

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну

Кафедра будівництва

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
рішенням кафедри будівництва
(протокол № __, від __.06.2026р.)
завідувач кафедри будівництва,
д.т.н., професор

_____ Ігор ЯКОВЕНКО
"____" _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Проектування вівчарника на 100 голів овець у селі Бояни Чернівецької області

Спеціальність 192 – будівництво та цивільна інженерія
(код і назва)

Гарант освітньої програми

кандидат технічних наук, доцент _____ Євген ДМИТРЕНКО
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

асистент _____ Ольга ОСТАПЮК
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис)
(ПІБ)

допускається до захисту/не допускається до захисту»

Виконав _____ Ольга СУДДЯ
(підпис) (ПІБ студента)

КИЇВ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
будівництва

Д. Т. Н., проф. Ігор ЯКОВЕНКО
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

“ ” _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я

**на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту
(на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту)**

Суддя Ольга Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи (дипломного проєкту бакалавра) _____

Проектування вівчарника на 100 голів овець у селі Бояни Чернівецької області

затверджена наказом ректора НУБіП України від “ 24 ” березня 2026 р. № 839 «С»

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру 05.26

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи (дипломного проєкту бакалавра)

Створити комплексний проєкт вівчарника на 100 голів овець у селі Бояни

Чернівецької області

Перелік питань, які потрібно розробити:

Потрібно розробити розділ з архітектурними рішенням будівлі, конструктивними рішеннями будівлі, технологічну карту на влаштування мастичного гідроізоляційного покриття та розділ організації будівництва

Перелік графічних документів (за потреби) Креслення на форматі А1: 2 листа архітектурних рішень, 1 лист конструктивних рішень, 1 лист технологічної карти на влаштування мастичного гідроізоляційного покриття, 2 листа присвячених організації будівництва, один з яких – будівельний генеральний план, другий – календарний графік виконання робіт

Дата видачі завдання “ 10 ” жовтня 2026 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

(Керівник дипломного проєкту бакалавра) _____

(підпис)

Ольга ОСТАПЮК

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Ольга СУДДЯ

(прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

Балакалаврська кваліфікаційна робота присвячена проектуванню вівчарника на 100 голів овець у селі Бояни Чернівецької області та складається з 4 розділів, що містять 75 сторінок, 6 листів графічної частини роботи, 16 рисунків, 19 таблиць та 30 використаних джерел.

В архітектурному розділі розглянуто об'ємно-планувальне рішення одноповерхової каркасної будівлі площею близько 450 м² що складається з двох функціональних блоків. Проведено теплотехнічний розрахунок стінових панелей і покрівлі, визначено клас наслідків об'єкта.

Конструктивний розділ охоплює розрахунок і обґрунтування несучих конструкцій каркасу будівлі відповідно до діючих норм.

У технологічній карті детально описано послідовність влаштування мастичного гідроізоляційного покриття, вимоги до якості виконання робіт, техніко-економічні показники та заходи з охорони праці й пожежної безпеки.

Розділ організації будівництва включає визначення тривалості будівництва, календарний графік виконання робіт, вибір монтажного крана, розроблення генерального плану та ін.

Графічна частина роботи представлена шістьма листами формату А1: два листи архітектурних рішень, лист конструктивних рішень, лист технологічної карти, лист будівельного генерального плану та лист з календарним графіком.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ I. АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ.....	8
1.1 Загальна інформація.....	8
1.2 Умови проєктування	9
1.2.1 Загальні відомості про об'єкт	9
1.2.2 Технічні умови на підключення до інженерних мереж	9
1.2 Об'ємно-планувальне рішення	10
1.2.1 Основні параметри об'ємно-планувального рішення	10
1.3 Архітектурно-конструктивні рішення	12
1.3.1 Контрольні характеристики з архітектурно-конструктивного рішення	12
1.4 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій	17
1.4.1 Загальні положення.....	17
1.4.2 Теплотехнічний розрахунок стінової самонесучої панелі.....	18
1.4.2 Теплотехнічний розрахунок покрівлі	19
1.5 Визначення класу наслідків (відповідальності).....	20
1.5.1 Загальна інформація.....	20
1.5.2 Розрахунок класу наслідків.....	21
1.5.3 Прийнятий клас наслідків (відповідальності).....	22
РОЗДІЛ II. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ	23
РОЗДІЛ III. ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА.....	39
3.1 Область застосування	39
3.2 Організація і технологія виконання робіт	39
3.3 Вимоги до якості та приймання робіт.....	47
3.4 Техніко-економічні показники	50
3.5 Техніка безпеки і охорона праці, екологічна і пожежна безпека.....	51
3.5.1 Техніка безпеки і охорона праці	51
3.5.2 Пожежна безпека.....	52
3.5.3 Екологічна безпека.....	53
РОЗДІЛ IV. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА	55
4.1 Визначення планової тривалості будівництва об'єкта	55

4.1.1	Визначення тривалості будівництва об'єктів за усередненими показниками.....	55
4.2	Календарний графік виконання робіт	56
4.3	Специфікація збірних елементів будівлі	57
4.3	Вибір і розрахунок монтажного крану.....	58
4.3.1	Загальна інформація.....	58
4.3.2	Вантажопідйомність крана.....	59
4.3.3	Висота підйому гака	59
4.3.4	Виліт стріли	59
4.3.5	Вибір крана за параметрами	60
4.4	Будівельний генеральний план	60
4.4.1	Проектування будівельного генерального плану	60
4.4.2	Організація транспортної інфраструктури та проектування тимчасових автодоріг.....	61
4.5	Розрахунок тимчасових будівель	62
4.6	Потреба у робочих кадрах.....	64
4.7	Потреба в будівельних машинах та механізмах	64
4.8	Розрахунок потреби в електроенергії	65
4.9.	Потреба у воді.....	67
4.10	Заходи з техніки безпеки та пожежної безпеки на майданчику.....	69
4.10.1	Техніка безпеки та охорона праці	69
4.10.2	Пожежна безпека.....	69
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	71
	ВИСНОВКИ.....	75
	ДОДАТКИ.....	76

ВСТУП

Вівчарство залишається важливою галуззю сільського господарства, яка забезпечує ринок м'ясом, вовною та молочною продукцією. Для успішного утримання поголів'я та отримання якісної продукції критично важливо забезпечити тварин належними умовами. Тому проектування та будівництво нових вівчарників є актуальним і затребуваним завданням і на сьогодні. Будівля має раціональні конструктивні рішення, несучі елементи з необхідним запасом міцності, а також ефективну теплоізоляцію для підтримки належного мікроклімату для тварин. Важливим етапом є і організація будівництва: розрахунок ресурсів, трасування доріг, проектування інфраструктури майданчика.

Метою роботи є розробка комплексного архітектурно-будівельного та організаційно-технологічного проекту будівлі вівчарника на 100 овець. Для досягнення мети було вирішено такі завдання:

1. Виконання об'ємно-планувального та технологічного рішення будівлі;
2. Розроблення конструктивних рішень та виконання статичних розрахунків несучих конструкцій будівлі;
3. Створено технологічну карту на процес укладання гумово-бітумного мастичного гідроізоляційного покриття;
4. Розроблено календарний графік виконання робіт, запроектовано будівельний генеральний план, розраховано потреби будівельного майданчика.

Об'єктом дослідження є процес архітектурно-конструктивного та організаційно-технологічного проектування будівель сільськогосподарського призначення.

Результати роботи мають безпосередньо практичну користь для сільськогосподарського будівництва. Розроблені креслення та статичні розрахунки є готовим технічним рішенням, яке можна використовувати для реального зведення вівчарника. Крім того, календарний графік виконання робіт, будгєнплан, інженерні розрахунки витрат на будмайданчику дозволяють оптимізувати витрати ресурсів та забезпечити умови праці при будівництві.

РОЗДІЛ I. АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ

1.1 Загальна інформація

Вівчарники належать до категорії сільськогосподарських будівель виробничого призначення і є специфічними об'єктами аграрно-промислового комплексу. Проектування таких будівель здійснюється відповідно до будівельних норм і правил для тваринницьких будівель з урахуванням зооветеринарних, санітарно-гігієнічних та технологічних вимог.

Архітектура будівель тваринництва підпорядкована насамперед функціональним і технологічним вимогам. На відміну від цивільних будівель, визначальними факторами при формуванні архітектурного рішення є не естетика, а умови утримання тварин, організація виробничих процесів та забезпечення належного мікроклімату.

Основні особливості таких об'єктів:

- Функціональне планування – внутрішній простір чітко зонується відповідно до технологічних рішень утримання тварин;
- Вимоги до мікроклімату – конструктивні рішення огорожувальних конструкцій та вентиляції підпорядковані забезпеченню нормативних параметрів температури, вологості та повітрообміну;
- Природне освітлення – розміри та розташування вікон регламентуються світловим коефіцієнтом, нормативним для вівчарників;
- Зооветеринарні розриви – об'єкт розміщується з дотриманням санітарно-захисних відстаней до інших будівель і населених пунктів.

Вибір місця будівництва об'єкту тваринництва також має відповідати чинним санітарним нормам, один з них – санітарно захисна зона. Санітарно захисна зона (СЗЗ) – це, згідно з норм. [2, п. 1.6.22], спеціально організована територія, яка встановлюється від джерела шкідливості (в тому числі від джерела забруднення атмосфери) до межі жилої забудови, ділянок оздоровчих установ, місць відпочинку, садівницьких товариств та інших прирівнених до них об'єктів.

Санітарно-захисна зона для вівчарників регламентується норм. [1], дод. 5, а саме для вівцеферм в селянських (фермерських) господарствах на 100 голів розмір санітарно-захисної зони становить 75 м.

1.2 Умови проєктування

1.2.1 Загальні відомості про об'єкт

Назва об'єкту: Нове будівництво вівчарника на 100 голів овець в с. Бояни Чернівецької області;

Вид будівництва: нове будівництво;

Категорія земель згідно з норм. [10]: 100 – землі сільськогосподарського призначення;

Площа земельної ділянки: 16 га.

1.2.2 Технічні умови на підключення до інженерних мереж

Електропостачання. Підключення об'єкта до електромережі здійснюється через існуючу трансформаторну підстанцію ТП-83 з напругою 0,4 кВ. Для приєднання використовується повітряна лінія електропередачі на дерев'яних опорах, яка переходить у введення кабелем до ввідно-розподільчого пристрою будівлі. Максимальне розрахункове навантаження на ввіді становить до 18 кВт із коефіцієнтом потужності $\cos \varphi = 0,85$. Вузол обліку електроенергії пропонується встановити на опорі або на фасаді будівлі у погодозахисному боксі. Захисне заземлення та система блискавкозахисту мають бути виконані відповідно до вимог Правил улаштування установок (ПУЕ).

Водопостачання. Водопостачання будівлі здійснюється з наявної свердловини господарства. Для цього від свердловинного насоса передбачено прокладання водопроводу із труб діаметром 32 мм, а також встановлення водонапірного бака об'ємом 1,0 м³. Труби укладаються на глибину, що перевищує розрахункову глибину промерзання ґрунту (1,1 м), але не менше ніж на 1,3 м до верхньої частини труби. У найнижчій точці водопровідної мережі необхідно облаштувати зливний кран для спорожнення системи. Введення до будівлі виконується через гільзу в фундаменті, з ущільненням за допомогою просмоленого клоччя та цементного розчину.

Каналізація. Господарсько-побутові стоки з санвузла персоналу планується спрямувати до двокамерного септика об'ємом $3,0 \text{ м}^3$, після чого вони проходитимуть додаткове очищення на полях підземної фільтрації. Відстань від септика до джерела водопостачання має бути не менше 20 метрів, а до меж земельної ділянки – щонайменше 3 метри. Для системи каналізації передбачається використання труб із ПВХ діаметром 110 мм, з ухилом, що становить не менше 0,02. Гнойові стоки спрямовуються самотічним бетонним лотком до закритого гноєсховища об'ємом не менше 30 м^3 , яке розташовується на відстані щонайменше 60 метрів від будівлі та 100 метрів від водозабірних споруд. Окремо з трапіку для видалення гною стоки прямують до гноєзбірної камери. Планується влаштувати 2 гноєзбірні камери для блоку «А», 1 гноєзбірну камеру для блоку «Б».

Зв'язок та охоронна сигналізація. Підключення телефонії та Інтернету здійснюється через наявну волоконно-оптичну лінію оператора «Укртелеком» за допомогою повітряного підвісу кабелем до фасаду будівлі. На об'єкті передбачено установку системи охоронно-пожежної сигналізації з можливістю надсилання сповіщень на мобільний пристрій відповідальної особи господарства. Монтаж слід виконати згідно з вимогами стандартів.

1.2 Об'ємно-планувальне рішення

1.2.1 Основні параметри об'ємно-планувального рішення

Основні параметри об'ємно-планувального рішення будівлі (прогон, крок колон, висота) повинні відповідати вимогам модульної координації розмірів у будівництві й основним положенням з уніфікації об'ємно-планувальних і конструктивних рішень промислових будівель. [2].

Прийнята конструктивна система будівлі – каркасна. Тип утримання овець – стійлове. Будівля поділена на два функціональних блоків, що розділені між собою деформаційним швом для запобігання зусиль, що виникають у конструкціях від перепаду температур, ширина деформаційного шва 1 м. Координаційна сітка осей відрізняється у кожному блоці: блок «А» має координаційну сітку 6×3 , де 6 – крок колон, 3 – відстань між фахверковими

стійками на фронтоні, що формує прогон у 9 м; блок «Б» має координаційну сітку $6 \times 2,1$, де 6 – крок колон, 2,1 – відстань між фахверковими стійками на фронтоні, що формує прогон у 6,3 м.

Блок «А», що знаходиться в осях А-Г відведений для утримання дорослих осіб тварин та налічує 9 функціональних зон: пункт стрижки овець площею $17,7 \text{ м}^2$, секція утримання овець на 20 голів площею $35,4 \text{ м}^2$, секція утримання овець на 30 голів площею $53,1 \text{ м}^2$, проїзд площею $143,85 \text{ м}^2$, приміщення для зберігання кормів площею $16,93 \text{ м}^2$, секція утримання овець на 20 голів площею $35,4 \text{ м}^2$, секція утримання молодняку 25 голів площею $35,4 \text{ м}^2$, секція утримання баранів 5 голів площею $17,7 \text{ м}^2$ та ізолятор площею $16,93 \text{ м}^2$. Блок «Б», що знаходиться в осях Д-И відведений для утримання ягнят та простір для людей, налічує 10 функціональних зон: індивідуальні клітки для окоту площею $24,6 \text{ м}^2$, проїзд площею $30,1 \text{ м}^2$, господарське приміщення площею $1,98 \text{ м}^2$, коридор площею $2,38 \text{ м}^2$, туалет площею 1 м^2 , коридор $0,91 \text{ м}^2$, роздягальна площею $2,96 \text{ м}^2$, духова площею $1,2 \text{ м}^2$, технічне приміщення площею $3,48 \text{ м}^2$, ветеринарний пункт площею $3,72 \text{ м}^2$.

За відмітку нуля прийнята чиста підлога проїзду в блоці А. Висота блоку А (найвища висотна відмітка) знаходиться на рівні $+5,850 \text{ м}$, висота блоку Б знаходиться на рівні $+4,650 \text{ м}$.

Блоки з'єднані між собою воротами шириною 2 м та висотою 2,7 м.

Функціональні зони в межах одного блоку розділяються перегородками або огорожею з хвіртками, щоб забезпечити постійний візуальний контакт з тваринами. Два блоки мають наскрізний проїзд.

Площа забудова складає: в блоку «А» – $398,4 \text{ м}^2$, в блоку «Б» – $88,9 \text{ м}^2$, загальна – $487,3 \text{ м}^2$.

Орієнтація будівлі прийнята з урахуванням рози вітрів, що регламентують норм. [3] для забезпечення природної вентиляції, захисту від заметів, протягів та надмірних охолоджень овець. Роза вітрів побудована на основі інформації, що викладена в норм. [5] відповідно до нашого місця будівництва – с. Бояни Чернівецької області та представлена на листі 1.

1.3 Архітектурно-конструктивні рішення

1.3.1 Контрольні характеристики з архітектурно-конструктивного рішення

Виходячи з прийнятого об'ємно-планувального рішення в попередньому підрозділі, в цьому розділі наводяться основні архітектурно-конструктивні рішення елементів будівлі, обґрунтування їх вибору з урахуванням технологічних, зоогігієнічних, кліматичних та економічних вимог.

Фундаменти прийняті збірні залізобетонні окремо стоячі стаканного типу, похилий уступ над підшою підтримує фундаметний стакан, в який буде закладатися та замонолічуватися колона. Ширина та довжина стакана 0,9 м. Характеристики бетону визначені згідно з розрахунком, природно-кліматичними умовами та геологічним аналізом основи: клас бетону приймається С20/25, морозостійкість F75, водонепроникність W6. Фундаменти пов'язані між собою фундаментами балками, що укладаються на бетонні стовпчики по контуру будівлі. Геометричні розміри фундаментних балок залежать від її розташування в будівлі та довжини кроку колон. Несучим шаром ґрунту служить ІГЕ-3 – суглинок напівтвердий. Фундаменти разом з фундаментними балками гідроізолюються. Під елементи фундаментів формують піщану ущільнену подушку. Елементи фундаменту та фундаментних балок мають декілька варіації геометричної форми та розміщенням бетонних стовпчиків, представлені в таблиці 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1

Специфікація фундаментів об'єкта будівництва

Маркування	Розмір підшви, м	Кількість, шт	Примітка
Ф-1	1,8x1,8	10	фундамент під колону
Ф-2	1,8x2,15	5	фундамент під колону та фахверк
Ф-3	1,2x1,2	8	фундамент під фахв. стійку
Ф-4	2,3x3,1	2	фундамент під дві колони і стійку
Ф-5	1,8x3,1	1	фундамент під дві колони

Таблиця 1.2

Специфікація фундаментних балок об'єкта будівництва

Маркування	Параметри, м	Кількість, шт	Примітка
ФБ-1	6,0х0,4х0,3	18	
ФБ-2	3,0х0,4х0,3	4	
ФБ-3	2,1х0,4х0,3	4	

Вертикальні елементи каркасу передбачають колони збірні залізобетонні сталого прямокутного перерізу 300х300 мм. Характеристики бетону прийняті: клас бетону – С20/25, морозостійкість F75, водонепроникність W6. Колони закладаються в стакан фундаменту на 0,85 м. Колон сприймають навантаження від покриття. Колони мають декілька варіацій, які відрізняються по загальній висоті і представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Специфікація колон об'єкта будівництва

Маркування	Висота, м	Кількість, шт	Примітка
К 42-1	4,2	16	
К 36-1	3,6	6	

Фахверкові стійки це додаткові вертикальні елементи каркаса, які сприймають вітрові навантаження і служать для додаткового кріплення стінових панелей. Характеристика бетону прийнята: – клас міцності С20/25, морозостійкість F75, водонепроникність W6. Стійки прийняті збірні залізобетонні сталого прямокутного перерізу 250х250 мм, декілька варіантів стійок відрізняються між собою по висоті та представлені на табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Специфікація фахверкових стійок об'єкта будівництва

Маркування	Висота, м	Кількість, шт	Примітка
ФС 42-1	4,2	8	
ФС 36-1	4,2	8	

Зовнішні огорожувальні конструкції являють собою збірну конструкцію тришарових самонесучих панелей згідно з норм. [6], відповідно до блоку є декілька варіантів конструкції, які відрізняються товщиною утеплювача в якості екструдованого пінополістиролу. Внутрішній шар залізобетону завтовшки 70 мм та зовнішній шар залізобетону завтовшки 50 мм в обидвох конструкціях, для блоку «А» товщина утеплювача в панелі – 130 мм, для блоку «Б» - 230 мм. Стінові панелі опираються на фундаментні балки та додатково кріпляться до фахверкових стійок у фронтонах та до колон в повздовжній частині будівлі. Прийняті варіанти конструкцій панелей представлені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

Специфікація стінових панелей об'єкту будівництва

Маркування	Висота, м	Ширина, м	Товщина, м	Кількість, шт	Примітка
ПСТ-60.18.25	1,8	6,0	0,25	15	
ПСТ-30.18.25	1,8	3,0	0,25	6	
ПСТ-20.18.25	1,8	2,0	0,25	2	
ПСТ-12.18.25	1,8	1,2	0,25	10	
ПСТ-6.18.25	1,8	0,6	0,25	12	
ПСТ-60.12.25	1,2	6,0	0,25	29	
ПСТ-30.12.25	1,2	3,0	0,25	4	
ПСТ-20.12.25	1,2	2,0	0,25	2	
ПСТ-15.12.25	1,2	1,5	0,25	4	
ПСТ-61.18.35	1,8	6,1	0,35	2	
ПСТ-60.18.35	1,8	6,0	0,35	5	
ПСТ-60.12.35	1,2	6,0	0,35	3	
ПСТ-21.18.35	1,8	2,1	0,35	4	
ПСТ-21.12.35	1,2	2,1	0,35	4	
ПСТ-20.18.35	1,8	2,0	0,35	2	
ПСТ-20.12.35	1,2	2,0	0,35	2	
ПСТ-12.18.35	1,8	1,2	0,35	1	
ПСТ-6.18.35	1,8	0,6	0,35	2	

Горизонтальні несучі елементи блоку «А» являють собою збірні двосхилі балки довжиною 9 м, виконані згідно з норм. [8], на верх яких вкладаються збірні залізобетонні ребристі плити виконані згідно з норм. [7]. Характеристики бетону для двох елементів прийняті: клас міцності С30/35, морозостійкість F75, водонепроникність W6. Двосхила балка спирається на несучі залізобетонні колони, а вже на двосхилу балку спираються ребристі залізобетонні плити, що формує спільну несучу конструкцію покриття. Детальні креслення двосхилої балки та ребристої плити представлені на листах 1 та 2.

Конструкція блоку «Б» відрізняється від попередньої. Вздовж осей Д та Г на колони розташовують збірні залізобетонні балки довжиною 6 м та перерізом 300 х 500 мм. На балки укладають круглопустотні плити вибрані згідно з норм. [9]. Прийняті балки та плити представлені у табл. 1.6 та табл. 1.7.

Таблиця 1.6

Специфікація балок покриття об'єкта будівництва

Маркування	Параметри, м	Кількість, шт	Примітка
Б-1	9,0х0,17х(0,6...0,97)	8	Двосхила, тавровий переріз
Б-2	6,0х0,3х0,5	4	

Таблиця 1.7

Специфікація плит покриття об'єкта будівництва

Маркування	Параметри, м	Кількість, шт	Примітка
П-1	6,0х1,5х0,3	42	Плита ребриста
П-2	6,3х1,5х0,22	8	Плита круглопустотна

Підлоги промислової сільськогосподарської будівлі являють собою збірну конструкцію з наступних шарів: першим шаром є піщана ущільнена підсипка завтовшки 100 мм, на піщану підсипку вкладається щебнева підготовка завтовшки 100 мм, наступним шаром йде бетонна підготовка завтовшки 80 мм, шар гідроізоляції та фінальним покриттям підлоги слугує бетонна підлога, яка в районі проїзду завтовшки 250 мм, а в районі місця постійного перебування овець

– 50-100 мм з ухилом до трапіку для видалення гною. Трапик для видалення гною являє собою повздовжній, по блоку «А», жолоб, за допомогою якого відбувається переміщення гною до гноєзбірної камери. Трапик для видалення гною виготовлений з монолітного залізобетону.

Вікна, двері, ворота. Для природного освітлення та вентиляції приміщень передбачено світлопрозорі конструкції, що вмонтовані в конструкцію стінових панелей, загальна площа світлових прорізів становить 8-10% від площі підлоги, що задовольняє коефіцієнт освітлення для будівель сільськогосподарського призначення. Для входу працівників у внутрішні кімнати передбачено влаштування дерев'яних дверей, які мають декілька варіантів конструкцій. Ворота металеві, оцинковані для підвищення стійкості проти агресивного середовища, що утворюється внаслідок життєдіяльності тварин. Всі зовнішні двері, ворота утеплені, а вікна мають двокамерний склопакет формату 4-16Ar-4-14Ar-4, що забезпечує високу енергоефективність будівлі. Специфікація вікон, дверей та воріт представлена в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8

Специфікація вікон, дверей та воріт об'єкту будівництва

Маркування	Висота, м	Ширина, м	Матеріал	Кількість, шт	Примітка
Вікна					
Вк-1	1,8	4,8	Металопластик	12	
Вк-2	1,8	1,8	Металопластик	2	
Двері					
Д-1	2,0	1,2	Дерево	1	
Д-2	2,0	1,0	Дерево	1	
Д-3	2,0	0,8	Дерево	3	
Д-4	2,0	0,7	Дерево	3	
Д-5	2,0	0,6	Металопластик	2	
Ворота					
Вр-1	3,0	3,0	Метал	2	
Вр-2	3,0	2,1	Метал	2	
Вр-3	2,7	2,0	Метал	1	

Перегородки виконують роль розмежування функціональних зон та приміщень, конструкція перегородок одна і виконана з цегли керамічної пустотілої на цементно-піщаному розчині завтовшки 120 мм.

Покрівля огороджує несучу конструкцію покриття від впливу зовнішніх чинників. Для збереження енергоефективного теплового контуру будівлі, передбачено покрівельне утеплення екструдованим пінополістиролом завтовшки 200 мм, збірну конструкцію покрівлі доповнює цементно-піщаний розчин, на який трьома шарами вкладається гумово-бітумна мастика. Детальні вузли влаштування покрівлі зображені на листах 1 та 2, технологічна карта на влаштування мастичного гідроізоляційного покриття висвітлена в розділі III.

1.4 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

1.4.1 Загальні положення

Теплотехнічний розрахунок є ключовим етапом у проєктуванні та оптимізації енергетичних систем, адже він дозволяє визначити теплові потоки, ефективність обладнання та мінімізувати втрати енергії. Цей процес має вирішальне значення для забезпечення економічності, екологічності та надійності теплових установок, що особливо актуально в умовах сучасних викликів, пов'язаних зі зміною клімату та потребою в раціональному використанні ресурсів [12].

Будівля вівчарника є неопалювальною. Необхідний температурно-вологісний режим у приміщеннях забезпечується за рахунок тепловиділень тварин та теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій. Відповідно до норм. [3] розрахункова внутрішня температура блоку «А» для утримання вівцематок, баранів та молодняку прийнята $t_{в} = +6^{\circ}\text{C}$. Розрахункова внутрішня температура блоку «Б» де знаходяться місця для окоту прийнята як $t_{в} = +16^{\circ}\text{C}$. Відповідно до цього було виконано підбір конструкції стінових панелей і конструкцію покрівлі та їх теплотехнічний розрахунок.

1.4.2 Теплотехнічний розрахунок стінової самонесучої панелі

Теплотехнічний розрахунок стінової самонесучої панелі для блоку «А» в рамках кваліфікаційної бакалаврської виконується за допомогою веб-комплексу cadEE.pro.

Опис конструкції: загальна товщина конструкції складає 250 мм. Кількість шарів конструкції – 3. Шар №1 Залізобетон з густиною 2500 кг/м³ та товщиною 70 мм. Шар №2 Екструдований пінополістирол з густиною 30 кг/м³ та товщиною 130 мм. Шар №3 Залізобетон товщиною 50 мм.

Коефіцієнти тепловіддачі встановлено згідно з таблицею Б додатка Б норм. [15]. Для конструкцій типу «стіна» прийнято такі розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі для внутрішньої та зовнішньої поверхонь огорожувальних конструкцій:

$$h_{si} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \quad h_{se} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Розрахунок опору теплопередачі конструкції виконується відповідно до формули 2 з норм. [15].

$$\begin{aligned} R_s &= \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,07}{2,04} + \frac{0,13}{0,036} + \frac{0,05}{2,04} + \frac{1}{23} \\ &= 3,828 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \end{aligned}$$

Визначмо мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції будівель сільськогосподарського призначення R_{qmin} згідно з норм. [14, табл. 2] для I-ої температурної зони:

$$R_{qmin} = 1,70 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Оскільки:

$$R_{\Sigma пр} = 3,83 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} > R_{qmin} = 1,70 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

то умова (4), норм. [14] виконується.

Виконуємо теплотехнічний розрахунок стінової самонесучої панелі в блоці «Б» аналогічно.

Опис конструкції: загальна товщина конструкції складає 350 мм. Кількість шарів конструкції – 3. Шар №1 Залізобетон з густиною 2500 кг/м³ та товщиною 70 мм. Шар №2 Екструдований пінополістирол з густиною 30 кг/м³ та товщиною 230 мм. Шар №3 Залізобетон товщиною 50 мм.

Коефіцієнти тепловіддачі встановлено згідно з таблицею Б додатка Б норм. [15]. Для конструкцій типу «стіна» прийнято такі розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі для внутрішньої та зовнішньої поверхонь огорожувальних конструкцій:

$$h_{si} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \quad h_{se} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Розрахунок опору теплопередачі конструкції виконується відповідно до формули 2 з норм. [15].

$$\begin{aligned} R_s &= \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,07}{2,04} + \frac{0,23}{0,036} + \frac{0,05}{2,04} + \frac{1}{23} \\ &= 6,606 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \end{aligned}$$

Визначимо мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції будівель сільськогосподарського призначення R_{qmin} згідно з норм. [14, табл. 2] для I-ої температурної зони:

$$R_{qmin} = 1,70 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Оскільки:

$$R_{\Sigma пр} = 6,61 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} > R_{qmin} = 1,70 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

то умова (4), норм. [14] виконується.

1.4.2 Теплотехнічний розрахунок покрівлі

Теплотехнічний розрахунок покрівлі в рамках кваліфікаційної бакалаврської також виконується за допомогою веб-комплексу cadEE.pro.

Опис конструкції: загальна товщина конструкції складає близько 275 мм. Шар №1 Залізобетон з густиною 2500 кг/м³ та товщиною 30 мм (плита ребриста). Шар №2 пароізоляційна плівка з густиною 1600 кг/м³ та товщиною 1 мм. Шар

№3 мінеральна вата з густиною 30 кг/м³ і товщиною 200 мм. Шар №4 цементна стяжка з густиною 1800 кг/м³ товщиною 40 мм. Шар №5 гумово-бітумна мастика, 3 шари з густиною 1000 кг/м³ і товщиною 4 мм.

Коефіцієнти тепловіддачі визначено за таблицею Б додатка Б норм. [15]. Для конструкцій типу «суміщена покрівля» приймаємо такі розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь огорожувальних конструкцій:

$$h_{si} = 10 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \quad h_{se} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Визначаємо опір теплопередачі конструкцій згідно з формулою 2 норм. [15]:

$$\begin{aligned} R_s &= \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} \\ &= \frac{1}{10} + \frac{0,03}{2,04} + \frac{0,001}{0,03} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,2}{0,93} + \frac{0,004}{0,17} + \frac{1}{23} = 4,207 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \end{aligned}$$

Визначимо мінімально допустиме значення опору теплопередачі покрівлі будівель сільськогосподарського призначення R_{qmin} згідно з норм. [14, табл. 2] для I-ої температурної зони:

$$R_{qmin} = 1,70 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Оскільки:

$$R_{\Sigma пр} = 4,21 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} > R_{qmin} = 1,70 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

то умова (4), норм. [14] виконується.

1.5 Визначення класу наслідків (відповідальності)

1.5.1 Загальна інформація

Клас наслідків (відповідальності) будівель та споруд визначається за ДСТУ 8855:2019 [16] який установлює вимоги до визначення класів наслідків (відповідальності) об'єктів – будинків, будівель, споруд будь-якого призначення, їхніх частин, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, у тому

числі тих, що належать до складу комплексу (будови) під час їх проектування та будівництва.

1.5.2 Розрахунок класу наслідків

Визначають кількість осіб, які постійно перебувають на об'єкті, N_1 . Згідно з технологічними рішеннями та передбаченим режимом роботи — кількість працівників у вівчарнику (чабани, підсобні робітники) становить 4 особи, площа будівлі – 443 м².

$$N_1 = 4 \text{ особи.}$$

За кількістю осіб, які постійно перебувають на об'єкті, будівлю складу зараховують до класу наслідків (відповідальності) СС1 [16].

Визначають кількість осіб, які періодично перебувають у будівлі вівчарника, N_2 . Особи, які періодично можуть перебувати в будівлі вівчарника, це водії, ветеринари, стригалі тощо. Визначаємо, що кількість осіб, які періодично перебувають у будівлі вівчарника, становить:

$$N_2 = 4 \text{ особи.}$$

За кількістю осіб, які періодично перебувають на об'єкті, будівлю вівчарника зараховують до класу наслідків (відповідальності) СС1 [16].

Кількість осіб, які перебувають зовні об'єкта, N_3 складається з осіб, які постійно та тимчасово перебувають на об'єкті:

$$N_3 = 4 + 4 = 8 \text{ осіб.}$$

За кількістю осіб, які перебувають зовні об'єкта, будівлю вівчарника зараховують до класу наслідків (відповідальності) СС1 [16].

Для визначення обсягу можливого економічного збитку визначають орієнтовну вартість спорудження будівлі вівчарника.

За об'єктом-аналогом будівлі вівчарника вартість спорудження 1 м² загальної площі з урахуванням вартості обладнання становить 10,000 тис. грн. відповідно до норм. [17].

Розрахункова вартість спорудження будівлі вівчарника:

$$P = 10,000 \cdot 443 = 4430,00 \text{ тис. грн.}$$

Прогнозовані збитки для будівлі вівчарника визначають за формулою:

$$\Phi = 0,225 \cdot P_i = 0,225 \cdot 4430,00 = 996,75 \text{ тис. грн.}$$

Обсяг можливого економічного збитку в мінімальних заробітних платах становить:

$$\frac{996,75}{8,647} = 115,27 \text{ м. р. з. п.,}$$

де 8,647 – м.р.з.п. відповідно до норм. [18].

Відповідно до таблиці 1 норм. [16] будівлю вівчарника зараховують до класу наслідків (відповідальності) СС1.

Будинок не розташовано в охоронній зоні об'єктів культурної спадщини і не є об'єктом культурної спадщини.

Відмова будівлі не впливає на припинення роботи об'єктів транспорту, зв'язку, енергетики загальнодержавного, регіонального чи місцевого рівнів.

За всіма наведеними розрахунками характеристик можливих наслідків відмови будівлю вівчарника зараховують до класу наслідків (відповідальності) СС1.

1.5.3 Прийнятий клас наслідків (відповідальності)

Найвищою характеристикою для вівчарника на 100 голів овець є «Можлива небезпека для здоров'я та життя людей, які постійно перебувають на об'єкті». Відповідно до норм. [16, табл. 1] зазначений об'єкт зараховують до класу наслідків (відповідальності) СС1.

РОЗДІЛ II. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

2.1 Загальна інформація по розрахунку

Об'єктом дослідження та проектування у цьому розділі є несучі конструкції поперечної рами будівлі вівчарника на 100 овець.

Головною метою розрахунку є визначення напружено-деформованого стану конструктивних елементів каркаса, перевірка їх жорсткості та стійкості, а також автоматизований підбір площ перерізів робочої арматури під дією постійних та тимчасових навантажень.

Розрахунок виконано відповідно до діючих нормативних документів України:

- ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки об'єктів будівництва. Навантаження і впливи» [19];
- ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції» [20];
- ДБН В.1.2-14:2018 «Система забезпечення надійності та безпеки об'єктів будівництва. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд» [21].

Для створення цифрової моделі та безпосереднього чисельного аналізу конструкцій було використано сучасні програмні комплекси архітектурно-будівельного проектування та скінченно-елементного аналізу:

- ПК LIRA-CAD: використовується для тривимірного моделювання геометрії будівлі вівчарника, призначення топології елементів, а також для попереднього формування розрахункової схеми та аналітичної моделі рами.
- ПК LIRA-FEM: використовується як основний обчислювальний процесор. Методом скінченних елементів було виконано статичний розрахунок плоскої рами, визначено зусилля від сформованих Розрахункових сполучень навантажень, проведено аналіз деформацій за другим граничним станом та здійснено автоматизований підбір армування залізобетонних елементів рами.

2.2 Збір навантажень

Для проведення статичного розрахунку дев'ятиметрової поперечної рами вівчарника необхідно визначити всі види навантажень, що діють на її елементи. Відповідно до норм. [19] навантаження за характером своєї дії поділяються на постійні (вага конструкцій покрівлі, власна вага елементів каркаса) і тимчасові змінні (снігове та вітрове навантаження).

2.2.1 Постійні навантаження від ваги покриття

Конструкція покриття вівчарника складається із залізобетонних ребристих плит, поверх яких влаштовується багатошаровий покрівельний пиріг з пароізоляцією, утеплювачем, цементно-піщаною стяжкою та багатошаровим мастичним гідроізоляційним килимом.

Для визначення розрахункового вертикального навантаження 1 м^2 покриття складено відповідну таблицю. Перехід від нормативних (характеристичних) значень до розрахункових виконується за допомогою коефіцієнтів надійності за навантаженням γ_{fm} відповідно до норм. [19].

Повний детальний збір постійного навантаження від конструкції покрівлі наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Навантаження на 1 м^2 покриття

№ з/п	Найменування шару	Товщина шару δ , мм	Густина матеріалу ρ , кг/м^3	Характеристичне навантаж., кПа	Коеф. надійності, γ_{fm}	Розрахункове навантаж., кПа
1	3 шари гумово-бітумної мастики	4	1000	0,04	1,2	0,048
2	Цементна стяжка	40	1800	0,72	1,2	0,864
3	Мінеральна вата	200	30	0,06	1,2	0,072
4	Пароізоляційна плівка	1	-	0,01	1,2	0,012
5	З/б ребриста плита	300	-	1,3	1,1	1,43
	Разом постійне навантаження	-	-	$g_e = 2,13$	-	$g = 2,426$

Як бачимо з результатів збору навантажень, сумарне характеристичне навантаження покриття становить $g_e = 2,13$ кПа, а повне розрахункове – $g = 2,426$ кПа.

Статичний розрахунок несучих конструкцій каркасу виконується для рядової поперечної рами кроком $B = 6,0$ м. Для прикладання у розрахункову модель ПК LIRA-FEM площинний тиск трансформується в рівномірно-розподілене лінійне навантаження від ваги покриття:

Характеристичне рівномірно-розподілене лінійне навантаження від ваги покриття:

$$q_e = g_e \cdot B = 2,13 \cdot 6 = 12,78 \text{ кН/м}$$

Розрахункове рівномірно-розподілене лінійне навантаження від ваги покриття:

$$q = g \cdot B = 2,426 \cdot 6 = 14,56 \text{ кН/м}$$

Власна вага лінійних елементів поперечної рами (залізобетонних колон та двосхилої залізобетонної балки покриття) автоматично враховується обчислювальними алгоритмами програмного комплексу ПК LIRA-FEM у першому завантаженні за заданими геометричними перерізами елементів та щільністю важкого бетону $\rho = 2500$ кг/м³ з коефіцієнтом надійності за навантаженням $\gamma_{fm} = 1,1$.

2.2.2 Тимчасове снігове навантаження

Порядок визначення характеристичних та розрахункових значень снігового навантаження регламентується згідно з норм. [19]. Сніговий тиск належить до категорії тимчасових змінних навантажень і є одним із визначальних факторів при розрахунку міцності та прогинів для великопрольотних залізобетонних балок покриття.

Для будівлі вівчарника, розташованого в селі Бояни Чернівецької області, граничне характеристичне значення ваги снігового покриву на 1 м² горизонтальної поверхні землі, відповідно до норм. [19] становить:

$$S_0 = 1,32 \text{ кПа}$$

Повне розрахункове значення снігового навантаження на 1 м² горизонтальної проекції покрівлі вівчарника обчислюється за базовою формулою:

$$S = S_0 \cdot \gamma_{fm} \cdot \mu \cdot C_e \cdot C_{alt},$$

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаження. Для сільськогосподарських будівель із проектним терміном експлуатації $T = 60$ років, згідно з норм. [19], коефіцієнт надійності приймається рівним $\gamma_{fm} = 1,04$;

μ – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні землі до снігового навантаження на покриття будівлі. При малому куті схилів даху, приймаємо $\mu = 1,0$;

C_e – коефіцієнт екологічних умов, що враховує знесення снігу з покрівлі під дією вітрових потоків. Оскільки будівля розташована у заміській забудові, інтенсивне видування снігу відсутнє. Відповідно до норм. [] приймаємо $C_e = 1,0$;

C_{alt} – коефіцієнт географічної висоти, який враховує висоту розташування будівлі над рівнем моря. Село Бояни розташоване на середній висоті 0,158 км. Тому згідно з норм. [19], для майданчиків, розташованих на висоті менше 0,5 км, коефіцієнт висоти приймається сталою величиною $C_{alt} = 1,0$.

Підставивши всі визначені коефіцієнти та нормативні параметри у розрахункову формулу, отримуємо значення розрахункового снігового навантаження:

$$S = 1,32 \cdot 1,04 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,37 \text{ кПа}$$

Для подальшого моделювання і розрахунку рами, площинний тиск снігу перераховується у рівномірно-розподілене лінійне навантаження $q_{сн}$, яке безпосередньо діє вздовж осі дев'ятиметрової балки. Перерахунок виконується шляхом множення площинного тиску на геометричний крок поперечних рам $B = 6,0$ м:

$$q_{сн} = S \cdot B = 1,37 \cdot 6,0 = 8,22 \text{ кН/м}$$

2.2.3 Тимчасове вітрове навантаження

Вітрове навантаження належить до категорії тимчасових змінних короткочасних впливів і розраховується відповідно до вказівок норм. [19]. Врахування вітрового тиску є обов'язковим для перевірки каркаса на горизонтальні зміщення та для визначення небезпечних згинальних моментів, що виникають у нижніх перерізах колон біля фундаментів.

Характеристичне значення вітрового тиску для Чернівецької області, згідно з норм. [19] становить:

$$W_0 = 500 \text{ Па} = 0,5 \text{ кПа}$$

Розрахункове значення вітрового тиску W на певній висоті Z над рівнем моря обчислюється за нормативною залежністю:

$$W = W_0 \cdot \gamma_{fm} \cdot C$$

де W_0 – характеристичне значення вітрового тиску;

γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним вітровим навантаженням. Для об'єктів сільськогосподарського призначення із середнім строком служби $T = 60$ років, згідно з норм. [19] приймаємо $\gamma_{fm} = 1,04$;

C – коефіцієнт, що визначається за формулою:

$$C = C_{aer} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} \cdot C_d,$$

де C_{aer} – аеродинамічний коефіцієнт, що враховує геометрію будівлі та напрямок вітрового потоку. Для вертикальних стін прямокутної в плані будівлі приймається: з навітряного боку $C_{aer} = +0,8$, з підвітряного боку $C_{aer} = -0,5$;

C_h – коефіцієнт висоти будівлі, що враховує тип навколишньої місцевості. Для низькоповерхових будівель заввишки до 5 м коефіцієнт становить $C_h = 0,5$;

C_{alt} – коефіцієнт географічної висоти. Оскільки будівля розташована на висоті 0,158 км, коефіцієнт приймається $C_{alt} = 1,0$;

C_{rel} – коефіцієнт рельєфу, для рівнинної місцевості $C_{rel} = 1,0$;

C_{dir} – коефіцієнт напрямку, що враховує нерівномірність вітру, $C_{dir} = 1,0$;

C_d – коефіцієнт динамічності, що враховує пульсаційну складову для високих або гнучких споруд. Для одноповерхових будівель

сільськогосподарського призначення з високою жорсткістю каркасу приймається $C_d = 1,0$.

Обчислимо сумарне значення коефіцієнта C для обох сторін будівлі вівчарника:

Для навітряної сторони:

$$C_{\text{актив}} = 0,8 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,4$$

Для підвітряної сторони:

$$C_{\text{пасив}} = -0,5 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = -0,25$$

Виконуємо числовий розрахунок граничного значення вітрового тиску на 1 м^2 стіни:

Активний тиск:

$$W_{t,\text{актив}} = 1,04 \cdot 0,5 \cdot 0,4 = 0,208 \text{ кПа}$$

Пасивний тиск:

$$W_{t,\text{пасив}} = 1,04 \cdot 0,5 \cdot (-0,25) = -0,13 \text{ кПа}$$

Для прикладання вітрового навантаження у плоску розрахункову модель поперечної рами ПК LIRA-FEM, площинний тиск перетворюємо в рівномірно-розподілене навантаження вздовж вертикальної осі кожної з колон шляхом множення на крок рам $B = 6,0 \text{ м}$:

Розрахункове активне рівномірно-розподілене навантаження на навітряну колону рами:

$$q_{\text{в,актив}} = W_{t,\text{актив}} \cdot B = 0,208 \cdot 6,0 = 1,248 \text{ кН/м}$$

Розрахункове пасивне рівномірно-розподілене навантаження на підвітряну колону рами:

$$q_{\text{в,пасив}} = W_{t,\text{пасив}} \cdot B = -0,13 \cdot 6,0 = -0,78 \text{ кН/м}$$

2.3 Розрахунок плоскої рами будівлі

2.3.1 Формування архітектурно-конструктивної моделі будівлі

На першому етапі проектування у графічному середовищі ПК LIRA-CAD було створено просторову архітектурну модель однопролітної поперечної рами будівлі вівчарника (рис.2.1).

Зважаючи на програмні особливості формування геометрії, для проведення статичного розрахунку було прийнято наступне інженерне допущення. Реальну двосхилу балку покриття було замінено на еквівалентну балку сталого таврового перерізу. Параметри цього перерізу підібрано таким чином, щоб його жорсткісні характеристики відповідали середній жорсткості реальної балки, що забезпечує нормативну точність визначення зусиль та деформацій каркаса. Дана заміна виконана виключно для побудови розрахункової схеми та збору зусиль в ПК LIRA-FEM. Кінцеве конструювання, розкладка робочих стержнів та деталізація армування балки на кресленнях виконуватиметься суворо відповідно до типової робочої серії залізобетонних двосхилих балок, прийнятої в архітектурно-конструктивній частині проекту.

У моделі параметрично задано вертикальні опорні стійки (колони) квадратного перерізу розміром 300х300 мм та залізобетонну балку покриття таврового профілю, яка моделює несучий ригель. Також відображено спрощену модель фундаментів стаканного типу в основах колон. На основі цієї геометрії створено аналітичну модель (рис. 2.2).

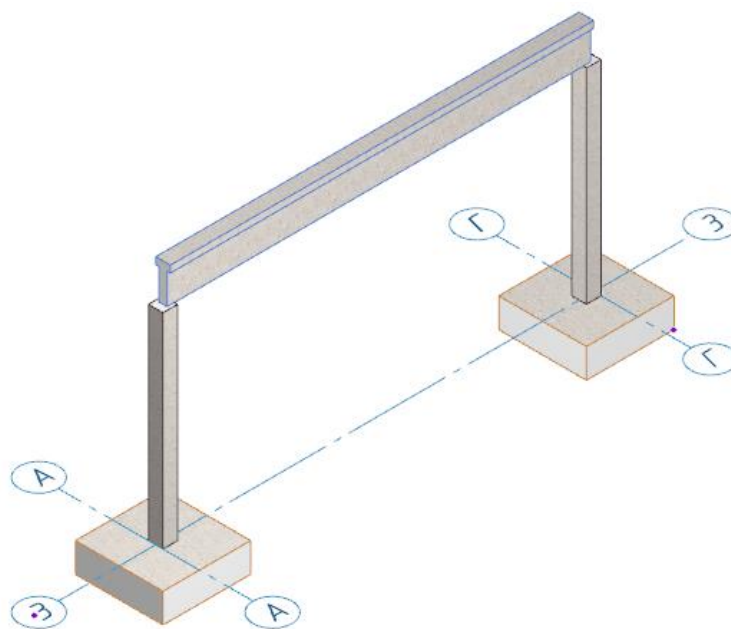


Рис. 2.1. Архітектурна модель поперечної рами

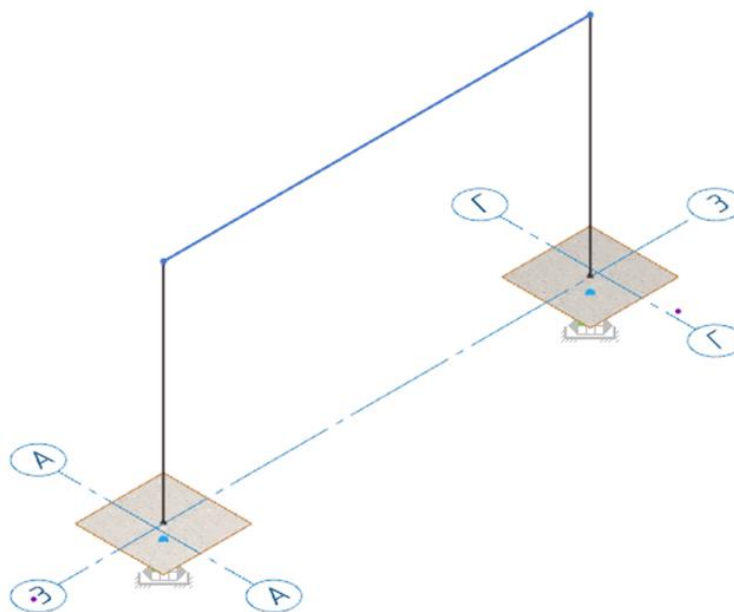


Рис. 2.2. Аналітична модель поперечної рами

2.3.2 Задання статичних навантажень на поперечну раму

Після формування геометричної основи рами було виконано етап збору та безпосереднього задання статичних навантажень. Робота проводилася в окремих розрахункових завантаженнях за допомогою інструменту «Лінійне навантаження», оскільки збір навантажень виконувався на погонний метр довжини балки з урахуванням кроку поперечних рам.

На рис. 2.3 показано перше завантаження на верхню грань таврової балки, що є рівномірно-розподіленим постійним навантаженням. Воно враховує розрахункову вагу покрівлі. Власна вага залізобетонних елементів при цьому генерувалася програмою автоматично на основі заданих перерізів та густини матеріалу.

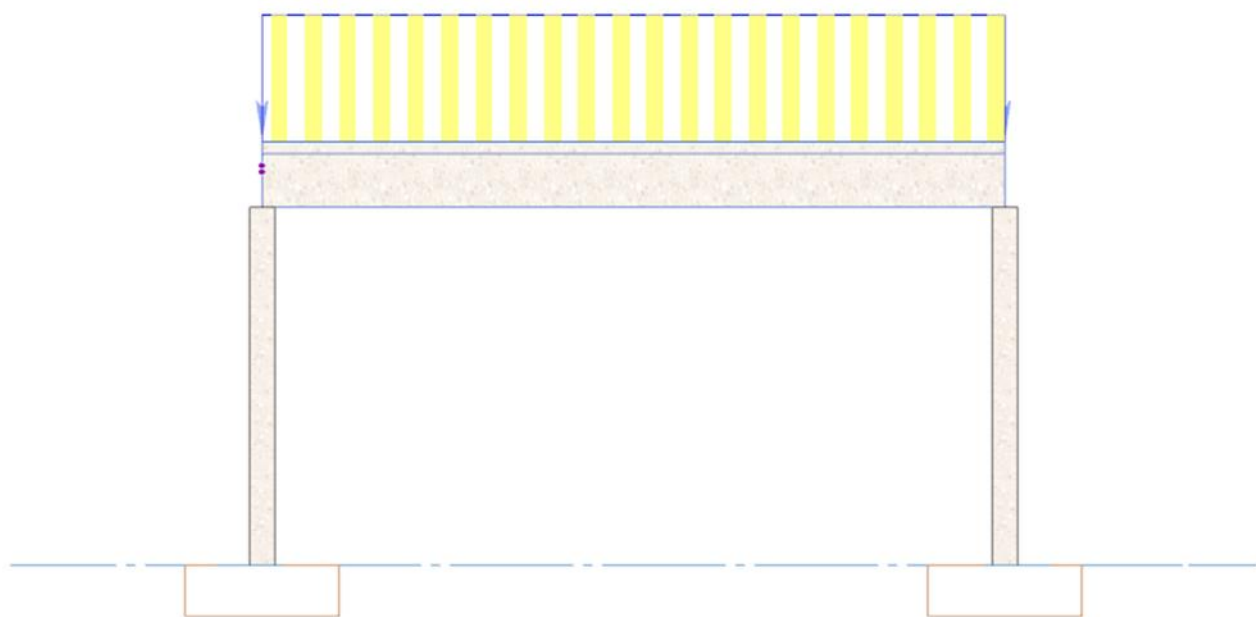


Рис. 2.3. Задання постійного навантаження на поперечну раму

У другому завантаженні (рис. 2.4) було прикладено тимчасове рівномірно-розподілене снігове навантаження.



Рис. 2.4. Задання тимчасового снігового навантаження

Через складність прикладання горизонтального вітрового навантаження на стійки у середовищі LIRA-CAD, етап задання вітрових навантажень було перенесено до розрахункового комплексу LIRA-FEM.

Після експорту аналітичної моделі до LIRA-FEM було задано вітрове навантаження як «вітер зліва» (рис. 2.5) та «вітер справа» (рис. 2.6) у вигляді рівномірно-розподіленого навантаження на стійки.

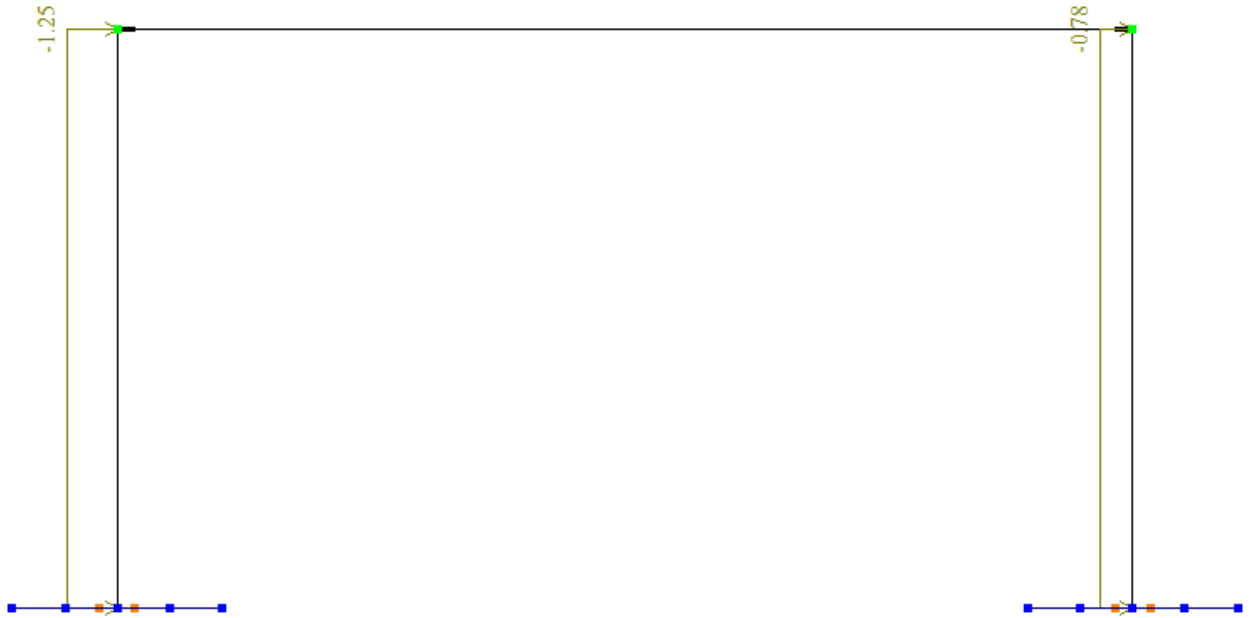


Рис. 2.5. Прикладання вітрового навантаження на поперечну раму «вітер зліва»



Рис. 2.6. Прикладання вітрового навантаження на поперечну раму
«вітер справа»

2.4 Аналіз результатів

2.4.1 Аналіз результатів статичного розрахунку рами в ПК LIRA-FEM

Після повного імпорту геометрії та прикладених навантажень, в розрахунковому комплексі ПК LIRA-FEM було сформовано кінцеву розрахункову схему плоского каркаса та виконано лінійний статичний розрахунок за РСН. На основі обчислень методом скінченних елементів отримано огинаючі епюри максимальних внутрішніх зусиль.

Епюра згинальних моментів M_y (рис.2.7): Максимальний згинальний момент знаходиться у прольоті ригеля, його величина становить 13,0 тс · м. Характер епюри є плавним і симетричним. У місцях спряження з колонами момент наближається до нуля, що підтверджує правильність моделювання.

Огинаюча максимальних за абсолютною величиною значень
Епюра M_y (розрахункові перерізи)
Одиниці виміру - т*м

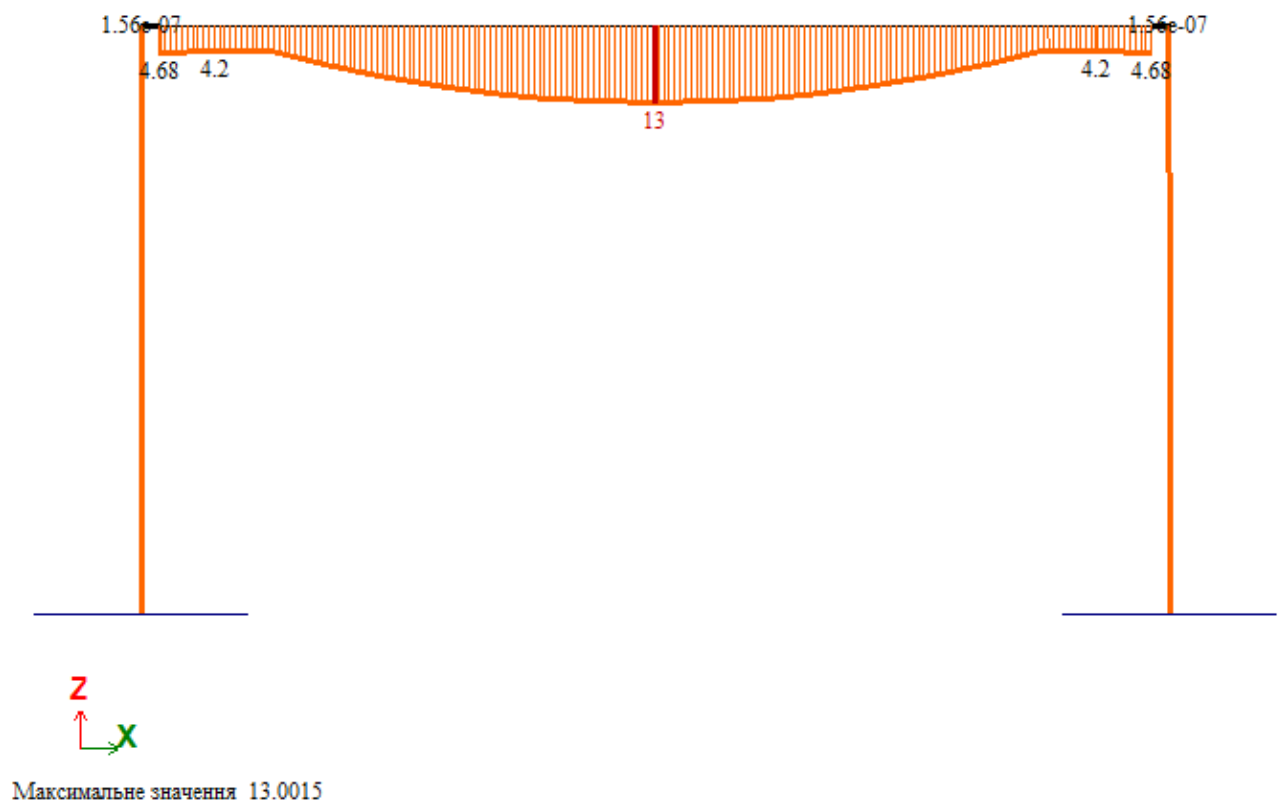


Рис. 2.7. Епюра згинальних моментів M_y

Епюра повздовжніх сил N (рис. 2.8): Найбільше зусилля виникає в залізобетонних стійках рами і становить 7,10 тс по всій їх висоті. Це свідчить про

повну передачу вертикальної ваги від покриття на фундаменти. Повздовжнє зусилля в похилому ригелі становить 0,698 тс.

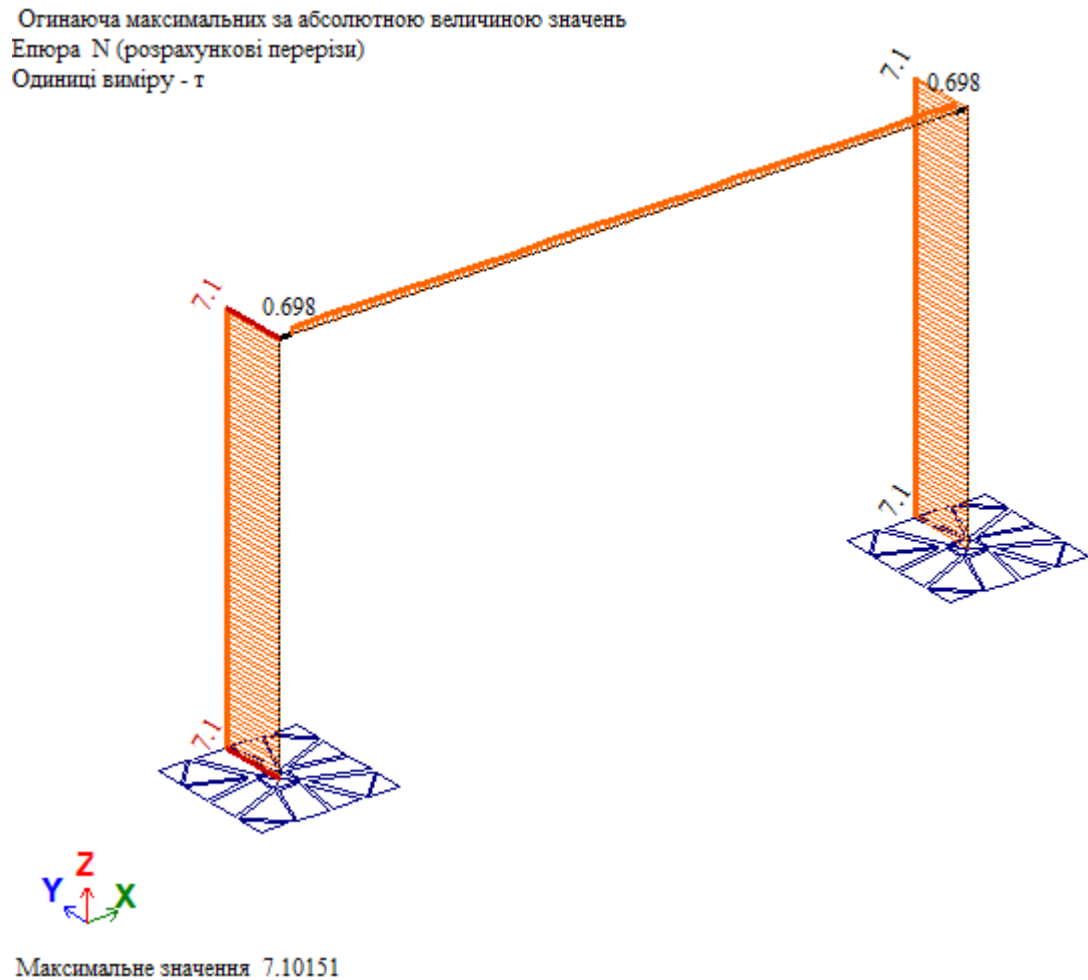


Рис. 2.8. Епюра повздовжніх сил N поперечної рами

Епюра поперечних сил Q_z (рис. 2.9): максимальні поперечні сили виникають на опорних ділянках балки покриття безпосередньо біля стійок і складають 6,78 тс. У напрямку конька значення сили плавно зменшується до 1,02 тс в центрі прольоту. Поперечні зусилля в колонах від дії вертикальних навантажень відсутні.

Огибающая максимальных за абсолютною величиною значений
 Епюра Qz (расчетные перерезы)
 Единицы измерения - т

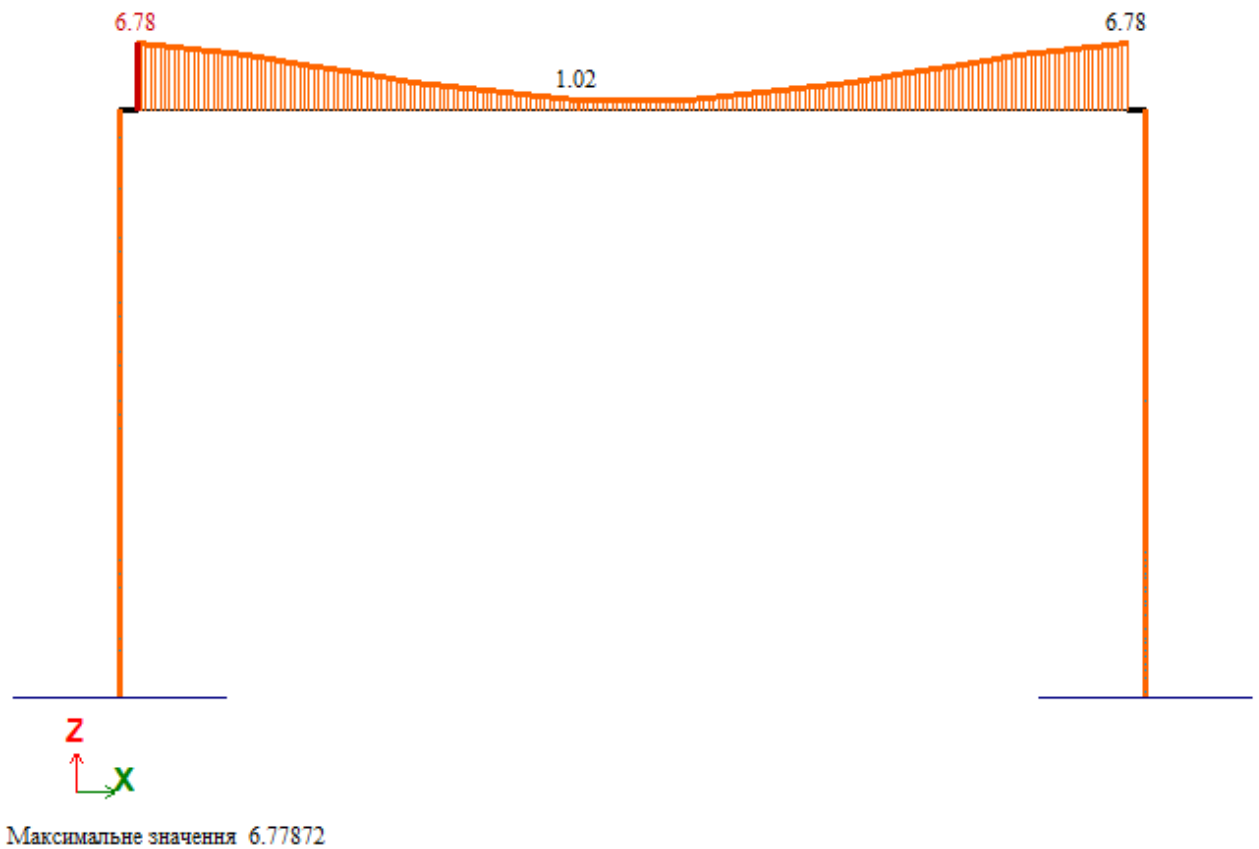


Рис. 2.9. Епюра поперечних сил Q_z поперечної рами

2.4.2 Аналіз деформацій рами за другим граничним станом

Для перевірки жорсткості несучих конструкцій рами та відповідності їх деформацій вимогам другого граничного стану, в ПК LIRA-FEM було виведено мозаїку вертикальних переміщень по осі Z від найнесприятливішого сполучення навантажень (рис. 2.10). Згідно з розрахунковою шкалою, максимальне значення прогину становить 12,9 мм.

Відповідно до норм. [19], гранично допустимий вертикальний прогин $[f]$ для балок покриття при заданому прольоті будівлі $L = 9$ м обчислюється як:

$$[f] = \frac{L}{200} = \frac{9000}{200} = 45 \text{ мм}$$

Зіставлення результатів розрахунку показує, що фактичний деформаційний прогин ригеля значно менший за граничний нормативний допуск:

$$f_{\text{факт}} = 12,9 \text{ мм} \leq [f] = 45 \text{ мм}$$

Отже, жорсткість поперечної рами вівчарника повністю забезпечено, а умови деформативності за другим граничним станом виконано з великим запасом.

2.5 Підбір армування

2.5.1 Автоматизований підбір робочої арматури колон у ПК LIRA-FEM

На завершальному етапі, на основі отриманих розрахункових сполучень навантажень було виконано автоматичний підбір площі перерізу повздовжньої та поперечної арматури елементів каркаса (рис.2.10). Відповідно до норм. [20] та з урахуванням конструктивних вимог [22] було виконане остаточне конструювання залізобетонної колони К 42-1.

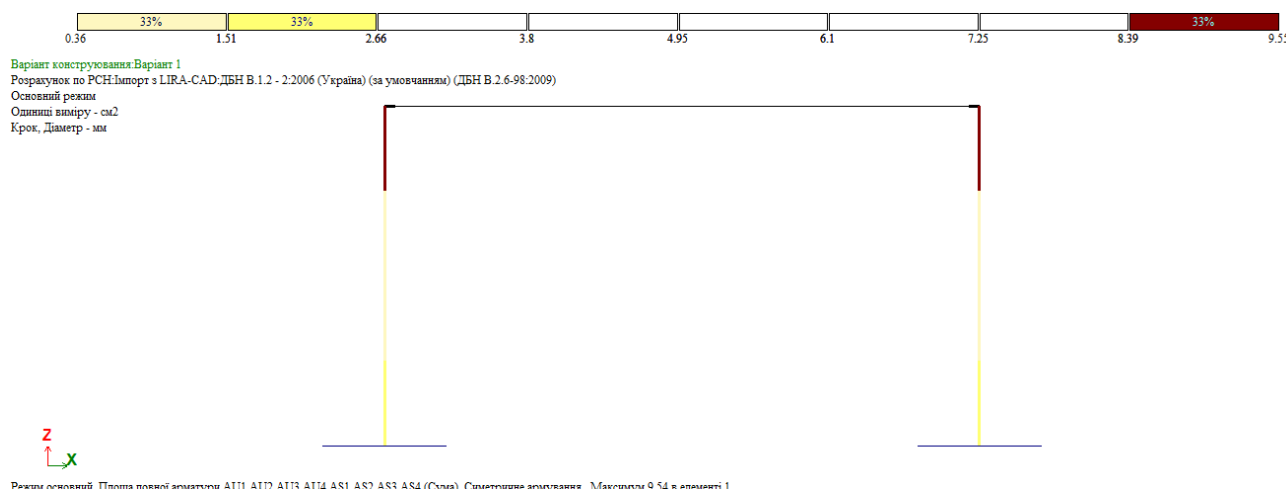


Рис. 2.10. Підбір армування залізобетонної колони

Для повздовжнього робочого армування стійки прийнято 4 стержні діаметром 18 мм класу А400С. Для забезпечення стійкості повздовжніх стержнів та сприймання поперечних зусиль запроектовано замкнуті хомути діаметром 8

мм класу А400С. Як основний конструктивний матеріал прийнято важкий бетон класу С20/25. Специфікацію арматурних виробів зведено в таблицю 2.2:

Таблиця 2.2

Специфікація колони К 42-1					
Марка поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., кг	Примітка
		К 42-1			
		Деталі			
1	ДСТУ 3760:2019	Ø18 А400С L = 4810	4	9,61	38,44
2	ДСТУ 3760:2019	Ø8 А400С L = 1170	22	0,46	10,17
		Матеріали			
		Бетон класу С20/25			0,38 м ³

2.5.2 Аналіз теоретичного підбору арматури балки покриття

У модулі армування було виконано автоматизований підбір площі повздовжньої та поперечної арматури для моделі балки за РСН (рис. 2.11, рис. 2.12).

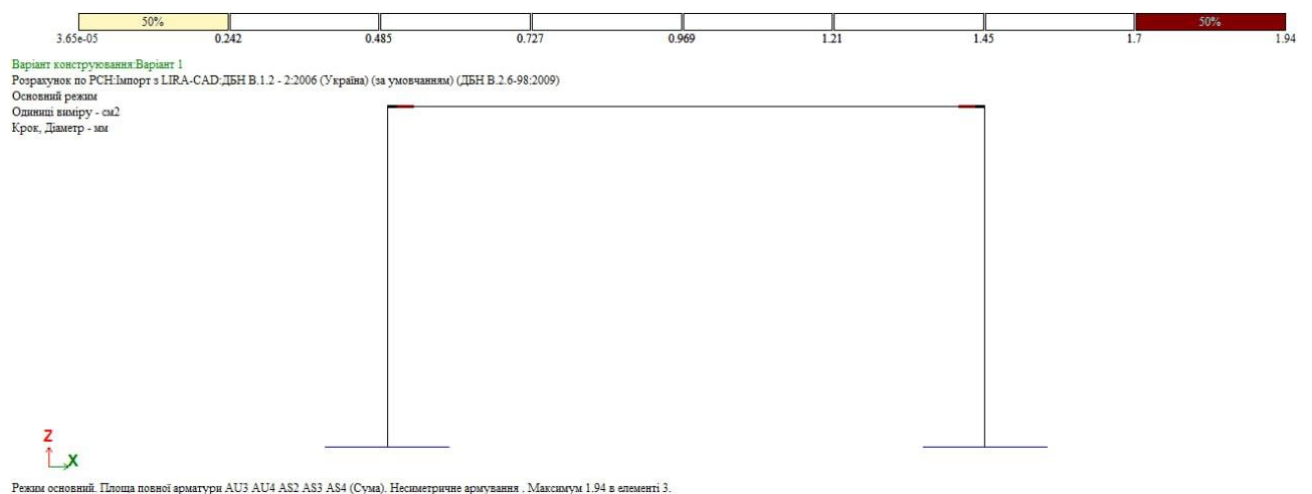


Рис. 2.11. Підбір верхнього армування балки покриття

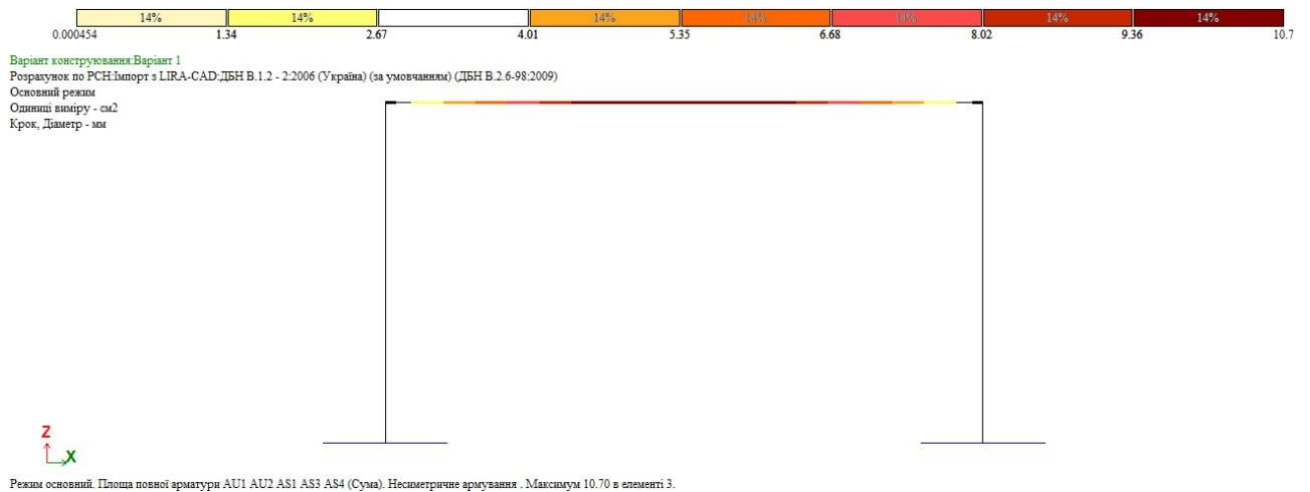


Рис. 2.12. Підбір нижнього армування балки покриття

Отримані значення теоретичної площі арматури є порівняно невеликими та повністю перекриваються несучою здатністю прийнятої типової залізобетонної двосхилої балки. Оскільки підбір у програмі виконувався для еквівалентного таврового перерізу, остаточне робоче армування елемента прийнято за відповідною уніфікованою робочою серією.

Усі конструктивні деталі балки, включаючи розкладку робочих поздовжніх стержнів, встановлення опорних закладних деталей, крок і діаметр хомутів та специфікацію металу, детально представлено на аркуші 3 графічної частини дипломного проекту.

РОЗДІЛ III. ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

3.1 Область застосування

Технологічна карта розроблена на влаштування мастичного гідроізоляційного покриття з холодної бітумно-гумової мастики «TECHNONICOL Aquamast» на основі покрівлі вівчарника.

Технологічна карта встановлює послідовність підготовки основи та улаштування мастичного покрівельного килима у три шари при новому будівництві. Під час виконання гідроізоляційних робіт необхідно керуватися вимогами технологічної карти щодо застосування бітумно-гумової мастики «TECHNONICOL Aquamast».

Властивості бітумно-гумової мастики дозволяє вкладати її по жорстких основах:

- залізобетонних покрівельних плитах;
- цементно-піщаних стяжках;
- асфальтобетонних стяжках;
- металевих профільованих листах;
- інших жорстких основах.

При прив'язці технологічної карти до конкретного об'єкта уточнюються обсяги робіт, калькуляція трудовитрат та графік виконання робіт.

3.2 Організація і технологія виконання робіт

До початку робіт мають бути виконані та прийняті:

- монтаж ребристих залізобетонних плит покриття та замонолічування швів;
- влаштування пароізоляційного шару та утеплення мінеральною ватою;
- інші будівельно-монтажні роботи, зокрема встановлення водостічних воронок, компенсаторів деформаційних швів, патрубків для інженерного обладнання.

Під час виконання робіт із застосуванням бітумно-гумової мастики необхідно дотримуватися вимог державних будівельних норм, правил техніки безпеки, охорони праці та протипожежної безпеки.

Гумово-бітумна мастика «TECHNONICOL Aquamast», що застосовується при виконанні робіт за всіма показниками відповідає вимогам технічних умов виробника ТУ 5775-068-72746455-2012 та вимогам [23] «Покриття будівель і споруд». Відповідність мастики підтверджена сертифікатом відповідності, виданим в установленому порядку відповідно до чинного законодавства України.

Мастика являє собою готову до застосування однорідну масу на основі нафтового бітуму, модифікованого подрібненою гумою, мінеральними наповнювачами та органічним розчинником.

Покриття, виконане з мастики «TECHNONICOL Aquamast», зберігає еластичність і захисні властивості в діапазоні температур експлуатації від -10 °С до +40 °С, має високу адгезію до бетонних і металевих поверхонь, є водонепроникним, атмосферостійким та біостійким. Мастика відповідає вимогам пожежної безпеки згідно з [24].

Умовні позначення мастики в технічній документації та при замовленні: «Мастика бітумно-гумова для покрівлі та гідроізоляції «TECHNONICOL Aquamast» ТУ 5775-068-72746455-2012».

Гумово-бітумна мастика «TECHNONICOL Aquamast» повинна виготовлятися в заводських умовах відповідно до вимог технічних умов виробника, рецептури та технологічного регламенту, затверджених у встановленому порядку.

Мастика повинна відповідати вимогам і нормам, наведеним у таблиці 3.1.

Процес влаштування мастичного покрівельного покриття з використанням гумово-бітумної мастики «TECHNONICOL Aquamast» включає такі операції:

- встановлення в зоні роботи механізмів та інвентарю;
- підготовка цементної стяжки товщиною 40 мм (очищення, вирівнювання, ремонт тріщин і вибоїн);
- сушка основи (при необхідності);
- очищення основи від сміття та пилу;
- ґрунтування основи (при необхідності бітумним праймером «AquaMast»);

- нанесення гумово-бітумної мастики в три шари.

Таблиця 3.1

Вимоги і норми до гумово-бітумної мастики «TECHNONICOL Aquamast»

№	Найменування показника	Норми для мастики «TECHNONICOL Aquamast»
1	Колір	чорний
2	Зовнішній вигляд	в'язка однорідна маса
3	Масова частка нелетких речовин, %, в межах	73-93
4	Міцність зчеплення (адгезія) з бетоном, МПа, не менше	0,1
5	Міцність зчеплення (адгезія) з металом, МПа, не менше	0,1
6	Умовна міцність при розтягуванні, МПа	0,2
7	Відносне видовження при розриві, %, не менше	100
8	Водопоглинання за 24 год, % за масою, не більше	2,0
9	Теплостійкість протягом 2 год, °С, не нижче	80
10	Гнучкість на стержні діаметром 5 мм при температурі –5 °С	без тріщин
11	Водонепроникність при тиску 0,001 МПа протягом 72 год	витримує
12	Час висихання до ступеня 3 при +20 °С, год, не більше	24
13	Біостійкість	біостійка

По закінченню робіт з підготовки основи складається акт приймання основи.

Підготовка основи під влаштування мастичного покриття виконується після повного висихання та набору міцності цементної стяжки товщиною 40 мм. Для очищення поверхні стяжки від пилу, сміття та слабкозв'язаних частинок використовується компресор (типу СО-62 або аналогічний). Машина (компресор) застосовується на покрівлях з ухилом до 15 %.

Зона обслуговування та розміри захваток визначаються конструктивними розмірами будівлі. Як правило, роботи ведуться захватками шириною 2-3 м.

Підготовка основи здійснюється в такій послідовності:

- 1) Поверхню цементної стяжки очищають від пилу та сміття стисненим повітрям;
- 2) При необхідності видаляють слабкозв'язані частинки скребком або щіткою;
- 3) Перевіряють рівність поверхні (відхилення не більше 5 мм на 2 м).

Після механізованого очищення основи проводиться візуальний контроль стану цементної стяжки. При виявленні тріщин, вибоїн або нерівностей більше 5 мм виконується їх локальне вирівнювання цементно-піщаним розчином або ремонтною сумішшю. Кромки тріщин і вибоїн попередньо розширюють і ґрунтують.

Виправлення пошкоджених ділянок основи та підготовка місць примикань здійснюється наступним чином:

- замонолічуються шви між ребристими плитами покриття (якщо вони не були замонолічені раніше) (рис.3.1);
- місця примикань покрівлі до парапетів, труб, водоприймальних воронок, металоконструкцій та інших елементів ретельно очищаються та при необхідності армуються склотканиною або склосіткою з просоченням бітумним праймером «AquaMast».

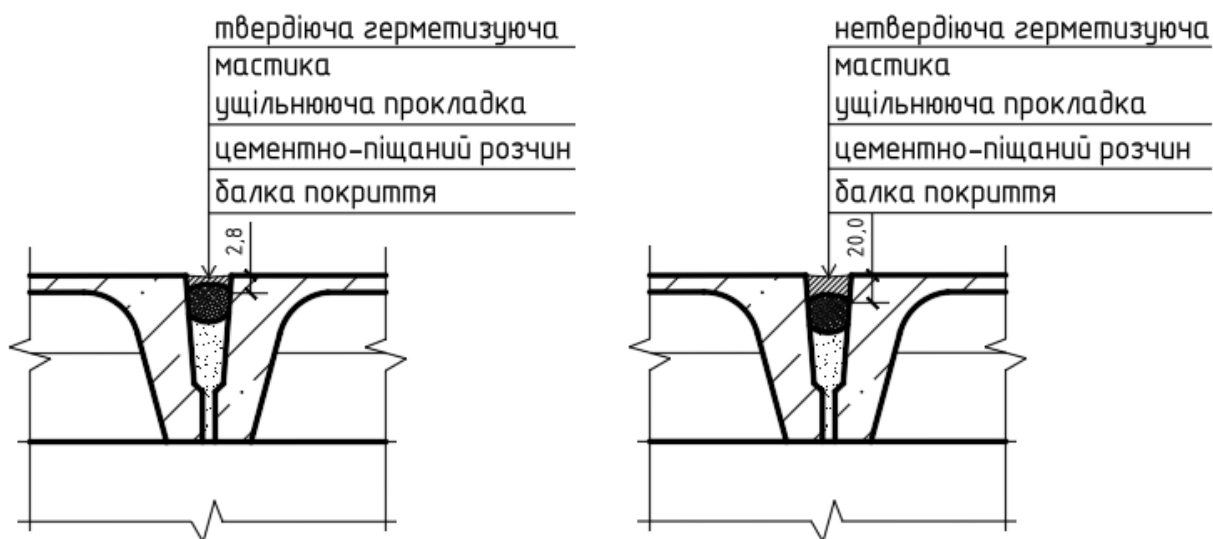


Рис. 3.1. Конструктивні рішення герметизації швів плит покриття

Якщо поверхня цементної стяжки не відповідає вимогам проєкту (наявність пилу, масляних плям, вологи), її додатково вирівнюють і ґрунтують перед нанесенням мастики.

Після влаштування цементної стяжки товщиною 40 мм основа покрівлі повинна бути висушена до вологості не більше 5 %. Для сушіння основи при необхідності застосовується спеціальна машина для сушіння покрівельних основ марки СО-107 (або аналогічна). Використання такої машини забезпечує високу якість підготовки поверхні під нанесення мастики. Зона обслуговування машини та розміри захваток визначаються конструктивними розмірами будівлі вівчарника.

Очищення основи (цементної стяжки) від сміття і пилу виконується за допомогою стисненого повітря. Для цього слід застосовувати компресор СО-62 або аналогічний.

Роботи з влаштування мастичного покриття з гумово-бітумної мастики «TECHNONICOL Aquamast» виконуються відповідно до схеми організації робіт на захватці, яка зображена листі 3 цього дипломного проєкту. Для нанесення мастики використовуються ручні валики, щітки або механізоване обладнання (розпилювач для холодних бітумно-гумових мастик).

При влаштуванні мастичного покриття на новій цементній стяжці особливу увагу приділяють якості підготовки основи та місцям примикань. Кількість шарів мастики, необхідність армування та порядок робіт визначаються проєктною документацією. Місця спряжень і примикань (до парапетів, труб, водоприймальних воронок, металоконструкцій) повинні бути ретельно очищені та підготовлені.

Влаштування мастичного покриття виконується нанесенням трьох шарів гумово-бітумної мастики «TECHNONICOL Aquamast» загальною товщиною не менше 3,0 мм. Поверхня цементної стяжки попередньо очищається від пилу, слабкозв'язаних частинок і сторонніх включень. При необхідності нерівності та пониження виправляються ремонтною сумішшю або цементно-піщаним розчином (крім вапняних). Мастика наноситься рівномірно на всю поверхню

покрівлі, включаючи примикання та вертикальні ділянки. Влаштування примикання покрівлі зображено на рисунках 3.2 та 3.3. Особливо ретельно обробляються водоприймальні воронки внутрішнього водостоку, не допускаючи, щоб рівень мастики біля воронки перевищував рівень прилеглої поверхні покрівлі.

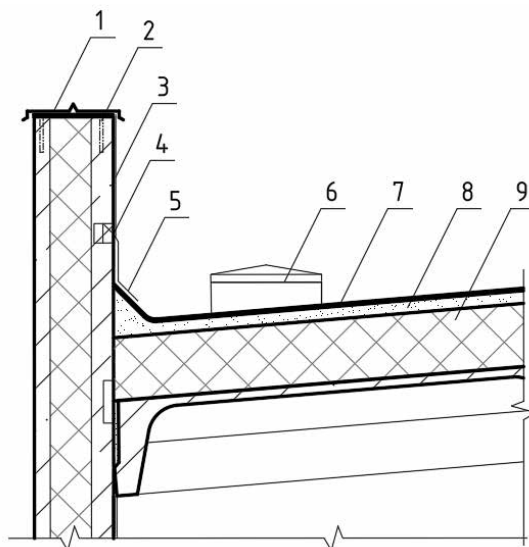


Рис. 3.2. Влаштування примикання покрівлі до високого парапету в місцях деформаційних швів: 1 – парапетний камінь; 2 – дюбель; 3 – цементна штукатурка; 4 – дерев’яна пробка; 5 – фартух; 6 – водоприймальна лійка; 7 – шари мастики; 8 – цементно-піщана стяжка; 9 – утеплювач

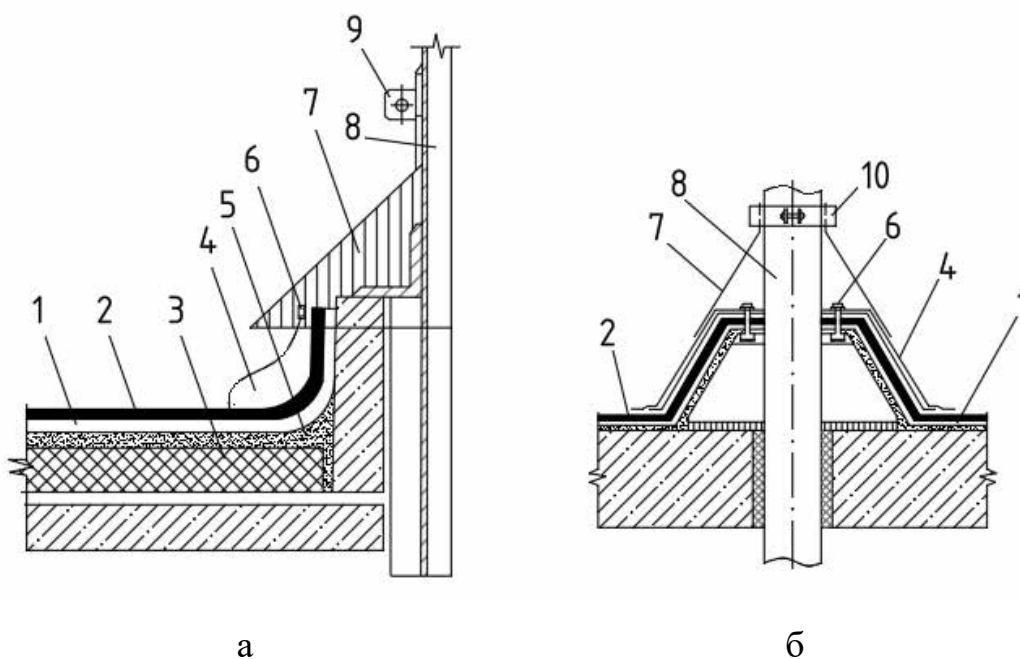


Рис. 3.3. Вузол примикання покрівлі в місцях проходів інженерних комунікацій

- а – при діаметрі труб 100 мм і більше; б – при діаметрі труб до 100 мм
 1 – армуюча прокладка зі скломатеріалу; 2 – шари мастики; 3 – утеплювач;
 4 – фартух; 5 – стяжка; 6 – дюбель; 7 – зонг; 8 – труба; 9 – стяжний болт;
 10 – хомут

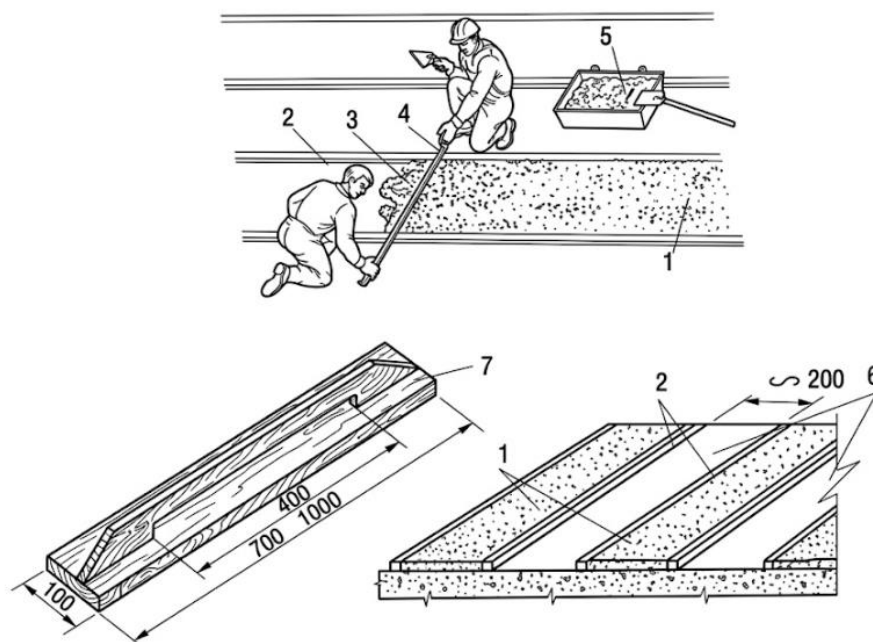


Рис. 3.4. Схема влаштування цементно-піщаної стяжки

- 1 – цементно-піщаний розчин; 2 – рейка-обмежувач ширини смуги укладання розчину; 3 – укладальний розчин; 4 – розрівнююча рейка-правило; 5 – ємність з розчином; 6 – зони наступної укладки; 7 – напівтерок для розрівнювання та згладжування розчину

Влаштування мастичного покриття з гумово-бітумної мастики TECHNONICOL Aquamast на підготовленій цементній стяжці товщиною 40 мм полягає в нанесенні трьох шарів мастики загальною товщиною не менше 3,0 мм.

Підготовка поверхні цементної стяжки полягає в її очищенні від пилу, сміття та слабкозв'язаних частинок. При необхідності вирівнювання понижених місць виконується ремонтною сумішшю або цементно-піщаним розчином (крім вапняних). Відновлюються всі місця примикань з ретельним очищенням та армуванням склотканиною або склосіткою. Нанесення мастичного покриття починається з місць примикань і водоприймальних воронок, а потім наноситься на всю поверхню покрівлі.

При влаштуванні мастичного покриття на цементній стяжці або інших жорстких основах (металеві профільовані листи тощо) мастика наноситься суцільним шаром. При частковому армуванні (в місцях примикань, деформаційних швів) використовується склотканина або склосітка. При повному армуванні шар мастики товщиною не менше 1,5 мм наноситься на всю поверхню покрівлі.

При виконанні робіт з влаштування мастичного покриття слід враховувати можливість випадання опадів у вигляді дощу та злив. У такому разі роботи організовуються невеликими захватками в межах змінної продуктивності бригади, не допускаючи одночасного оголення великих ділянок основи.

При необхідності виправлення або додаткового влаштування цементної стяжки товщиною 40 мм цементно-піщаний розчин подається розчинонасосом. Стяжка укладається смугами шириною 2 м і довжиною 6 м з заповненням через одну (рис. 3.4). Після схоплювання розчину заповнюють пропущені смуги, при цьому краї готових смуг служать маяками, а початкові маячні рейки обов'язково видаляються.

При необхідності виправлення або додаткового влаштування цементної стяжки товщиною 40 мм цементно-піщаний розчин подається розчинонасосом.

При ухилі покрівлі до 15 % смуги розташовуються поперек скату, а при ухилі більше 15 % – по скату. Розчин укладають спочатку на найбільш віддалені ділянки, поступово відступаючи до місця подачі розчину. Для розрівнювання розчину використовуються правила або віброрейки. Після вилучення маячних рейок утворюються температурно-осадочні шви розміром не більше 6×6 м. Заробка температурно-осадочних швів наведена на рис. 3.1.

Після закінчення всіх покрівельних робіт необхідно виконати вимоги екологічної чистоти: всі залишки мастики, бітумних матеріалів та упаковки ретельно зібрати в ємності або контейнери, опустити на землю і вивезти у спеціально відведені місця для утилізації.

Таблиця 3.2

Матеріально-технічні ресурси

№	Найменування	Марка, технічна характеристика, нормативний документ	Кількість	Призначення
1	Компресор передвижний	СО-62 (СО-7А) або аналог	1	Очищення цементної стяжки від пилу та сміття
2	Машина для сушіння основи	СО-107 (СО-106) або аналог, продуктивність 50 м²/год	1	Сушка цементної стяжки
3	Підйомник телескопічний	ТП-14 або аналог, висота підйому до 27 м	1	Підйом та подача матеріалів
4	Шпатель-скребок	ДСТУ Б В.2.8-22:2009 або ТУ 22-3059	2	Очищення основи від слабкозв'язаних частинок
5	Шпатель сталевий	Тип ШД-45, ДСТУ Б В.2.8-22:2009	2	Очищення та вирівнювання основи
6	Лопата	ДСТУ 8973:2020	2	Очищення від сміття
7	Відро	ДСТУ 19596	2	Очищення від сміття
8	Захисні окуляри	ДСТУ EN 166:2017	2	Захист очей
9	Респіратор	ДСТУ EN 149:2017 (FFP2 або FFP3)	2	Захист органів дихання
10	Пояс запобіжний	—	2	Безпечне ведення робіт на висоті
11	Аптечка індивідуальна	ДСТУ 3961-2000	1	Надання першої медичної допомоги
12	Валик малярний	—	4-6	Нанесення мастики

3.3 Вимоги до якості та приймання робіт

Контроль якості робіт з влаштування мастичного покриття повинен здійснюватися спеціальними службами будівельної організації, оснащеними

необхідними технічними засобами, що забезпечують достовірність і повноту контролю.

Контроль якості робіт повинен включати:

- вхідний контроль робочої документації, конструкцій, матеріалів та обладнання;
- операційний контроль виконання окремих операцій при влаштуванні мастичного покриття;
- приймальний контроль виконаної покрівлі.

При вхідному контролі робочої документації перевіряється її комплектність та достатність технічної інформації для виконання робіт.

При вхідному контролі будівельних конструкцій, матеріалів та обладнання проводиться зовнішній огляд на відповідність вимогам нормативних документів, проектної документації, а також наявність паспортів якості, сертифікатів відповідності та інших супровідних документів.

Операційний контроль здійснюється в процесі виконання робіт і забезпечує своєчасне виявлення відхилень та дефектів з подальшим їх усуненням і запобіганням.

Результати операційного контролю фіксуються в журналі виконання робіт.

Основними документами при операційному контролі є вимоги [23] «Покриття будівель і споруд» та [25] «Настанова з улаштування та експлуатації дахів будинків, будівель і споруд».

При надходженні мастичних матеріалів на об'єкт їх зразки перевіряються в акредитованій лабораторії на відповідність фізико-механічних показників паспортним (сертифікатним) даним.

При прийманні виконаних робіт проводиться візуальне обстеження покрівлі. Особлива увага звертається на якість місць примикань покриття до різних конструкцій: виходів на дах, примикань до стін, парапетів, оголовків вентиляційних блоків, водоприймальних воронок тощо.

Перевіряється відсутність протікань, застійних зон, пухирів, тріщин, відшарувань мастичного покриття, а також стан водоприймальних воронок, парапетів та інших елементів.

За результатами обстеження складається акт приймання-передачі виконаних робіт.

Контроль якості робіт наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Контроль якості

Наймен. процесу, що підлягає контролю	Предмет контролю	Інструмент і спосіб контролю	Час контролю	Відповідальний контролер	Технічні критерії оцінки якості
1	2	3	4	5	6
Підготовка поверхні основи (цементної стяжки)	Рівність поверхні, відсутність пилу, сміття, тріщин, вологих і масляних плям	Контрольна рейка 2 м, візуально	До початку робіт	Майстер	Відхилення не більше 5 мм на 2 м. Вологість основи $\leq 5\%$
Ґрунтування основи	Рівномірність нанесення праймера, відсутність пропусків	Візуально	В процесі робіт	Майстер	Суцільне покриття без пропусків
Нанесення мастики (кожен шар)	Якість мастики, рівномірність і товщина шару	Візуально, мокрий товщиномір	В процесі робіт	Майстер	Шар суцільний, без розривів, товщина 1,0–1,5 мм
Армування примикань	Наявність і якість армуючого матеріалу (склотканина / склосітка)	Візуально	В процесі робіт	Майстер	Армування виконане по всій ширині примикання
Загальна товщина мастичного покриття	Товщина всіх шарів	Голковий щуп, техн. огляд. Не менше 5 вимірювань на кожні 7–100 м ²	Після закінчення робіт	Майстер / інженер технагляду	Не менше 3,0 мм

Кінець таблиці 3.3

Зовнішній вигляд покриття	Відсутність пухирів, тріщин, відшарувань, напливів	Візуально	Після висихання останнього шару	Майстер	Покриття гладке, однорідне, без дефектів
Водонепроникність	Відсутність протікань	Заливання водою (24 год) або випробування на герметичність	При прийманні	Комісія	Водонепроникне

Контроль якості здійснюється відповідно до [23] та [25].

3.4 Техніко-економічні показники

Значення витрат праці (люд.-год.), виробітку на одного робітника за зміну (m^2) розраховуються вцілому на загальний обсяг покрівельних робіт або за елементами конструкції на підставі калькуляції, виходячи з нормативних витрат праці.

Таблиця 3.4

Калькуляції трудозатрат

№	Нормативне обґрунтування	Назва процесу	Одиниці вимірювання	Об'єм робіт	Трудоємність люд.-год.	
					норм.	прийм.
1	КНУ РЕКН6 12-5-2	Підготовка та очищення цементної стяжки	100 m^2	4,54	2,80	12,71
2	КНУ РЕКН6 12-5-2	Грунтування основи	100 m^2	4,54	7,05	32,00
3	КНУ РЕКН6 12-5-2	Армування примикань склотканиною	100 m^2	0,42	66,36	27,87
4	КНУ РЕКН6 12-5-2	Нанесення трьох шарів мастики	100 m^2	4,54	38,05	172,75

3.5 Техніка безпеки і охорона праці, екологічна і пожежна безпека

3.5.1 Техніка безпеки і охорона праці

При виконанні робіт з влаштування мастичного покриття необхідно дотримуватися вимог:

- ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення»;
- ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги»;
- ДСТУ-Н Б В.2.6-214:2016 «Настанова з улаштування та експлуатації дахів»;
- інструкцій з експлуатації обладнання, що застосовується.

Допуск робітників до виконання покрівельних робіт дозволяється тільки після огляду прорабом або майстром спільно з бригадиром справності несучих конструкцій покрівлі, огорож та засобів колективного захисту.

При виконанні робіт на покрівлі з ухилом більше 20° робітники зобов'язані застосовувати запобіжні пояси або системи утримання від падіння. Місця закріплення запобіжних поясів повинні бути заздалегідь вказані майстром або прорабом.

Для проходу робітників по покрівлі з ухилом більше 20°, а також на покрівлі, що не розрахована на навантаження від ваги людей, необхідно влаштовувати трапи шириною не менше 0,3 м з поперечними планками для упору ніг. Трапи під час роботи повинні бути надійно закріплені.

Розміщення матеріалів на покрівлі дозволяється тільки в місцях, передбачених проєктом виконання робіт, з вжиттям заходів проти їх падіння, у тому числі від дії вітру. Не допускається зберігання на покрівлі матеріалів у кількості, що перевищує потребу для роботи на даній ділянці.

Не допускається виконання робіт з влаштування покрівлі під час ожеледиці, туману, що виключає видимість у межах фронту робіт, грози та вітру зі швидкістю 15 м/с і більше.

Заготовка елементів і деталей покриття безпосередньо на покрівлі не допускається.

До виконання робіт з влаштування покрівлі допускаються особи не молодше 18 років, які мають відповідну кваліфікацію, пройшли навчання безпечним методам і прийомам праці та мають відповідні посвідчення.

Робітники, зайняті на влаштуванні покрівлі, повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту в кількості не нижче встановлених норм.

На робочих місцях повинні бути питна вода та аптечка для надання першої медичної допомоги.

У разі відсутності зовнішніх будівельних лісів територія навколо будівлі, де виконуються покрівельні роботи, повинна бути огорожена для запобігання доступу сторонніх осіб у зону можливого падіння матеріалів, інструменту та тари.

Після закінчення зміни, а також на час перерв у роботі всі залишки мастики, матеріалів, пристосувань, інструменту та сміття повинні бути прибрані з покрівлі. Скидання матеріалів і інструменту з покрівлі категорично забороняється.

3.5.2 Пожежна безпека

Місця виконання робіт з влаштування мастичного покриття повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» та Правил пожежної безпеки в Україні.

На об'єкті має бути призначена відповідальна особа за збереження, справність і готовність до використання первинних засобів пожежогасіння.

Усі працівники, зайняті на покрівельних роботах, зобов'язані вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння.

Перед початком робіт територія об'єкта повинна бути підготовлена з визначенням місць встановлення побутових приміщень, місць складування матеріалів та легкозаймистих матеріалів відповідно до проекту виконання робіт.

Противопожежні двері та виходи на покрівлю повинні бути справними. Під час проведення робіт вони повинні бути зачинені, але не замкнені. Проходи та підступи до евакуаційних виходів і стаціонарних пожежних драбин повинні бути постійно вільними.

3.5.3 Екологічна безпека

При влаштуванні мастичного покриття всі залишки мастики, обрізки матеріалів, упаковка та інші відходи повинні видалятися на спеціально підготовлену площадку для збирання відходів. Улаштовувати звалища горючих відходів на території будівельного майданчика забороняється.

Після закінчення робочої зміни не допускається залишати мастичні матеріали, горючий утеплювач та інші горючі речовини всередині будівлі, на покрівлі або в протипожежних розривах.

Мастичні матеріали, горючий утеплювач та інші горючі речовини і матеріали, що використовуються під час робіт, необхідно зберігати поза будівлею – в окремо розташованій споруді або на спеціально відведеній площадці, обладнаній відповідно до вимог пожежної безпеки.

Вміст шкідливих речовин у робочій зоні не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій, установлених санітарними нормами.

Таблиця 3.5

Технічні характеристики машин, які використовуються при влаштуванні мастичного покриття

№	Показники	Компресор СО-62
1	Продуктивність, м ³ /хв	0,5
2	Робочий тиск, бар	6
3	Компресор	Поршневий з вертик. циліндрами
4	Число циліндрів	2
5	Клапани	Пластинчасті смугові
6	Система охолодження	Повітряна
7	Система змащення	Розбризкуванням
8	Повітряні фільтри	Сітчасті, змочені в маслі
9	Двигун:	Трифазний короткозамкнений
10	марка	АТ-2-41-4
11	потужність, кВт	4

Кінець таблиці 3.5

12	швидкість обертання, об/хв	1420
13	напруга струму, В	220/380
14	Число роздавальних елементів	2
	Габарити станції, мм:	
15	– довжина	900
16	– ширина	580
17	– висота	160
18	Маса станції (суха), кг	160
		Машина для сушіння СО-107
	Продуктивність:	
1	При сушінні	50
2	При видаленні льоду товщ. 1-1,5 мм	100
3	Продуктивність вентилятора, м³/год	2000
4	Витрата палива, л/год	20
5	Місткість бака, л	30
6	Габарити, мм	1770×945×1150
7	Маса, кг	135

РОЗДІЛ IV. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

4.1 Визначення планової тривалості будівництва об'єкта

Тривалість зведення житлових будівель визначається відповідно до положень ДСТУ Б А.3.1-22:2013 «Визначення тривалості будівництва об'єктів». Цей нормативний документ надає методику для розрахунку часу, необхідного для зведення об'єктів, з урахуванням їх розмірів та інших характеристик.

4.1.1 Визначення тривалості будівництва об'єктів за усередненими показниками

Усереднені показники тривалості будівництва, наведені в додатку А ДСТУ Б А.3.1-22:2013, визначені на основі узагальнення статистичних даних щодо зведення окремих об'єктів, будівництво яких здійснювалось та було завершено в Україні [27].

Усередненими показниками тривалості будівництва об'єктів передбачено виконання робіт основними будівельними машинами та механізмами у дві зміни, а інших робіт – в середньому у півтори зміни [27].

Схема розрахунку тривалості будівництва усереднених показників тривалості будівництва та коригуючих коефіцієнтів представлена в дод. Б, норм. [27].

Визначаємо ключові показники та коефіцієнти, які потрібні для розрахунку значення T_6 :

Усереднений показник тривалості будівництва згідно з дод. А, норм [27], приймаємо за об'єкт будівництва «Склад, одноповерхова будівля заввишки 6 м. Складська площа 1200 м^2 , складський об'єм 7200 м^3 » для будинків зі збірним каркасом з стінових навісних панелей, відповідно загальна тривалість будівництва об'єкта $T_c = 6$ місяців;

Коефіцієнт K_1 обчислюємо за формулою (2), норм [27]:

$$K_1 = K_{11} \cdot K_{12} \cdot K_{13} = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,21 = 1,464, \quad (4.1)$$

Для розрахунку коефіцієнта K_1 приймаємо значення коефіцієнтів:

$K_{11} = 1,1$ (будівництво в ґрунтах з особливими властивостями згідно з ДБН В.2.1-10-2018);

$K_{12} = 1,1$ (будівництво в сейсмонебезпечних умовах);

K_{13} визначаємо за формулою (3), норм [27]:

$$K_{13} = 1 + (P_1 + P_2 + P_3) = 1 + (0,06 + 0,15) = 1,21, \quad (4.2)$$

Для розрахунку коефіцієнта K_{13} приймаємо значення коефіцієнтів:

$P_1 = 0,06$ (наявні зелені насадження, які не можуть бути видалені);

$P_2 = 0,15$ (наявне на території будівельного майданчика інженерних мереж);

$P_3 = 0$ (відсутній інтенсивний рух транспорту та пішоходів поблизу місця проведення робіт).

Коефіцієнт K_2 приймаємо рівним 1.0, бо зведення будинку відбувається на збірному залізобетонному фундаменті.

Коефіцієнт K_3 приймаємо рівним 1.25, бо прийнято виконувати роботу в 3 зміни.

Підставляємо коефіцієнти у формулу (1) та визначаємо тривалість будівництва T_6 у місяцях:

$$T_6 = \frac{6 \cdot 1,464 \cdot 1,0}{1,25} = 7,03 \text{ міс.}$$

4.2 Календарний графік виконання робіт

Календарний графік – один із найважливіших документів у цьому розділі, тому що він координує всі будівельні процеси за часом і послідовністю. Він показує, які роботи, в які дні й якими бригадами мають виконуватися на об'єкті. При складанні цього графіка була врахована загальна трудомісткість (людино-години), щоб будівництво йшло безперервно.

Усі процеси в графіку розписані за чіткою технологічною логікою. Спочатку проводять підготовчі роботи, потім виконуємо земляні роботи та монтуємо фундамент. Далі йде зведення каркасу будівлі, монтаж плит покриття і влаштування покрівлі, щоб захистити приміщення від дощу. Останніми етапами є заливка підлоги, оздоблювальні, сантехнічні та електромонтажні роботи та підключення внутрішнього обладнання.

Календарний графік виконання робіт, техніко-економічні показники та графік руху робочої сили зображені на листі 6 графічної частини дипломного проєкту.

4.3 Специфікація збірних елементів будівлі

Для того, щоб правильно організувати роботу на майданчику, розрахувати скільки часу піде на будівництво, і дізнатися, які потрібні крани чи машини, спочатку треба чітко розібратися з обсягами робіт. Для цього було складено специфікацію всіх збірних елементів будівлі (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Специфікація збірних елементів

Найменування елементів	Об'єм бетону, м ³	Маса одного елемента, т	Кількість, шт.	Маса усіх елементів
1	2	3	4	5
Фундаменти				
Ф-1	1,4	3,5	11	38,5
Ф-2	1,73	4,325	5	21,625
Ф-3	0,64	1,6	8	12,8
Ф-4	3,19	7,975	2	15,95
Ф-5	2,59	6,475	1	6,475
Разом:				95,35
Фундаментні балки				
ФБ-1	0,72	1,8	18	32,4
ФБ-2	0,36	0,9	4	3,6
ФБ-3	0,25	0,625	4	2,5
Разом:				38,5
Колони				
К 42-1	0,45	1,125	16	18
К 36-1	0,396	0,99	6	5,94
Разом:				23,94
Фахверкові стійки				
ФС 42-1	0,313	0,783	8	6,264
ФС 36-1	0,275	0,688	8	5,504
Разом:				11,768
Балки покриття				
Б-1	1,43	3,575	8	28,6
Б-2	0,9	2,25	4	9
Разом:				13,375
Плити				
П-1	0,76	1,90	42	79,8

Кінець таблиці 4.1

П-2	1,18	2,95	8	23,6
Разом:				103,4
Тришарові панелі				
ПСТ-60.18.25	2,7	3,24	15	48,6
ПСТ-30.18.25	1,35	1,62	6	9,72
ПСТ-20.18.25	0,9	1,08	2	2,16
ПСТ-12.18.25	0,54	0,65	10	6,5
ПСТ-6.18.25	0,27	0,32	12	3,84
ПСТ-60.12.25	1,8	2,16	29	62,64
ПСТ-30.12.25	0,9	1,08	4	4,32
ПСТ-20.12.25	0,6	0,72	2	1,44
ПСТ-15.12.25	0,45	0,54	4	2,16
ПСТ-61.18.35	3,843	3,29	2	6,58
ПСТ-60.18.35	3,78	3,24	5	16,2
ПСТ-60.12.35	2,52	2,16	3	6,48
ПСТ-21.18.35	1,323	1,13	4	4,52
ПСТ-21.12.35	0,882	0,76	4	3,04
ПСТ-20.18.35	1,26	1,08	2	2,16
ПСТ-20.12.35	0,84	0,72	2	1,44
ПСТ-12.18.35	0,756	0,65	1	0,65
ПСТ-6.18.35	0,378	0,32	2	0,64
Разом:				183,09

4.3 Вибір і розрахунок монтажного крана

4.3.1 Загальна інформація

Процес монтажу великогабаритних конструкцій на будівельному майданчику потребує застосування сучасної техніки, і одним з найважливіших її видів є монтажні крани. Вибір підходящого крана є дуже важливим етапом підготовки будівельних робіт, адже від нього залежить не тільки ефективність монтажу, а й безпека всіх працівників на об'єкті.

У цьому підрозділі розглядаються основні принципи підбору монтажного крана для встановлення збірних елементів будівлі. Для цього враховуються його технічні характеристики, такі як вантажопідйомність, висота підйому, виліт стріли, а також умови роботи на конкретному будівельному майданчику. Розрахунок крана проводиться з метою забезпечити максимальну

продуктивність і безпеку під час виконання монтажних робіт. Розрахунок виконуємо згідно з норм. [26].

4.3.2 Вантажопідйомність крана

Вантажопідйомність крана визначаємо за такою формулою:

$$Q_{кр} = Q_{ел} + Q_{стр}, \quad (4.3)$$

де $Q_{ел}$ – маса найважчого елемента, $Q_{ел} = 7,975$ т (Ф-4);

$Q_{вз}$ – маса монтажного пристосування, $Q_{вз} = 0,15$ т (чотиригілковий строп).

$$Q_{кр} = 7,975 + 0,15 = 8,125 \text{ т}$$

4.3.3 Висота підйому гака

Висоту підйому гака знаходимо наступним чином:

$$H_{кр} = h_0 + h_3 + h_{ел} + h_{вз}, \quad (4.4)$$

де h_0 – перевищення опори монтованого елемента над рівнем стоянки крана, $h_0 = 5,280$ м (відмітка опори низу П-1);

h_3 – запас по висоті, який необхідний для безпечного заведення конструкції в монтажне положення або для перенесення її через вже змонтовані конструкції, $h_3 = 0,5$ м;

$h_{ел}$ – висота елемента в монтажному положенні, $h_{ел} = 0,3$ м (висота П-1);

$h_{вз}$ – висота вантажозахватного пристрою, відстань від верхньої частини елемента, який монтується до низу гака в робочому положенні, $h_{вз} = 4,5$ м.

$$H_{кр} = 5,28 + 0,5 + 0,3 + 4,5 = 10,58 \text{ м}$$

4.3.4 Виліт стріли

Для мобільних кранів обов'язково потрібно забезпечити вільний поворот хвостової частини платформи з контрвагою, щоб уникнути зіткнень з перешкодами. Необхідний виліт стріли самохідного стрілового крана визначається графічним або аналітичним методом.

Рахуємо аналітичний метод за формулою:

$$L_c = \frac{(H_{кр} + h_1 - h_2) \cdot (d + e)}{h_1 + h_2}, \quad (4.5)$$

де $H_{кр}$ – висота підйому гака, $H_{кр} = 10,58$ м;

h_1 – висота поліспаста, конструктивний параметр від верху стріли до гака, $h_1 = 2,0$ м;

h_2 – висота шарніра стріли, висота від землі до осі повороту стріли на платформі крана, $h_2 = 1,5$ м;

e – безпечний зазор до стріли, $e = 0,5$ м;

d – відстань від центру стропування до краю елемента, що виступає в бік крана, приймаємо $d = 3,0$ м.

$$L_c = \frac{(10,58 + 2,0 - 1,5) \cdot (3,0 + 0,5)}{2,0 + 1,5} = 11,08 \text{ м}$$

Рахуємо геометричний виліт ($L_{геом}$):

$$L_{геом} = 4,0 + 9,0 = 13,0 \text{ м}$$

4.3.5 Вибір крана за параметрами

У підсумку розрахунків отримуємо такі необхідні параметра крана:

$$Q_{кр} = 8,125 \text{ т}$$

$$H_{кр} = 10,58 \text{ м}$$

$$L_c = 13,0 \text{ м}$$

Для гарантованого забезпечення монтажних умов вибираємо кран КС-55713 серія «Галичанин» з наступними характеристиками:

- Максимальна вантажопідйомність крана: 25 т;
- Довжина стріли: від 9,7 м до 21,7 м;
- Висота підйому гака: 11,5-12,0 м.

Отже, автомобільний кран КС-55713 серія «Галичанин» повністю задовольняє розраховані монтажні умови.

4.4 Будівельний генеральний план

4.4.1 Проектування будівельного генерального плану

Будівельний генеральний план розроблено на етап зведення надземної частини будівлі, коли на майданчику задіяна найбільша кількість техніки та робітників. Головним завданням при його проектуванні було розставити всі тимчасові будівлі та споруди так, щоб будівництво йшло зручно, матеріали не

доводилося переносити вручну на великі відстані, а робота була повністю безпечною.

На плані чітко нанесені межі майданчика, тимчасову огорожу, під'їзні дороги для транспорту та майданчики для складування залізобетонних конструкцій перед їх монтажем. Також на території розміщено тимчасові побутові приміщення для робітників, виконробську будку, визначено місця підключення тимчасової води, електрики та встановлення прожекторів для роботи у вечірній час.

Окрему увагу приділено прив'язці автомобільного крана КС-55713 «Галичанин». На основі його технічних характеристик на кресленні показано шлях його руху вздовж будівлі, місця стоянок під час роботи, а також робочу зону стріли.

Заважаючи на великий обсяг графічної інформації сам будівельний генеральний план представлено на листі 5 графічної частини дипломного проєкту.

4.4.2 Організація транспортної інфраструктури та проєктування тимчасових автодоріг

Рациональна організація транспортного обслуговування будівельного майданчика є однією з умов безперебійного постачання матеріальних ресурсів та безпечного руху техніки. При розробці будівельного генерального плану першочергово розглядається можливість використання існуючих або запроектованих постійних автомобільних доріг. Якщо їх геометричні параметри є недостатніми, проєктується мережа тимчасових під'їзних та внутрішньомайданчикових шляхів [26].

За схемою руху автотранспорту тимчасові дороги підрозділяють на:

- Кільцеві – забезпечують безперервний односторонній рух транспорту без утворення заторів;
- Наскрізні – передбачають в'їзд транспорту з одного боку майданчика та виїзд з протилежного;

- Тупикові – влаштовуються за умов обмеженого простору та обов’язково завершуються розроротними майданчиками розміром не менше 15х15 м або петльовими об’їздами для забезпечення маневрування самоскидів та довгомірних транспортних засобів.

Геометричні параметри проїжджої частини тимчасових доріг приймаються залежно від інтенсивності руху, габаритів будівельних машин та напрямку транспортних потоків. Для доріг з одностороннім рухом мінімальна ширина становить 3,5 м, а для двостороннього руху – не менше ніж 6,0 м. На ділянках траси, де заплановано виконання розвантажувальних робіт автокранами або бортовими автомобілями, передбачаються спеціальні розширення проїжджої частини шириною не менше ніж 6,0 м та довжиною від 12 до 18 м.

Радіуси заокруглення доріг у плані розраховуються з умов безперешкодного повороту панеловозів і повинні становити не менше ніж 12 м. Швидкісний режим автотранспорту в межах будівельної зони суворо обмежується задля безпеки персоналу: на прямих ділянках внутрішньомайданчикових проїздів швидкість не повинна перевищувати 10 км/год, а безпосередньо в зонах розворотів, заокруглень та складських майданчиків – до 5 км/год.

Під час трасування та прив’язки доріг на будгенплані обов’язково витримуються нормативні санітарно-технічні відступи до об’єктів облаштування:

- Від краю проїжджої частини до відкритих складів будівельних матеріалів та конструкцій – від 0,5 до 1,0 м;
- Від бровки тимчасової дороги до лінії тимчасового чи постійного огороження будівельного майданчика – не менше ніж 1,5 м;
- Від краю дороги до інженерних мереж чи технологічних підкранових колій – згідно з вимогами техніки безпеки.

4.5 Розрахунок тимчасових будівель

Забезпечення незалежних санітарно-гігієнічних та виробничих умов для лінійного персоналу та робітників здійснюється шляхом влаштування

інвентарних мобільних будівель контейнерного або збірно-розбірного типу. Їхня номенклатура та загальна площа визначені на основі максимальної чисельності працюючих у найбільш навантажену зміну з урахуванням нормативних питомих площ на одну особу. Зведені дані розрахунку мобільних споруд наведено у табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Розрахунок тимчасових будівель

Тимчасові споруди	Кількість працюючих	Кількість користувачів приміщень, %	Площа приміщень, м ²		Тип будівлі	Розміри
			На одного робітника	Загальна		
1	2	3	4	5	6	7
Адміністративні						
Контора	1	100	4	4	Збірно-розбірний вагончик	6x2,7
Диспетчерська	1	100	7	7	Збірно-розбірний вагончик	6x2,7
Прохідна	-	-	-	6	Збірно-розбірний вагончик	2x3
Санітарно-побутові						
Гардероб	5	100	0,7	21,0	Пересувний вагончик	9x2,7
Душова	5	50	0,54	8,1	Пересувний вагончик	9x2,7
Умивальня	7	50	0,2	3,0	Пересувний вагончик	9x2,7
Сушилка для одягу і взуття	7	40	1	12,0	Пересувний вагончик	2x2
Приміщення для приймання їжі і відпочинку	7	50	0,1	1,5	Пересувний вагончик	2x2
Туалет	5	100	0,1	3,0	Тимчасовий біотуалет	1,2x2,7
Всього:				65,6		

4.6 Потреба у робочих кадрах

Обчислення потреби в людських ресурсах виконано на основі нормативної трудомісткості робіт, зафіксованої в календарному графіку. При загальній чисельності робітників 50, кількість працюючих у найбільш завантажену зміну становить 30. Розподіл персоналу будівельного майданчика за категоріями проведено відповідно до норм. [26] та наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Потреба в робочій силі

Найменування	Одиниця виміру	Кількість робітників/місяців
1	2	3
Тривалість виконання робіт	міс	6
Кількість працюючих за розрахунком в тому числі	чол.	50
Робітників – 83,9 %	чол.	42
ІТР – 11,0 %	чол.	5
Службовців – 3,6 %	чол.	2
МОП та охорона – 1,5 %	чол.	1

4.7 Потреба в будівельних машинах та механізмах

Вибір основних будівельних машин, засобів механізації та транспорту здійснено на основі аналізу проектних обсягів будівельно-монтажних робіт, геометричних параметрів будівлі та ваги конструктивних елементів. Підбір номенклатури техніки виконано згідно з чинними розрахунковими нормами для складання проектів організації будівництва. Зведений перелік необхідних механізмів наведено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Машини та механізми

№ п/п	Найменування	Тип, марка	Кількість
1	2	3	4
1	Екскаватор одноківшевий, дизельний на гусеничному ходу 0,4 м ³	ЕО-4124	1
2	Бульдозер	ДЗ-42	1
3	Компресор пересувний	СО-62	1
4	Трамбівка пневматична	ПВ-3	2
5	Установка для зварювання	РАТОН ЕСО-200	2
6	Автомобіль самоскид	КамАЗ-55111	2
7	Автомобіль бортовий	МАЗ-5336	1
8	Автомобільний кран	КС-55713	1
9	Вібратор глибинний для бетону	ІВ-116А	2
10	Пересувний бетононасос	БН-20	1
11	Комплекс вакуумний будівельний	КВ-1	1
12	Вібратор поверхневий	ІВ-91	1
13	Розчинонасос, продуктивність 3 м ³ /год	СО-49С	1
14	Підіймач щогловий будівельний, вантажопідйомність 0,5 т	ПГМ-760	1

4.8 Розрахунок потреби в електроенергії

Оскільки на території немає постійних ліній електропередач та трансформаторних підстанцій, на весь період виконання робіт організовується

автономне живлення. Основним джерелом струму для будівельних машин, зварювальних апаратів, прожекторів освітлення та побутового містечка буде пересувний дизельний генератор. Щоб правильно підібрати потужність цього генератора, виконано загальний розрахунок усіх можливих споживачів на майданчику за наступною методикою.

Загальна потреба в електричній потужності для потреб будівництва визначається комплексно: враховується живлення силових агрегатів і механізмів, технологічні процеси, а також внутрішнє освітлення побутових приміщень і зовнішнє підсвічування зон виконання робіт.

Розрахунок необхідної потужності трансформатора (або генератора) виконується за формулою:

$$P = \frac{1,1}{\cos\psi} \cdot (K_1 \cdot \sum P_1 + K_2 \cdot \sum P_2 + K_3 \cdot \sum P_3 + K_4 \cdot \sum P_4), \quad (4.6)$$

де P – загальна потреба у потужності, кВА;

1,1 – коефіцієнт, що встановлює витрати потужності в мережах;

K_1, K_2, K_3, K_4 – коефіцієнт одночасності роботи споживачів, що враховують нерівномірність їхнього включення в мережу протягом зміни, приймаються в межах 0,6-1,0;

P_1 – силова потужність електродвигунів будівельних машин та інструментів, приймаємо $P_1 = 7,0$ кВт;

P_2 – споживча потужність на спеціальні технологічні потреби, приймаємо $P_2 = 5,0$ кВт;

P_3 – споживча потужність, необхідна для внутрішнього освітлення та обігріву інвентарних побутових вагончиків, $P_3 = 5,0$ кВт + $7,0$ кВт = $12,0$ кВт;

P_4 – споживча потужність для зовнішнього прожекторного освітлення території будівництва, під'їзних шляхів та складських зон, приймаємо $P_4 = 5,0$ кВт.

$\cos\psi$ – коефіцієнт потужності в середньому рівний 0,75.

Підставляємо значення у формулу з урахуванням нормативних коефіцієнтів одночасності:

$$P = \frac{1,1}{0,75} \cdot (0,7 \cdot 7,0 + 0,7 \cdot 5,0 + 0,7 \cdot 12,0 + 0,7 \cdot 5,0) = 29,76 \text{ кВА}$$

На основі проведеного розрахунку визначено, що сумарна потужність для забезпечення будівельного майданчика становить 29,76 кВА. Для надійного енергопостачання об'єкта прийнято до використання пересувний дизельний генератор стандартною номінальною потужністю 30 кВА.

4.9. Потреба у воді

Організація водопостачання на будівельному майданчику є автономною і забезпечується за рахунок спорудження тимчасової експлуатаційної свердловини. Це дозволяє повністю покрити потреби об'єкта у воді для виконання технологічних процесів, господарсько-побутового обслуговування персоналу та пожежної безпеки. Розрахунок потреби у воді виконуємо згідно норм. [26].

Загальний обсяг споживання води для виконання технічних операцій розраховується за такою формулою:

$$Q_1 = \frac{K_1 \cdot q_1 \cdot n_1 \cdot K_j}{t_1 \cdot 3600}, \quad (4.7)$$

де q_1 – питома витрата води на забезпечення виробничих процесів, приймаємо $q_1 = 750$ л/добу;

n_1 – сумарна кількість виробничих споживачів під час найбільш завантаженої зміни, $n_1 = 6$;

K_1 – коефіцієнт, що враховує ймовірні непередбачені витрати води в системі, становить $K_1 = 1,2$;

K_j – коефіцієнт нерівномірності використання води за годинами зміни, приймається $K_j = 1,5$;

t_1 – тривалість однієї робочої зміни на майданчику, $t_1 = 8$ год.

Проведемо підрахунок для виробничих потреб:

$$Q_1 = \frac{1,2 \cdot 750 \cdot 6 \cdot 1,5}{8 \cdot 3600} = 0,38 \text{ л/с}$$

Забезпечення водою для господарських, питних та санітарно-гігієнічних потреб працівників обчислюється за формулою:

$$Q_2 = \frac{K_2 \cdot q_2 \cdot n_2 \cdot K_2}{t_2 \cdot 3600} + \frac{q'_2 \cdot n'_2}{t_2}, \quad (4.8)$$

де K_2 – коефіцієнт, що враховує непередбачений додатковий розхід води для побуту, дорівнює $K_2 = 1,5$;

q_2 – нормативне питоме споживання води на господарські потреби одного працівника, $q_2 = 16$ л;

n_2 – загальне число персоналу на майданчику під час найбільш завантаженої зміни, $n_2 = 30$ чол.;

t_1 – тривалість однієї робочої зміни на майданчику, $t_1 = 8$ год.

q'_2 – витрата води для приймання душу однією особою, $q_2 = 30$ л;

n'_2 – кількість будівельників, які користуються душем після роботи, приймаємо 40% від зміни робітників, $n_2 = 30 \cdot 0,4 = 12$ чол.;

t_2 – загальний час активного використання душового обладнання, $t_2 = 45$ хв = 2700 с.;

Проведемо розрахунок води для господарських потреб:

$$Q_2 = \frac{1,5 \cdot 16 \cdot 30 \cdot 1,5}{8 \cdot 3600} + \frac{30 \cdot 12}{2700} = 0,17 \text{ л/с}$$

Необхідний об'єм води для протипожежної безпеки об'єкта сільськогосподарського призначення становить:

$$Q_3 = 15 \text{ л/с}$$

Цей запас зберігається у спеціальних протипожежних резервуарах.

Загальний сумарний розхід води для забезпечення поточних потреб будівельного майданчика становить:

$$Q_{\text{заг}} = Q_1 + Q_2 = 0,38 + 0,17 = 0,55 \text{ л/с}$$

За результатами розрахунку визначено, що сумарна потреба майданчика у воді на господарські та виробничі потреби становить 0,55 л/с. Запланована до буріння свердловина повністю покриває цей об'єм.

4.10 Заходи з техніки безпеки та пожежної безпеки на майданчику

4.10.1 Техніка безпеки та охорона праці

Організація будівельного виробництва вимагає суворого дотримання правил охорони праці та протипожежного захисту, оскільки будівництво є зоною підвищеної небезпеки. Заходи з техніки безпеки виконуються згідно з норм. [28] «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

Для забезпечення відповідних умов праці на всьому майданчику впроваджуються такі практичні заходи:

- Огородження території: будівельний майданчик по всьому периметру закривається захисним парканом заввишки не менше ніж 1,6-2,0 м, щоб унеможливити доступ сторонніх осіб. На входах та в'їздах встановлюються знаки безпеки та попереджувальні написи.
- Небезпечні зони: межі зон, де працює монтажний кран чи інша важка техніка, чітко позначаються на будгенплані та на місцевості за допомогою сигнальних стрічок та знаків. Під час підйому та переміщення вантажів перебування людей під стрілою крана суворо забороняється.
- Складування матеріалів: конструкції, вироби та матеріали на майданчику розміщуються у спеціально відведених місцях. Складування виконується у стійких штабелях, висота яких чітко регламентується нормами, щоб уникнути їх самовільного перекидання чи руйнування;
- Засоби індивідуального захисту: усі працівники та інженерно-технічний персонал забезпечуються касками, спецодягом та взуттям. При виконанні робіт на висоті понад 1,3 м без захисних огорожень будівельники зобов'язані користуватися запобіжними поясами з надійною фіксацією до тримального конструкцій.

4.10.2 Пожежна безпека

Протипожежні заходи розробляються відповідно до норм. [24]:

- Транспортна схема: до всіх споруд, побутових приміщень та відкритих складів забезпечується вільний під'їзд пожежних автомобілів.

Тимчасові дороги проектується так, щоб радіуси поворотів та ширина проїжджої частини дозволяли маневрувати великогабаритній пожежній безпеці. Максимальна відстань від дороги до найвіддаленіших точок будівель не перевищує 25 м.

- Розміщення побутових вагончиків: тимчасові мобільні споруди на майданчику розміщуються невеликими групами. Відстань між окремими групами вагончиків повинна становити щонайменше 18 м для запобігання поширенню вогню у разі займання.

- Засоби гасіння та водопостачання: на території майданчика встановлюються пожежні щити, укомплектовані первинними засобами гасіння. Для ліквідації можливих пожеж передбачається використання води з тимчасової мережі водопостачання або спеціальних протипожежних резервуарів, об'єм яких розраховується на нормативну тривалість гасіння.

ВИСНОВКИ

Балакалаврська кваліфікаційна робота присвячена проектуванню вівчарника на 100 голів овець у селі Бояни Чернівецької області та складається з 4 розділів, що містять 75 сторінок, 6 листів графічної частини роботи, 16 рисунків, 19 таблиць та 30 використаних джерел.

В архітектурному розділі розглянуто об'ємно-планувальне рішення одноповерхової каркасної будівлі площею близько 450 м² що складається з двох функціональних блоків. Проведено теплотехнічний розрахунок стінових панелей і покрівлі, визначено клас наслідків об'єкта.

Конструктивний розділ охоплює розрахунок і обґрунтування несучих конструкцій каркасу будівлі відповідно до діючих норм.

У технологічній карті детально описано послідовність влаштування мастичного гідроізоляційного покриття, вимоги до якості виконання робіт, техніко-економічні показники та заходи з охорони праці й пожежної безпеки.

Розділ організації будівництва включає визначення тривалості будівництва, календарний графік виконання робіт, вибір монтажного крана, розроблення генерального плану та ін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів : Наказ МОЗ України від 19.06.1996 № 173 : станом на 13 лют. 2026 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text> (дата звернення: 18.05.2026).

2. Про затвердження Інструкції щодо оформлення та змісту проекту нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря від стаціонарних джерел : Наказ М-ва охорони навколиш. природ. середовища та ядер. безпеки України від 18.07.1996 № 76 : станом на 6 черв. 2002 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0442-96#Text> (дата звернення: 21.05.2026).

3. ДБН В.2.2.1-2024. Будівлі та споруди для тваринництва. Основні положення. [Чинні від 2025-04-01]. – К. Міністерство розвитку громад та території України, 2024. – 29с. – (Державні будівельні норми);
4. ВНТП-АПК-03.05. Вівчарські і козівничі підприємства. [Чинні від 2006-01-01]. – К. Міністерство аграрної політики України. 2005. – 87с. – (Відомчі норми технологічного проектування);
5. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія [Чинний від 2011-11-1]. – К.: Мінрегіонбуд України, Державне підприємство "Укрархбудінформ", 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України);
6. ДСТУ Б В.2.6-84:2009. Панелі стінові тришарові залізобетонні з утеплювачем. Загальні технічні умови. [Чинний від 2010-07-01]. – К. Мінрегіонбуд України, 2010. – 50с. – (Національний стандарт України);
7. ДСТУ Б В.2.6-59:2008. Плити перекриттів залізобетонні ребристі заввишки 300 мм для будівель і споруд. Технічні умови. [Чинні від 2010-01-01]. – К. Мінрегіонбуд України, 2009. – 48с. – (Національний стандарт України);
8. ДСТУ Б В.2.6-67:2008. Конструкції будинків і споруд. Балки кроквяні і підкроквяні залізобетонні. Технічні умови. [Чинний від 2010-01-01]. – К. Мінрегіонбуд України, 2009. – 48с. – (Національний стандарт України);
9. ДСТУ Б В.2.6-53:2008. Конструкції будинків і споруд. Плити перекриттів залізобетонні багатопустотні для будівель і споруд. Технічні умови. [Чинні від 2010-01-01]. – К. Мінрегіонбуд України, 2009. – 36с. – (Національний стандарт України);
10. Про затвердження Порядку ведення Державного земельного кадастру (додатки 2-57 до Порядку) : Постанова Каб. Міністрів України від 17.10.2012 р. № 1051 : станом на 16 вересня, 2025 р. : URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/10516-2012-п> (дата звернення: 20.12.2025);
11. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія [Чинний від 2011-11-1]. – К.: Мінрегіонбуд України, Державне підприємство "Укрархбудінформ", 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України);

12. Бастило В. С. Особливості розрахунку теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій в CadEE.pro. Збірник тез доповідей 78-ї Всеукраїнської науково-практичної студентської конференції «Наукові здобутки студентів у дослідженнях технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» : Всеукр. Студент. Науково-практ. Конф. «Наук. досягнення студентів у дослідж. Техн. Та біоенерг. Систем природокористування», м. Київ, 17 квіт. 2025 р. Київ, 2025. С. 2.;

13. ДСТУ 9191:2022. Теплоізоляція будівель. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Чинний від 2023-03-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2023. – 60с. – (Національний стандарт України);

14. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинні від 2022-09-01] – К.: Мінрегіон України, Державне підприємство "Укрархбудінформ", 2022. – 23 с. – (Державні будівельні норми);

15. ДСТУ 9191:2022. Теплоізоляція будівель. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Чинний від 2023-03-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2023. – 60с. – (Національний стандарт України);

16. ДСТУ 8855:2019. Визначення класу наслідків (відповідальності). [Чинний від 2019-12-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 13с. – (Національний стандарт України);

17. Про затвердження показників опосередкованої вартості спорудження житла за регіонами України (розрахованих станом на 01 січня 2025 року) : Наказ Міністерства громад та територій України від 18.02.2025 № 270 : URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0270945-25#Text>.

18. Про Державний бюджет України на 2026 рік : Закон України від 03.12.2025 № 4695-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4695-20#Text>.

19. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинні від 2007-01-01]. – К.: Мінбуд України, Видавництво «Сталь», 2006. – 66 с. – (Державні будівельні норми);

20. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. [Чинні 2011-06-01]. – К. Мінрегіонбуд України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2011. – 65с. – (Державні будівельні норми);
21. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. [Чинні від 2019-01-01]. – К. Мінрегіон України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2018. – 30с. – (Державні будівельні норми);
22. ДСТУ 3760:2019. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. [Чинний від 2019-08-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – (Національний стандарт України);
23. ДБН В.2.6-220:2017. Покриття будівель і споруд. [Чинні від 2018-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 43с. – (Державні будівельні норми);
24. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинні від 2017-06-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 35с. – (Державні будівельні норми);
25. ДСТУ-Н Б В.2.6-214:2016. Настанова з улаштування та експлуатації дахів будинків, будівель і споруд. [Чинні від 2017-04-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 45с. – (Національний стандарт України);
26. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. [Чинні від 2017-01-01]. – К. Мінрегіон України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2016. – 50с. – (Державні будівельні норми);
27. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів. [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіон України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2014. – 30с. – (Національний стандарт України);
28. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинні від 2012-04-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – (Державні будівельні норми);

29. Бакулін Є.А., Костира Н.О., Бакуліна В.М., Проектування одноповерхової промислової каркасної будівлі із збірних залізобетонних елементів : Методичні вказівки. Київ : Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2022. – 83с.;

30. Бакулін Є.А., Бакуліна В.М. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій: Методичні вказівки. Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2018. – 43с.;

31. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни «Основи автоматизованого проектування в будівництві» для студентів за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К.: НУБіП України, 2021. – 91с.

ДОДАТКИ