші засоби, що мають аналогічні технічні характеристики.

Таблиця 4.4 – Відомість потреби в машинах, обладнанні, інструменті, інвентарі

№ з/п	Найменування машин, транспортних засобів, обладнання та інвентарю	Тип та марка	Кількість, шт
Будівельні машини:			
01	Екскаватор одноковшевий зі зворотною лопатою (місткість ковша 0,25 м³)	ЕО-2621А	1
02	Бульдозер потужністю менше 79,4 кВт	ДЗ-27С	1
03	Автогрейдер середнього типу	ДЗ-137	1
04	Пересувна компресорна станція (продуктивність 3,5 м³/хв)	ПКС-3,5	1
05	Грязьовий насос (продуктивність 21,6 м³/год)	ГНОМ-10А	1
06	Автомобільний кран вантажопідйомністю 25,0 т	XCMG QY25K5	1
07	Зварювальний трансформатор	ТД-300	1
08	Пневматична трамбівка	—	1
09	Коток самохідний (маса з баластом 16,0 т)	ДУ-51	1
10	Автобетононасос	АБН-60	1
11	Асфальтоукладач	—	1
12	Вібратори: глибинний та поверхневий	С-114, ІВ-67	2 (1+1)
13	Перфоратор	—	1
14	Змішувач бетонного розчину	СО-26	1
Транспортні засоби:			
15	Автомобіль бортовий вантажопідйомністю 5,0 т	ЗИЛ-130	1
16	Автомобіль-самоскид вантажопідйомністю 5,0–7,0 т	ЗИЛ-ММЗ, МАЗ	1
17	Машина поливально-мийна (місткість 6000 л)	—	1
18	Автобетонозмішувач (об'єм суміші 2,6 м³)	СБ-92В2	1
19	Асенізаційна машина (ємність цистерни 3,75 м³)	КО-503В	1
Прилади, обладнання та інвентар:			
20	Нівелір	Н-3, Н-05	1
21	Теодоліт	Т-30, Т-15	1
22	Рейка нівелірна	—	1
23	Сталевий метр або рулетка (20 м, 50 м)	—	2
24	Лопати штикові та совкові	—	5
25	Мірне відро (для цементу, піску, води)	—	2
26	Будівельні відра	—	5
27	Ковадло, кувалда	—	2
28	Бочки для води (по 200 л)	—	2
29	Захисні каски, жилети, спецодяг	—	комплектно
30	Аптечка першої медичної допомоги	—	1
31	Знакове огороження, стрічки безпеки	—	комплектно

4.7 Охорона праці

Будівельно-монтажні роботи виконуються відповідно до вимог нормативного документу ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення». Щоб гарантувати безпечні умови праці та функціонування об'єктів, передбачаються наступні організаційно-технічні заходи (табл.4.2):

Таблиця 4.2 – Організаційно-технічні заходи з охорони праці та пожежної безпеки

№	Захід / Вимога	Відповідальний	Примітки
01	Розроблення заходів з охорони праці та виробничої гігієни у підготовчий період	Генпідрядник	Обов'язкові для всіх учасників будівництва
02	Розробка заходів безпеки у складі проекту (токсичні матеріали, техніка, електробезпека тощо)	Проектувальники	Враховується специфіка об'єкта
03	Проведення перевірки знань з ТБ і санітарії	Відділ охорони праці / керівник	Для ІТП та робітників перед початком робіт
04	Стропування конструкцій сталевими стропами або спецзахватами	Монтажники, машиністи кранів	Під контролем відповідальних осіб
05	Надійне кріплення бетонних блоків при транспортуванні	Водії, вантажники	Згідно з інструкціями з безпеки
06	Укріплення стінок котлованів і траншей	Земляні роботи / прораб	За потреби – інженерне укріплення
07	Перевірка зварювального апарата, ізоляція корпусу	Зварник, техперсонал	Перед кожним початком роботи
08	Наявність протипожежних засобів (вогнегасники, щити, вода)	Відповідальний з ПБ	На будівельному майданчику
09	Освітлення робочих місць у темну пору доби	Техперсонал, електрик	Згідно з нормами освітленості
10	Облаштування огорожі навколо будівельного майданчика (2 м, знаки безпеки)	Генпідрядник, охорона	З попереджувальними знаками
11	Призначення відповідального за пожежну безпеку	Роботодавець	Письмове розпорядження
12	Наявність інструкцій з ПБ для діляниць, складів, вибухонебезпечних зон	Відповідальний з ПБ	Затверджені інструкції
13	Проведення інструктажу з ПБ відповідно до НАПБ Б.02.005	Інженер з ПБ	До початку робіт та позапланово при зміні умов
14	Забезпечення достатньої кількості первинних засобів пожежогасіння	Роботодавець / відділ безпеки	Враховується кількість людей, площа, умови експлуатації

На етапі підготовчих робіт генеральний підрядник розробляє комплекс заходів з охорони праці та виробничої гігієни, обов'язкових для усіх учасників будівництва.

У складі проекту організації будівництва формуються заходи з безпечного використання хімічних матеріалів, експлуатації техніки, дотримання норм пожежної, вибухової та електробезпеки, а також роботи поблизу інженерних мереж, організації зон безпеки, забезпечення будівельників питною водою тощо.

До початку виконання робіт усі працівники, включаючи інженерно-технічний персонал, проходять перевірку знань із техніки безпеки;

Монтажні операції виконуються з використанням сталевих строп або спеціалізованих вантажозахоплювальних пристроїв.

Під час транспортування бетонних елементів забезпечується їх надійна фіксація на транспортних засобах.

При земляних роботах здійснюється укріплення стін котлованів і траншей.

Зварювальні роботи дозволяється проводити лише після перевірки справності зварювального обладнання й належної ізоляції його корпусу.

На території будівництва обов'язково розміщуються вогнегасники, ємності з водою, протипожежні щити з необхідним інвентарем.

У темну пору доби всі робочі зони повинні бути освітлені відповідно до встановлених норм освітлення для різних видів діяльності.

Майданчик необхідно обгородити суцільною захисною огорожею заввишки 2 м з розміщенням попереджувальних знаків, що вказують на потенційно небезпечні ділянки.

Забезпечення протипожежної безпеки здійснюється згідно з вимогами Закону України «Про пожежну безпеку», а також положеннями «Правил пожежної безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт» (НАПБ А.01.001-2014) та «Правил пожежної безпеки в Україні».

Відповідальність за реалізацію та функціонування системи протипожежного захисту на об'єкті несе роботодавець. Він зобов'язаний призначити відповідальну особу, яка слідкує за дотриманням вимог пожежної безпеки працівниками. На території об'єкта повинні бути розроблені та впроваджені відповідні інструкції для кожного об'єкта підвищеної пожежної небезпеки: дільниць, складів, приміщень тощо.

Працівники допускаються до виконання завдань лише після проходження обов'язкового інструктажу з пожежної безпеки згідно з НАПБ Б.02.005. У разі змін у характері робіт обов'язковим є позачерговий інструктаж.

Організація безпечного виконання робіт на будівельному майданчику

Перед початком будь-яких будівельно-монтажних робіт необхідно оформити наряд-допуск. Виконання робіт підвищеного ризику дозволяється лише працівникам, які: досягли віку 18 років; пройшли фахову підготовку відповідно до виду робіт; мають чинне посвідчення; успішно пройшли медичний огляд (попередній та періодичний) і визнані придатними до виконання даних робіт.

Перед початком виконання завдань керівник зобов'язаний ознайомити персонал з умовами безпечної роботи та провести обов'язковий цільовий інструктаж. Працівники повинні підписом підтвердити ознайомлення з проектом виконання робіт (ПВР).

Зона робіт має бути чітко визначена. Особам, які не задіяні у виконанні завдань, забороняється перебувати в небезпечних місцях. Всі проходи, проїзди та вантажні зони повинні залишатися вільними та регулярно очищатися від будівельного сміття.

На об'єкті повинні бути доступні засоби для надання першої долікарської допомоги (аптечки, перев'язувальні матеріали, ноші, шини), які зберігаються в інструментальній коморі підрядної організації.

Кожен працівник має бути забезпечений справним інструментом, спеціальним одягом та засобами індивідуального захисту, такими як захисні каски, спецвзуття, сигнальні жилети, пояси безпеки, окуляри та респіратори.

Роботи заборонено проводити у несприятливих погодних умовах, таких як туман, гроза, ожеледиця, зниження видимості, а також при швидкості вітру від 15 м/с. Під час дощу або снігопаду зварювання на відкритому повітрі не дозволяється.

Відповідальність за дотримання правил безпечної експлуатації машин, інструменту та обладнання несе організація, яка їх обслуговує або орендує. Це має бути зазначено в договорі користування.

Будівельний майданчик повинен бути оснащений відповідними знаками безпеки та написами згідно з нормами ДСТУ EN ISO 7010:2019. Робочі ділянки мають бути огорожені відповідно до стандарту ДСТУ Б В.2.8- 43:2011.

Освітлення території, де ведуться роботи, а також шляхів підходу до них у темний час доби, має відповідати вимогам ДСТУ Б А.3.2-15:2011. Всі електровимикачі, рубильники та інші пристрої мають бути захищені від пилу, вологи та стороннього втручання.

Елементи електроустановок повинні бути надійно ізольовані або огорожені. Тимчасове електропостачання має забезпечуватись ізольованими проводами, змонтованими на опорах: не менше ніж 2,5 м – над робочими зонами; 3,5 м – над пішохідними проходами; 6 м – над транспортними шляхами.

Монтаж електропроводки повинен виключати перегрівання чи займання ізоляції або прилеглих горючих матеріалів. Для захисту мережі використовуються запобіжники з каліброваними плавкими вставками або автоматичні вимикачі.

Освітлювальні прилади, які підключені до мережі з напругою 220 В, встановлюються на висоті не менш ніж 2,5 м. Якщо монтаж нижче, допускається використання світильників з напругою до 25 В.

Кількість первинних засобів пожежогасіння визначається з урахуванням площі та особливостей будівельного майданчика, умов експлуатації техніки, чисельності персоналу та максимального можливого скупчення людей у критичних зонах.

Проведення монтажних робіт повинні здійснювати виключно працівники, які пройшли відповідну професійну підготовку та знайомі з технологічними особливостями встановлення металевих конструкцій. Застосування несправного інструменту категорично заборонено — всі інструменти повинні відповідати технічним вимогам і експлуатуватись згідно з інструкцією.

Монтажники, які працюють на висоті, зобов'язані користуватися страховочними системами (лямковими запобіжними поясами), які мають бути надійно закріплені у відповідних точках, визначених у проєкті виконання робіт. Усі засоби індивідуального захисту мають відповідати положенням пунктів 4–7 НПАОП 0.00-1.15-07.

Працівники, задіяні в монтажі, повинні володіти знаннями про: шкідливі та небезпечні виробничі фактори, пов'язані з виконанням монтажу; правила особистої гігієни; нормативи охорони праці, пожежної безпеки, виробничої санітарії; порядок надання домедичної допомоги у разі нещасного випадку.

Керівник робіт (виконроб) повинен:

- до початку зміни перевірити стан конструкцій, інструменту, обладнання та самопочуття працівників на кожному робочому місці, оперативно усувати виявлені порушення або доповідати керівництву у разі серйозних загроз;
- протягом робочого процесу контролювати дотримання безпечних методів виконання робіт, підтримувати трудову дисципліну та слідкувати за дотриманням правил внутрішнього розпорядку;
- не допускати до роботи осіб без засобів захисту, у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння, або зі зовнішніми ознаками хвороби;

- забезпечити чистоту робочого простору, наявність огорож у небезпечних зонах і відповідність габаритів проходів та підходів до вимог безпеки.

Особа, що відповідає за безпечне виконання робіт, повинна:

- провести ознайомлення працівників із проєктом виконання робіт під розпис;
- перевірити справність обладнання, інструментів, допоміжних механізмів;
- детально пояснити виконавцям порядок виконання робочих операцій та їхні обов'язки.
- Використання ручного електроінструменту дозволяється лише за умов:
 - дотримання його функціонального призначення згідно з паспортними даними;
 - попередньої перевірки технічного стану: цілісності шнура, роботи вимикача, функціонування у холостому режимі;
 - наявності в працівника другого рівня допуску з електробезпеки, проходження навчання та успішної перевірки знань з охорони праці.

Перед початком робіт машиніст крану має перевірити:

- справність гальмівної системи та тягових механізмів;
- стан стріли, підвіски, канатів, захоплювальних пристроїв (крюків, траверс);
- відповідність вузлів і деталей до технічного стану, передбаченого нормативами.
- Забороняється експлуатація крану при наявності таких дефектів (відповідно до НПАОП 0.00-1.80-18):
 - тріщини або деформації в елементах конструкції;
 - несправності у змінних захватних елементах (гаки, шплінти тощо);
 - відсутність обмежувачів вантажопідймальності чи моменту вантажу;

- поломки в системах гальмування або управління стрілою;
- непрацюючий або відсутній звуковий сигнал;
- відкриті струмопровідні частини або відсутність захисних кожухів;
- ненадійне кріплення механізмів (двигуни, редуктори тощо).

Під час монтажу металоконструкцій необхідно дотримуватися наступних правил:

- особам, не задіяним у процесі, заборонено перебувати в зоні потенційної небезпеки;
- під час підйому вантажу заборонено вдаряти по стропам чи гаку;
- не можна перебувати або працювати під піднятим вантажем чи під стрілою крану;
- забороняється поєднувати поворот стріли з одночасним опусканням вантажу.

4.8 Тривалість будівництва

Ділянка території АТ «Вінницягаз» площею – 4.5976га, ділянка будівництва будівлі по виробництву обладнання для газорозподільних мереж в межах об'ємів робіт – 0.5992га. Площа забудови – 3129.88м²

Нормативна тривалість будівництва будівлі по виробництву обладнання для газорозподільних мереж визначається у відповідності до ДСТУ Б А.3.1-22:2013 «Визначення тривалості будівництва об'єктів».

Вихідні дані – загальна вартість будівельно-монтажних робіт згідно зведеному кошторису:

$$C = 20,64 \div 47,8 = 0,43 \text{ млн. грн}$$

За відсутності прямої норми тривалість будівництва розраховується за формулою:

$$T_H = A1 \times \sqrt{C} + A2 \times C, \quad (4.1)$$

Де A1 та A2 –безрозмірні коефіцієнти, A1=11.6; A2=0.2

$$T_H = 11,6 \times \sqrt{0,43} + 0,2 \times 0,43 = 11,6 \times 0,6557 + 0,086 = 7,602 + 0,086 \\ = 7,688 \approx 7,7 \text{ міс.}$$

Приймаємо загальну тривалість будівництва

$T_H = 8$ місяців

В тому числі підготовчий період : $T_{\text{підг.}} = 1$ місяць

Розрахунок коефіцієнтів:

Тривалість будівництва визначається за формулою:

$$T = (T_c \times K_1 \times K_2) \div K_3, \quad (4.2)$$

де T_c – усереднений показник тривалості будівництва згідно з додатком А,

K_1 – коефіцієнт, який враховує сукупність конкретних умов зведення об'єкта (складні інженерно-геологічні умови, ущільненість забудови, сейсмонебезпечні умови),

$K_2=1,0$ – коефіцієнт, який враховує сукупність конструктивних особливостей будівлі,

$K_3=1,0$ –коефіцієнт, який враховує прийняті організаційно-технологічні заходи, що впливають на тривалість будівництва в нашому випадку

$K_3=1$ згідно п. 4.2.10 для однозмінної роботи.

Згідно пункту 4.2.5 ДСТУ Б А.3.1-22:2013, коефіцієнт K_1 обчислюється за формулою:

$$K_1 = K_{11} \times K_{12} \times K_{13}, \quad (4.3)$$

де $K_{11} = 1,0$ – коефіцієнт, який характеризує інженерно-геологічні умови (здійснення будівництва в звичайних інженерно-геологічних умовах),

$K_{12} = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує будівництво в сейсмонебезпечних умовах (роботи виконуються в звичайних умовах),

K_{13} – коефіцієнт, який характеризує ступінь впливу умов ущільненої забудови.

Коефіцієнт K_{13} обчислюється за формулою:

$$K_{13} = 1 + (P_1 + P_2 + P_3), \quad (4.4)$$

де: P_1 – частка забудованої території у межах будівельного майданчика;

P_2 – частка площі, зайнята тимчасовими спорудами, складами, дорогами;

P_3 – частка площі в межах охоронних зон (заважають будівництву).

$P_1 = 0,1$; $P_2 = 0,05$; $P_3 = 0$;

$$K_{13} = 1 + (0,1 + 0,05 + 0) = 1,15$$

$$K_1 = 1,0 \times 1,0 \times 1,15 = 1,1$$

Визначення середньої нормативної тривалості T_c :

За ДСТУ Б А.3.1-22:2013 (орієнтовно для промислових будівель малої площі до 1000 м², монолітно-каркасна або збірна конструкція):

$T_c = 8$ міс. (приймаємо згідно з нормою для виробничих будівель)

$$T = 18 \cdot 1,15 \cdot 1 = 9,2 \text{ місяця}$$

Загальна тривалість будівництва: $T = 9,2$ міс. ≈ 9 міс., у тому числі підготовчий період: $T_{\text{підг}} = 1$ міс.

Основний період: 8 міс.

Таблиця 4.3 – Потреби у будівельних машинах і механізмах

№ з/п	Найменування машини або механізму	Тип, марка	Кількість, шт
01	Екскаватор одноковшевий зі зворотною лопатою	ЕО-2621А	1
02	Бульдозер потужністю менше 79,4 кВт	ДЗ-27С	1
03	Автогрейдер середнього типу	ДЗ-137	1
04	Кран автомобільний вантажопідйомністю 25 т	XCMG QY25K5	1
05	Каток самохідний з баластом	ДУ-51	1
06	Пересувна компресорна станція	ПКС-3,5	1
07	Грязьовий насос	ГНОМ-10А	1
08	Автобетонозмішувач	СБ-92В2	1
09	Автобетононасос	АБН-60	1
10	Змішувач бетонного розчину	СО-26	1

11	Вібратори: глибинний та поверхневий	C-114, IB-67	2 (1+1)
12	Пневматична трамбівка	—	1

Розрахунок максимальної потреби працюючих на будівництві виконуємо за формулою:

$$П = К \times Тр / 21 \times Т, \quad (4.5)$$

де: К – 1.3 коефіцієнт нерівномірності;

Тр – загальна трудомісткість будівництва за зведеним кошторисом, люд/дн.

21 – середня кількість робочих днів в місяці;

Т – загальна тривалість будівництва в місяцях

$$П = 1.3 \times 5350 / 21 \times 8 = 42 \text{ особи.}$$

Таблиця 4.4 – Розподіл працюючих по категоріях згідно типовим нормативам

№ з/п	Категорія працюючих	Відсоток від загальної чисельності, %	Кількість, осіб
01	Робітники основного виробництва	65 %	27
02	Робітники допоміжного виробництва	20 %	8
03	ІТП (інженерно-технічні працівники)	8 %	3–4
04	МОП (молодший обслуговуючий персонал)	4 %	2
05	Адміністративно-управлінський персонал	3 %	1
	Усього	100 %	42

Таблиця 4.5 – Перелік тимчасових будівель та споруд

№ з/п	Найменування приміщення	Розрахункова чисельність працівників	Нормативна площа на 1 працівника, м²	Необхідна площа, м²	Розміри в плані, м (довжина × ширина)
01	Побутове приміщення (роздягальня)	42	0,7	29,4 ≈ 30	6,0 × 5,0
02	Душова кімната	42	0,5	21,0	5,0 × 4,2
03	Умивальня	42	0,2	8,4 ≈ 9	3,0 × 3,0
04	Санвузол	42	0,3	12,6 ≈ 13	4,0 × 3,2
05	Приміщення для відпочинку	42	0,6	25,2 ≈ 25	5,0 × 5,0
06	Медпункт	—	мін. 12,0	12,0	4,0 × 3,0

07	Адміністративно-побутове приміщення (ІТП)	4	2,5	10,0	4,0 × 2,5
	Усього	—	—	120,0 м²	—

4.9 Охорона навколишнього середовища

Охорона довкілля під час виконання будівельних робіт є одним із пріоритетних напрямів, адже врахування екологічних аспектів на кожному етапі будівництва дозволяє зменшити шкоду для природи та здоров'я населення.

На стадії підготовки, у період активного будівництва та після завершення робіт слід дотримуватись екологічних норм і правил. Для цього потрібно впровадити такі екозахисні заходи:

Організація належного збору, сортування та вивезення будівельних відходів. Доцільно запровадити систему роздільного збору сміття з подальшою його утилізацією або переробкою.

Зменшення пилового забруднення повітря. Застосовуються методи пилопригнічення – зрошення поверхонь водою, накривання сипких матеріалів, очищення зон активного будівництва.

Використання екологічно безпечних будівельних речовин. Під час фарбування, герметизації та оздоблювальних робіт слід застосовувати склади, що не шкодять навколишньому середовищу.

Захист водних об'єктів та ґрунту від забруднень. Необхідно облаштувати дренажні системи, використовувати уловлювачі відходів і контролювати витoki речовин на території будмайданчика.

Зниження шумового навантаження. Для цього застосовують шумопоглинаючі бар'єри, обмежують години роботи, проводять своєчасне техобслуговування техніки та контролюють рівень шуму як на ділянці, так і за її межами.

Збереження природної рослинності у межах будівельного майданчика шляхом її максимальної охорони під час організації території для проведення

робіт. Компенсація втрати зелених насаджень. Якщо при будівництві була знищена рослинність, необхідно здійснити озеленення – висадити нові дерева та кущі.

Зняття родючого шару ґрунту в зонах проведення робіт з подальшим його складуванням для використання під час благоустрою.

Постійний нагляд за дотриманням норм екологічної безпеки. Відповідальні особи повинні регулярно перевіряти відповідність робіт природоохоронним вимогам.

Застосування екотехнологій та безпечних матеріалів. Під час будівництва доцільно використовувати рішення, що мінімізують негативний вплив на екосистему.

Утилізація небезпечних відходів відповідно до вимог законодавства. Збирання та вивезення шкідливих матеріалів повинні здійснюватися у відповідності до нормативно-правових актів.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт обов'язковим є впровадження заходів, спрямованих на збереження навколишнього середовища. До таких заходів належать:

Організація водовідведення атмосферних і поверхневих вод відкритим способом із подальшим спрямуванням стоків до спеціально облаштованої ємності, непроникної для рідин, яку слід змонтувати ще на етапі підготовки території.

Підведення зливових вод із укріпленням земляних укосів для запобігання розмиванню.

Очищення території від сміття під час демонтажу будівельних конструкцій – всі відходи повинні оперативно вивозитися автотранспортом у визначене місце складування.

Розміщення тимчасових споруд та сам майданчик мають знаходитися лише в межах відведеної території з подальшим демонтажем після завершення робіт.

Будівельні відходи, що накопичуються в процесі робіт, слід складувати у спеціально визначених зонах для тимчасового зберігання з поступовим вивезенням до місць утилізації.

Зберігання цементу, бітуму – виключно у закритих приміщеннях або складах; надлишки ґрунту транспортуються на звалище.

Заборонено забруднення ґрунту та зеленого покриву паливно-мастильними речовинами під час роботи будівельної техніки.

На території майданчика не допускається спалення або захоронення сміття.

Сміття та будівельні відходи повинні вивозитися лише до спеціалізованих місць утилізації, які погоджені з місцевими службами.

Пісок і щебінь слід зберігати у відведених зонах із обов'язковим зволоженням піску для уникнення розповсюдження пилу вітром.

Постачання бетонних сумішей повинно здійснюватися автобетонозмішувачами типу СБ-69Б, а асфальтобетонних – автомобілями-самоскидами КАМАЗ-55102 вантажопідйомністю 7 тонн. Вивантаження відбувається безпосередньо в приймальні ємності або бадді для подальшого укладання.

Організація стоянок для техніки має передбачати тверде покриття та систему локального очищення стоків.

Здійснення мийки коліс транспортних засобів перед виїздом із території будівництва є обов'язковим завданням підрядника.

Після завершення робіт місця складування матеріалів, техніки та виконання робіт повинні бути ретельно очищені від залишків будівельних і побутових відходів, металевих і бетонних уламків.

Контроль за дотриманням норм екологічної безпеки та чинного природоохоронного законодавства покладається на керівників усіх підрозділів, задіяних у будівництві. Усі ці дії спрямовані на зниження екологічного навантаження, збереження природних ресурсів та підтримання сталого довкілля в умовах будівельної діяльності.

5 КОШТОРИС

Кошторисну документацію розроблено з урахуванням положень Кошторисних норм України, викладених у «Настановах щодо визначення вартості будівництва».

Ціни на матеріальні ресурси та витрати на експлуатацію будівельних машин і механізмів розраховано відповідно до актуальних регіональних розцінок на момент складання кошторису, а також на основі середньостатистичних показників, наданих Мінрегіонбуду України.

5.1 Відомість обсягів робіт

Таблиця 5.1 – Відомість обсягів робіт

№ з/п	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість
Розділ 1. Виконання робіт з влаштування фундаментів			
1	Буріння шпурів глибиною до 3 м у залізобетонних фундаментах із застосуванням перфораторів	м	50,4
2	Встановлення анкерних болтів	т	0,284
3	Бетонування плити сходів розмірами 2400×1000×200 мм	м³	0,482
4	Викопування ям вручну для стояків і стовпів без застосування кріплень і укосів, глибиною до 0,7 м, ґрунт 2-ї групи	м³	2,5
5	Улаштування ущільнених підстиляючих шарів за допомогою трамбування	м³	2,5
6	Теплоізоляція цоколю плитами з пінополістиролу товщиною 100 мм	м²	50,4
7	Зведення бетонних стін і перегородок висотою до 3 м, товщиною від 100 мм до 150 мм	м³	11
8	Оббетонування колон цементною безсадковою сумішшю (підливка)	м³	1
9	Оббетонування колон (бетонування тумб розміром 500×500×350 мм)	м³	2,63
Розділ 2. Монтаж металокаркасу			
10	Виготовлення металокаркасу	т	59,75
11	Ґрунтовка металевих поверхонь у два шари	м²	1389
12	Монтаж металевого каркасу	т	59,75

Продовження таблиці 5.1			
Розділ 4. Улаштування покрівлі			
13	Різка сталевого профільованого настилу для прорізів під zenітні ліхтарі	м	43,2
14	Монтаж покрівельного покриття з профільованого листа на будівлі висотою до 25 м	м ²	455,4
15	Влаштування спеціальних планок	м ²	64,55
16	Улаштування пароізоляційного шару з поліетиленової плівки	м ²	455,4
17	Утеплення покрівельних покриттів одним шаром мінеральної вати	м ²	455,4
18	Утеплення покриттів мінеральною ватою (одинарний шар)	м ²	100
19	Монтаж примикань рулонних покрівельних матеріалів (перший шар)	м	136,2
20	Монтаж примикань рулонних покрівельних матеріалів (другий шар)	м	136,2
21	Улаштування рулонних покрівель із матеріалів, що наплавляються, в три шари із захисним шаром гравію	м ²	455,4
22	Монтаж додаткового шару рулонної покрівлі з використанням газопламеневих пальників	м ²	455,4
23	Утеплення покрівельних покриттів плитами з мінеральної вати	м ²	34,65
24	Улаштування пароізоляційного шару з поліетиленової плівки	м ²	38,55
25	Другий шар утеплення покрівлі мінеральною ватою	м ²	36
26	Монтаж фанери на парапетах висотою 600 мм	м ²	51,12
27	Встановлення покрівельних аераторів	шт	10
28	Монтаж zenітних панельних двосхилих глухих ліхтарів при площі до 10 м ² (конструкції будівель висотою до 50 м)	м ²	17,28
Розділ 5. Монтаж сендвіч-панелей (стіни, перегородки, стеля)			
29	Монтаж сендвіч-панелей з холодильними замками та герметизацією стиків	м ²	1185,3
30	Влаштування спеціальних планок	м ²	241,8
Розділ 6. Підлога			
31	Улаштування бетонного покриття товщиною 30 мм	м ²	320,5
32	Шліфування бетонних або металоцементних покриттів	м ²	209
33	Улаштування полімерцементного покриття	м ²	111,5
34	Нанесення гідроізоляційної шпаклівки	м ²	209
35	Укладання керамічної плитки (до 7 плиток на 1 м ²)	м ²	106

Продовження таблиці 5.1			
Розділ 27. Водопостачання			
36	Прокладання трубопроводів з напірних поліетиленових труб високого тиску діаметром 25 мм зі зварюванням	м	92
37	Ізоляція труб за допомогою трубок зі спіненого каучуку або поліетилену	м	92
Розділ 29. Водовідведення			
38	Монтаж водовідвідних воронок	шт	2
39	Прокладання водогазопровідних оцинкованих сталевих труб діаметром 100 мм	м	39
40	Прокладання водогазопровідних оцинкованих сталевих труб діаметром 150 мм	м	9
41	Ізоляція труб за допомогою трубок зі спіненого каучуку або поліетилену	м	40

Загальновиробничі витрати розраховані відповідно до показників Додатку 18 Настанови з визначення вартості будівництва.

При складанні розрахунків інших витрат прийняті наступні нарахування:

Таблиця 5.2 – Основні показники для визначення кошторисних витрат

№ з/п	Найменування показника	Значення	Одиниця виміру
1	Ліміт коштів на зведення та розбирання титульних тимчасових будівель і споруд	0,25	%
2	Показник для визначення розміру кошторисного прибутку	17,84	грн./люд.-год
3	Показник для визначення розміру адміністративних витрат	5,03	грн./люд.-год

Таблиця 5.3 – Основні кошторисні показники

№ з/п	Показник	Значення	Одиниця виміру
1	Загальна кошторисна трудомісткість	30,05082	тис. люд.-год
2	Нормативна трудомісткість робіт, що врахована у прямих витратах	28,63701	тис. люд.-год
3	Загальна кошторисна заробітна плата	2792,03923	тис. грн

Таблиця 5.4 – Тарифна сітка за видами робіт

№ з/п	Вид робіт	Середньомісячна норма робочого часу	Розряд робіт	Місячна тарифна ставка	Одиниця виміру
1	Будівельні, монтажні та ремонтні роботи	171,16 люд.-год	3,8	16 000,00 грн	грн
2	Ремонтно-будівельні та ремонтно-монтажні роботи з важкими і шкідливими умовами праці	171,16 люд.-год	3,8	16 000,00 грн	грн
3	Пусконаладжувальні роботи (персонал)	171,16 люд.-год	4	16 380,01 грн	грн

Таблиця 5.5 – Зведений кошторисний розрахунок вартості

№ з/п	Стаття витрат	Вартість, тис. грн
1	Усього за зведеним кошторисом	30050.829
2	Монтажно-будівельні роботи	20637.896
3	Інші витрати	4404.462
4	Податок на додану вартість (ПДВ)	5008.472
5	Тривалість будівництва	9 місяців

Висновки:

Основна частина витрат (понад 68%) припадає на монтажно-будівельні роботи, що свідчить про значну технологічну складність проекту.

Інші витрати становлять близько 14.7% від базової вартості, що є цілком адекватним рівнем для допоміжних робіт і матеріалів.

ПДВ складає 20% від базової вартості без ПДВ, що відповідає чинному податковому законодавству України.

Загальна тривалість будівництва 9 місяців дозволяє ефективно планувати ресурсне забезпечення і контроль виконання робіт.

ВИСНОВКИ

Відповідно до завдання була запроектована будівля по виробництву обладнання для газорозподільних мереж. Архітектурні рішення розроблені для забезпечення функціонально-технологічного призначення будівель.

Загальні розміри будівлі для виробництва обладнання для газорозподільних мереж в осях 85х24м. Об'ємно-композиційна схема будівлі цеху розділена на два блоки, а саме: блок виробничих ділянок та адміністративно-побутовий блок. Блок цеху одноповерховий з висотою 5,4 м до низу ферм та має виділену стінами ділянку гідровипробувань висотою 3 м та технічне приміщення над нею (другий поверх).

Будівля по виробництву обладнання для газорозподільних мереж являє собою одно-пролітну споруду рамного типу із металевих конструкцій. Для сприйняття горизонтальних вітрових навантажень і забезпечення надійності поздовжньої жорсткості будівлі передбачено встановлення хрестових в'язів.

Поперечна жорсткість каркасу забезпечується за рахунок поперечної рами ферм покриття. По фермах покриття передбачена система горизонтальних в'язів. Жорсткість і стійкість каркасу будівлі забезпечується жорстким з'єднанням колон з пальовими фундаментами, системою вертикальних хрестових в'язів, системою горизонтальних в'язів по фермах покриття, та системою жорсткого з'єднання профлиста в диск покриття.

В проекті виконаний розрахунок кроквяної ферми зі спарених кутників в програмному комплексі SCAD. Запроектовано фундамент мілкового закладання під колону двоповерхової будівлі та визначені показники просідання. Складені відомості обсягів будівельних робіт та потреби у будівельних матеріалах та механізмах.

Тривалість будівництва становить 9 місяців, в тому числі підготовчий період 1 міс. Загальна потреба у воді для забезпечення будівельного майданчика становить 57,68 л/с.

Запроектовано систему водопостачання будівлі з багат шарових композитних поліпропіленових труб типу ПЕ-100SDR 13.6 «питна» виробництва ТД «Євротрубпласт», діаметром 25×2 мм. Прокладка труб здійснюється під стелею, при цьому труби розміщуються в теплоізоляційній оболонці

Відведення стічних вод здійснюється самотливом через внутрішню мережу до зовнішньої каналізаційної системи (ЗБК). Монтаж каналізаційних трубопроводів передбачається із поліетиленових труб згідно з ДСТУ Б EN 12666-1:201, діаметрами Ø50 мм та Ø110 мм. Прокладання труб усередині будівлі виконується прихованим способом – у товщі підлоги, стін або із використанням монтажних коробів.

Зовнішні побутові каналізаційні мережі прокладаються із розтрубних поліпропіленових труб марки ПП, SDR 23.4, розміром Ø160×6,9 мм, відповідно до ДСТУ Б В.2.5-32:2007. Під час укладання розтруби труб розташовуються проти напрямку потоку стоків, що дозволяє ефективно компенсувати температурні розширення матеріалу. Герметизація з'єднань виконується за допомогою гумових ущільнювальних кілець.

Монтаж труб передбачається на підготовлену основу з ущільненого піщаного шару товщиною 10 см. Засипку виконують м'яким місцевим ґрунтом без домішок твердих частинок (щебеню, каміння, уламків цегли), із формуванням захисного шару завтовшки не менше 30 см над трубою. Колодязі на ділянках самотливної каналізації передбачено виконати зі збірних залізобетонних елементів, згідно з ДСТУ Б В.2.6-106:2010.

Зовнішні мережі протипожежного водопроводу запроектовані з поліетиленових труб ПЕ-100, Ø110х8,1 ; Ø 200х14,7мм, технічних по ДСТУ Е N12201-2:2018 та сталевих електрозварних труб Ø108х4,0; Ø2 19х5,0мм по ГОСТ 10704-91 в дуже посиленій ізоляції.

На основі Кошторисних норм України «Настанови з визначення вартості будівництва» розрахована вартість будівництва, всього за зведеним кошторисом – 30050.829 тис.грн

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. На заміну СНиП 2.04.01–85, СНиП 3.05.01–85 ; чинний від 2013-03-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2013. 104 с.
2. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. На заміну ДБН А.3-1-5-2009 ; чинний від 2016-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 61 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. На заміну СНиП 2.01.01-82 ; чинний від 2011-11-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2011. 123 с.
4. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. На заміну ДБН В.2.1-10-2009 ; чинний від 2019-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 36 с.
5. ДСТУ 3436-96. Швелери сталеві гарячекатані. На заміну ГОСТ 8240-89 ; чинний від 1999-01-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДІМет, 1998. 33 с.
6. ДСТУ 2251:2018. Кутики сталеві гарячекатані рівнополічні. Сортамент. На заміну ДСТУ 2251-93 (ГОСТ 8509-93) ; чинний від 2019-01-01. Вид. офіц. Київ : УкрДНТЦ, 2018. 13 с.
7. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни «Водна інженерія та водні технології» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ОПП «Гідротехніка (водні ресурси)» / В.І. Доценко, Т.І. Ткачук. – Дніпро: ДДАЕУ, 2020. – 88 с. 98
8. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. На заміну СНиП 2.01.07-85 ; чинний від 2007-01-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2006. 75 с.

9. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. На заміну ДСТУ Б В.2.6-194:2013 ; чинний від 2015-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 204 с.

10. Методичні вказівки до практичних занять та виконання курсовою роботи «Планування та організація будівництва споруди водопостачання (водовідведення)» з навчальної дисципліни «Організація і планування будівництва» для студентів за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво» професійного спрямування «Водопостачання та водовідведення» денної, заочної та дистанційної форм навчання / Б.Н. Якимчук, Р.О. Кириша. – Рівне: НУВГП, 2014. – 27 с.

11. Якименко О. В. Сучасні методи влаштування паль та шпунтових обгороджень : навч. посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекет., 2020. 119 с.

12. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. На заміну СНиП 2.04.02-84 ; чинний від 2013- 04-08. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 301 с.

13. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. На заміну СНиП 2.04.03-85 ; чинний від 2014-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 203 с.

14. ДСТУ 8807:2018. Балки двотаврові та швелери сталеві спеціальні. Сортамент. На заміну ГОСТ 19425-74 ; чинний від 2019-01-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2018. 7 с. 99

15. ДСТУ 8802:2018. Вироби з тонколистової сталі із захиснодекоративним покриттям для будівництва. Загальні технічні умови. На заміну ДСТУ Б В.2.6-9:2008 ; чинний від 2019-01-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2018. 25 с.

16. ДБН В.1.3-2:2010. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. На заміну СНиП 3.01.03-84 ; чинний від 2010-01-21. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 36 с.

17. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. На заміну СНиП III-4-80* ; чинний від 2012-04-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 117 с.

18. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Чинний від 2010-05-12. Вид. офіц. Київ : МОЗ України, 2010. 45 с.

19. ДСТУ-Н Б А.3.1-16:2013. астанова щодо виконання зварювальних робіт при монтажі будівельних конструкцій. На заміну ВБН А.3.1-36-1-96 ; чинний від 2014-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 73 с.

20. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів. На заміну СНиП 1.04.03-85* ; чинний від 2013-08-20. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 34 с