

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ


ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА

До кваліфікаційної бакалаврської роботи

на тему: "Складська будівля з клесної деревини у м. Київ"

Виконав: студент 4 курсу, групи ХарПЦБ 2022-1 з
спеціальності 192 "Будівництво та цивільна
інженерія"

Антонічук Катерина Олександрівна



Керівник

д.т.н., доц. Бідаков Андрій Миколайович

Рецензент



к.т.н., доц. Пустовойтова Оксана Михайлівна



Харків – 2026 р.

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

Інститут ННІБЦІ
Кафедра Будівельного проектування
Освітній ступінь бакалавр
Спеціальність 192 “Будівництво та цивільна інженерія”
Професійне спрямування “Промислове і цивільне будівництво”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БП

 **Спіранде К.В.**

« 06 » травня 2026 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ**

Антонічук Катерина Олександрівна

1. Тема роботи Складська будівля з клеєної деревини у м. Київ

керівник роботи Бідаков Андрій Миколайович, док. тех. наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «02» березня 2026 року №187-03

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи «01» червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи основні об'ємно -планувальні та архітектурно-конструктивні рішення, завдання керівника проекту: розрахунок рами в ПК SKAD office, проектування колон крайнього ряду та двосхилої балки

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Архітектурно - будівельна частина: об'ємно – планувальне та конструктивне рішення будівлі, теплотехнічний розрахунок, техніко – економічні показники.

Конструктивна частина: розрахунок рами, розрахунок і конструювання колони крайнього ряду та двосхила балка прольотом 18 м. (за I групою граничних станів)

Технологія, організація та економіка будівництва: технологія та організація будівельно – монтажних робіт зі зведення будівлі, економічні показники.

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

Архітектурно – будівельна частина: план на відм. +0.000 та план покрівлі, розрізи поперечний та поздовжній фасад, вузли -1 арк.

Конструктивна частина: колона крайнього ряду (загальний вигляд, вузли, специфікації), двохсила балка прольотом 18 м. (загальний вигляд, вузли, специфікації) -2 арк.

Технологія та організація будівництва: технологічна карта та монтаж надземної частини будівлі (схеми монтажу конструкцій, графік виконання робіт, відомість монтажних засобів, вказівки до безпечного виконання робіт) -1 арк.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина	Завальний О.В		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту Александрович В.А		
	Розрахунок надземної частини об'єкту Бідаков А.М д.т.н., доцент		
3. Технологічні рішення та організація будівництва	Братішко С.М.		
4. Охорона праці	Косенко Н. О., доцент		
Нормоконтроль	Пустовойтова О.М.		

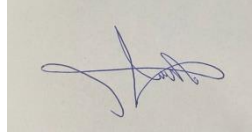
7. Дата видачі завдання «01» березня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Архітектурно-будівельний	02.03.26 – 31.03.26	виконано
2.	Розрахунково- конструктивний (підземна)	01.04.26 – 10.05.26	виконано
3.	Розрахунково- конструктивний	01.04.26 – 10.05.26	виконано

	<i>(надземна)</i>		
4.	<i>Технологічні рішення та організація будівництва</i>	<i>01.04.26 – 15.05.26</i>	<i>виконано</i>
5.	<i>Охорона праці</i>	<i>10.05.26 – 25.05.26</i>	<i>виконано</i>
6.	<i>Нормоконтроль</i>	<i>25.05.26 – 31.05.26</i>	<i>виконано</i>

Студент



(підпис)

Антонічук К.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Бідаков А.М.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ	6
РОЗДІЛ 1	8
АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	10
1.1 Вихідні дані	11
1.2 Генеральний план забудови ділянки	12
1.3 Об'ємно-планувальне рішення будинку	13
1.4 Архітектурно-конструктивне рішення будинку	13
1.5 Теплотехнічний розрахунок	14
РОЗДІЛ 2	20
РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	11
ВСТУП	21
2.1 Розрахунок підземної частини	21
2.2 Розрахунок надземної частини	27
2.3 Статичний розрахунок	28
2.4 Конструктивний розрахунок	30
2.4.1 Статичний розрахунок прогону	30
2.5 Конструктивний розрахунок прогону	32
2.5.2 Перевірка жорсткості прогину	33
2.6 Розрахунок двосхилої балки	33
2.6.1 Визначення геометричних розмірів двосхилої клеєної балки	35
2.6.2 Перевірка стійкості балки	35
2.6.3 Розрахунок міцності балки при згині	36
2.6.4 Перевірка міцності балки у коньку (гребневій зоні) балки	37
2.6.5 Перевірка прогину балки	38
2.6.6 Перевірка жорсткості балки	39
2.6.7 Перевірка міцності балки на опорі	40
2.6.7.1 Зминання поперек волокон	40
2.6.7.2 Зсув або сколювання від поперечної сили на опорі	40
2.6.7.3 Перевірка міцності балки у місці розташування перфорації	42
2.7 Розрахунок колони	43

2.7.1	Визначення параметрів поперечного перерізу колони	44
2.8	Статичний розрахунок	46
2.8.1	Розрахункова схема.....	46
2.9	ПЕРЕВІРОЧНІ РОЗРАХУНКИ КОЛОНИ.....	47
2.9.1	Розрахункові значення міцності балки	47
2.9.2	Геометричні характеристики перерізу колони	48
	49
2.8.3	Розрахунок бази колони на гвинтах	49
РОЗДІЛ 3		52
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА		52
3.1	Технологія та організація монтажу балок.....	53
3.2	Вибір основного монтажного механізму	54
3.3	Визначення монтажного вильоту стріли крану	55
3.3	Техніка безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт	57
3.3	Визначення вартості будівництва	63
3.4	Техніко-економічні показники	64
РОЗДІЛ 4.....		48
ОХОРОНА ПРАЦІ.....		48
4.1	Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні.....	49
4.2	Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек.....	50
4.3	Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек.....	53
4.4	Розробка організаційно-технічних заходів щодо покращення умов праці..	54
4.5	Висновки.....	57
Список джерел інформації.....		66

Вступ.

В умовах інтенсивного розвитку логістики, промислового виробництва та торгівлі в Україні зростає потреба у створенні сучасних складських комплексів, здатних забезпечити ефективне зберігання продукції, оптимізацію транспортних потоків і безперервність виробничо-логістичних процесів. Особливо актуальним це питання є для міста Київ — одного з найбільших економічних і транспортних центрів країни, де концентрація вантажообігу та підприємницької діяльності постійно зростає.

У зв'язку з цим підвищуються вимоги до конструктивних рішень складських будівель, їх надійності, довговічності, енергоефективності та екологічної безпеки. Важливого значення набуває застосування сучасних будівельних матеріалів, що поєднують високі експлуатаційні характеристики з економічною доцільністю та швидкістю зведення.

Даний дипломний проєкт присвячений проєктуванню складської будівлі з використанням клеєної деревини — інноваційного конструкційного матеріалу, який характеризується високою міцністю, тріщиностійкістю, стабільністю форми та стійкістю до деформацій. Завдяки технології виготовлення клеєна деревина має підвищену несучу здатність, вогнестійкість та довговічність у порівнянні з масивною деревиною.

Особливу увагу у проєкті приділено функціональності будівлі, яка передбачає раціональне об'ємно-планувальне рішення, зручність організації складських процесів, ефективне зонування приміщень та забезпечення оптимальних умов зберігання різних видів продукції. Крім того, враховано вимоги до мікроклімату, вентиляції, освітлення та логістики внутрішніх переміщень.

Важливим аспектом є забезпечення експлуатаційної надійності будівлі, зокрема її водонепроникності, вологостійкості та захисту конструкцій від впливу зовнішнього середовища. Передбачено використання сучасних

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

гідроізоляційних матеріалів і конструктивних рішень, що запобігають проникненню вологи та забезпечують довготривалу експлуатацію споруди без втрати технічних характеристик.

Метою даного проєкту є розробка ефективного архітектурно-будівельного та конструктивного рішення складської будівлі в місті Київ із застосуванням клеєної деревини, що забезпечує її надійність, довговічність, енергоефективність і відповідність сучасним будівельним нормам.

У результаті виконання дипломного проєкту передбачається створення сучасної складської споруди, яка відповідатиме актуальним вимогам будівельної галузі, забезпечуватиме високий рівень функціональності та сприятиме розвитку сталого будівництва завдяки використанню екологічно доцільних матеріалів і технологій.

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	192 Кваліфікаційна бакалаврська робота			
Розробив		Антонічук			Складська будівля з клеєної деревини у місті Києв.	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.							10	
Керівник		Бідаков				ХНУМГ		
Н. Контр.		Пустовойтова						

1.1 Вихідні дані

Призначення будівлі – складське приміщення . Будівля розташована в м. Київ.

Київ знаходиться у 2-му районі за характеристичним значенням вітрового тиску (за ДБН В.1.2-2 - 2006), та характеризується наступними кліматичними характеристиками:

- Розрахункова температура зовнішнього повітря в зимовий період складає - 22 С;
- Упродовж року найбільша кількість опадів, що випала протягом одного дня, становить 110-115 мм.
- У цьому місті немає явних преобладаючих напрямків вітру, але часто спостерігаються східні вітри (18% від усіх випадків) і західні вітри (16%). Штиль теж відзначається як часте явище, особливо влітку, і максимальна швидкість вітру досягає 4,9 м/с (у лютому).
- Максимальна товщина снігового покриву становить 98 см.
- Глибина промерзання ґрунтів – 1000- 1200 мм;
- Згідно з картою температурних зон України, Київ знаходиться у I-й температурній зоні (0,5 м² °С/ВТ);
- Нормативне значення опору теплопередач для:
 - а) зовнішніх стін – 3,3 м² °С/ВТ
 - б) вікон – 0,75 м² °С/ВТ
 - в) перекриттів – 4,95 м² °С/ВТ

Складська будівля розташована на периферії міста.

Площа забудови складає 0.065 га.

Максимальна різниця висот на ділянці складає 0.5 метра. Район будівництва відноситься до другого будівельно-кліматичного району з вираженим континентальним кліматом. Під час зими спостерігаються дуже низькі температури, що можуть досягати до -30 °С, тоді як влітку переважає

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

спека з середньою температурою близько 30 °С. Часті опади у вигляді снігу, а також сильні вітри можуть призвести до значних снігових заметів, що важливо враховувати при плануванні будівництва.

Територія спланована з абсолютною висотою 117.00 метрів.

Розташування будівлі забезпечує відповідну кількість сонячного світла та дотримання відстаней від сусідніх будівель. Під'їзди до комплексу сплановані з урахуванням найближчих основних магістралей міста.

1.2 Генеральний план забудови ділянки

Офісну будівлю поблизу паркової зони в м. Київ.

Територія, де розташований тенісний корт, прикрашена різноманітними рослинами, серед яких можна знайти вічнозелені дерева, такі як туя, різновиди хвойних дерев, дуби та клени. Під час вибору рослин для озеленення враховується їхня здатність адаптуватися до кліматичних умов і їх естетичний вигляд. Існує великий вибір різновидів рослин з оригінальними формами крон, такими як кулясті, пірамідальні, плакучі чи зонтиковидні. Рослини можуть бути висаджені як окремо, так і у групах, що створює ефектні композиції та надає території затишку.

Таблиця 1.2.1 - Техніко-економічні показники генплану.

№	Найменування	Чисельне значення	Одиниці виміру
1.	Площа території	0,162	га
2.	Площа забудови	0,06	га
3.	Щільність забудови	40	%
4.	Площа озеленіння	0,03	га
5.	Коефіцієнт озеленіння	20	%
6.	Протяжність автодоріг	420	м

7.	Коефіцієнт використання території	82	%
----	-----------------------------------	----	---

1.3 Об'ємно-планувальне рішення будинку

Проектуєма будівля в плані має прямокутну форму з периметром 108 м.

Будівля складається з одного надземного поверху.

Система водовідведення спланована таким чином, щоб вода відводилася через зовнішні водостоки.

Покрівля спланована з урахуванням можливості експлуатації.

Для евакуації у випадку пожежі передбачено два додаткових виходи.

Таблиця 1.3.1 - Техніко-економічні показники ОПр.

№	Найменування	Чисельне значення	Одиниці виміру
1.	Площа забудови	648	м ²
2.	Будівельний об'єм	4885.92	м ³
3.	Корисна площа	648	м ²
4.	Робоча площа	583,2	м ²
5.	$K_1 = \frac{\text{Площа житлова(корисна), м}^2}{\text{Площа загальна, м}^2}$	1	
6.	$K_2 = \frac{\text{Об'єм будівельний, м}^3}{\text{Площа загальна, м}^2}$	7,54	

1.4 Архітектурно-конструктивне рішення будинку

За своєю конструктивною схемою будівля віднесена до каркасного типу споруд.

Конструктивна схема з рівномірним розташуванням колон з однаковим кроком. Будівельна система – каркасна, з внутрішніми дерев'яними колонами і балками. Клеїна деревина GL24h та ПКД панелями стін і перекриття.

						Арк.
					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Просторова жорсткість будинку забезпечується дерев'яним каркасом.

Ступінь вогнестійкості будівлі – III.

Клас відповідності будівлі – СС1. Згідно ДСТУ 8855:2019

Фундаменти – під колонну з'єднані між собою фундаментними балками і підлога по ґрунту, згідно даних геологічної ситуації площадки з важкого бетону у вигляді монолітної плити під всією будівлею.

Колони – дерев'яні, прямокутного поперечного перерізу. Матеріал: клеєна деревина класу міцності G124h.

Покриття – композитна система з сендвіч панелі, загальною товщиною 200 мм.

Зовнішні стіни виконані з сендвіч-панелі товщиною 150 мм.

1.5 Теплотехнічний розрахунок.

Вихідні дані:

Район будівництва – місто Київ (перша зона кліматичного районування та суха зона вологості).

Нормативний опір теплопередачі:

- для зовнішніх стін $R_{TR}^0 = 2.2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$,
- для покриття $R_{TR}^0 = 2.7 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$,
- для віконного заповнення $R_{TR}^0 = 0.5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$,

де R_{TR}^0 - нормативний опір теплопередачі.

Температура внутрішнього повітря – 18°C .

Вологість внутрішнього повітря – 65%.

Вологовий режим приміщень – нормальний.

Умови експлуатації конструкцій – Б.

Для проєктованої складської будівлі з клеєної деревини доцільно застосувати каркасну конструктивну схему, у якій клеєна деревина використовується як основна несуча система будівлі, а зовнішні стіни виконуються у вигляді легких багат шарових огорожувальних конструкцій.

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Таке рішення є сучасним, енергоефективним та широко застосовується у будівництві складських і промислових будівель. Несучі колони та балки з клеєної деревини забезпечують просторову жорсткість і надійність каркаса, а багатошарова конструкція стіни забезпечує необхідні теплотехнічні характеристики.

Конструкція зовнішньої стіни може складатися з таких шарів:

1. Внутрішня дерев'яна обшивка:

$$\delta_1 = 0.02 \text{ м};$$

$$\lambda_1 = 0.15 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$$

2. Пароізоляційний шар.

3. Мінераловатний утеплювач:

$$\delta_2 = 0.15 \text{ м};$$

$$\lambda_2 = 0.033 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$$

4. Вітрозахисна мембрана.

5. Вентиляційний зазор.

6. Зовнішнє дерев'яне облицювання:

$$\delta_4 = 0.02 \text{ м};$$

$$\lambda_4 = 0.15 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$$

Для забезпечення теплозахисних якостей огорожуючих конструкцій повинна виконуватись умова:

$$R_0 \geq R_{0TP}$$

Для багатошарової стінової конструкції маємо:

$$R_0 = 1/\alpha_{в} + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_4/\lambda_4 + 1/\alpha_{н}$$

Для стінової огорожі:

$$\alpha_{в} = 8.7 \text{ Вт}/\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}$$

$$\alpha_{н} = 23 \text{ Вт}/\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}$$

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Тоді:

$$R_0 = 1/8.7 + 0.02/0.15 + 0.15/0.033 + 0.02/0.15 + 1/23$$

$$R_0 = 0.115 + 0.133 + 4.545 + 0.133 + 0.043 = 4.97 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Отже:

$$R_0 = 4.97 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} > R_{0TP} = 2.2 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Умова виконується.

Запропонована конструкція відповідає сучасним вимогам енергоефективності, забезпечує ефективний теплозахист та є доцільною для використання у складських будівлях з несучими конструкціями з клеєної деревини.

На захисті дипломного проєкту доцільно зазначити, що несуча система будівлі виконана з клеєної деревини, а зовнішні стіни запроєктовані як багатошарові енергоефективні огорожувальні конструкції з мінераловатним утеплювачем та вентильованим фасадом.

1.6 Система вентиляції будівлі

Для забезпечення нормативних параметрів мікроклімату у складській будівлі передбачена природна та механічна вентиляція приміщень [21, 22]. Вентиляція забезпечує видалення надлишкового тепла, вологи та пилу, що утворюються під час експлуатації складських приміщень. У адміністративній частині будівлі передбачена припливно-витяжна вентиляція з механічним спонуканням повітря.

У складській зоні вентиляція здійснюється через вентиляційні отвори та аераційні елементи, розташовані у верхній частині покриття. Для підтримання оптимальних санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях передбачено повітрообмін відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013 [21]. У холодний період

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

року система вентиляції забезпечує збереження теплотехнічних характеристик будівлі та запобігає утворенню конденсату на внутрішніх поверхнях огорожувальних конструкцій.

1.7 Водовідведення та захист від атмосферних опадів

Для захисту будівлі від атмосферних опадів передбачена організована система зовнішнього водовідведення [25]. Водовідвід виконується через систему жолобів та водостічних труб, які забезпечують своєчасне відведення дощових та талих вод від покриття будівлі.

Покриття будівлі запроєктоване з необхідним ухилом для забезпечення ефективного стоку атмосферних опадів. Особлива увага приділяється захисту дерев'яних конструкцій від зволоження, оскільки надмірна вологість може негативно впливати на довговічність клеєної деревини.

Для забезпечення довговічності конструкцій застосовуються сучасні гідроізоляційні та пароізоляційні матеріали. У вузлах сполучення покриття та стін передбачено герметизацію стиків, що запобігає проникненню вологи всередину конструкцій [24].

1.8 Природне та штучне освітлення

У будівлі передбачене природне та штучне освітлення відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018 [22]. Природне освітлення забезпечується через віконні прорізи та світлопрозорі елементи фасаду. Розташування вікон забезпечує рівномірне надходження денного світла до приміщень.

Штучне освітлення виконується із застосуванням сучасних енергоефективних LED-світильників, що характеризуються низьким енергоспоживанням та тривалим терміном експлуатації. Освітлення складської частини забезпечує безпечне виконання робіт та відповідає нормативним вимогам щодо освітленості робочих зон [20].

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.9 Енергоефективність та екологічність будівлі

Проектована складська будівля відповідає сучасним вимогам енергоефективності та раціонального використання ресурсів [23].

Використання клеєної деревини дозволяє зменшити навантаження на фундамент, знизити матеріалоемність конструкцій та скоротити терміни будівництва.

Деревина є екологічно безпечним матеріалом, що характеризується низьким вуглецевим слідом та високими теплоізоляційними властивостями.

Застосування мінераловатного утеплювача забезпечує високий рівень теплозахисту будівлі та сприяє зменшенню витрат на опалення.

Зовнішні огорожувальні конструкції запроектовані з урахуванням вимог теплотехнічної однорідності та енергоощадності. Прийняті конструктивні рішення дозволяють мінімізувати тепловтрати та забезпечити стабільний температурний режим у приміщеннях [24].

1.10 Пожежна безпека будівлі

Під час проектування будівлі особлива увага приділялась питанням пожежної безпеки відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 [5]. Клеєна деревина має прогнозовану поведінку при дії високих температур та характеризується підвищеною вогнестійкістю порівняно зі звичайною деревиною.

Для підвищення межі вогнестійкості конструкцій передбачено використання вогнезахисних просочень та спеціальних захисних покриттів [28]. У будівлі передбачено евакуаційні виходи, система пожежного сповіщення та первинні засоби пожежогасіння.

1.11 Особливості експлуатації будівлі в умовах воєнного стану

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

У зв'язку з виконанням будівництва та подальшою експлуатацією будівлі в умовах воєнного стану, у проєкті передбачені додаткові заходи безпеки. На території об'єкта забезпечується безперешкодний доступ до шляхів евакуації та укриттів.

У будівлі передбачене аварійне освітлення та резервне електроживлення для забезпечення безпечної експлуатації у разі аварійного відключення електроенергії. Конструктивні рішення будівлі забезпечують достатню просторову жорсткість та надійність несучої системи.

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	192 Кваліфікаційна бакалаврська робота			
Розробив		Антонічук			Складська будівля з клеєної деревини у місті Києв.	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.							20	
Керівник		Бідаков				ХНУМГ		
Н. Контр.		Пустовойтова						

ДЕРЕВ'ЯНІ КОНСТРУКЦІЇ

ВСТУП.

Конструкція будівлі ґрунтується на дерев'яному просторовому каркасі, який складається з вертикальних елементів (колон) і горизонтальних елементів (двосхилих клеєних балок), з'єднаних розпирками та в'язями. Всі деталі конструкцій виготовляються у цехах та транспортуються на будівельний майданчик, захищені від ультрафіолетового випромінювання та атмосферного вологого середовища спеціальною поліетиленовою плівкою.

Будівля є одноповерховою з розмірами у плані 18 м. на 36 м., з кроком між колонами 4.5 м. Колони мають прямокутний поперечний переріз. На зовнішній частині будівлі передбачена адміністративна частина з офісними приміщеннями.

Двосхилі балки каркасу мають однакову довжину і, відповідно, однакову висоту перерізу на опорах і в прольоті. Ухил балок становить 1/15. Всі балки каркасу мають прямокутний переріз. З'єднання балок з колонами є шарнірним.

Стійкість просторового каркасу забезпечена системою вертикальних в'язей по колонам і горизонтальних в'язей по покрівлі.

2.1 Розрахунок підземної частини

Геологічні умови будівельного майданчика.

№ шп	Найменування ґрунтів	№ і оцінка устя шпари і потужність шаруючи		
		шпара 5 102.10	шпара 6 102.00	шпара 10 102.10
1	Насипний шар із суглинку ґрунту, шлаку бий цегли	1,20	1,40	1,50
2	Суглинок лесовидний	0,50	3,80	–
3	Пісок дрібнозернистий	2,60	3,0	3,10
4	Пісок середньозернистий	2,70	2,80	2,0
5	Суглинок жовтувато-сірий	4,0	5,0	4,5
6	Глибина залягання підземних вод	7,9	10,80	7,30

Таб. 4.1

Характеристика властивостей ґрунтів

№ шп	Найменування	Умов. познач.	Один. Вим.	Номер шару				
				1	2	3	4	5
1	Щільність	ρ	т/м ³	1,61	1,72	1,91	1,95	1,85
2	Щільність часток	ρ_s	т/м ³	–	2,69	2,72	2,71	2,73
3	Природна вологість	W	–	–	0,2	0,10	0,12	0,24
4	Вологість на границі плинності	W_L	–	–	0,35	–	–	0,29
5	Вологість на границі розкочування	W_p	–	–	0,22	–	–	0,19
6	Коефіцієнт фільтрації	k_f	см/з	–	–	–	–	–
7	Кут внутрішнього тертя	φ	град.	–	23	30	34	22
8	Питоме зчеплення	λ	кПа	–	28/12	3	–	29
9	Модуль деформації	E	МПа	–	12/7,2	14	24	19
10	Відносна просадочність	E_{st}	при МПа	0,05–0,008 0,3–0,028				

Таб. 4.2

Змн.	Кіл.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
------	------	------	--------	--------	------

Оцінка інженерно-геологічних умов і буд майданчика.

У будівлю будинку включені дані інженерно-геологічних вишукувань. Вони складаються з 10 пар з перерахуванням у послідовному порядку всіх шарів ґрунту в межах можливої стисливої товщі і потужність кожного шару. Ґрунтові води знаходяться на глибині 7.3-10.8 метрів.

Визначення характеристик шарів ґрунту

1. Насипний шар із суглинку, ґрунту, шлаку, бій цегли: $\rho = 1.61 \text{ Т/м}^3$, товщина - 1.2-1.5 м. Цілоком знімається з буд майданчика в підготовчий період.
2. $W = 0.35$. $W_e = 0.22$. $W = 0.20$ $\rho = 2.69 \text{ Т/м}^3$

По числу пластичності

$$I_p = 0.35 - 0.22 = 0.13$$

Визначаємо, що ґрунт суглинок.

$$\text{По ступені вологості } S_c = \frac{W \cdot \rho_s}{l \cdot \rho_w} = \frac{0.20 \cdot 2.69}{0.88 \cdot 1.00} = 0.61$$

$$L = \frac{2.69 \cdot (1 + 0.20)}{1.72} - 1 = 0.88$$

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W} = \frac{1.72}{1 + 0.20} = 1.43 \text{ Т/м}^3 - \text{ вологий}$$

$$\text{По показнику плинності } L_e = \frac{0.20 - 0.22}{0.35 - 0.22} = -0.15, \text{ ґрунт твердий.}$$

Коефіцієнт пористості, що відповідає W_e

$$L_e = \frac{0.35 \cdot 2.69}{1.00} = 0.94$$

Показник просідання

$$I_{ss} = \frac{L_l - L}{1 + L} = \frac{0.94 - 0.88}{1 + 0.88} = 0.032$$

За ГОСТ 25100-82 «Ґрунти», тому що $I_{ss} = 0.032 < I_{ss(\text{табл.})} = 0.17$ цей шар складається з просадного ґрунту.

Висновок: суглинок вологий, твердий, просадний як основа не може бути використаний.

3. $\rho_s = 2.72$, $\rho = 1.91$, $W = 1.10$

Коефіцієнт пористості

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$I = \frac{2,72 \cdot (1 + 0,10)}{1,91} - 1 = 0,57$$

Ступінь вологості

$$P_{\text{ч}} = \frac{W \cdot P_s}{I \cdot P_w} = \frac{1,10 \cdot 2,72}{0,57 \cdot 1,00} = 0,48$$

За ГОСТ 25100-82 «Грунти» цей шар складається з дрібнозернистого мало вологого піску, щільного додавання.

4. $P_s = 2,71$, $p = 1,85$, $W = 0,12$

Коефіцієнт пористості

$$I = \frac{2,71 \cdot (1 + 0,12)}{1,95} - 1 = 0,56$$

Ступінь вологості

$$P_{\text{ч}} = \frac{W \cdot P_s}{I \cdot P_w} = \frac{0,12 \cdot 2,7}{0,56 \cdot 1,00} = 0,58$$

Цей шар складається з вологого середньозернистого піску щільного додавання (ГОСТ 25100-82).

5. $P_s = 2,73$, $p = 1,85$, $W_n = 0,29$, $W_p = 0,19$, $W = 0,24$

Розвідана потужність 4,00-5,00м, ґрунт жовтувато-сірий

По числу пластичності $I_p = 0,29 - 0,19 = 0,10$ визначаємо, що ґрунт суглинок.

Показник плинності $L_c = \frac{0,24 - 0,19}{0,29 - 0,19} = 0,5$

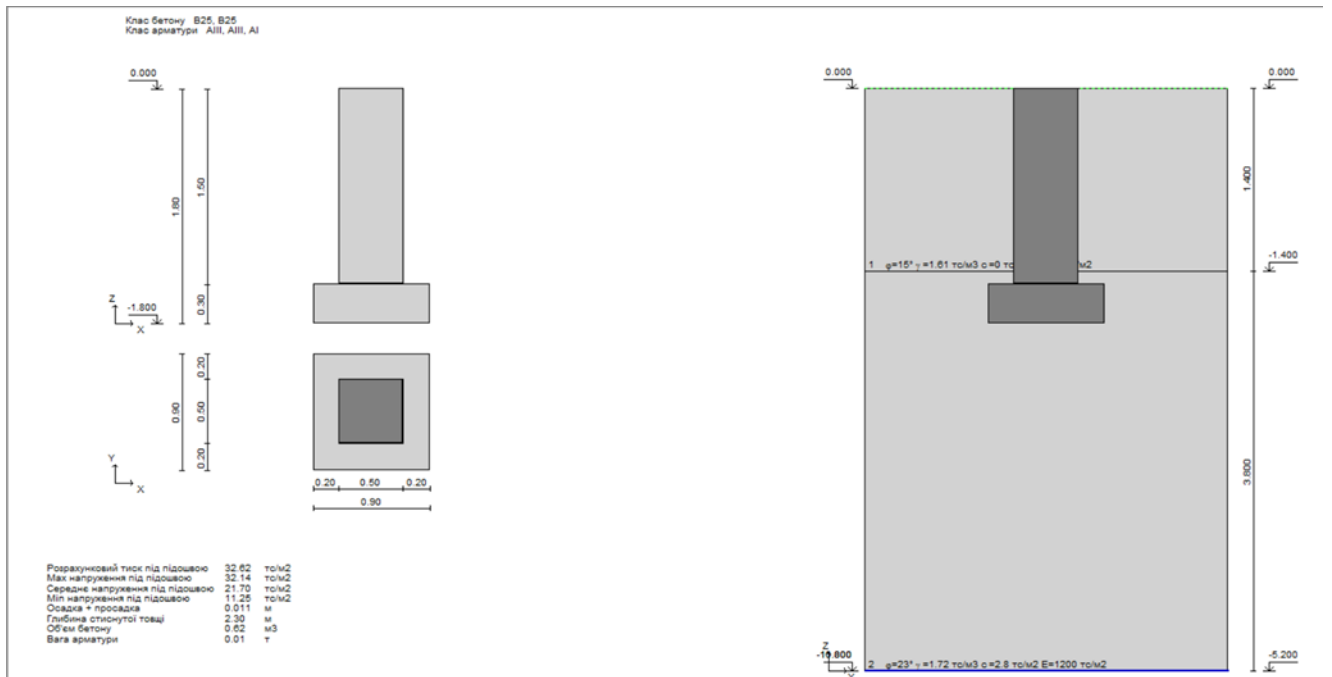
Коефіцієнт пористості $L = \frac{2,73 \cdot (1 + 0,24)}{1,85} - 1 = 0,83$

Цей шар складається з туго пластичного суглинку, ГОСТ 25100-82 «Грунти».

Висновок: тому що верхні шари ґрунту не можуть служити як несучі, а потужність їх досить велика, щоб їх зняти, тому приймаємо фундаменти глибокого закладення-пальові. Палі приймаємо марки З 3-20.

Характеристики ґрунтів для розрахунку за деформаціями

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23



Малюнок-1 Розрахункова схема фундаменту та інженерно-геологічний розріз.
Наведено розрахункову модель фундаменту та характеристики ґрунтової основи.

Фундамент - Характеристики ґрунтів для розрахунку за деформаціями

Кількість заданих шарів: 5 Номер шару: 1 Пітома вага засипного ґрунту, тс/м³: 1.7

Сумарна товщина, м: 16 Товщина шару, м: 1.4

Обмеження тиску на шар, тс/м²: 0

Розрах. кут внутр. тертя, град: 15

Пітома вага ґрунту, тс/м³: 1.61

Розрахунк. пітоме зчеплення, тс/м²: 0

Модуль деформації шару, тс/м²: 500

Коефіцієнт Пуассона: 0

Коефіцієнт пористості: 0.7

$\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2} / k$: 0

Для розрахунку на сейсміку:

$\gamma_{c,eq} / \gamma_n$: 0

Слой просадочний

Зберегти... Імпорт...

OK Відміна Довідка

Малюнок 2 – Характеристики першого інженерно-геологічного шару.
Подано фізико-механічні властивості ґрунту, прийняті для розрахунку фундаменту.

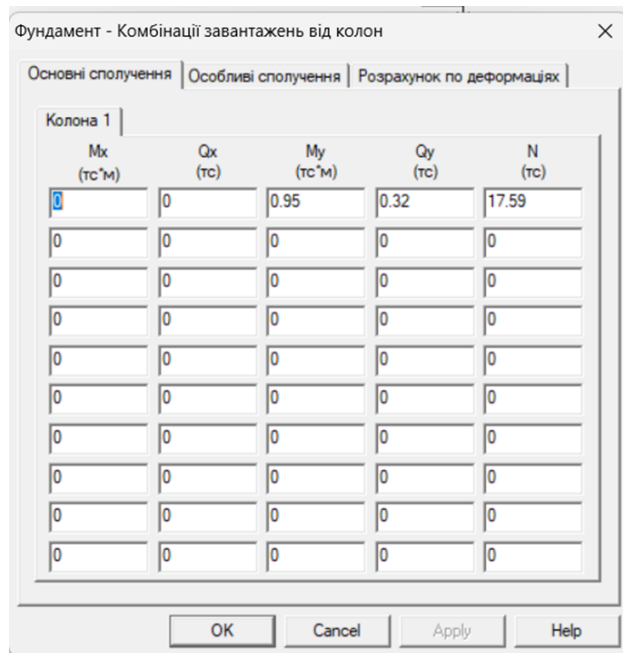
Малюнок 3 – Характеристики другого інженерно-геологічного шару. Наведено основні розрахункові параметри другого шару ґрунту

Малюнок 4 – Характеристики третього інженерно-геологічного шару. Подано фізико-механічні характеристики третього шару ґрунтової основи.

Малюнок 5 – Характеристики четвертого інженерно-геологічного шару. Наведено вихідні дані для оцінки роботи ґрунтової основи.

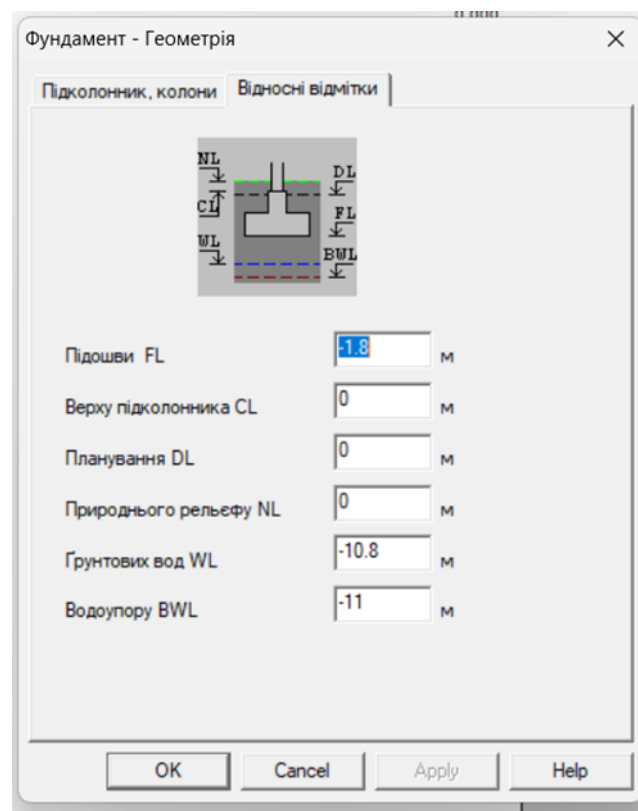
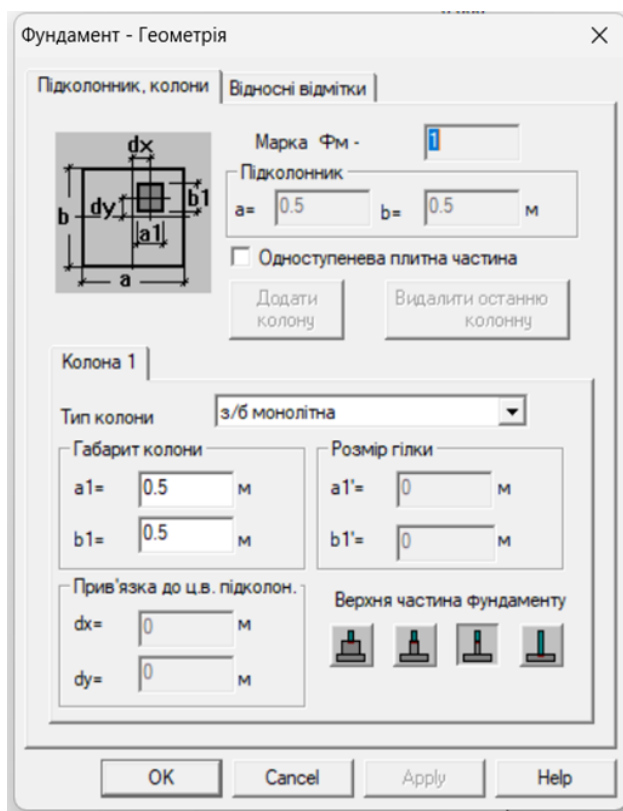
Малюнок 6 – Характеристики п'ятого інженерно-геологічного шару. Подано параметри ґрунту, що використовувалися у розрахунках фундаменту.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Малюнок 7 – Розрахункові навантаження на фундамент.

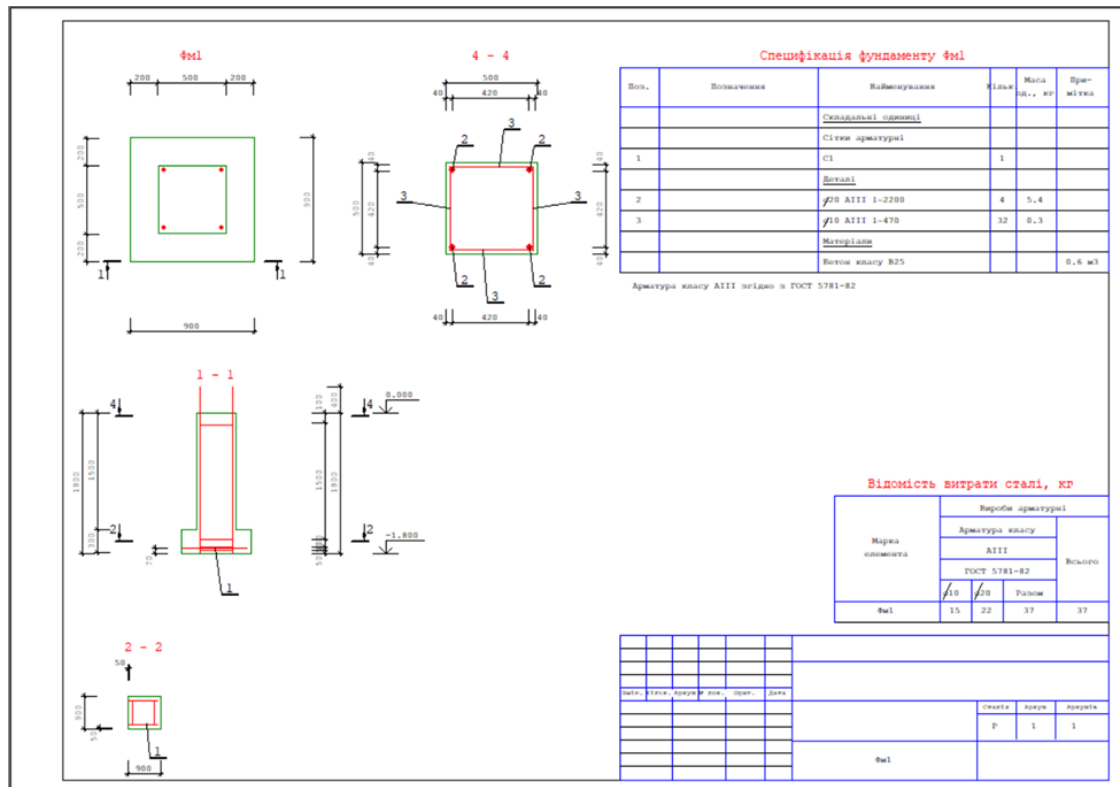
Наведено значення сил та моментів, що передаються від колони на фундамент.



Малюнок 8,9 – Геометричні параметри фундаменту.

Показано основні розміри фундаменту та положення колони.

Наведено характерні відмітки рівня підшови та планувальної поверхні.



Малюнок 10 – Робоче креслення монолітного залізобетонного фундаменту. Подано план, розрізи та схему армування фундаментної конструкції.

2.2 Розрахунок надземної частини

Перше навантаження, яке розглядається, є експлуатаційним. Воно включає постійне навантаження та короточасне змінне навантаження від снігу (позначене як S). Розрахунки проводяться для першого (на міцність) та другого (на жорсткість) граничних станів.

Таблиця 2.2.1. Навантаження ($\text{кН}/\text{м}^2$)

	Підрахунок навантажень	Характеристичне значення
1	Покриття з клеєної деревини та утеплювача	=0.81
2	Снігове навантаження	1.6
	$S_0 = 1.6 \text{ кН} / \text{м}^2$ додаток Е,	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Характеристичне значення снігового навантаження приймається:

$$S_0 = S_k = 1.6 \text{ кН/м}^2$$

Постійне навантаження:

$$g_k = 0.81 \text{ кН/м}^2$$

2.3. Конструктивний розрахунок

Приймаємо $b = 230 \text{ мм}$

Висота балки орієнтовно складає $0.1 \cdot L = 0.1 \cdot 20000 \text{ мм} = 2000 \text{ мм}$

2.3.1 Статичний розрахунок прогону

Розрахункова схема прогону – багатопрольотна нерозрізна балка з рівними прольотами по всій довжині.

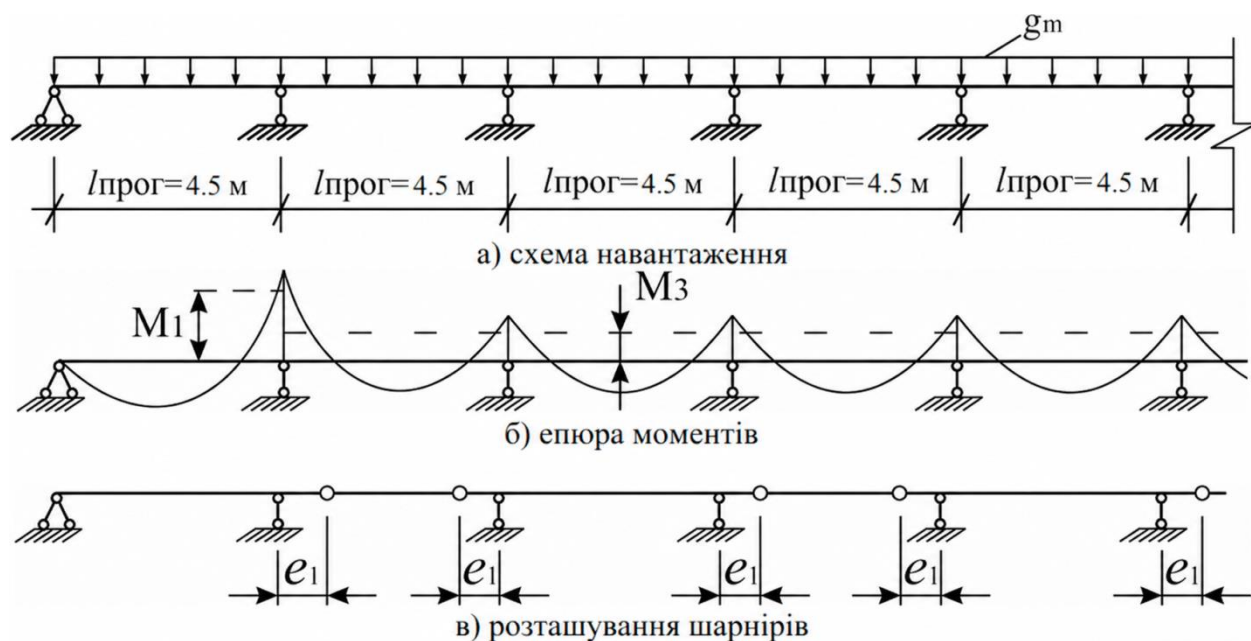


Рисунок 2.3.1 – Схема навантаження нерозрізного багатопролітного прогону та епюра згинальних моментів

Характеристичне навантаження від покриття (табл. 1):

$$g_k = 0.81 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

Снігове навантаження:

$$S_k = 1.6 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

Приймаємо прогон, що складається з двох дошок з поперечним перерізом 50 мм x 150 мм. Клас міцності прийнятих дошок - С30.

Орієнтовне навантаження від власної ваги прогону:

- Характеристичне:

$$g_k = 2 * 0.05 * 0.15 * \frac{3.8}{1.25} = 0.046 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

$$q_d = (g_d + s_d)l_{\text{пн}} = (1.35 * 0.81 + 1.5 * 1.6) * 1.25 = 4,37 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Відоме значення інтенсивності загального навантаження на прогон (погонне навантаження), можна визначити згинальні моменти:

$$M_{\text{оп}} = \frac{q_d l_{\text{прог}}^2}{12} = \frac{4.37 * 6^2}{12} = 13,11 \text{ кНм}$$

$$M_1 = M_2 = \frac{q l^2}{24}, l_{\text{прог}} = B = 6\text{м}$$

Прогін працює в поперечному напрямку і спирається на колони з кроком 6 м згідно з конструктивною схемою будівлі.

Як зазначено на рисунку 2.5 максимальне значення моменту виникає на опорі $M_{\text{оп}}$, а не у прольоті, окрім першого прольоту будівлі.

2.4 Конструктивний розрахунок прогону

Перевірка міцності за нормальними напруженнями прийнятого перерізу:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W_d} < f_{m,d}$$

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$\text{Звідки } W_d = \frac{M_d}{f_{m,d}} = \frac{13,11 \cdot 10^6}{13,85} = 947 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

Розрахункове значення міцності деревини при згині:

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0.6 * \frac{30}{1.3} = 13,85 \text{ Н/мм}^2$$

Необхідна висота перерізу прогону:

$$h_{потр} = \sqrt{\frac{6W}{2b}} = \sqrt{\frac{6 * 946570,76}{2 * 100}} = 532,9 \text{ мм}$$

Приймаю прогон: 160 мм×500 мм.

2.4.1 Перевірка міцності прогону по косому згину

Характеристичні значення погонного навантаження на прогон відносно його місцевих осей (див. рис. 2.4.1):

$$g_{y,k} = 0.81 * \sin 3.8^\circ * 1.25 = 0.067 \text{ кН/м}$$

$$g_{z,k} = 0.81 * \cos 3.8^\circ * 1.25 = 1,01 \text{ кН/м}$$

$$S_{y,k} = 1.67 * \sin 3.8^\circ * 1.25 = 0.138 \text{ кН/м}$$

$$S_{z,k} = 1.67 * \cos 3.8^\circ * 1.25 = 2.08 \text{ кН/м}$$

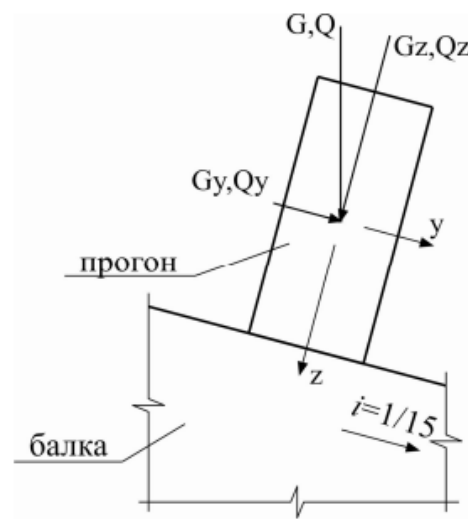


Рисунок 2.4.1 – Схема дії складових навантаження на прогон

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Розрахункове значення навантаження:

$$q_d = 1.35 * g_k + 1.5 * S_k;$$

$$q_{y,d} = 1.35 * 0.067 + 1.5 * 0.138 = 0.297 \text{ кН/м};$$

$$q_{z,d} = 1.35 * 1.01 + 1.5 * 2.08 = 4.484 \text{ кН/м};$$

Максимальний згинальний момент:

$$M_{1,y,d} = \frac{q_{z,d} l^2}{12} = \frac{4.484 * 4^2}{12} = 5.98 \text{ кН/м};$$

$$M_{1,z,d} = \frac{q_{y,d} l^2}{12} = \frac{0.29 * 4^2}{12} = 0.387 \text{ кН/м};$$

Моменти опору перерізу:

$$W_{y,d} = \frac{bh^2}{6} = \frac{160 * (500)^2}{6} = 6.67 * 10^6 \text{ мм}^3$$

$$W_{z,d} = \frac{hb^2}{6} = \frac{500 * (160)^2}{6} = 2.13 * 10^6 \text{ мм}^3$$

Згинаючі напруження у прогоні:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{1,y,d}}{W_{y,d}} = \frac{5.98 * 10^6}{6.67 * 10^6} = 0.90 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{1,z,d}}{W_{z,d}} = \frac{0.387 * 10^6}{2.13 * 10^6} = 0.18 \text{ Н/мм}^2$$

Розрахункове значення міцності з урахуванням параметрів перерізу:

$$k_{h,z} = \min \left\{ \left(\frac{300}{500} \right)^{0.2}; 1.3 \right\} = \min \{ 1.03; 1.3 \} = 0.89;$$

$$f_{m,y,d} = k_h * f_{m,d} = 0.89 * 13.85 = 12.33 \text{ Н/мм}^2$$

$$k_{h,z} = \min \left\{ \left(\frac{300}{160} \right)^{0.2}; 1.3 \right\} = \min \{ 1.24; 1.3 \} = 1.24;$$

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

$$f_{m,z,d} = k_h * f_{m,d} = 1.24 * 13.85 = 17.16 \text{ Н/мм}^2$$

Перевірка міцності прогону:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.90}{12.33} + 0.7 \frac{0.18}{17.16} = 0.080 < 1$$

Перевірка виконується.

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0.7 * \frac{0.19}{12.33} + \frac{0.18}{17.16} = 0.062 < 1$$

Перевірка виконується.

де $k_m = 0.7$ – для прямокутного перерізу.

Міцність забезпечена.

2.4.2 Перевірка жорсткості прогину

$$k_{def} = 0.7$$

$$\psi_{2.1} = 0.2 \text{ (EN 1990:2023)}$$

$E_{0,mean} = 12000 \text{ Н/мм}^2$ (для деревини класу міцності С30, EN 338:2009).

Моменти інерції відносно осей:

$$I_y = \frac{b * (h)^3}{12} = \frac{210 * (550)^3}{12} = 2.91 * 10^9 \text{ мм}^4$$

$$I_z = \frac{h * (b)^3}{12} = \frac{550 * (210)^3}{12} = 4.24 * 10^8 \text{ мм}^4$$

Початкова деформація:

$$\omega_{inst,G,y} = \frac{g_{y,k} l^4}{384 E_{0,mean} I} = \frac{0.067 * (6000)^4}{384 * 12000 * 2.91 * 10^6} = 6.47 \text{ мм}$$

$$\omega_{inst,G,z} = \frac{g_{z,k} l^4}{384 E_{0,mean} I} = \frac{1.01 * (6000)^4}{384 * 12000 * 4.24 * 10^8} = 0.67 \text{ мм}$$

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$\omega_{inst,G} = \sqrt{\omega_{inst,G,y}^2 + \omega_{inst,G,z}^2} = \sqrt{(6.47)^2 + (0.67)^2} = 6.50 \text{ мм}$$

$$\omega_{inst,Q,1} = \frac{q_k}{g_k} \omega_{inst,G} = \frac{1.67}{0.81} * 6.50 = 13.40 \text{ мм}$$

$$\omega_{inst} = \omega_{inst,G} + \omega_{inst,Q,1} = 6.50 + 13,40 = 19.90 \text{ мм} < \frac{l}{300} = \frac{12000}{300} = 40 \text{ мм}$$

Умова виконується.

Стики дошок прогону розміщуємо на відстані $X = 0,21l_{\text{прог}}$ від осі опори, на з'єднання косий прируб з використанням двох шпильок.

При встановленні прогонів на балки з похилими верхніми кромками необхідно в місцях кріплення встановлювати металеві кутики, які можуть бути дерев'яними або металевими.

2.5 Розрахунок двосхилої балки

КЛЕЄНА БАЛКА З ДОЩОК

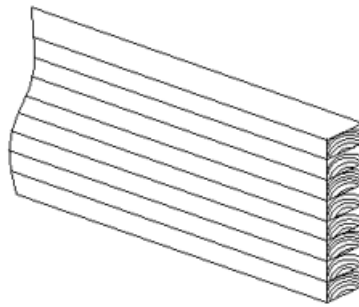


Рис. 2.2.2 Фрагмент клеєної з дошок двосхилої балки

l – розрахунковий проліт балки

$$l = l^* - 2 * 0.25 = l^* - 0.5 \text{ м.}$$

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

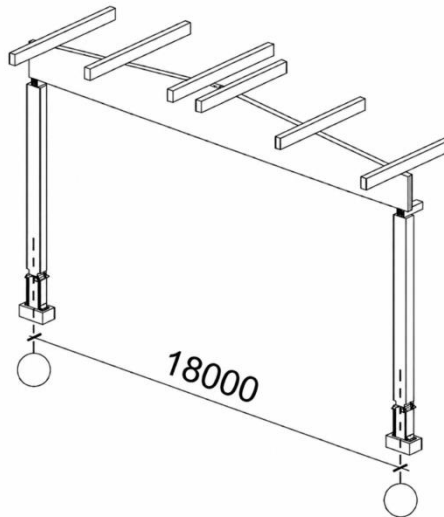


Рис. 4 Загальний вид каркасу

СТАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК

Орієнтовне навантаження від власної ваги балки

Середнє значення щільності клеєної деревини класу міцності G130с згідно до таблиці 4 стандарту EN 14080:2013 дорівнює $\rho_{g,mean}=430 \text{ кг/м}^3$.

Характеристичне значення власної ваги балки:

$$g_k = 0.23 \text{ м} * 2 \text{ м} * 18 \text{ м} * 4.3 \text{ кН/м}^3 = 35,60 \text{ кН}$$

Площа покриття, з якої балка сприймає навантаження складає $4 * 18\text{м} = 72 \text{ м}^2$. Навантаження від власної ваги балки на 1 м^2 дорівнює:

$$g_{k,beam} = \frac{g_k}{S} = \frac{35.60}{72} = 0.49 \text{ кН/м}^2$$

Постійне навантаження на балку з урахуванням її власної ваги:

$$g_k = 0.37 + 0.49 = 0.86 \text{ кН/м}^2$$

$$q_d = (g_d + s_d) * l_{пн} = (1.35 * 0.86 + 1,5 * 1.6) * 6 = 17.4 \text{ кН/м}$$

Максимальний згинальний момент у середині прольоту у гребні

$$M_{ap,d} = \frac{q_d * l^2}{8} = \frac{17.4 * 18^2}{8} = 704.7 \text{ кНм}$$

Поперечна сила

$$Q_{max,d} = \frac{q_d * l}{2} = \frac{17.4 * 18}{2} = 156.6 \text{ кН}$$

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Розрахункові значення міцності балки з комбінованої клеєної деревини класу міцності G130с.

$$f_{m,g,d,T22} = k_{mod} + \frac{f_{m,g,k}}{y_M} = 0.6 * \frac{30}{1.25} = 14.4 \text{ Н/мм}^2;$$

$$f_{v,g,d} = k_{mod} + \frac{f_{v,g,k}}{y_M} = 0.6 * \frac{3.5}{1.25} = 1.68 \text{ Н/мм}^2;$$

$$f_{c,90,g,d} = k_{mod} + \frac{f_{c,90,g,k}}{y_M} = 0.6 * \frac{2.5}{1.25} = 1.2 \text{ Н/мм}^2;$$

2.5.1 Визначення геометричних розмірів двосхилої клеєної балки

Висота балки на опорі визначається враховуючи максимальне сколювання наступним чином:

$$h_s \approx \frac{1.5 * Q_d}{b_{ef} * f_{v,g,d}} = \frac{1.5 * Q_d}{b * k_{cr} * f_{v,g,d}} = \frac{1.5 * 156.6 * 10^{-3}}{0.23 * 0.67 * 1.68} = 0.91 \text{ м.}$$

Приймаємо висоту балки на опорі $h_s = 0.7 \text{ м}$.

$$h_{ap} = h_s + i * \frac{l}{2} = 0.7 + \frac{1}{15} * \frac{18}{2} = 1.3 \text{ м.}$$

Висота балки у гребні має бути більше, ніж дві висоти балки на опорі.

Приймаємо висоту балки у середині $h_{ap} = 1.4 \text{ м}$.

2.5.2 Перевірка стійкості балки

$$l_{ef} = \frac{L}{2} = \frac{18}{2} = 9 \text{ м.}$$

$$E_{0,g,05} = 10800 \text{ Н/мм}^2$$

$$G_{g,05} = 540 \text{ Н/мм}^2$$

$$h_{0.65} = h_s + 0.65(h_{ap} - h_s) = 0.7 + 0.65(1.4 - 0.7) = 1.15 \text{ м.}$$

$$I_z = \frac{b^3 * h_{0.65}}{12} = \frac{0.23^3 * 1.15}{12} = 11.66 * 10^{-4} \text{ м}^4$$

$$\frac{h_{0.65}}{b} = \frac{1.15}{0.23} = 5.0 \rightarrow \alpha = 0.291$$

$$I_{tor} = \alpha * b^3 * h_{0.65} = 0.291 * 0.23^3 * 1.15 = 4.07 * 10^{-3} \text{ м}^4$$

$$W_y = \frac{b * h_{0.65}^2}{6} = \frac{0.23 * 1.15^2}{6} = 5.0 * 10^{-2} \text{ м}^4$$

						Арк.
					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{m,crit} = \frac{M_{y,crit}}{W_y} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,g,05} * I_z * G_{g,05} * I_{tor} * 1.4}}{l_{ef} * W_y} =$$

$$= \frac{3.14 \sqrt{10800 * 11.66 * 10^{-4} * 540 * 4.07 * 10^{-3} * 1.4}}{9 * 5.0 * 10^{-2}} = 43.4 \text{ Н/мм}^2$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,g,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{30}{43.4}} = 0,83$$

$$0.75 < \lambda_{rel,m} < 1.4$$

$$k_{crit} = 1.56 - 0.75 * \lambda_{rel,m} = 1.56 - 0.75 * 0.83 = 0.94$$

Перевірка нижньої грані балки паралельної напрямку волокон (згин з розтягом) у перерізі x :

$$\sigma_{m,0,d} = 4.44, \text{ Gl30c}$$

$$\frac{\sigma_{m,0,d}}{k_{crit} * k_h * f_{m,g,d}} = \frac{4.44}{0.94 * 1 * 14.4} = 0.33 < 1$$

2.5.3 Розрахунок міцності балки при згині

Відстань від опори балки до розрахункового (небезпечного) перерізу балки

$$X = \frac{l}{2} * \frac{h_s}{h_{ap}} = \frac{18}{2} * \frac{0.7}{1.4} = 4.5 \text{ м.}$$

Висота балки у розрахунковому перерізі:

$$h_x = h_s + x * \tan \delta = 0.7 + 4.5 * 0.078 = 1.05 \text{ м.}$$

$$h_x = 1.1 \text{ м.} > 0.6 \text{ м} \rightarrow k_h = 1$$

$$M_{x,d} = Q_d * x - \frac{q_d * x^2}{2} = 156.6 * 4.5 - \frac{17.4 * (4.5)^2}{2} = 528.5 \text{ кНм}$$

$$W_{y,x} = \frac{b * h_x^2}{6} = \frac{0.23 * 1.05^2}{6} = 0.042 \text{ м}^2$$

Напруження згину у грані паралельній напрямку волокон деревини у балці (згин з розтягом)

$$\sigma_{m,0,d} = \frac{M_{x,d}}{W_{y,x}} = \frac{528.5}{0.042} = 12.5 \text{ Н/мм}^2 \quad \frac{\sigma_{m,0,d}}{f_{m,g,d}} = \frac{4.44}{14.4} = 0.308 < 1$$

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Напруження згину у похилій грані до напрямку волокон деревини у балці
(згин зі стиском)

$$\sigma_{m,a,d} = \sigma_{m,0,d} = 4.44 \text{ Н/мм}^2$$

$$k_{m,a} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,g,d}}{0.75 * f_{v,g,d}} * \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,g,d}}{f_{t,90,g,d}} * \tan^2 \alpha\right)^2}} =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{14.4}{0.75 * 1.68} * 0.078\right)^2 + \left(\frac{14.4}{0.36} * 0.078^2\right)^2}} = 0.52$$

$$\frac{\sigma_{m,a,d}}{k_h * k_{m,a} * f_{m,d}} = \frac{4.44}{1 * 0.52 * 14.4} = 0.59 < 1$$

2.5.4 Перевірка міцності балки у коньку (гребневій зоні) балки

Момент опору

$$W_{y,ap,d} = \frac{b * h_{ap}^2}{6} = \frac{0.23 * 1.4^2}{6} = 0.075 \text{ м}^3$$

$$k_l = 1 + 1.4 * \tan \alpha + 5.4 * \tan^2 \alpha = 1 + 1.4 * 0.078 + 5.4 * 0.078^2 = 1.1$$

$$k_p = 0.2 * \tan \alpha = 0.2 * 0.078 = 0.016$$

$$\sigma_{md} = k_l * \frac{M_{ap,d}}{W_{y,ap,d}} = 1.1 * \frac{704.7}{0.075} = 10.3 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sigma_{t,90,d} = k_p * \frac{M_{ap,d}}{W_{y,ap,d}} = 0.016 * \frac{704.7}{0.075} = 0.15 \text{ Н/мм}^2$$

Коефіцієнти, враховуючі перерозподіл напружень та об'ємний фактор,

$$k_{dis} = 1.4$$

$$k_{vol} = \left(\frac{V_0}{V}\right)^{0.2}$$

$$V = h_{ap} * (h_{ap} - 0.25 * h_{ap} * \tan \alpha) * b =$$

$$= 1.4 * (1.4 - 0.25 * 1.4 * 0.078) * 0.23 = 0.44 \text{ м}^3$$

Граничне значення

$$V \leq \frac{2}{3} * \left(l * h_s + \frac{l}{3} * (h_{ap} - h_s)\right) * b =$$

$$= 2/3 * (18 * 0.7 + 18/3 * (1.4 - 0.7)) * 0.23 = 2.57 \text{ м}^3$$

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$k_{vol} = \left(\frac{0.65}{2.57}\right)^{0.2} = 0.75$$

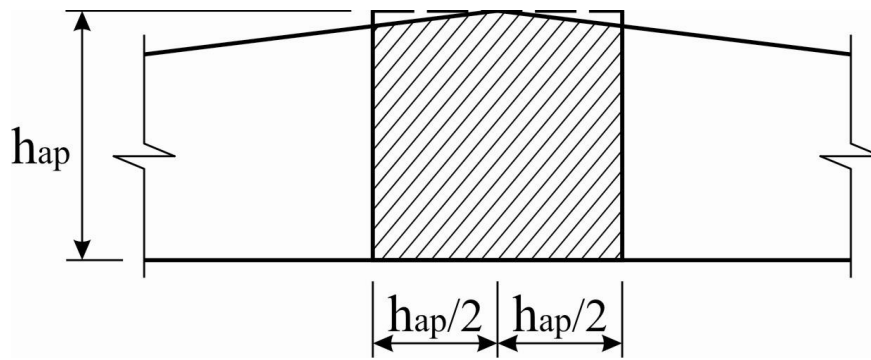


Рисунок 2.5.1 – Геометрія напруженого об'єму конька балки
Перевірка міцності конька балки на дію згинальних напружень

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_r * f_{m,g,d}} = \frac{\sigma_{m,d}}{k_r * f_{m,g,d,T15}} = \frac{10.3}{1 * 14.4} = 0.72 < 1$$

$$f_{m,g,d,T15} = k_{mod} * \frac{f_{m,g,k}}{y_m} = 0.6 \frac{30}{1.25} = 14.4 \text{ Н/мм}^2$$

Перевірка міцності на дію поперечних розтягуючих напружень

$$\frac{\sigma_{t,90,d}}{k_{dis} * k_{vol} * f_{t,90,g,d}} = \frac{0.15}{1.4 * 0.75 * 0.36} = 0.39 < 1$$

2.5.5 Перевірка прогину балки

Складові частини вертикального прогину балки з урахуванням повзучості та будівельного підйому зображені на рисунку 2.5.2.

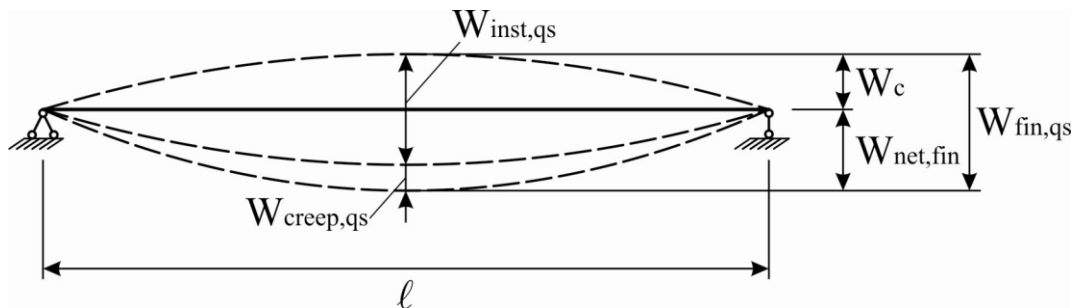


Рисунок 2.5.2 – Схема складових частин деформації балки
Пружні характеристики деревини балки класи міцності G130с:

$$E_{0,g,mean} = 13000 \text{ Н/мм}^2 = 13000 \text{ мН/м}^2$$

$$G_{g,05} = 650 \text{ Н/мм}^2 = 650 \text{ мН/м}^2$$

Оскільки клас експлуатації будівлі – 1 та найкоротша дія на будівлю (снігове навантаження) є «короткочасною дією» за класом тривалості дії навантаження, та коефіцієнт $k_{def} = 0,6$.

Початкова деформація:

$$I_s = \frac{b * h_s^3}{12} = \frac{0.23 * 0.7^3}{12} = 5.76 * 10^{-3} \text{ м}^4$$

$$M_{max} = \frac{q_{g,k} * L^2}{8} = \frac{(0.86 + 1.6) * 18^2}{8} = 99.63 \text{ кНм} = 9.96 * 10^{-2} \text{ МНм}$$

2.5.6 Перевірка жорсткості балки

Початкові деформації від власної ваги балки:

$$w_{inst,G} = \frac{M_{max} * l^2}{9.6 * E_{0,g,mean} * I_s} * k_m + \frac{1.2 * M_{max}}{G_{g,mean} * I_s} * k_v =$$

$$= \frac{9.96 * 10^{-2} * 20^2}{9.6 * 13000 * 5.76 * 10^{-3}} * 0.255 + \frac{1.2 * 9.96 * 10^{-2}}{650 * 0.67 * 0.23} * 0.795 =$$

$$= 0.0151 \text{ м} = 15.1 \text{ мм}.$$

Моменти інерції відносно осей:

$$I_y = \frac{b * h^3}{12} = \frac{230 * 1400^3}{12} = 65.7 * 10^6 \text{ мм}^4$$

$$I_z = \frac{h * b^3}{12} = \frac{700 * 230^3}{12} = 70.9 * 10^6 \text{ мм}^4$$

Початкові деформації від снігового навантаження:

$$w_{inst,Q} = \frac{q_k}{g_k} * w_{inst,G} = \frac{1.6}{0.86} * 15.1 = 28.1 \text{ мм}.$$

Початкова деформація без повзучості:

($\psi_2 = 0$ для снігового навантаження, оскільки місце розташування будівлі знаходиться нижче ніж 1000 м над рівнем моря).

$$w_{inst} = w_{inst,G} + w_{inst,Q} = 15.1 + 28.1 = 43.2 < \frac{l}{300} = \frac{20000}{300} = 66.6 \text{ мм}.$$

Кінцеві деформації з урахуванням повзучості:

$$w_{fin} = w_{inst} + \left(w_{inst,G} + \sum_{i=1}^n \psi_{2,i} * w_{inst,Q} \right) k_{def} =$$

						Арк.
					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$= 43.2 + (15.1 + 0 * 28.1) * 0.6 = 52.26 < \frac{l}{200} = \frac{20000}{200} = 100 \text{ мм.}$$

Кінцеві деформації від квазіпостійного навантаження без будівельного підйому: коли відсутній будівельний підйом, $w_c = 0$.

$$w_{net,fin} = \left(w_{inst,G} + \sum_{i=1}^n \psi_{2,i} * w_{inst,Q} \right) * (1 + k_{def}) - w_c =$$

$$= (15.1 + 0 * 28.1) * (1 + 0.6) - 0 = 24.16 < \frac{l}{300} = \frac{20000}{300} = 66.6 \text{ мм.}$$

2.5.7 Перевірка міцності балки на опорі

2.5.7.1 Зминання поперек волокон

Деревина балки на опорі стискається поперек волокон на обв'язувальному брусі, який має поперечний переріз з цільної деревини розмірами 250 мм x 250 мм.

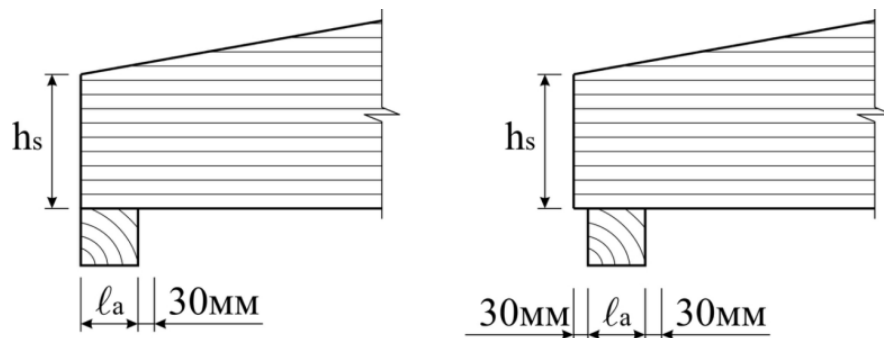


Рисунок 2.5.7.3 – Схеми опирання балки на колону

Ефективна площа стиску балки поперек волокон (рис. 3.7, а):

$$l_{ef} = l_a = 250 + 30 = 280 \text{ мм.}$$

$$A_{ef} = l_{ef} b = 280 * 205 = 57400 \text{ мм}^2.$$

$$k_{c,90} = 1.75 (l_1 > 2h)$$

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} = \frac{Q_{max,d}}{A_{ef}} = \frac{156.6}{57400} = 2.73 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Перевірка міцності:

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} * f_{c,90,g,d}} = \frac{2.73}{1.75 * 1.2} = 0.99 < 1$$

Умова виконується.

2.5.7.2 Зсув або сколювання від поперечної сили на опорі

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Зменшена поперечна сила:

$$V'_d = V_{d,max} * q_d \left(h_s + \frac{l_A}{2} \right) = Q_d - q_d \left(h_s + \frac{l_A}{2} \right) =$$

$$= 156.6 - 17.4 \left(0.7 + \frac{0.280}{2} \right) = 141.9 \text{ кН}$$

$$h'_s = h_s + (l_A + h_s) \tan \alpha = 0.7 + (0.280 + 0.7) * 0.078 = 0.776 \text{ м}$$

Дотичні напруження:

$$\tau_s = 1.5 \frac{V'_d}{b_{ef} h'_s} = 1.5 \frac{V'_d}{k_{cr} b h'_s} = 1.5 \frac{141.9}{0.67 * 0.205 * 0.776} = 1.99 \frac{\text{МН}}{\text{м}^2}$$

Перевірка міцності:

$$\frac{\tau_s}{f_{v,g,d}} = \frac{1.99}{2.52} = 0.7 < 1$$

Обраний клас міцності деревини GL30с є комбінованим і складається з дошок різних класів міцності, де в крайніх зонах поперечного перерізу розташовано більш міцний сорт деревини.

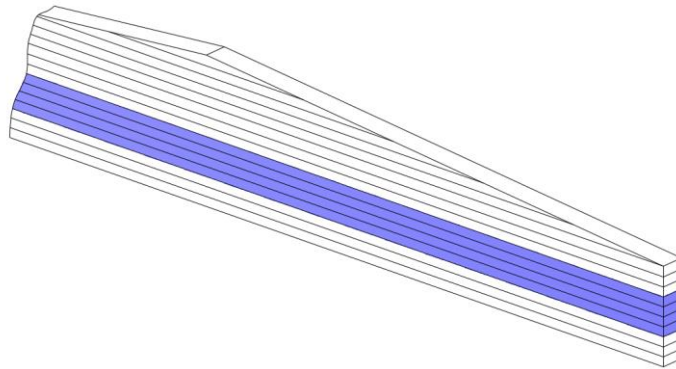
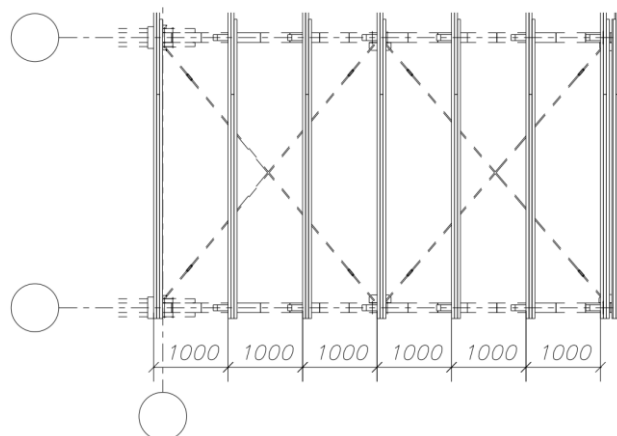


Рисунок 2.5.7.4 – Схема розташування деревини низького сорту у середині двосхилої балки



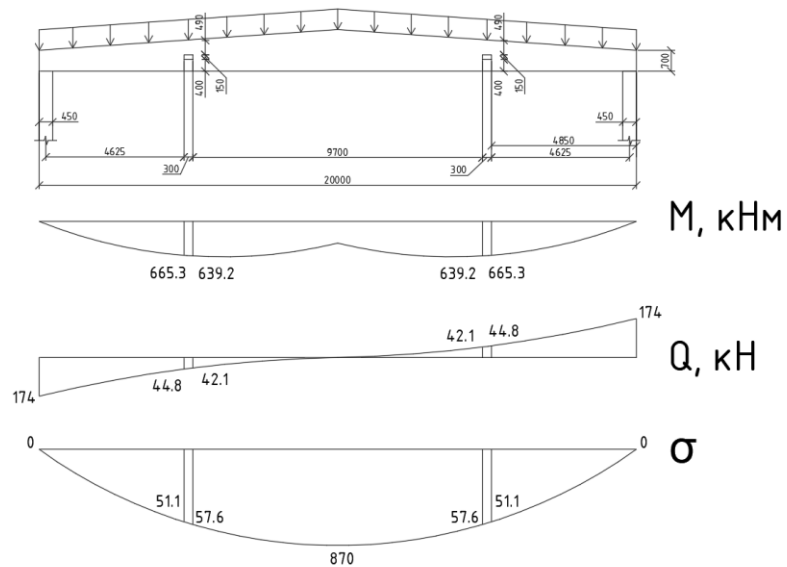
Малюнок 2.5.7.5 – Скатні зв'язки по покриттю

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

2.5.7.3 Перевірка міцності балки у місці розташування перфорації

Для перевірки допустимості перфорацій у двосхилої клеєної балки з поперечним перерізом 205 x 1400 мм та класом міцності G130С, використаємо відповідні нормативні вимоги. У класі використання 1 і класі тривалості застосування навантаження середньому дозволяється використання перфорацій без необхідності додаткових посилень.

Розрахункове значення рівномірно розподіленого навантаження $q_d = 17.4$ кН/м



$$f_{t,90,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,90,k}}{\gamma_m} = 0.6 * \frac{0.4}{1.25} = 0.192 \text{ Н/мм}^2$$

$$k_{t,90} = \min \left\{ \frac{\sqrt{450/h}}{1} \right\} = \min \left\{ \frac{\sqrt{450/1400}}{1} \right\} = 0.56$$

Перевірка несучої здатності прямокутної перфорації

Поперечне розтягування на лівій грані прямокутної перфорації

$$h_r = \min(h_{ro}; h_{ru}) = \min(490; 400) = 400 \text{ мм}$$

$$\begin{aligned} F_{t,90,d} &= \frac{V_d * h_d}{4 * h} * \left(3 - \frac{h_d^2}{h^2} \right) + 0.008 * \frac{M_d}{h_r} \\ &= \frac{44800 * 150}{4 * 1400} * \left(3 - \frac{150^2}{1400^2} \right) + 0.008 * \frac{57.6 * 10^6}{400} = 4738.2 \text{ Н.} \end{aligned}$$

Поперечне розтягування на правій грані прямокутної перфорації

						Арк.
					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{t,90,d} = \frac{V_d * h_d}{4 * h} * \left(3 - \frac{h_d^2}{h^2} \right) + 0.008 * \frac{M_d}{h_r}$$

$$= \frac{42100 * 150}{4 * 1400} * \left(3 - \frac{150^2}{1400^2} \right) + 0.008 * \frac{51.1 * 10^6}{400} = 4392.09 \text{ Н.}$$

Перевірка поперечного розтягування більш навантаженої грані прямокутної перфорації

$$l_{t,90} = 0.5 * (h_d + h) = 0.5 * (150 + 1400) = 775 \text{ мм.}$$

$$\frac{F_{t,90,d}}{0.5 * l_{t,90} * b * k_{t,90} * f_{t,90,d}} = \frac{4738.2}{0.5 * 775 * 205 * 0.56 * 0.256} = 0.41 < 1$$

Перевірка згинальних напруг прямокутної перфорації:

Згинальні напруги ослабленого поперечного перерізу в середині перфорації становлять:

$$\sigma_{m,d,o} = 7.4 \text{ Н/мм}^2 \text{ і } \sigma_{m,d,u} = 8.4 \text{ Н/мм}^2$$

Підвищення згинальних напружень

$$V_{d,o} = \frac{h_{ro}}{h_{ro} + h_{ru}} * V_d = \frac{490}{490 + 400} * 43400 = 23894.3 \text{ Н}$$

$$\Delta M_{d,o} = V_{d,o} * \frac{a}{2} = 23894.3 * 150 = 3.5 * 10^6 \text{ Н * мм}$$

$$\Delta \sigma_{m,d,o} = \frac{\Delta M_{d,o}}{W_o} = \frac{3.5 * 10^6}{150 * 490^2} = 0.09 \text{ Н/мм}^2$$

$$V_{d,u} = \frac{h_{ru}}{h_{ro} + h_{ru}} * V_d = \frac{400}{490 + 400} * 43400 = 19505.6 \text{ Н}$$

$$\Delta M_{d,u} = V_{d,u} * \frac{a}{2} = 19505.6 * 150 = 2.9 * 10^6 \text{ Н * мм}$$

$$\Delta \sigma_{m,d,u} = \frac{\Delta M_{d,u}}{W_u} = \frac{2.9 * 10^6}{150 * 400^2} = 0.1 \text{ Н/мм}^2$$

Перевірка перевищення згинальних напружень при прямокутній перфорації $\sigma_{m,d} = \sigma_{m,d,u} + \Delta \sigma_{m,d,u} = 8.4 + 0.1 = 8.5 \text{ Н/мм}^2$

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{8.5}{0.8 * \frac{24}{1.25}} = \frac{8.5}{15.36} = 0.5 < 1$$

Посилення гвинтами не потрібна.

2.6 РОЗРАХУНОК КОЛОНИ

						Арк.
					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6.1 Визначення параметрів поперечного перерізу колони

Висота перерізу колони визначається з наступного співвідношення виходячи з величини граничної гнучкості та висоти колони як зазначено нижче.

Умовні позначення:

H – висота колони;

h – висота поперечного перерізу колони;

b – ширина поперечного перерізу колони;

$$\text{Приймаємо } h^* = \frac{1}{16} * H = \frac{1}{16} * 660 \text{ см.} \approx 42 \text{ см.}$$

$$h = 3.3 \text{ см.} * 13 \geq 42.9 \text{ см.}$$

Вертикальні навантаження.

Погонне граничне навантаження на балку від власної ваги покриття:

$$q_{m,в.в} = (g_m + g_{m,в.в.}) * B * \gamma_{nm} = (0.64 \text{ кН/м}^2) * 4 * 1.1 = 2.816 \text{ кН/м};$$

Погонне граничне навантаження на балку від снігу:

$$q_{m,сн} = g_{m,сн} * B * \gamma_{nm} = 1.45 * 4 * 1.1 = 6.38 \text{ кН/м.}$$

Опорна реакція балки від власної ваги покриття на стійку:

$$V_{в.в.} = \frac{q_{m,в.в} * l}{2} = \frac{2.816 * 18}{2} = 25.34 \text{ кН}$$

Опорна реакція балки покриття від снігу на стійку:

$$V_{сн.} = \frac{q_{m,сн.} * l}{2} = \frac{6.38 * 18}{2} = 57.42 \text{ кН}$$

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

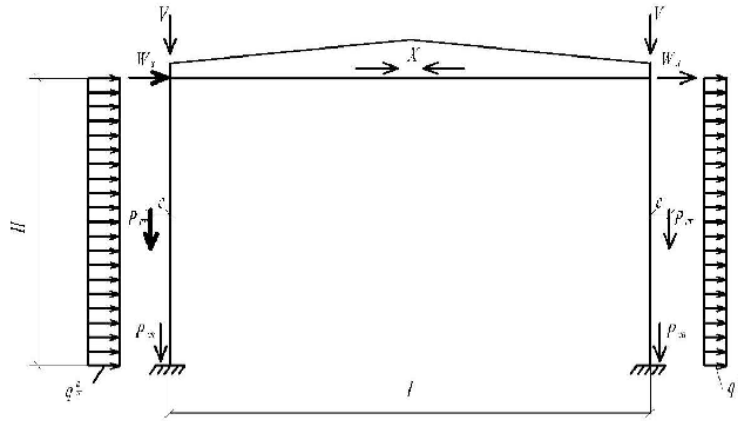


Рисунок 2.6.1 - Розрахункова схема двохшарнірної рами з клеєними стійками

Тоді попередньо навантаження від власної ваги стійки буде:

$$P_{\text{ВВ}} = h * b * c * H * \gamma_{fm} * \gamma_{nm} = 0.429 * 0.205 * 5 * 6.6 * 1.1 * 1.1 = 3.51 \text{ кН}$$

Стінове огорожування приймаємо з клеєфанерних панелей з власною вагою, як у плит покриття:

$$\begin{aligned} P_{\text{м,ст}} &= g_{\text{м,ст}} * B * (H + h_{\text{О.Б}} + h_{\text{оп}}) * \gamma_{nm} = \\ &= 0.611 * 4 * (6.6 + 0.28 + 0.67) * 1.1 = 20.2 \text{ кН} \end{aligned}$$

Горизонтальні вітрові навантаження.

Згідно [2] (ДБН В.1.2-2: 2006 «Навантаження і впливи»), п. 9.4, граничне розрахункове значення активного вітрового тиску на поперечну раму від стіни кН/м

$$q_{\text{wa}} = \gamma_{fm} * W_0 * C_a * C_h * B * \gamma_{nm} = 1.0 * 0.42 * 0.8 * 0.6 * 4 * 1.1 = 0.8 \text{ кН/м}$$

W_0 - характеристичне значення вітрового тиску для м.Суми: $W_0 = 0.42 \text{ кН/м}^2$

$C_a = C_{aer,a}$ - аеродинамічний коефіцієнт, для активного бічного вітру рівний

$$C_a = 0.8;$$

C_h - коефіцієнт висоти споруди, для II типу місцевості на висоті 10м рівний

$$C_h = 0.6.$$

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Граничне розрахункове значення пасивного вітрового тиску на стійку визначається аналогічно:

$$q_{w\Pi} = \gamma_{fm} * W_0 * C_{\Pi} * C_h * B * \gamma_{nm} = 1.0 * 0.42 * 0.6 * 0.6 * 4 * 1.1 = 0.6 \text{ кН/м}$$

Вітрове навантаження на раму від ділянки стін вище верху стійок :

$$W_a = q_{wa} * h_{оп} = 0.8 * 0.67 = 0.536 \text{ кН}$$

$$W_{\Pi} = q_{w\Pi} * h_{оп} = 0.6 * 0.67 = 0.402 \text{ кН}$$

2.7 СТАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК

2.7.1 Розрахункова схема

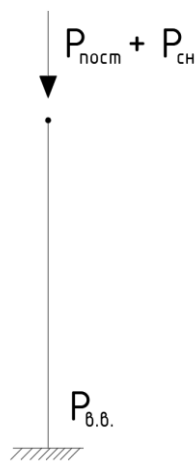


Рис. 7

де

$P_{\text{пост}}$ постійне навантаження;

$P_{\text{сн}}$ снігове навантаження;

$P_{\text{вв}}$ власна вага колони;

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

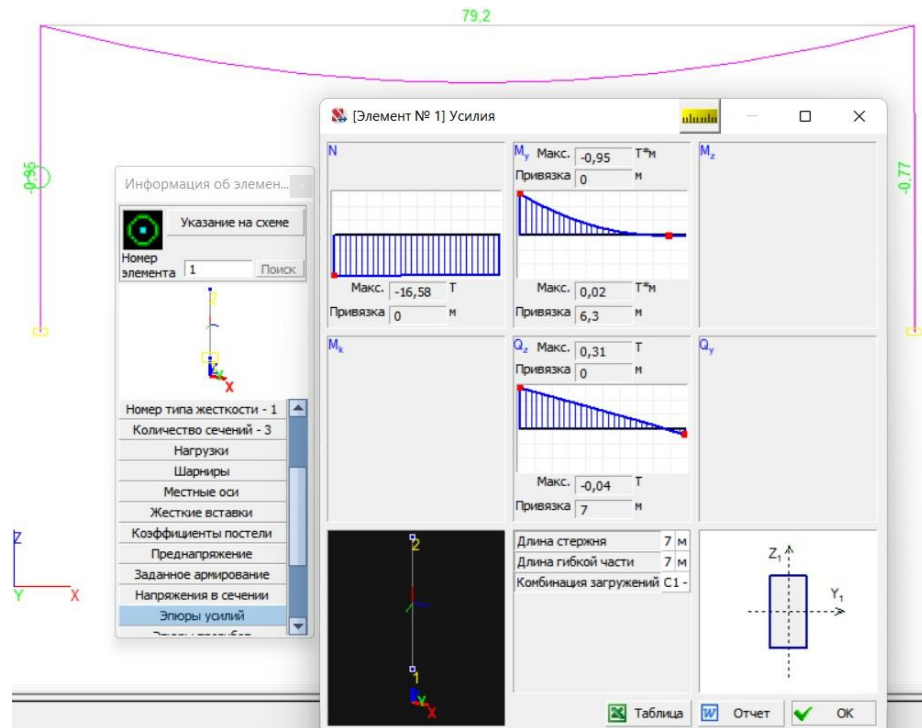


Рис. Розрахунок зусиль у програмі SCAD soft

Зусилля які діють на колону

$$M_d = 9.5 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$N_d = 175.9 \text{ кН}$$

$$Q_d = 3.2 \text{ кН}$$

2.9 ПЕРЕВІРОЧНІ РОЗРАХУНКИ КОЛОНИ

2.9.1 Розрахункові значення міцності балки

Деревина для колони прийнята з однорідної класної деревини класу міцності G124h. Клас експлуатації – 1.

Клас тривалості діючого навантаження «короткочасне».

$$f_{v,g,d} = k_{mod} + \frac{f_{v,g,k}}{\gamma_M} = 0.6 * \frac{3.5}{1.25} = 1.68 \text{ Н/мм}^2;$$

$$f_{c,0,g,d} = k_{mod} + \frac{f_{c,0,g,k}}{\gamma_M} = 0.6 * \frac{25}{1.25} = 12 \text{ Н/мм}^2;$$

Модуль пружності:

						Арк.
					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_{0.05} = 8800 \text{ Н/мм}^2$$

2.9.2 Геометричні характеристики перерізу колони

Радіус інерції колони:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{\frac{b * h^3}{12}}{b * h}} = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \frac{h}{\sqrt{12}} = 0.289 * h = 0.289 * 430 = 124.2 \text{ мм}$$

$$W_y = \frac{b * h^2}{6} = \frac{200 * 430^2}{6} = 6.2 * 10^6 \text{ мм}^3$$

Розрахунок гнучкості та інтерполяція значення коефіцієнта продольного згину:

$$l_{ef,y} = l_{ef,z} = \beta * l = 2.2 * 5200 = 11440 \text{ мм}$$

Гнучкість:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{11440}{124.2} = 92,11$$

Приведена гнучкість:

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0.05}}} = \frac{92,11}{3.14} * \sqrt{\frac{22}{8800}} = 1.47$$

$$k_y = 0.5[1 + \beta_c * (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.5[1 + 0.1 * (1.47 - 0.3) + 1.47^2] = 1,6$$

Коефіцієнт повздовжнього згину:

$$k_{c,y} = \min \left\{ \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}; 1 \right\} = \left\{ \frac{1}{1,6 + \sqrt{1,6^2 - 1,47^2}}; 1 \right\} = 0.45$$

Згинаючі та стискаючі напруження:

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{175.9 * 10^3}{205 * 430} = 2 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{9.5 * 10^6}{6.3 * 10^6} = 1.5 \text{ Н/мм}^2$$

$$k_{h,y} = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0.1} : 1.1 \right\} = \min \left\{ \left(\frac{600}{0.43} \right)^{0.1} : 1.1 \right\} = 1.1$$

$$f_{m,y,d} * k_{h,y} = 15.2 * 1.1 = 16.7 \text{ Н/мм}^2$$

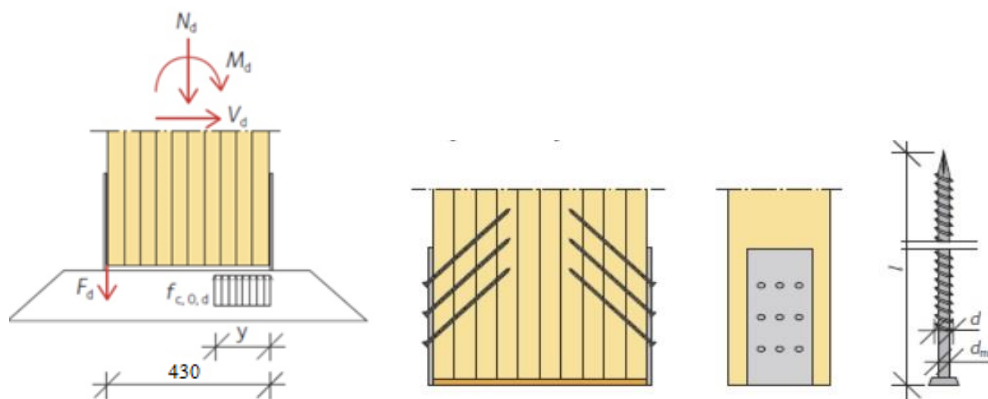
Перевірка міцності:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} * f_{c,0,d}} = \frac{2}{0.271 * 15.2} = 0.49 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} * f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{2}{0.49 * 15.2} + 0.7 \frac{1.5}{16.7} = 0.33 < 1$$

Умова виконується.

2.9.3 Розрахунок бази колони на гвинтах



Зусилля які діють на колону в місці її кріплення до фундаменту

$$M_d = 9.5 \text{ кН} * \text{м}$$

$$N_d = 175.9 \text{ кН}$$

$$Q_d = 3.2 \text{ кН}$$

Величина стиснутої зони колони вздовж волокон при згині колони

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$y = h \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_d + N_d \cdot h}{b \cdot h^2 \cdot f_{c,0,d}}} \right) =$$

$$= 430 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9.5 \cdot 10^6 + 175.9 \cdot 10^3 \cdot 430}{205 \cdot 430^2 \cdot 23.04}} \right) = 24 \text{ мм.}$$

Розтягуюче зусилля у металевих бокових пластинах які кріпляться гвинтами до колони та до фундаменту:

$$F_d = b \cdot y \cdot f_{c,0,d} - N_d = 205 \cdot 24 \cdot 23.04 - 175.9 \cdot 10^3 = -62543,2 \text{ Н.}$$

Розтягнута зона в колоні через значне стискаюче навантаження відсутнє. Приймаємо конструктивне кріплення колони:

Гвинти діаметром $d=11$ мм, діаметр стержня гвинта $d_m = 7.5$ мм, довжиною $l = 300$ мм, межа текучості сталі $f_u = 1000$ МПа. Товщина сталевих пластин $t_s = 6$ мм.

Гвинти вкручуються у деревину колони під кутом 45° відносно напрямку волокон у деревині. Глибина анкеровки гвинта:

$$l_{ad} = 300 - t_s \cdot \sqrt{2} = 300 - 6 \cdot \sqrt{2} = 291.5 \text{ мм}$$

Характеристичне значення міцності гвинта на висмикування під кутом до напрямку волокон

$$f_{ax,k,s} = 0,52 \cdot d^{-0,5} \cdot l_{ad}^{-0,1} \cdot \rho_k^{0,8} = 0,52 \cdot 11^{-0,5} \cdot 291,5^{-0,1} \cdot 390^{0,8} = 10,51 \text{ МПа}$$

$$k_d = \min\left(1; \frac{d}{8}\right) = 1$$

$$F_{ax,k,rk} = \frac{f_{ax,k,s} \cdot d \cdot l_{ad} \cdot k_d}{1,2 \cdot \cos(\alpha)^2 + \sin(\alpha)^2} = \frac{10,5 \cdot 11 \cdot 291,5 \cdot 1}{1,2 \cdot \cos(45)^2 + \sin(45)^2} = 30644,5 \text{ Н}$$

Міцність гвинта на розтяг

$$F_{t,Rk} = 0,9 \cdot f_u \cdot \pi \cdot \frac{d_m^2}{4} = 0,9 \cdot 1000 \cdot 3,14 \cdot \frac{7,5^2}{4} = 39,74 \text{ кН}$$

						Арк.
					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо міцність гвинтів як найменше значення міцності на висмикування чи на розтяг або розрив гвинта

$$F_{td} = \min\left(\frac{F_{ax,k,rk} \cdot k_{mod}}{\gamma_{M1}}; \frac{F_{t,s,k}}{\gamma_{M2}}\right) * \cos(45^\circ) =$$
$$= \min\left(\frac{30.64 \cdot 0.9}{1.3}; \frac{39.74}{1.2}\right) * \cos(45^\circ) = 15 \text{ кН}$$

Приймаємо 3 гвинта по вертикалі з кожної сторони.

$$n=3$$

$$n_{ef}=n^{0.9}=3^{0.9}=2.68$$

$$2.68 * 15 \text{ кН} = 40.2 \text{ кН} - \text{загальна несуча здатність 3 гвинтів}$$

Мінімальні відстані між гвинтами:

$$a_{1,\min}=7 \cdot d=7 \cdot 11=77 \text{ мм, приймаємо 100 мм.}$$

$$a_{2,\min}=5 \cdot d=5 \cdot 11=55 \text{ мм}$$

$$a_{1CG,\min}=10 \cdot d=10 \cdot 11=110 \text{ мм}$$

$$a_{2CG,\min}=4 \cdot d=4 \cdot 11=44 \text{ мм, приймаємо 50 мм.}$$

Перевірка міцності з'єднання

$$n_{rows} \cdot n_{ef} \cdot F_{td} = 3 \cdot 2.68 \cdot 15 = 128.7 \text{ кН}$$

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

РОЗДІЛ 3
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

					<i>192 Кваліфікаційна бакалаврська робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розробив		Антонічук			Складська будівля з клеєної деревини у місті Києв.	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.							52	
Керівник		Бідаков				ХНУМГ		
Н. Контр.		Пустовойтова						

3.1 Технологія та організація монтажу балок

Перед початком монтажу балок за допомогою крана МКГ-40 їх укрупненість забезпечується на спеціально відведеному майданчику. Після цього вони завантажуються на полу причепа LB1 і транспортуються до монтажної зони для подальшого монтажу.

Балки, довжиною 18 м та більше, постачаються у вигляді двох або трьох елементів, які після транспортування на будівельний майданчик укрупнюються відповідно до проекту. Для утримання цих елементів балки у необхідному положенні до їх з'єднання використовуються стенди, обладнані кондукторами та іншими необхідними приладами.

Перед встановленням балок колони остаточно закріплюють, а на опори для балок наносяться риси повздовжніх та поперечних осей.

Балки стропуються за допомогою різноманітних методів, таких як решіткові траверси, універсальні стропи, стропи з напівавтоматичними механічними захватами або електричними захватними пристроями. Найбільш ефективним є стропування балок за допомогою напівавтоматичних захватних пристроїв. Стropування здійснюється в обхваті. Напівавтоматичний захватний пристрій для підйому балок складається з жорсткої траверси, до якої підвішуються захвати з кабелем, але з незмінними запірними пальцями. Після встановлення та закріплення пальців вони виводяться назад в коробки захватних пристроїв, звільняючи їх та утримуючи траверсу.

Балки такої великої довжини і незвичайної форми стропують за допомогою чотирьох точкових штирьових захватів, які запобігають їх розгойдуванню під час підйому та наведення на опори. На кінці нижнього поясу кріплять дві відтяжки або використовують гнучкий маніпулятор.

Після встановлення балки на місце проводиться вивірювання та виправлення їх положення відносно розподільчих осей та відміток опорних вузлів, а також перевіряється відстань до попередньо встановленої балки.

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Балки надійно закріплюються на колоні боковими накладками з деревини та шпильками, які встановлюються у просвердлені отвори в колоні та балках. Тимчасові кріплення балок знімаються після утворення жорсткої балочної системи з групи балок та встановлених між ними зв'язками.

Для тимчасового кріплення та вивірки балок може бути застосовано кондуктор – розпірку. Для забезпечення безпечної роботи монтажників при встановленні балок на опори та їх закріпленні на колони навішують підмостя. Перехід до нижнього поясу балки дозволяється тільки при наявності туго натягнутого тросу, за який монтажник прикріплюється запобіжним поясом. При необхідності підйому до верхнього поясу (для зняття розпірок, встановлення зв'язків та інших робіт) використовують монтажну платформу, але також можливо на балку за допомогою крану навішують драбину з люлькою.

3.2 Вибір основного монтажного механізму

Для виконання монтажу елементів дерев'яного каркасу, зокрема балок, ми будемо використовувати послідовний метод монтажу за допомогою самохідного крана.

1. Визначення монтажно́ї маси

Монтажна маса обчислюється а формулою:

$$Q_m = Q_b + Q_{стр}$$

де Q_b - вага балки

$Q_{стр}$ - вага стропуючих засобів

$$Q_m = Q_b + Q_{стр} = 0.71 + 0.39 = 1.1 \text{ т}$$

2. Визначення монтажно́ї висоти. Монтажна висота обчислюється за формулою:

$$H_m = h_z + h_e + h_t + h_c$$

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

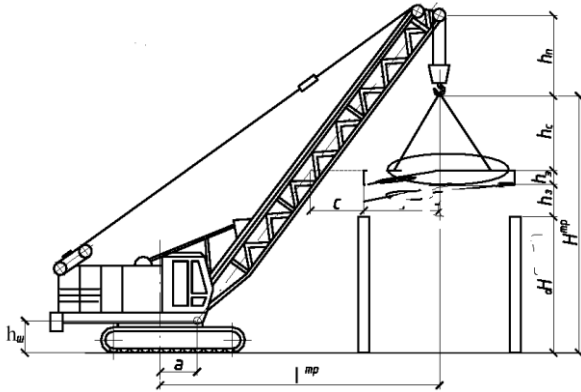
де h_3 - запас по висоті = 0.5

h_e - висота проектного положення елемента 9.8 м

h_c - висота траверси = 1.5 м

$$H_M = 0.5 + 9.8 + 1.5 = 11.8 \text{ м}$$

3.3 Визначення монтажного вильоту стріли крану



Монтажний виліт стріли визначається з мінімізації відстані до місця установки (опори) конструкції та залежить від кількості елементів, які будуть монтуватися з однієї стоянки.

Отже, допустима відстань по горизонталі від основи відкосу до найближчих опор кранів не обмежується, оскільки вона визначається за мінімізацією відстані до місця установки конструкції та кількості монтуваних елементів з однієї стоянки.

Тоді мінімальний монтажний виліт стріли крана L_M^{\min} , може бути визначений за формулою:

$$L_M^{\min} = l_{ш} + \frac{(b + e + c) \cdot (H + h_u)}{h_n + h_c}$$

$l_{ш}$ - відстань від осі обертання до осі закріплення стріли, м (1.25м);

b - відстань по горизонталі від грані конструкції, що монтується, оберненої до крану, до вертикальної осі вантажного гака, м;

e - половина товщини конструкції стріли крану нарівні ймовірного торкання з раніш змонтованими конструкціями або підіймаємим елементом (0.5м)

c - мінімальний зазор між конструкцією стріли крана і змонтованими конструкціями будівлі або елемента, що монтується, (0,5м);

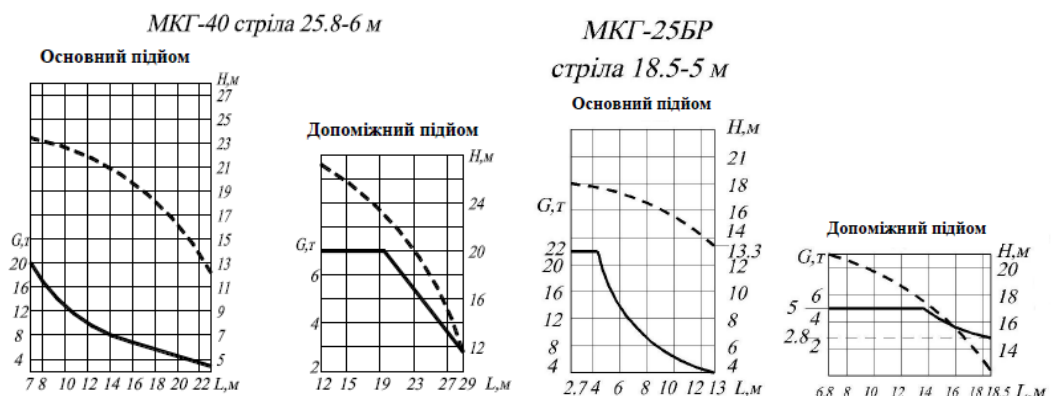
$h_{ш}$ - висота кріплення стріли над рівнем стоянки крана, м.

$$L_M^{min} = 1.25 + \frac{(4 + 0.5 + 0.5) * (11.8 + 1.53)}{2.1 + 1.5} = 19.7 \text{ м.}$$

максимальний виліт стріли крана визначається в залежності від схеми монтажу, кількості монтуємих елементів з однієї стоянки крана.

$$L_M^{max} = \sqrt{(L_M^{min})^2 + \left(\frac{B_{np} - d}{2}\right)^2}$$

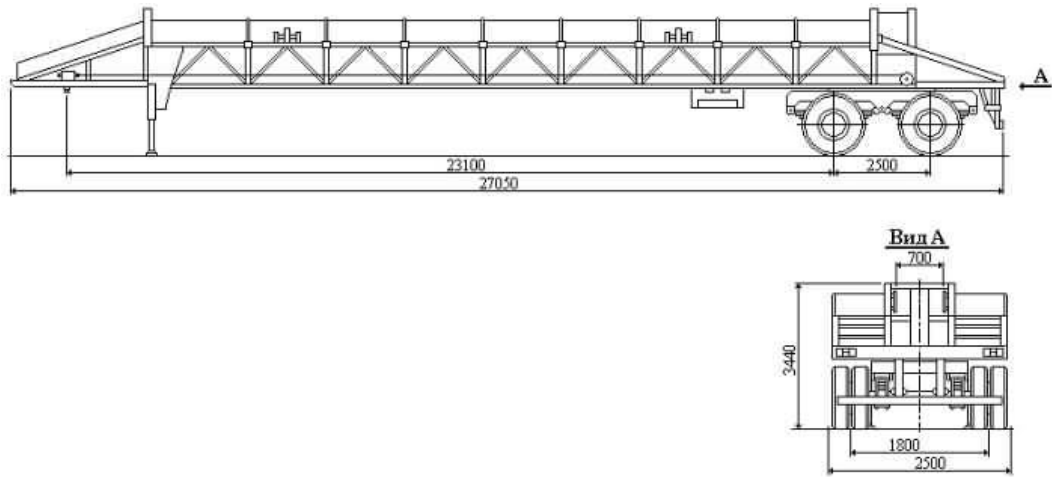
На підставі вище приведених розрахунків приймаємо кран для монажу балок МКГ-40 (стріла 25.8-6м.), а для вантажних робіт на майданчику укрупненої збірки МКГ-25БР (стріла 18.5-5м.).



Транспортуючий засіб для балок:

Для транспортування балок існують окремі транспортні засоби та універсальні (для всіх видів вантажів).

Полупричеп фермовіз універсальний 993620 (УПФ-18(24)20) призначений для перевезення дерев'яних ферм та балок довжиною 18 и 24м.



3.3 Техніка безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт

Поширена на виробничі процеси під час монтажу (демонтажу) дерев'яних конструкцій (далі - будівельні конструкції) і встановлює загальні вимоги безпеки при їх виконанні на стадії будівництва нових, реконструкції і ремонту діючих промислових і цивільних будинків і споруд.;

Призначена для працівників будівельно-монтажних та проектних організацій, що займаються розробкою проектів виконання робіт (ПВР) або технологічних записок (карт).

Під час монтажу будівельних конструкцій, крім погодженого і затвердженого у встановленому порядку ПВР, необхідно дотримуватися вимог актуального документа, а також інших державних і відомчих нормативних актів і документів, з урахуванням змін, які публікуються у журналі "Охорона праці".

Під час монтажу будівельних конструкцій основними шкідливими виробничими факторами слід вважати:

- Рухомі машини та механізми, включаючи вантажопідіймальні установки.
- Переміщення елементів будівельних конструкцій і блоків будівель у відповідне положення.
- Втрата стабільності будівельних майданчиків.
- Робочі місця на висоті.
- Недостатнє освітлення робочих зон.

- Вплив вітру на крани та монтвані конструкції.
 - Фізичне навантаження під час переміщення вантажів.
 - Екстремальні температури у робочих зонах.
 - Ризики від електричного, електромагнітного та іншого випромінювання.
 - Потенційно небезпечне випромінювання під час зварювальних робіт та контролю якості зварених швів.
 - Токсичний і дратівний вплив газів та аерозолів, що виникають під час зварювальних робіт.
 - Токсичний і дратівний вплив випарів лакофарбових матеріалів під час виконання антикорозійних робіт.
 - Використання порохового монтажного інструменту.
- Щоб запобігти або зменшити вплив небезпечних і шкідливих виробничих факторів, зазначених у пункті 1.2 цього документа, необхідно:
- Позначати небезпечні зони знаками безпеки та готувати інженерні шляхи для руху машин, механізмів та повітряних суден, дотримуючись правил їх безпечної експлуатації.
 - Дотримуватися технології виконання робіт та приймати інженерно-технічні рішення, щоб забезпечити несучість будівельних конструкцій під час переміщення їх або втрати стійкості.
 - Використовувати прогресивні засоби підняття, такі як автомобільні гідравлічні підйомники, телескопічні підйомники та інші, а також застосовувати страхувальні пристрої і пристосування для роботи на висоті.
 - Забезпечувати належне освітлення робочих місць за спеціально розробленим проектом відповідно до норм освітлення будівельних майданчиків.
 - Врахування впливу вітру на вантажопідіймальні механізми та будівельні конструкції, такі як ферми та колони, здійснюється за допомогою інженерно-технічних рішень, заснованих на розрахунках вітрового

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

навантаження, які відповідають вимогам ДСТУ EN 15011:2018 для вантажопідіймальних кранів.

- Попередження фізичних перевантажень досягається шляхом максимальної механізації ручної праці та дотримання допустимих норм навантаження: для жінок - до 10 кг при одночасному виконанні інших завдань та 7 кг постійно протягом робочої зміни; для чоловіків - до 50 кг.

- Забезпечення комфортних умов роботи в різних температурних режимах здійснюється за допомогою спеціального захисного одягу та дотриманням регламентованих інтервалів роботи та відпочинку згідно з чинними нормативними документами.

- Попередження небезпечного впливу електричного струму на організм людини досягається дотриманням вимог з електробезпеки, ПУЕ, ПТЕ та ПТБ.

- Зменшення впливу ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювань, а також газів та аерозолів, що утворюються під час зварювальних та супутніх робіт, досягається за допомогою виконання вимог "Роботи електрозварювальні. Вимоги безпеки" та інших чинних нормативних актів у країні.

- Дотримання вимог "Інструкція з використання порохових інструментів при виконанні монтажних і спеціальних будівельних робіт" є обов'язковим при використанні порохового інструменту.

- Організаційні заходи для забезпечення безпеки виконання робіт включають в себе:

- Визначення робіт, що виконуються за нарядами-допусками.

- Спільні заходи між підрядчиками і замовником щодо виконання робіт на території підприємства, а також у близькому оточенні споруд, комунікацій і установок, а також на житловій землі.

- Встановлення спільних заходів між генпідрядником і субпідрядником для забезпечення безпеки при виконанні спільних робіт, що включають у себе складання графіка виконання робіт, розподіл використання вантажопідіймальних механізмів, і чітку відповідальність за заходи техніки

						Арк.
					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безпеки, включаючи установку огорожень, знаків безпеки, освітлення, і засоби зв'язку.

Також важливо визначити особу, яка несе відповідальність за охорону праці у цілому при виконанні суміщених робіт.

Серед заходів, які можуть позитивно впливати на охорону праці, варто відзначити проведення внутрішньої експертизи, додаткової до державної, проектно-кошторисної документації (ПКД) з такими аспектами:

- оцінка технологічності монтажу конструкцій;
- перевірка забезпечення міцності, стійкості та просторової незмінюваності окремих елементів (колон, ферм і т.д.) під час транспортування і монтажу;
- визначення необхідності проведення загальної або контрольної збірки металевих конструкцій або окремих частин споруд;
- включення до робочої документації робочих креслень для спеціальних допоміжних споруд, пристосувань і пристроїв, необхідних під час підйому, насуву, збірки, пересування і надбудови будівель; будівництва їх у важких умовах або у разі реконструкції і ремонту існуючих підприємств, будинків і споруд.

При необхідності підрядник розробляє і передає заводам-виготовлювачам проектно-кошторисну документацію (ПКД) разом з узгодженими з проектною організацією додатковими технічними вимогами (ДТВ) для виготовлення конструкцій. Ці вимоги враховують вищезазначені вимоги і включають оснащення відправних конструкцій і елементів засобами для стропування, а також пристрої для підйому і збірки з'єднань. ДТВ є невід'ємною частиною ПКД.

Вимоги до будівельних площадок

Організація будівельного майданчика, що включає розташування складських площадок, санітарно-побутових містечок, огорожень, тимчасових мереж електропостачання, водопостачання та пожежогасіння, доріг і шляхів руху, стоянок для вантажопідіймальних машин і механізмів і т. д., має

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

відповідати плану підготовчого періоду, розробленому в рамках проектно-кошторисної документації (ПКД) і проекту виконання робіт (ПВР). Майданчик повинен розміщуватися на відведеній під забудову (реконструкцію) ділянці відповідно до акта-допуску, оформленого за встановленими правилами.

Майданчики на території існуючих підприємств і в житлових зонах повинні бути обгороджені. Огородження, що прилягають до місць масового проходу людей, мають мати захисний козирок.

Протягом інженерної підготовки (підготовчого періоду) майданчик звільняють від будь-яких заважаючих робіт об'єктів, проводять планування території, забезпечують стік поверхневих вод, переносять існуючі інженерні мережі, влаштовують тимчасове освітлення, водопостачання, енергопостачання та пожежогасіння, будують дороги, стоянки і будівлі, використовуючи існуючі або тимчасові споруди. Підготовчі заходи також включають геодезичну розбивку.

Готовність майданчика до початку монтажу будівельних конструкцій підтверджується актом інженерної підготовки.

При плануванні будівельно-монтажної площадки, розміщенні монтажних ділянок, робочих місць і рухомих ділянок для людей, необхідно враховувати наявність небезпечних зон, де можуть діяти або вже діють небезпечні виробничі фактори.

Ці зони, які можуть бути постійно небезпечними для людей, включають у себе такі місця, як неізольовані електроустановки, лінії електропередачі, необгороджені висоти вище 1,3 метра та області, де рівні шуму, вібрації або забруднення повітря перевищують гігієнічні норми.

Зони з постійними небезпечними виробничими факторами мають бути обгороджені захисними огороженнями, які відповідають встановленим нормам і вимогам. Ці захисні огороження призначені для запобігання ненавмисному доступу людей до зон дії небезпечних факторів.

Зони, де можуть діяти потенційно небезпечні виробничі фактори, такі як монтажні ділянки, територія навколо будівельних об'єктів, яруси будівель та

						Арк.
					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

споруд, над якими проводиться монтаж або демонтаж конструкцій, зони руху машин та їх компонентів, місця, де відбувається переміщення вантажів, мають бути обгороджені сигнальними огороженнями, що відповідають вимогам.

Сигнальні огороження призначені для попередження про наявність потенційно небезпечних факторів і позначення зон обмеженого доступу. Границі небезпечних зон під час роботи вантажопідіймальних кранів при переміщенні вантажів визначаються зовнішнім контуром площі або простору робочої зони.

- для баштових і стрілових повноповоротних кранів:

довжиною $L = l_1 + 2(R + l_2 + S)$;

шириною $B = 2(R + l_2 + S)$.

Коли обмеження обертання стріли крана викликане обмеженими умовами на монтажній площадці, важливо враховувати границі небезпечної зони, утвореної обертовою частиною крана (тобто обертовою платформою або протилежною кронштейном), з протилежного боку від стріли. В цьому випадку границі небезпечної зони від осі крана між його крайніми стоянками визначаються зовнішнім контуром площі.

довжиною $l = l_1 + 2(r + 5)$;

шириною $a = r + 5$, де:

r - максимальний радіус поворотної частини крана,

5 - постійна величина;

- для козлових і мостових кранів:

довжиною $L = l_1 + 2(l_2 + S)$;

шириною $B = b + 2(l_2 + S)$, де:

l_1 -відстань між крайніми стоянками крана (для баштових і стрілових кранів це величина переміщення проекції осі обертання крана; для козлових і бруківок це величина переміщення подовжньої осі крана, що проходить через підвіску гака вантажного візка), м;

l_2 - відстань від вертикальної осі гака крана до найбільш вилученої точки габариту переміщуваного вантажу, м;

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

b - відстань між крайніми положеннями вертикальної підвіски гака вантажного візка крана, що пересувається уздовж моста, м;

R - робочий виліт гака крана (максимальний чи обмежений умовами стиснутої монтажної площадки), розташованої над ц.т. вантажу, м;

S - величина відльоту вантажу при його можливому падінні з передбачуваної висоти.

Межі небезпечних зон неподалік будівництва будинків або споруд (від зовнішнього периметра), де може виникнути небезпека внаслідок падіння предметів, визначаються за допомогою простору з відповідними розмірами, що зазначені у відповідному додатку.

Межі небезпечних зон неподалік частин або робочих органів рухливих машин встановлюються на відстані не менше 5 метрів, якщо в паспорті або інструкції виробника машини відсутні інші специфічні вимоги.

3.4 Визначення вартості будівництва

Відповідно до рекомендацій НС ДСТУ [15] в випускній роботі визначається укрупненим розрахунком інвесторська вартість будівництва та визначаються техніко-економічні показники.

Ринкова вартість будівництва об'єкту (C_p), тис.грн.

Інвесторська вартість будівництва визначається укрупнено за формулою в тис. грн. з двома знаками після коми:

$$C_p = x * C = 198230 \text{ м}^3 * 2500 \text{ грн/м}^3 = 495575 \text{ тис. грн.}$$

де x - показник, що характеризується для промислових будівель обсягом в м³;

C - ринкова вартість з ПДВ одиниці параметру об'єкту. Станом на 2019 рік для промислових будівель $C = 2000 - 2500 \text{ грн/м}^3$.

Договірну ціну підрядника (C_d) прийняти 90% інвесторської вартості будівництва (C), трудомісткість робіт (TR_0) в ній для промислових будівель - 10 люд. год./м³.

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

$$Ц_d = 495575000 \text{ грн} * 0.9 = 446017500 \text{ грн}$$

$$ТР = 10 \text{ люд. год./м}^3 * 198230 \text{ м}^3 = 1982300 \text{ люд. год}$$

Для подальших розрахунків визначається кошторисна собівартість об'єкту (S) виходячи із нормативної рентабельності та податку на додану вартість орієнтовно як $S = 0,75 \cdot Ц_d$

$$S = 0.75 * 446017500 \text{ грн} = 334513125 \text{ грн}$$

3.5 Техніко-економічні показники

1. Ринкова вартість будівництва об'єкту ($Ц_p$), тис.грн. – 495575
2. Параметри об'єкту (обсяг, житлова площа, інші) – 198230 м³
3. Договірна ціна підрядника ($Ц_d$), тис. грн– 446017,5
4. Трудомісткість робіт в договірній ціні (ТР)– 1982300 люд. год
5. Строки будівництва, календарних місяців:
6. Економія по оптимальному варіанту організаційно-технічних заходів або конструктивних рішень (E_3), тис.грн.
7. Зниження собівартості підрядних будівельних робіт за рахунок прискорення будівництва (E_c), тис.грн.

$$E_c = Z * \left(1 - \frac{T_p}{T_6}\right) - Z_d * (T_6 - T_p) * 20 =$$

$$= 19823 * \left(1 - \frac{6.5}{7}\right) - 1.5 * (7 - 6.5) * 20 = 1400,9 \text{ тис. грн.}$$

$$Z = \frac{(10 * ТР)}{1000} = \frac{10 * 1982300}{1000} = 19823$$

де Z_d - додаткові витрати на прискорення будівництва, грн. на 1 робочий день. Станом на 2019 рік приймаємо $Z_d = 1500$ грн.

8. Проектна вартість будівництва об'єкту (S_p), тис.грн.:

$$S_p = S - E_3 - E_c = 334513.1 - 1400.9 = 333112.2 \text{ тис. грн.}$$

9. Чистий прибуток ($П_ч$), тис.грн.:

$$П_ч = 0.82 * (0.833 * Ц_d - S_p) =$$

$$= 0.82 * (0.833 * 446017.5 - 333112.2) = 31504.7 \text{ тис. грн.}$$

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

10. Рентабельність будівництва (R),%:

$$R = \frac{\Pi_{\text{ч}}}{S_{\text{п}}} * 100 = \frac{31504.7}{333112.2} * 100 = 9.45\%$$

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

РОЗДІЛ 4
ОХОРОНА ПРАЦІ

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Під час проектування складської будівлі з клеєної деревини в місті Київ особлива увага приділяється питанням охорони праці, виробничої безпеки та створення безпечних умов праці для працівників будівельного майданчика і персоналу складського комплексу. Розробка заходів з охорони праці виконується відповідно до чинного законодавства України, державних будівельних норм, санітарних норм та правил пожежної безпеки [1–5].

Основними нормативними документами, що регламентують питання охорони праці під час будівництва та експлуатації складської будівлі, є Закон України «Про охорону праці», ДБН А.3.2-2:2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», а також НПАОП щодо безпечного виконання будівельно-монтажних робіт [1, 4, 6].

Об'єкт проектування являє собою одноповерхову складську будівлю каркасного типу з несучими конструкціями із клеєної деревини. Використання клеєної деревини дозволяє зменшити власну вагу конструкцій, підвищити швидкість монтажу та покращити архітектурно-естетичні характеристики будівлі. Разом із тим застосування дерев'яних конструкцій потребує дотримання підвищених вимог щодо пожежної безпеки, захисту від вологи та забезпечення стійкості конструкцій під час монтажу й експлуатації [3, 5].

При виконанні будівельно-монтажних робіт працівники повинні проходити вступний та первинний інструктаж з охорони праці, медичний огляд, а також перевірку знань відповідно до вимог НПАОП 0.00-4.12-05 [7]. До виконання робіт допускаються лише працівники, які мають відповідну кваліфікацію та навички роботи з вантажопідіймальними механізмами, електроінструментом та дерев'яними конструкціями.

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основною метою розділу є забезпечення безпечних умов праці під час монтажу клеєних дерев'яних конструкцій, зниження ризику травматизму, попередження виникнення аварійних ситуацій та забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов праці [2, 8].

Особливістю виконання будівельно-монтажних робіт є те, що будівництво ведеться в умовах воєнного стану на території України. У зв'язку з цим під час організації будівельного майданчика необхідно враховувати додаткові вимоги безпеки, пов'язані з можливістю оголошення повітряної тривоги, ризиком ракетних ударів та необхідністю швидкої евакуації працівників у захисні споруди [20].

На будівельному майданчику повинна бути організована система оповіщення працівників про сигнал «Повітряна тривога». Усі працівники мають бути ознайомлені зі схемами евакуації та місцем розташування найближчого укриття. Відповідальні особи повинні контролювати своєчасне припинення робіт та організований вихід працівників у безпечну зону.

У разі оголошення повітряної тривоги виконання монтажних робіт, робота вантажопідіймальної техніки, електроінструменту та висотних механізмів повинні бути негайно припинені. Працівники повинні залишити небезпечні зони та перейти до укриття відповідно до затвердженого плану евакуації.

Особлива увага приділяється забезпеченню пожежної безпеки та аварійного освітлення, оскільки в умовах воєнного стану можливі аварійні відключення електроенергії. Для цього на об'єкті необхідно передбачити резервні джерела живлення та аварійне освітлення евакуаційних шляхів.

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек

Будівництво складської будівлі з клеєної деревини супроводжується виконанням значного комплексу робіт, які характеризуються підвищеним рівнем небезпеки. Особливістю даного об'єкта є використання великопрольотних клеєних дерев'яних конструкцій, монтаж яких виконується із застосуванням вантажопідіймальної техніки та спеціальних монтажних пристроїв. У процесі будівництва працівники перебувають під впливом фізичних, хімічних, психофізіологічних та техногенних факторів, які можуть негативно впливати на їх працездатність та стан здоров'я [8].

Під час виконання монтажних робіт значну небезпеку становить робота на висоті. Монтаж колон, балок та прогонів із клеєної деревини виконується із застосуванням інвентарних риштувань, монтажних площадок та страхувальних пристроїв. Відповідно до вимог ДБН А.3.2-2:2009 робочі місця, розташовані на висоті понад 1,3 м, повинні бути обладнані захисними огороженнями [4].

Особливу небезпеку становить падіння предметів та конструкцій під час монтажу. При транспортуванні та встановленні клеєних дерев'яних елементів можливі випадки розгойдування вантажу, обриву стропів або втрати стійкості конструкції. Для зменшення ризику аварійних ситуацій необхідно виконувати постійний контроль технічного стану стропів, траверс та монтажних пристроїв [10].

У процесі механічної обробки деревини виникає значна кількість деревного пилу. Тривалий вплив пилу на організм людини може призводити до захворювань органів дихання та подразнення слизових оболонок. Для зменшення концентрації пилу необхідно використовувати системи місцевої

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

вентиляції, а працівники повинні бути забезпечені респіраторами та захисними окулярами [11].

Будівельний майданчик характеризується підвищеним рівнем шуму, який створюється роботою електроінструменту, компресорного обладнання, вантажопідіймальної техніки та транспортних засобів. Тривалий вплив шуму може викликати втому, погіршення слуху та зниження працездатності працівників. Рівень шуму не повинен перевищувати нормативних значень, установлених ДСН 3.3.6.037-99 [13].

При виконанні будівельно-монтажних робіт у зимовий період працівники піддаються впливу низьких температур, підвищеної вологості та атмосферних опадів. Для створення належних санітарно-гігієнічних умов праці на будівельному майданчику необхідно передбачити приміщення для обігріву працівників, сушіння спецодягу та відпочинку [12].

Важливим фактором є також психофізіологічне навантаження працівників. Монтаж великогабаритних конструкцій потребує високої концентрації уваги, координації рухів та значної фізичної витривалості. Порушення трудової дисципліни, перевтома або недотримання технологічної послідовності виконання робіт можуть призвести до виникнення аварійних ситуацій.

Особливу увагу необхідно приділяти електробезпеці. Тимчасові електромережі на будівельному майданчику повинні бути захищені від механічних пошкоджень та впливу атмосферних опадів. Електроінструмент допускається до експлуатації лише після перевірки технічного стану та справності ізоляції [7].

Додаткову небезпеку становить пожежна небезпека дерев'яних конструкцій. Незважаючи на те, що клеєна деревина має підвищену вогнестійкість

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

порівняно зі звичайною деревиною, необхідно забезпечити виконання комплексу протипожежних заходів, передбачених ДБН В.1.1-7:2016 [5].

Під час будівництва складської будівлі з клеєної деревини можуть виникати небезпечні та шкідливі виробничі фактори фізичного, психофізіологічного та техногенного характеру [8]. Основними джерелами безпеки є монтажні роботи на висоті, використання вантажопідіймальної техніки, електроінструменту та робота з великогабаритними дерев'яними елементами.

До основних небезпечних факторів належать:

- падіння працівників з висоти;
- падіння будівельних конструкцій або інструменту;
- ураження електричним струмом;
- підвищений рівень шуму та вібрації;
- утворення пилу при механічній обробці деревини;
- небезпека займання дерев'яних конструкцій;
- несприятливі метеорологічні умови;
- психофізіологічні перевантаження працівників [8, 9].

Монтаж клеєних дерев'яних конструкцій виконується за допомогою автомобільного крана та монтажних пристроїв. У процесі монтажу існує ризик обриву стропів або втрати стійкості конструкцій при неправильному закріпленні елементів. Для запобігання таким ситуаціям необхідно проводити перевірку справності вантажозахоплювальних пристроїв та використовувати сертифіковані стропи відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.80-18 [10].

Під час обробки деревини утворюється деревний пил, який негативно впливає на органи дихання працівників. Для зменшення концентрації пилу необхідно використовувати місцеву вентиляцію та засоби індивідуального захисту органів дихання [11].

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Роботи виконуються в умовах відкритого будівельного майданчика, тому на працівників можуть впливати атмосферні опади, підвищена вологість та низька температура повітря. Мікrokлімат робочої зони повинен відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042-99 [12].

Рівень шуму від роботи механізмів, електроінструменту та вантажопідіймальної техніки не повинен перевищувати нормативних значень, установлених ДСН 3.3.6.037-99 [13].

Для забезпечення безпечних умов праці працівники повинні бути забезпечені:

- захисними касками;
- монтажними поясами;
- спецодягом та спецвзуттям;
- рукавицями;
- захисними окулярами;
- респіраторами [1, 4].

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек

Для оцінки ризику реалізації небезпек на будівельному майданчику використовується матриця оцінки ризику відповідно до методичних вказівок кафедри охорони праці [14].

Розглянемо небезпеку падіння працівника під час монтажу клеєних дерев'яних конструкцій на висоті.

За категорією серйозності дана небезпека належить до категорії II – критична, оскільки може призвести до тяжких травм працівника [14].

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За рівнем ймовірності виникнення небезпека належить до рівня С – випадкова, тобто така, що може виникати періодично протягом життєвого циклу об'єкта [14].

Індекс ризику визначається як 2С.

Відповідно до матриці оцінки ризику даний рівень небезпеки належить до небажаного (гранично допустимого) рівня ризику та потребує впровадження додаткових організаційних і технічних заходів безпеки [14].

Для зменшення ризику падіння працівників передбачаються наступні заходи:

- використання страхувальних поясів;
- встановлення тимчасових огорожень;
- використання інвентарних риштувань;
- перевірка справності монтажного обладнання;
- проведення повторних інструктажів;
- заборона виконання робіт при швидкості вітру понад 15 м/с [4, 10].

Додатково аналізується ризик ураження електричним струмом під час використання електроінструменту.

Категорія серйозності небезпеки – II (критична), рівень ймовірності – D (віддалена). Індекс ризику – 2D, що відповідає небажаному рівню ризику [14].

Для зниження ризику необхідно:

- виконувати захисне заземлення обладнання;
- застосовувати справний електроінструмент;
- регулярно перевіряти ізоляцію кабелів;
- використовувати переносні світильники напругою до 42 В [4, 7].

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

4.4 Розробка організаційно-технічних заходів щодо покращення умов праці

Організаційно-технічні заходи є основою створення безпечних умов праці на будівельному майданчику. Їх реалізація дозволяє зменшити рівень виробничого травматизму, підвищити ефективність виконання будівельно-монтажних робіт та забезпечити відповідність умов праці вимогам чинних нормативних документів [4, 15].

Будівельний майданчик повинен бути огорожений по периметру та забезпечений попереджувальними знаками безпеки. У місцях руху транспортних засобів необхідно встановлювати дорожні знаки та схеми руху. Проходи та проїзди повинні постійно очищатися від сміття, будівельних матеріалів та снігу [4].

Складування клеєних дерев'яних конструкцій виконується на спеціально підготовлених майданчиках із твердим покриттям. Конструкції необхідно захищати від зволоження, прямого впливу атмосферних опадів та механічних пошкоджень. Зберігання дерев'яних елементів виконується у штабелях із використанням прокладок, що забезпечують вентиляцію та рівномірний розподіл навантаження.

Під час монтажу дерев'яних конструкцій застосовується комплексна механізація робіт. Для підйому та переміщення конструкцій використовується автомобільний кран відповідної вантажопідйомності. Монтаж виконується відповідно до затвердженої технологічної карти та проєкту виконання робіт [10].

Для забезпечення безпечного виконання робіт на висоті передбачаються:

- використання страхувальних систем;

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- встановлення інвентарних риштувань;
- монтаж тимчасових огорожень;
- використання монтажних площадок;
- перевірка технічного стану монтажного обладнання [4].

Важливим заходом є забезпечення працівників засобами індивідуального захисту. Працівники повинні бути забезпечені касками, рукавицями, спецвзуттям, захисними окулярами та сигнальними жилетами. Під час роботи в умовах підвищеної запиленості необхідно використовувати респіратори [1].

Для зменшення ризику ураження електричним струмом усі електроустановки повинні бути заземлені. Тимчасові електромережі необхідно виконувати із застосуванням ізольованих кабелів, захищених від механічних пошкоджень. Електрощити повинні бути закритого типу та обладнані автоматичними вимикачами [7].

Особливу увагу необхідно приділяти організації пожежної безпеки на будівельному майданчику. Дерев'яні конструкції повинні бути оброблені вогнезахисними складами, а місця проведення зварювальних робіт – забезпечені первинними засобами пожежогасіння. На території будівельного майданчика встановлюються пожежні щити, ящики з піском та порошкові вогнегасники [5, 18].

Для забезпечення сприятливих санітарно-гігієнічних умов праці на будівельному майданчику передбачаються:

- санітарно-побутові приміщення;
- гардеробні;
- приміщення для обігріву;
- місця для приймання їжі;
- забезпечення працівників питною водою [12].

					<i>192 Кваліфікаційна бакалаврська робота</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		75

Освітлення будівельного майданчика повинно відповідати вимогам ДБН В.2.5-28:2018. У темний час доби необхідно забезпечити достатній рівень штучного освітлення робочих зон, проходів та місць складування матеріалів [16].

Під час експлуатації складської будівлі необхідно забезпечити безпечні умови праці для персоналу складу. Для цього передбачаються:

- нормативна ширина проходів між стелажими;
- достатнє природне та штучне освітлення;
- система вентиляції;
- автоматична пожежна сигналізація;
- евакуаційні виходи;
- протипожежне водопостачання [5, 19].

Важливим елементом охорони праці є регулярне проведення інструктажів та перевірки знань працівників. Повторний інструктаж проводиться не рідше одного разу на три місяці для працівників будівельних професій [7].

В умовах воєнного часу додатково проводяться інструктажі щодо дій персоналу під час повітряної тривоги, артилерійської небезпеки або аварійного відключення електропостачання. Працівники повинні знати порядок евакуації, місце розташування укриттів, правила користування засобами зв'язку та алгоритм дій у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Будівельний майданчик необхідно забезпечити аптечками першої медичної допомоги, засобами зв'язку та аварійним запасом води. Відповідальні особи повинні постійно контролювати справність евакуаційних шляхів та доступ до захисних споруд.

Під час виконання робіт у темний час доби або в умовах обмеженого електропостачання необхідно використовувати автономні джерела освітлення

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та резервні генератори. Це дозволяє забезпечити безпечне припинення робіт та евакуацію працівників у разі виникнення небезпеки.

Для забезпечення безпечних умов праці під час будівництва складської будівлі з клеєної деревини передбачаються організаційні, технічні та архітектурно-планувальні заходи [15].

До організаційних заходів належать:

- проведення вступного та повторного інструктажу;
- навчання працівників безпечним методам праці;
- допуск до робіт лише кваліфікованого персоналу;
- застосування попереджувальних знаків безпеки;
- організація режиму праці та відпочинку;
- контроль за технічним станом механізмів та інструменту [7, 15].

Технічні заходи включають:

- використання інвентарних риштувань та огорожень;
- механізацію монтажних робіт;
- застосування захисного заземлення;
- використання систем пиловидалення;
- забезпечення нормативного освітлення робочих місць;
- встановлення пожежних щитів та вогнегасників [4, 13, 16].

Освітлення будівельного майданчика повинно відповідати вимогам ДБН В.2.5-28:2018 та ДСТУ Б А.3.2-15:2011 [16, 17].

Для забезпечення пожежної безпеки дерев'яні конструкції обробляються спеціальними вогнезахисними речовинами. На будівельному майданчику встановлюються порошкові вогнегасники, пожежні щити та резервуари з

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

водою. Забороняється складування легкозаймистих матеріалів поблизу місць проведення зварювальних робіт [5, 18].

Архітектурно-планувальні заходи передбачають:

- забезпечення безпечних проходів на будівельному майданчику;
- розміщення складів матеріалів на безпечній відстані;
- організацію евакуаційних виходів;
- забезпечення нормативної ширини проїздів для пожежної техніки [5, 19].

Для захисту працівників від несприятливих погодних умов необхідно обладнати місця для відпочинку та обігріву працівників, а також забезпечити їх питною водою та санітарно-побутовими приміщеннями [12].

4.5 Висновки

У розділі «Охорона праці» були розглянуті основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть виникати під час будівництва складської будівлі з клеєної деревини. Проведено аналіз умов праці та дослідження ризику реалізації потенційних небезпек.

У результаті аналізу встановлено, що найбільш небезпечними є роботи на висоті, монтаж великогабаритних конструкцій та використання електроінструменту. Для зниження рівня виробничого травматизму передбачені організаційні, технічні та архітектурно-планувальні заходи.

Запропоновані рішення забезпечують безпечне виконання будівельно-монтажних робіт, покращують умови праці персоналу та відповідають вимогам чинних нормативних документів України у сфері охорони праці, пожежної безпеки та виробничої санітарії [1–19].

					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

Список джерел інформації

1. Закон України «Про охорону праці».
2. Охорона праці в Україні. Нормативна база. – К.: КНТ, 2007. – 548 с.
3. ДБН В.2.6-161:2017 Дерев'яні конструкції. Основні положення.
4. ДБН А.3.2-2:2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві.
5. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва.
6. НПАОП 45.2-1.02-90 Правила з охорони праці при будівництві та ремонті об'єктів житлово-комунального господарства.
7. НПАОП 0.00-4.12-05 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.
8. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів.
9. ДСТУ 2293:2014 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять.
10. НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів.
11. ДСанПіН 3.3.2.007-98 Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами.
12. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
13. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
14. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в дипломних роботах здобувачів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2024.
15. ДБН В.1.2-9:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека і доступність під час експлуатації.
16. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.
17. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 Норми освітлення будівельних майданчиків.

						Арк.
					192 Кваліфікаційна бакалаврська робота	79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 18.НАПБ Б.01.008-2018 Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників.
- 19.ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій.
- 20.Рекомендації щодо організації безпечного виконання будівельних робіт в умовах воєнного стану / Державна служба України з питань праці, 2023.
- 21.Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General -. Common rules and rules for buildings.
- 22.Конструкції з дерева і пластмас: Підручник./ Клименко В.З. - К.: Вища шк., 2000 - 304с.
- 23.ДБН В.2.6-161:2017 Дерев'яні конструкції. Конструкції будинків і споруд.
- 24.ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. / Мінбуд України. – К., 2006 – 59 с.
- 25.ДБН А.2.2-3-2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво.
- 26.ДБН А.1.1-94:2010. Проектування будівельних конструкцій за Єврокодами. Основні положення.
- 27.ДСТУ EN 14080:2019 Конструкції дерев'яні. Шарувата клеєна деревина та масивна клеєна деревина.
- 28.ДСТУ 4479:2005 Речовини вогнезахисні водорозчинні для деревини. Загальні технічні вимоги та методи випробування.ДБН В.2.2-13-2003 Будинки і споруди. Спортивні і фізкультурно-оздоровчі споруди
- 29.ДСТУ EN 518:2003 Лісоматеріали конструкційні. Сортування. Вимоги до стандартів на візуальне сортування за міцністю (EN 518:1995, IDT).
- 30.ДСТУ EN 518:2003 Плити деревинноволокнисті. Технічні умови. Частина 3. Вимоги до плит середньої твердості (EN 622-2:2004, IDT).
- 31.ДСТУ EN 13986:2009 Плити деревинні, застосовні у констукціях. Характеристики, оцінювання відповідності та маркування (EN 13986:2004, IDT).

					<i>192 Кваліфікаційна бакалаврська робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80