

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект станції технічного обслуговування вантажного
транспорту з дослідженням огорожуючих конструкцій

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МБм-61
спеціальності

192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

Атаманчук О.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Коваль І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Мещерякова О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Ясній В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Качка О.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
Кафедра будівельної механіки
Освітній ступінь магістр
Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Будівельної механіки
Ясній В.П.
« _____ » _____ 202__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Атаманчука Олексія Степановича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект станції технічного обслуговування вантажного транспорту з дослідженням огороджуючих конструкцій.

Керівник проекту (роботи) к.т.н., доц. Коваль І.В.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від « _____ » _____ 2024 року № _____

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 14.12.2024

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на проектування

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ, Архітектурно-будівельна частина, Розрахунково-конструктивна частина
Наукова частина
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, Висновки,
Бібліографія

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Генплан, Фасади, Розрізи, Плани поверхів, Конструктивні схеми, Схеми армування, Детальні вузли, Наукова частина.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Ст. викл. Мещерякова О.М.		
Охорона праці	К.т.н., доц. Каспрук В.Б.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент _____
(підпис)

Атаманчук Олексій Степанович

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи) _____
(підпис)

Коваль Ігор Володимирович

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Вихідні данні до ділянки будівництва	8
1.1.1 Коротка характеристика району та майданчику будівництва	8
1.1.2 Кліматичні умови.....	9
1.1.3 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки	10
1.2 Генеральний план	12
1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення.....	12
1.2.2 Розпланування, забудова та організація рельєфу ділянки	13
1.3 Архітектурно-планувальні рішення.....	14
1.3.1 Характеристика технологічного чи функціонального процесу.....	14
1.3.2 Опис прийнятого рішення та його обґрунтування	15
1.3.3 Забезпечення доступності маломобільних груп населення	17
1.4 Архітектурні рішення.....	18
1.5 Енергоефективність.....	19
1.5.1 Заходи щодо підвищення енергоефективності	19
1.6 Конструктивні рішення	22
1.7 Санітарно-технічне обладнання	25
1.8 Техніко-економічні показники будівлі.....	29
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	30
2.1 Збір навантажень	30
2.2 Розрахунок і підбір балки прогону покрівлі	31
2.3 Розрахунок ферми.....	34

2.4 Розрахунок фундаментів	36
2.4.1 ІЗбір навантаження	36
2.4.2 Визначення розрахункового опору ґрунту	36
2.4.3 Перевірка напружень під подошвою фундаментів.....	37
2.4.4 Розрахунок осідань фундаменту	37
2.5 Вітрове навантаження.	41
РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	44
3.1. Вступ.....	44
3.2. Методика роботи та матеріали	46
3.2.1. Розробка сталеві форми	46
3.2.2. Синтез водорозчинного інтумесцентного в'язучого	47
3.2.3. Конструкція вогнестійких сендвіч-панелей.....	47
3.2.4. Виготовлення вогнестійких сендвіч-панелей	49
3.2.5. Тест на адгезію.....	50
3.2.6. Тест пальником Бунзена.....	51
3.2.7. Тест на вигин у трьох точках.....	52
3.3. Результати та обговорення	52
3.3.1. Адгезійна міцність.....	52
3.3.2. Тест пальником Бунзена.....	52
3.3.3. Вогнестійкість.....	54
3.3.4. Триточковий тест на вигин	54
3.4. Висновки до розділу 3.....	55
РОЗДІЛ 4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	57

4.1. Обґрунтування актуальності вирішення питань охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях в ході проектної розробки	57
4.2. Аналіз будівельного процесу з метою виявлення небезпечних та шкідливих виробничих факторів	58
4.3. Основні нормативні вимоги при виконанні окремих видів робіт та експлуатації машин і механізмів	59
4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	65
4.5. Аналіз надзвичайних ситуацій, що можуть виникнути	65
4.6. Розробка заходів і дій при виникненні надзвичайних ситуацій.	66
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	70
БІБЛІОГРАФІЯ.....	71

ВСТУП

Актуальність теми. Значущість реалізації проєктів станцій технічного обслуговування полягає у забезпеченні належного рівня обслуговування транспортних засобів, покращенні їхньої експлуатаційної надійності та подовженні терміну служби. Це також сприяє підвищенню безпеки на дорогах, зменшенню негативного впливу на довкілля та створенню нових робочих місць у регіоні.

Мета роботи: Розробка проєкту станції технічного обслуговування вантажного транспорту з дослідженням огорожуючих конструкцій.

Об'єктом дослідження є процес втрати властивостей та конструктивної цілісності огорожуючої конструкції під дією високих температур.

Предметом дослідження вплив температурного навантаження на стінову сендвіч-панель.

Доцільність проведення досліджень зумовлена тим, що результати проведених досліджень сприятимуть підвищенню ефективності окремих конструкцій та будівель загалом.

Відповідно до поставленої мети потрібно вирішити такі **завдання**:

1. Розробити об'ємно-планувальні рішення для будівництва з урахуванням специфіки умов на відведеній ділянці у місті Тербовля.
2. Провести аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика, включаючи дослідження ґрунтів, рівня ґрунтових вод та їх агресивності щодо матеріалів фундаментів.
3. Розробити конструктивні рішення для несучих елементів конструкцій, враховуючи експлуатаційні навантаження, кліматичні умови та вимоги до міцності, жорсткості та довговічності..
5. Провести натурні дослідження різних типів сендвіч-панелей та оптимального типу конструкції.
6. За результатами проведених досліджень запропонувати заходи по покращенню виробництва вогнестійких сендвіч-панелей.

7. Розробити заходи з охорони праці, техніки безпеки під час зведення будівлі.

Методи досліджень. Для розв'язання поставлених завдань використовуються методи напівнатурних і натурних експериментів на зразках сендвіч-панелей.

Наукова новизна. Вдосконалена методика виробництва вогнестійких сендвіч-панелей.

Практичні результати розробки можуть бути використані проектними організаціями під час проектування будівель. Результати порівняльного аналізу стануть у пригоді для оцінки ефективності проектних рішень. Запропонована в роботі методика моделювання може застосовуватися у навчальному процесі під час підготовки студентів за спеціальністю «Будівництво та цивільна інженерія».

Апробація результатів магістерської роботи виконана роботи виконана на XIII Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених та студентів

Публікація результатів магістерської роботи здійснена у збірнику тез вищезазначеної конференції.

Робота виконана згідно з тематикою науково-дослідних робіт кафедри будівельної механіки ТНТУ та державними програмами надійності і економічності будівельних виробів, матеріалів і конструкцій.

Ключові слова: сендвіч-панель, вогнестійкість, довговічність.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вихідні дані до ділянки будівництва

Ділянка для будівництва СТО розташована в місті Тербовля, яке є адміністративним центром у центральній частині Тернопільської області. Місто знаходиться на Подільській височині, у західній частині Правобережного лісостепу. Найближчий населений пункт – село Кровінка, а неподалік протікає річка Гнізна, що додає природної привабливості регіону. Локація, яка використовується в контексті міської інфраструктури, розташована в північній частині міста.

Територія, де планується будівництво, знаходиться на Тернопільському плато. Поверхня території має рівнинний, дещо хвилястий рельєф, що характерно для Подільської височини. Ділянка розташована в межах Волино-Подільської плити – геологічної структури, яка є частиною давньої Східно-Європейської платформи. Вік цієї платформи перевищує 500 мільйонів років, що свідчить про її належність до найдавніших ділянок суші.

Геологічна основа регіону забезпечує стабільність земної поверхні, що є важливою передумовою для будівництва таких об'єктів, як СТО. Водночас рельєф місцевості створює сприятливі умови для інженерних робіт, зокрема прокладання комунікацій та організації зручного під'їзду до об'єкта.

1.1.1 Коротка характеристика району та майданчику будівництва

Завдяки близькому розташуванню близько до Тернополя, а також вигідному центральному положенню Тербовлі та всього району в межах області, створюються сприятливі умови для розвитку економіки, торгівлі та транспортної інфраструктури. Тербовлянщина лежить на важливих торговельних шляхах, що забезпечують її зв'язок із різними регіонами України, зокрема Києвом, Одесою, Донбасом, Придністров'ям і Буковиною. Крім того, район має вигідне розташування для міжнародних перевезень, зокрема у напрямках до Румунії, Угорщини, Польщі та інших країн Європи.

У місті Теремовля розвинена транспортна інфраструктура, що включає залізничний транспорт (у місті функціонує залізнична станція) та автомобільний транспорт. Через місто проходить стратегічно важлива автодорога «Галич – Підгайці – Теремовля – Тернопіль», яка забезпечує ефективний зв'язок з обласним центром та іншими населеними пунктами.

Проте одним із недоліків транспортної системи міста є відсутність об'їзної дороги. Це спричиняє значні затори, особливо для вантажного транспорту, що прямує через місто, а також ускладнює рух легкових автомобілів, створюючи додаткові незручності для водіїв та мешканців.

1.1.2 Кліматичні умови

Згідно з кліматичним районуванням території України, місто Теремовля належить до зони У-II, яка характеризується значним зволоженням у певні періоди року. Клімат району помірно континентальний, що визначається такими основними показниками:

- Середньорічна температура повітря: +6,9 °С.
- Мінімальна температура повітря: -34 °С.
- Максимальна температура повітря: +37 °С.

Найтеплішим місяцем є липень, коли середня температура становить +18,4 °С, тоді як найхолоднішим – січень із середньою температурою -5,4 °С. Період із середньодобовими температурами нижче 0 °С триває приблизно 112 днів.

Кліматичні особливості

- Переходи середньодобової температури через ключові показники:
- Через 0 °С: 15 березня навесні і 23 листопада восени.
- Через 5 °С: 6 квітня навесні і 27 жовтня восени.
- Через 10 °С: 26 квітня навесні і 30 вересня восени.
- Опادي:

Середньорічна кількість опадів становить 590 мм, з яких більша частина припадає на теплий період року (439 мм), а менша – на холодний (151 мм).

- Сніговий покрив:

Середня з найбільших висот снігу – 24 см. Нормативна глибина промерзання ґрунту становить 0,8 м.

На територію міста впливають повітряні маси з Атлантичного океану, які визначають сезонні погодні особливості:

- Взимку: Потепління, відлиги, велика хмарність, опади у вигляді дощу або мокрого снігу.
- Влітку: Прохолода, хмарність і часті дощі.
- Весною та восени: Проникає континентальне арктичне повітря, що викликає різке похолодання.
- Взимку: Зі сходу Євразії іноді надходять холодні маси, що приносять суворі морози.

1.1.3 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки

Геологічні дослідження ділянки та аналіз ґрунту, відібраного з шурфів, засвідчили, що на території сховища виявлено такі типи ґрунтів:

- родючий шар – 0,5 м;
- супісок – 3,25 м;
- тугопластичний суглинок – 2,1 м;
- напівтверда глина – 3,6 м.

У районі Теробовлі в багатьох місцях межиріччя мають майже плоский рельєф, що ускладнює відтік атмосферних вод. Це сприяє надмірному зволоженню ґрунтів і призводить до оголення чорноземів. Тут часто зустрічаються карстово-просадкові западини різноманітних форм і розмірів. Раніше такі западини були заповнені водою, утворюючи невеликі озера, але наразі територія осушена та

використовується під ріллю. У нашому випадку рівень ґрунтових вод залягає на глибині 7 м від поверхні.

У помірному кліматі ґрунтові води зазвичай залягають на глибині від 1 до 10 метрів. У низинних районах глибина ґрунтових вод може бути меншою через високий рівень опадів і близькість водних об'єктів. У високих або дренажних місцевостях рівень ґрунтових вод знаходиться глибше.

У регіонах із помірним кліматом характерна сезонна зміна рівня ґрунтових вод. Навесні, внаслідок танення снігу та рясних опадів, рівень вод може значно підвищуватися. Восени рівень може також збільшуватися через часті дощі, тоді як улітку та взимку він зазвичай знижується.

Помірний клімат сприяє формуванню м'яких, помірно хвилястих форм рельєфу, хоча зустрічаються й різноманітні ландшафти, від рівнин до пагорбів і височин. У таких умовах поширені флювіальні (річкові) і льодовикові форми рельєфу.

У районах із вапняковими породами можуть виникати карстові утворення, зокрема карстові западини, печери та інші форми, викликані розчиненням порід через постійний вплив атмосферних опадів.

Взимку, зазвичай, відбувається часткове промерзання ґрунтів. Глибина промерзання може варіюватися від 0,5 до 1 метра, залежно від температурних умов і типу ґрунту. Промерзання впливає на будівельні характеристики ділянки, зокрема на вибір типу фундаменту для споруд.

У помірному кліматі достатня кількість опадів сприяє ерозії поверхневих шарів ґрунту, особливо на відкритих і схилових ділянках. Це вимагає врахування дренажних систем і заходів із протидії ерозії при плануванні будівництва чи землекористування.

1.2 Генеральний план

1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення

Проект передбачає будівництво та організацію функціонування Станції технічного обслуговування автомобілів (СТО). Функція об'єкта відповідає сучасним потребам у забезпеченні якісного та комплексного технічного обслуговування автомобілів різних типів. Основне призначення СТО полягає в наданні послуг з діагностики, ремонту, обслуговування автомобільних систем, а також у виконанні кузовних робіт і фарбування.

Станція обслуговування автомобілів включатиме кілька функціональних зон, зокрема діагностичні та ремонтні бокси, спеціалізовані цехи для кузовних робіт і фарбування, склади для зберігання запчастин і витратних матеріалів, а також адміністративно-побутові приміщення для співробітників.

Реалізація цього проекту зумовлена зростанням попиту на послуги автомобільного сервісу, викликаного збільшенням кількості приватного та комерційного транспорту в регіоні. Розташування в межах міста Тереховля забезпечує зручний доступ для клієнтів, що робить СТО важливим інфраструктурним об'єктом для регіону.

Будівля буде модернізована з урахуванням потреб автомобільного сервісу. Стіни та покрівля будуть утеплені для створення комфортних умов роботи персоналу, а також додано сучасні системи вентиляції для відведення вихлопних газів. Інженерні системи, включаючи електропостачання, водопостачання та каналізацію, адаптують до нових вимог, забезпечуючи ефективну роботу об'єкта.

У межах об'єкта будуть створені зони для клієнтів, які включатимуть комфортні приміщення очікування, оснащені сучасними зручностями, такими як доступ до Wi-Fi та кави-машини. Для забезпечення зберігання витратних матеріалів передбачено складські приміщення, які будуть доступними як для персоналу, так і для постачальників.

1.2.2 Розпланування, забудова та організація рельєфу ділянки

Генеральний план станції технічного обслуговування транспорту в м. Тербовля розроблено на основі геодезичних і топографічних даних, які враховують особливості місцевого рельєфу.

Рельєф території, на якій розташована ділянка, відображено на плані в абсолютних і відносних величинах. Абсолютний нуль встановлено на рівні 210 метрів над рівнем моря.

Ділянка розмірами 76×128 м розташована в північній частині міста Тербовля, на межі з існуючою інфраструктурою та поблизу річки Гнізна. Територія має рівнинний, злегка хвилястий рельєф і розташована на Тернопільському плато, у межах Волино-Подільської плити.

Розташування і планування

Ділянка розташована біля перехрестя доріг, що забезпечують зручний під'їзд до об'єкта. Входи та виїзди на територію СТО передбачено з двох сторін, щоб забезпечити оптимальний рух транспорту. Основна споруда СТО проектується з урахуванням зручного доступу до зони обслуговування для легкових і вантажних автомобілів.

Територія та благоустрій

Проектом передбачено облаштування мінімального благоустрою: збереження частини існуючого озеленення, газонів і вертикального озеленення. У пішохідній доступності від ділянки знаходяться рекреаційні зони міста. На території передбачено місця для паркування автомобілів, зручні під'їзди та виділені майданчики для стоянки транспорту.

Рельєф території залишатиметься максимально збереженим. Проект передбачає організацію належного відведення дощової води за допомогою лотків і підключення до міської зливової каналізації.

Архітектурні особливості

Будівля станції технічного обслуговування спроектована з урахуванням сучасних стандартів безпеки та комфорту. Споруда віднесена до II класу вогнестійкості, що передбачає використання негорючих матеріалів для стін, перегородок та перекриттів. У разі пожежі передбачені евакуаційні виходи, які гарантують швидке та безпечне залишення приміщення.

Орієнтація будівлі враховує сторони горизонту для оптимального природного освітлення робочих зон. Всі приміщення будуть оснащені необхідним інженерним обладнанням, включаючи системи водопостачання, опалення, вентиляції, освітлення та зв'язку. Відведення стічних вод організовано через підключення до міської каналізації.

Озеленення та ландшафт

Озеленення території охоплюватиме 40–45% її загальної площі, включаючи газони та насадження дерев. Площа доріг і технічних майданчиків розраховується як різниця між загальною площею ділянки та площею забудови й озеленення. Ландшафтний дизайн зберігає природний вигляд території, акцентуючи на гармонії між природним середовищем і технічною інфраструктурою.

1.3 Архітектурно-планувальні рішення

1.3.1 Характеристика технологічного чи функціонального процесу

Станція технічного обслуговування автомобілів (СТО) буде сучасним сервісним центром, який надаватиме широкий спектр послуг, спрямованих на підтримку технічного стану автомобілів, їх діагностику та ремонт. Основна функція об'єкта полягає в забезпеченні якісного технічного обслуговування, яке відповідатиме стандартам безпеки та ефективності.

У межах СТО буде організовано кілька функціональних зон, кожна з яких виконуватиме свою специфічну роль. Зона приймання клієнтів стане першою точкою контакту, де клієнти зможуть отримати консультації, оформити заявки на обслуговування або ремонт автомобілів. Це приміщення буде обладнане зручними

місцями для очікування, доступом до Wi-Fi, а також інформаційними матеріалами щодо послуг.

Діагностична зона буде оснащена сучасним обладнанням для перевірки стану автомобілів, включаючи електронні системи аналізу, обладнання для перевірки ходової частини, двигунів, трансмісій та інших компонентів. Ця зона забезпечить швидку і точну ідентифікацію несправностей, що є ключовим етапом перед початком ремонтних робіт.

Ремонтна зона стане серцем СТО, де виконуватимуться технічні роботи з обслуговування автомобілів. Тут будуть розташовані підйомники, робочі місця для ремонту двигунів, трансмісій, гальмівних систем, а також обладнання для заміни мастил і фільтрів. Особливу увагу буде приділено ергономічному розміщенню обладнання для зручності персоналу та ефективності робочих процесів.

Спеціалізовані цехи для кузовного ремонту та фарбування розташуються в окремих приміщеннях із контрольованими умовами, що відповідають сучасним екологічним та санітарним нормам. Ці цехи забезпечать якісне відновлення кузовів автомобілів після механічних пошкоджень, а також високоточне фарбування із використанням спеціалізованого обладнання.

Окрім цього, складські приміщення для зберігання запасних частин, витратних матеріалів та обладнання будуть інтегровані у загальну структуру СТО. Вони забезпечать швидкий доступ до необхідних деталей під час ремонту, що мінімізує час виконання робіт.

Така організація функціональних процесів дозволить забезпечити високий рівень послуг, оперативність виконання замовлень та комфорт для клієнтів. Завдяки сучасному підходу до планування СТО стане ефективним, зручним і затребуваним сервісним центром у регіоні.

1.3.2 Опис прийнятого рішення та його обґрунтування

Планування території станції технічного обслуговування автомобілів (СТО) базується на принципах ефективного використання простору, забезпечення зручності для клієнтів та персоналу, а також оптимізації робочих процесів.

Територія буде структурована таким чином, щоб кожна функціональна зона мала чітке призначення та логічний зв'язок із сусідніми ділянками.

Центральною частиною території станції стане зона обслуговування автомобілів. Тут будуть розташовані ремонтні бокси, оснащені всім необхідним обладнанням для технічного обслуговування, діагностики та ремонту автомобілів. Під'їзди до цих боксів будуть організовані таким чином, щоб забезпечити безперешкодний доступ до кожного з них, уникнувши можливих заторів або перехресть руху.

Окремо виділено паркувальні зони для клієнтів і співробітників. Парковка для клієнтів розташується поблизу адміністративної будівлі та приймальні, що забезпечить зручний доступ для відвідувачів. Парковка для персоналу буде обладнана в менш помітній частині території, щоб не заважати основному потоку транспорту. Загалом на території буде створено достатню кількість паркомісць для різних категорій користувачів.

Для організації безпечного та ефективного руху автомобілів будуть передбачені основні шляхи проїзду, які з'єднають всі ключові ділянки СТО. Ці шляхи дозволять клієнтам швидко дістатися до зони обслуговування, а співробітникам – безперешкодно пересуватися територією. Додатково буде забезпечено під'їзди до ремонтних майстерень, враховуючи потреби в маневруванні великих автомобілів, таких як вантажівки.

Особливу увагу буде приділено інженерним рішенням для водовідведення з території. Система лотків і нахилів у дорожньому покритті забезпечить відведення дощової води, запобігаючи утворенню калюж і зниженню якості покриття.

Зелені зони стануть не лише естетичним елементом, а й функціональними ділянками, що сприятимуть природному водовідведенню та створенню комфортного середовища для клієнтів і співробітників. Вони будуть розташовані вздовж основних шляхів та меж території, забезпечуючи приємний візуальний ефект і підкреслюючи сучасний підхід до дизайну СТО.

Таким чином, планування території буде організовано так, щоб забезпечити максимальну зручність, безпеку та ефективність функціонування всіх процесів на станції технічного обслуговування автомобілів.

1.3.3 Забезпечення доступності маломобільних груп населення

Врахування потреб маломобільних груп населення (людей з інвалідністю, літніх людей, вагітних жінок, батьків із маленькими дітьми) є важливим аспектом планування та організації роботи станції технічного обслуговування автомобілів (СТО). Для створення інклюзивного середовища потрібно забезпечити такі умови:

Архітектурні рішення

1. Пандуси: Усі входні групи адміністративної будівлі, зони очікування та сервісні приміщення повинні бути обладнані пандусами із нахилом не більше 8%, що відповідає стандартам доступності.

2. Широкі дверні отвори: Вхідні двері повинні мати ширину не менше 90 см, щоб забезпечити зручний прохід для осіб на інвалідних візках.

3. Ліфти або підйомники: будівля має кілька поверхів, обов'язково передбачити ліфти чи підйомники, доступні для людей з обмеженими можливостями.

Зони обслуговування

1. Доступна зона очікування: Приміщення для очікування клієнтів має включати низькі стійки обслуговування (висотою до 85 см) і спеціальні місця для осіб у візках.

2. Спеціальні паркомісця: Паркувальні зони повинні включати виділені місця для МГН, розташовані ближче до входів. Вони мають бути ширшими (мінімум 3,5 м) для зручності висадки/посадки.

3. Інклюзивні санітарні вузли: Усі санітарні приміщення повинні бути адаптовані для МГН, із поручнями, простором для маневрування візка, раковинами та дзеркалами на зручній висоті.

Навігація та інформація

1. Контрастні позначення: Встановлення чітких і контрастних показників до основних зон обслуговування, паркування, санітарних вузлів.
2. Інформація шрифтом Брайля: У місцях основного контакту (вхідні двері, інформаційні стенди) розміщуються таблички з інформацією шрифтом Брайля.
3. Звукові повідомлення: Для осіб із порушеннями зору можуть бути інтегровані звукові системи навігації.

Організація обслуговування

1. Персонал, навчений взаємодії з МГН: Співробітники повинні бути ознайомлені з основами інклюзивного обслуговування, що включає ввічливу взаємодію та допомогу.
2. Мобільні послуги: У разі потреби можна організувати мобільне обслуговування для клієнтів, які не можуть залишити автомобіль.

Інженерні рішення

1. Протиковзкі покриття: Доріжки та вхідні зони повинні мати протиковзкі поверхні для безпечного пересування.
2. Безбар'єрний доступ до об'єкта: Всі шляхи до СТО мають бути облаштовані рівними поверхнями без бордюрів та інших перешкод.

На етапі будівництва та експлуатації об'єкта необхідно здійснювати перевірки на відповідність нормам доступності, передбаченим ДБН В.2.2-40:2018 (доступність будівель і споруд) та іншим чинним стандартам.

Реалізація цих заходів зробить СТО комфортним і доступним для всіх груп населення, сприяючи формуванню позитивного іміджу об'єкта та підвищенню рівня задоволеності клієнтів.

1.4 Архітектурні рішення

Архітектурне планування станції технічного обслуговування автомобілів (СТО) враховує специфічні потреби, пов'язані з технічним обслуговуванням, діагностикою та ремонтом автомобілів, забезпечуючи зручність і функціональність приміщень.

Одним із ключових аспектів є коригування висоти приміщень. Для встановлення автомобільних підйомників і забезпечення достатнього простору для роботи персоналу висота ремонтних зон збільшується до 7 метрів. Це дозволяє безпечно виконувати обслуговування високих транспортних засобів, таких як мікроавтобуси та вантажівки. Крім того, така висота сприяє розміщенню вентиляційного обладнання та систем освітлення на оптимальному рівні, не заважаючи роботі персоналу.

Для забезпечення якісної роботи СТО особливу увагу приділено проектуванню систем вентиляції та відведення відпрацьованих газів. У кожній ремонтній зоні встановлюються витяжні системи, які ефективно усувають вихлопні гази безпосередньо від джерела. Системи вентиляції також підтримуватимуть належний рівень повітрообміну в приміщеннях, створюючи комфортні умови для роботи персоналу.

Освітлення буде організовано відповідно до стандартів безпеки та комфорту. В ремонтних зонах використовуватиметься комбінація загального та локального освітлення, що дозволить забезпечити належну видимість під час виконання робіт. Світильники розташовуватимуться таким чином, щоб уникнути відблисків і забезпечити рівномірне освітлення робочих місць.

Окрему увагу приділено звукоізоляції приміщень. Структури будівлі спроектовані з використанням матеріалів, які знижують рівень шуму, що виникає під час роботи обладнання, забезпечуючи комфорт не тільки для персоналу, але й для клієнтів, що перебувають у зонах очікування.

Таким чином, архітектурні рішення для СТО спрямовані на створення ефективного, безпечного та комфортного середовища, що відповідає сучасним стандартам функціонування сервісних центрів.

1.5 Енергоефективність

1.5.1 Заходи щодо підвищення енергоефективності

Підвищення енергоефективності промислових будівель із металевим каркасом і сендвіч-панелями є важливим кроком для зменшення витрат на

енергоресурси та зниження негативного впливу на довкілля. Енергоефективність таких споруд значною мірою залежить від правильно підібраних матеріалів, технологій будівництва та системи управління енерговитратами.

Сендвіч-панелі: основний будівельний матеріал

Сендвіч-панелі є основним елементом конструкції промислових будівель. Вони складаються з двох шарів металу, між якими знаходиться утеплювач. Найкращими теплоізоляційними властивостями володіють панелі з утеплювачами на основі пінополіуретану (PUR/PIR) або мінеральної вати. Пінополіуретан має низький коефіцієнт теплопровідності ($0,022-0,026 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$), що дозволяє досягати високої ефективності навіть при відносно невеликій товщині. Мінеральна вата також є популярним вибором завдяки її негорючості та звукоізоляційним властивостям, хоча її теплопровідність дещо вища ($0,038-0,045 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$). Для зон з холодним кліматом рекомендується використовувати панелі товщиною від 150 до 200 мм, у той час як для помірного клімату може бути достатньо 100-150 мм.

Металеві обшивки панелей повинні бути виготовлені з оцинкованої сталі товщиною 0,5-0,7 мм з полімерним покриттям. Полімерне покриття забезпечує довговічність і захист від корозії, що є критичним у промислових умовах.

Герметизація стиків: усунення тепловтрат

Важливою умовою енергоефективності є мінімізація тепловтрат через стики між панелями. Для цього застосовуються поліуретанові герметики або спеціальні ущільнювальні стрічки з матеріалу EPDM, які забезпечують щільність з'єднання. Герметизація повинна виконуватися подвійним шаром для забезпечення надійності навіть за умов значних температурних коливань.

Утеплення даху

Дах промислової будівлі є ще однією важливою зоною тепловтрат. Для його утеплення використовуються ті ж сендвіч-панелі, що й для стін, але з більшою товщиною утеплювача – не менше 150 мм. Додаткове утеплення може виконуватися мінеральною ватою з щільністю $\geq 120 \text{ кг/м}^3$, що дозволяє досягти високого рівня

теплоізоляції. Для захисту утеплювача від впливу конденсату застосовується пароізоляція (наприклад, поліетиленова плівка або алюмінієва мембрана), а для захисту від вологи – гідроізоляційні мембрани на основі ПВХ або ТРО товщиною $\geq 1,5$ мм.

Вікна: енергоефективне скління

Енергозберігаючі вікна мають вирішальне значення для зниження тепловтрат. Рекомендується використовувати дво- або трикамерні склопакети із низькоемісійним покриттям (Low-E), які зменшують втрати тепла через скло. Коефіцієнт теплопередачі таких вікон не повинен перевищувати $0,8 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$. Для промислових споруд важливо також використовувати алюмінієві або ПВХ-профілі з терморозривом, що запобігає утворенню мостів холоду.

Системи опалення, вентиляції та кондиціонування

Сучасні енергоефективні системи HVAC значно знижують споживання енергії. Конденсаційні котли з ефективністю понад 95% дозволяють ефективно використовувати тепло навіть у процесі конденсації водяної пари. Системи вентиляції повинні бути обладнані рекуператорами тепла, які забезпечують повторне використання до 80-90% тепла з повітря, що видаляється. Інверторні теплові насоси типу “повітря-повітря” або “повітря-вода” з коефіцієнтом продуктивності (COP) $\geq 3,5$ забезпечують ефективне кондиціонування та обігрів.

Освітлення

Енергоефективність будівлі також залежить від правильного підбору освітлення. Світлодіодні лампи (LED) з енергоефективністю понад 120 Лм/Вт є оптимальним вибором для промислових споруд. Встановлення датчиків руху та денного освітлення дозволяє автоматизувати освітлення, зменшуючи витрати енергії.

Утеплення фундаменту

Для зниження тепловтрат через фундамент рекомендується застосовувати екструзійний пінополістирол (XPS) товщиною 50-100 мм, який має низьку

теплопровідність (0,030-0,035 Вт/м·К). Це дозволяє уникнути утворення мостів холоду та зберегти комфортну температуру в приміщенні.

Відновлювані джерела енергії

Для забезпечення додаткової економії енергоресурсів можливе використання сонячних панелей. Монокристалічні панелі з ефективністю понад 20% і теплові насоси для гарячого водопостачання або опалення є перспективними рішеннями.

Автоматизація управління

Інтеграція системи управління BMS (Building Management System) дозволяє в режимі реального часу відстежувати споживання енергії, контролювати мікроклімат і оптимізувати роботу всіх інженерних систем будівлі.

Впровадження цих заходів не лише знижує витрати на енергоресурси, але й сприяє зменшенню впливу на навколишнє середовище, що є ключовим аспектом сучасного будівництва.

1.6 Конструктивні рішення

Металевий каркас є основною конструкцією промислових будівель із фермовими кроквяними системами. Він виконує роль несучої системи, забезпечуючи стабільність, міцність і здатність будівлі витримувати значні статичні та динамічні навантаження. Конструкція каркаса складається з колон, балок, ферм та елементів жорсткості, які забезпечують цілісність і надійність споруди.

Конструктивні особливості металевого каркаса

Колони

Колони є вертикальними елементами, що передають навантаження від даху, стін і інших конструктивних елементів на фундамент. Вони виконуються зі сталевих профілів, таких як двотаврові балки, швелери або круглі/прямокутні труби.

- Матеріали: Сталь марки S235 або S355 є стандартом для колон, забезпечуючи оптимальне поєднання міцності та пластичності.

- Розміри профілю: Залежить від навантаження. Наприклад, для середніх споруд часто використовують двотаври 300-400 мм або труби діаметром 150-250 мм.
- Кріплення: Колони закріплюються до фундаменту анкерними болтами, що забезпечують надійність і компенсують температурні деформації.

Ферми

Ферми – це кроквяні елементи, що формують дах і розподіляють навантаження по колонному ряду. Вони складаються з верхнього і нижнього поясів, а також системи діагоналей і вертикальних стійок, які працюють на стиск і розтяг.

Типи ферм:

- Прямокутні ферми: Використовуються для рівних дахів. Прості у виготовленні й монтажі.
- Трикутні ферми: Оптимальні для скатних дахів, які дозволяють уникнути снігових навантажень.
- Аркові ферми: Використовуються для споруд із нестандартним дизайном, але потребують точного виготовлення.
- Матеріали: Труби круглого або прямокутного перерізу (часто 50×50 мм або 100×100 мм) зі сталі марки S355.

Прольоти: Ферми можуть перекривати від 10 до 30 метрів без додаткових опор, а в разі використання підвішених систем – до 60 метрів.

Зв'язки

Зв'язки забезпечують жорсткість каркаса, запобігаючи прогинам і деформаціям під дією вітрових і сейсмічних навантажень.

Типи зв'язків:

- Горизонтальні: Монтуються між балками або верхніми поясами ферм.
- Вертикальні: Встановлюються між колонами для стабілізації стін.

- Діагональні: Використовуються для посилення конструкції даху або стін.

Матеріали: Сталеві круглі стрижні або профілі малого перерізу (20-40 мм).

Кріплення елементів

Всі елементи металевого каркаса з'єднуються між собою за допомогою зварювання або болтових з'єднань. Болтові з'єднання частіше використовуються для монтажу на місці, оскільки вони спрощують демонтаж і транспортування.

- Болти: Використовуються болти високої міцності класу 8.8 або 10.9.
- Зварні шви: Виконуються відповідно до стандартів EN 1090 для забезпечення герметичності та міцності.

Особливості металевого каркаса для фермових конструкцій

1. Легкість конструкції: Металевий каркас із фермами дозволяє створювати легкі споруди з мінімальним використанням матеріалу. Це зменшує навантаження на фундамент і скорочує витрати на будівництво.

2. Гнучкість у проектуванні: Завдяки металу можна створювати споруди практично будь-якої форми та розмірів. Ферми дозволяють перекривати великі прольоти без використання проміжних опор, що ідеально підходить для виробничих цехів, складів та ангарів.

3. Антикорозійний захист: Всі елементи каркаса покриваються антикорозійними засобами (наприклад, цинковим покриттям або фарбою), що збільшує термін служби конструкції.

4. Можливість модульного будівництва: Металеві конструкції легко демонтуються і перевозяться, що робить їх ідеальними для споруд тимчасового або змінного призначення.

Рекомендації для забезпечення довговічності

- Захист від корозії: Використовувати гаряче цинкування або фарби з високою стійкістю до атмосферних впливів.

- Розрахунок на температурні деформації: Встановлювати температурні шви у великих будівлях.
- Регулярний огляд: Проводити перевірки з'єднань, особливо болтових, на предмет ослаблення чи корозії.

Таким чином, металевий каркас із фермовими конструкціями є універсальним рішенням для промислових споруд, що забезпечує їх міцність, функціональність і довговічність при мінімальних витратах.

1.7 Санітарно-технічне обладнання

На станції технічного обслуговування автомобілів (СТО) передбачено встановлення сучасного санітарно-технічного обладнання, яке забезпечить ефективну утилізацію відходів і дотримання екологічних норм. Це важливий елемент інфраструктури, спрямований на збереження довкілля та створення безпечних умов роботи.

Особливу увагу приділено системам для обробки відходів, які утворюються під час ремонту та обслуговування автомобілів. Для цього передбачено обладнання для збору та утилізації використаних мастил, масляних фільтрів та інших технічних рідин. У зоні ремонту встановлюються спеціальні резервуари для тимчасового зберігання відпрацьованих мастил, які оснащені системами герметизації, що запобігають витоку шкідливих речовин. Використані масляні фільтри та інші забруднені матеріали будуть зберігатися в окремих контейнерах із забезпеченням їх безпечного транспортування на утилізацію.

Для обслуговування систем охолодження автомобілів передбачено окремі ємності для збирання використаних охолоджувальних рідин. Ці рідини зберігатимуться у спеціалізованих резервуарах до передачі на переробку або утилізацію відповідно до екологічних норм.

Зона миття автомобілів буде оснащена сучасною каналізаційною системою для зливу води. Система включає сепаратори, які забезпечують очищення стічних вод від мастил, хімічних засобів і бруду. Ці сепаратори дозволяють розділяти нафтопродукти та тверді частинки від води, зменшуючи навантаження на міські

системи водовідведення. Очищена вода може бути частково використана повторно в технологічних процесах, що підвищує ефективність використання ресурсів.

Каналізаційні системи також враховують потребу в підвищеній витривалості до агресивних хімічних речовин, які можуть потрапляти до стоків під час миття автомобілів. Для цього використовуються спеціальні матеріали з підвищеною стійкістю до корозії та хімічних впливів.

Система водовідведення передбачає додаткові лотки з ухилом, що забезпечують швидке видалення надлишкової води із зони миття, запобігаючи утворенню калюж і підвищенню вологості в робочих приміщеннях.

Таким чином, санітарно-технічне обладнання на СТО забезпечить екологічно безпечну утилізацію відходів, ефективне водовідведення та дотримання всіх сучасних стандартів у сфері охорони довкілля. Це не лише відповідає вимогам законодавства, але й підвищує рівень відповідальності та конкурентоспроможності об'єкта.

Для забезпечення екологічності та функціональності роботи станції технічного обслуговування автомобілів (СТО), проєкт передбачає розробку і встановлення комплексної системи санітарно-технічного обладнання. Основна мета цього комплексу – забезпечити ефективну утилізацію технічних відходів, очищення стічних вод і дотримання екологічних стандартів.

Системи обробки мастил, використаних фільтрів та інших відходів

На території СТО буде створено окрему зону для зберігання і обробки технічних відходів, які утворюються під час обслуговування автомобілів. Це включає:

1. Резервуари для збирання відпрацьованих мастил:
 - Ємності з герметичними кришками, які запобігають випаровуванню токсичних речовин та витоку мастил у ґрунт.
 - Оснащення датчиками рівня для контролю заповнення та уникнення переповнення.
 - Організація періодичного транспортування відпрацьованих мастил до сертифікованих підприємств для переробки.

2. Контейнери для використаних масляних і паливних фільтрів:
 - Закриті металеві контейнери, які ізолюють відходи та захищають персонал від контакту з забрудненими матеріалами.
 - Логістика збору, сортування та передачі фільтрів на спеціалізовані пункти утилізації.
3. Обладнання для збирання охолоджувальних рідин:
 - Резервуари для охолоджувальних рідин із системами фільтрації та попереднього очищення.
 - Автоматизовані пристрої для відкачування рідин із систем автомобілів, що мінімізують ризик витоків на робочі поверхні.
4. Утилізація твердих відходів:
 - Контейнери для збору забруднених серветок, ганчірок, використаних деталей і пластикових ємностей.
 - Застосування систем пресування для зменшення обсягів відходів перед вивезенням на утилізацію.

Система каналізації та водовідведення для миття автомобілів

Для обслуговування клієнтів передбачено сучасну мийну станцію, яка включатиме розвинену систему водовідведення і очищення.

1. Система лотків і водостоків:
 - Вода зі зони миття збирається через спеціальні лотки з ухилом до водостічних решіток.
 - Встановлені решітки з фільтрами для відлову твердих частинок (пісок, бруд), які затримуються до потрапляння у стічну систему.
2. Сепаратори нафтопродуктів:
 - Система розділення відпрацьованої води на чисту фракцію та залишки нафтопродуктів.
 - Сепаратори виконують фільтрацію на трьох етапах: груба очистка, відділення мастил і тонка фільтрація.
 - Відокремлені мастила збираються в окремі резервуари для подальшої утилізації.

3. Система рециркуляції води:

- Значна частина очищеної води може бути використана повторно для миття автомобілів, що знижує витрати на водопостачання.
- Використання спеціальних реагентів для нейтралізації залишкових хімікатів у воді.

4. Автономна система стічних вод:

- У разі недоступності централізованої каналізації передбачено локальну очисну станцію для очищення стоків.
- Система включає біофільтри для екологічного розкладу органічних сполук, що входять до складу мийних засобів.

Додаткові заходи

1. Контроль за утилізацією відходів:

- Усі операції зі збору, зберігання і транспортування відходів будуть реєструватися для забезпечення прозорості та дотримання екологічних норм.

2. Інтеграція екологічно безпечних матеріалів:

- Використання біорозкладних засобів для миття автомобілів та очищення обладнання.

3. Зони технічного обслуговування:

- Окремі приміщення для обслуговування систем водовідведення, які дозволяють швидко усунути забруднення або провести заміну обладнання.

Реалізація зазначених систем і заходів дозволить ефективно керувати технічними відходами, мінімізувати негативний вплив на довкілля та забезпечити дотримання чинних екологічних стандартів. Це також сприятиме підвищенню довіри клієнтів до СТО як до відповідального та екологічно свідомого підприємства.

1.8 Техніко-економічні показники будівлі

-	Будівельний об'єм	42881,1м ³
-	Площа забудови	6332 м ²
-	Загальна площа	3233 м ²
-	Площа офісів	1836 м ²

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Збір навантажень

Власна вага прогонів покриття:

$$g = \frac{16,3 \frac{\kappa\mathcal{E}}{\mathcal{M}}}{1,5 \mathcal{M}} = 10,9 \frac{\kappa\mathcal{E}}{\mathcal{M}^2} = 0,107 \frac{\kappa H}{\mathcal{M}^2} ;$$

Власна вага прогонів:

$$g = \frac{16,3 \frac{\kappa\mathcal{E}}{\mathcal{M}}}{3 \mathcal{M}} = 5,44 \frac{\kappa\mathcal{E}}{\mathcal{M}^2} = 0,054 \frac{\kappa H}{\mathcal{M}^2} .$$

Граничне розрахункове значення навантаження від снігового покриву:

$$S_m = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot C,$$

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаження визначається відповідно до чинних будівельних норм і правил з п. 8.11 [3];

$S_0 = 1390$ Па – характеристичне значення снігового навантаження згідно додатку Е [3];

$$S_m = 1,04 \cdot 1390 \cdot 1,0 = 1445,6 \text{ Па} . C = \mu \cdot C_e \cdot C_{alt} ,$$

де $\mu = 1,0$ – додаток Ж [3];

$$C_e = 1,0 - \text{п. 8.9 [3];}$$

$$C_{alt} = 1,0 - \text{п. 8.10 [3];}$$

$$C = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0.$$

Таблиця 2.1 – Збір навантажень

Найменування навантаження	Характерне g_i^H , Н/м ²	Коефіцієнт γ_{fi}	Граничне Розрахункове $g_i = g_i^H \cdot \gamma_{fi}$, Н/м ²
1	2	3	4
Постійні (g)			
Профільований настил	66	1,05	69,3
Утеплювач – мінвата	100	1,3	130
Профільований настил	75	1,05	78,75
Змінні (v)			
Снігове навантаження	1390	1,04	1445,6
Експлуатаційне	700	1,3	910
Власна вага			
Прогони покриття	106	1,05	112,4
Прогони по нижн. поясу ферм	54	1,05	56,7
Зв'язки	70	1,05	73,5

2.2 Розрахунок і підбір балки прогону покрівлі

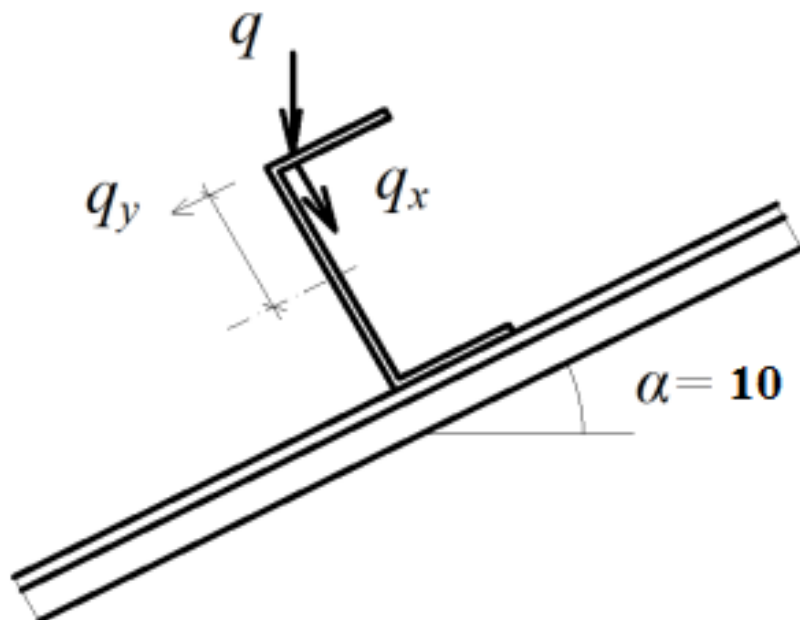


Рисунок 2.1 – Навантаження на прогон.

Таблиця 2.2 – Збір навантажень

Тип навантаження	Крок В, м	Експлуатаційне значення, $q_e, \text{Н/м}^2$	Граничні значення навантаження, $q_{гр}, \text{Н/м}^2$
Постійні (g)			
Профнастил	1,5	$\frac{66 \times 1,5}{\cos 10} = 100,5$	$\frac{69,3 \times 1,5}{\cos 10} = 105,6$
Власна вага:	1,5	$107 \times 1,5 = 160,5$	$122,4 \times 1,5 = 168,5$
Змінні (v)			
Сніг	1,5	$1390 \times 1,5 = 2085$	$1445,6 \times 1,5 = 2168,4$
Сумарно (Σq)		2346	2442,5

$$q_x^e = q \cdot \cos \alpha = 2346 \cdot \cos \alpha = 2310,4 \frac{\text{Н}}{\text{м}};$$

$$q_x^{ep} = q \cdot \cos \alpha = 2442,5 \cdot \cos \alpha = 2405,4 \frac{\text{Н}}{\text{м}};$$

$$q_y^e = q \cdot \sin \alpha = 2346 \cdot \sin \alpha = 407,4 \frac{\text{Н}}{\text{м}};$$

$$q_y^{ep} = q \cdot \sin \alpha = 2442,5 \cdot \sin \alpha = 424,2 \frac{\text{Н}}{\text{м}};$$

Прогон працює як балка:

$$M_x = \frac{q_x^{ep} l^2}{8} = \frac{2405,4 \cdot 6^2}{8} = 10824,3 \text{ Нм} = 10,82 \text{ кНм};$$

$$M_y = \frac{q_y^{ep} l^2}{8} = \frac{424,2 \cdot 6^2}{8} = 1908,9 \text{ Нм} = 1,91 \text{ кНм}.$$

Підбір січення прогону

Перетин прогону виконаний із прокатного швелера, виготовленого зі сталі марки С245. Розрахунковий опір фасонного прокату, виготовленого з цієї сталі, становить 235МПа. Цей параметр використовується для перевірки несучої

здатності швелера під дією заданих навантажень, забезпечуючи відповідність конструкції вимогам міцності та безпеки.

Для прокатних швелерів $W_x / W_y = 6 \dots 8$.

$$\sigma = M_x / W_x + M_y / W_y = M_x [1 + (6 \dots 8 M_y / M_x)] / W_x \leq R_y \gamma_c.$$

$$W_{x, req} = M_x [1 + (6 \dots 8 M_y / M_x)] / R_y \gamma_c.$$

$$W_x = \frac{M_x}{R_y \gamma_c} = \frac{10,82 \cdot 100}{24 \cdot 1} = 45,1 \text{ см}^3$$

$$W_y = \frac{M_y}{R_y \gamma_c} = \frac{1,91 \cdot 100}{24 \cdot 1} = 8 \text{ см}^3.$$

$$W_x = 50,6 \text{ см}^3$$

$$I_x = 304 \text{ см}^4$$

$$W_y = 8,52 \text{ см}^3$$

$$I_y = 31,2 \text{ см}^4$$

Перевірка жорсткості:

$$f_x = \frac{5}{384} \frac{q_x^e l_x^4}{EI_x} = \frac{5}{384} \frac{2310,4 \cdot 10^{-5} \cdot 600^4}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 304} = 6,2 \text{ см} > f_1 = l/200 = 600/200 = 3 \text{ см}$$

Жорсткість не забезпечена. Підбираємо швелер більшого оперечного перерізу.

Підібрано [16: $W_x = 93,4 \text{ см}^3$

$$I_x = 747 \text{ см}^4$$

$$W_y = 13,8 \text{ см}^3$$

$$I_y = 63,6 \text{ см}^4$$

$$f_x = \frac{5}{384} \frac{q_x^e l_x^4}{EI_x} = \frac{5}{384} \frac{2310,4 \cdot 10^{-5} \cdot 600^4}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 747} = 2,5 \text{ см} < f_1 = 3 \text{ см}.$$

Жорсткість забезпечена.

2.3 Розрахунок ферми

Ця схема, створена в програмному забезпеченні Autodesk Robot Structural Analysis для аналізу конструкцій (рис. 2.2). На схемі відображені вузли та стрижні, які утворюють геометрію ферми, де кожен елемент і вузол мають унікальний номер для полегшення аналізу. Конструкція є симетричною, з центральним вузлом на вершині, а стрижні розташовані так, щоб забезпечити стійкість і рівномірний розподіл навантаження. Ця модель буде використовуватися для розрахунку напружень, деформацій, реакцій в опорах та перевірки надійності ферми під різними типами навантажень.

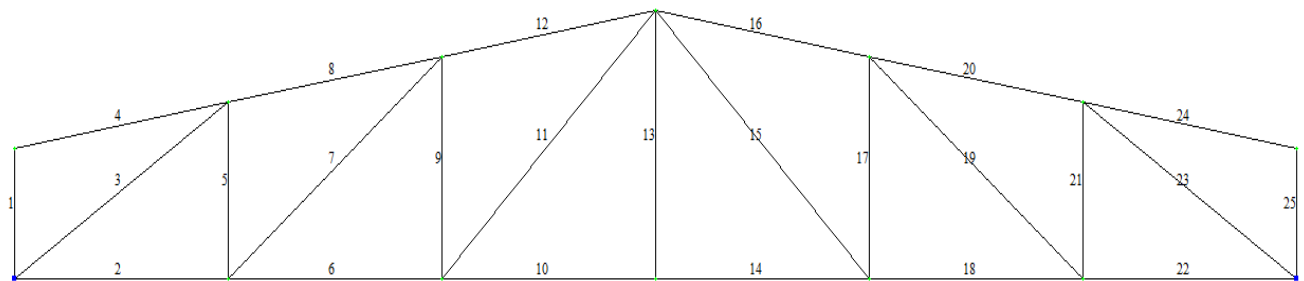


Рисунок 2.2 – Схема ферми з нумерацією елементів

На схемі зображено (рис. 2.3) ферма з прикладеним вертикальним навантаженням від власної ваги величиною 0.057 кН у верхніх вузлах (2, 6, 10, 14, 18, 22). Навантаження позначено вертикальними зеленими стрілками. Усі вузли, до яких прикладене навантаження, знаходяться на верхньому поясі ферми. Стрілки вказують напрямок сили вниз, а значення навантаження позначено поряд із кожною стрілкою.

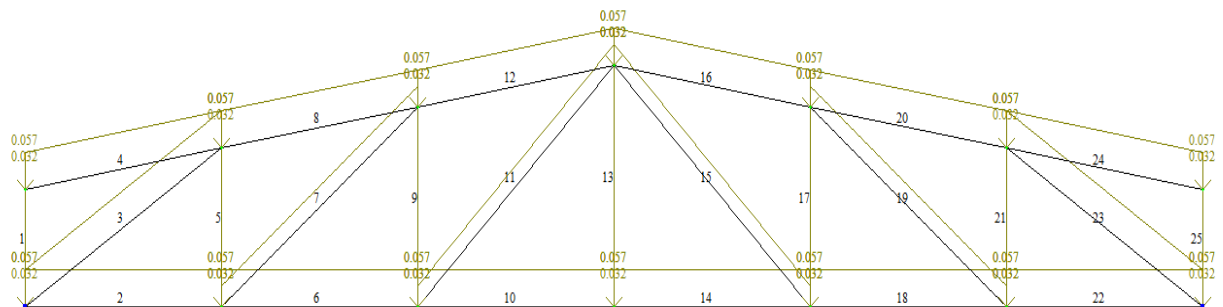


Рисунок 2.3 – Навантаження N на ферму від власної ваги

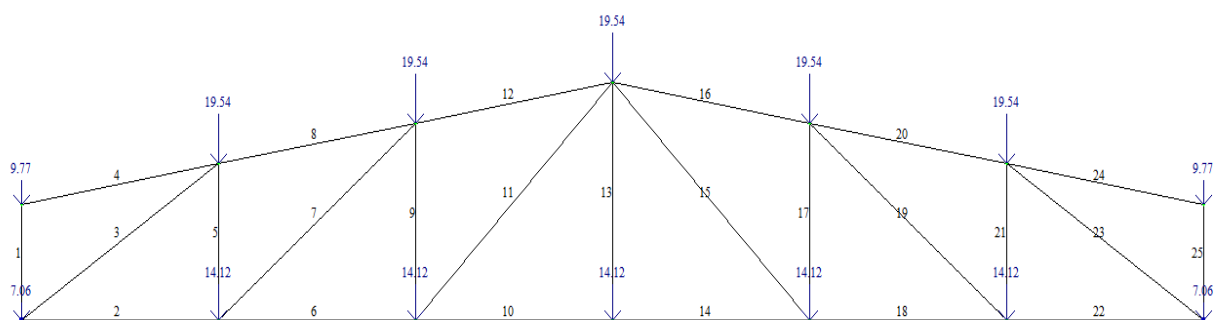


Рисунок 2.4 – Навантаження N на ферму

Напруження в елементах ферми подано в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – напружень в елементах ферми

№	Зусилля					№ завантаження
	N (кН)	M _k (кН*м)	M _y (кН*м)	Q _z (кН)	M _z (кН*м)	
1	-11,184	0,000	-0,347	0,631	0,000	1 2 3
2	135,119	0,000	-0,272	0,340	0,000	1 2 3
3	-162,436	0,000	-0,075	0,114	0,000	1 2 3
4	-0,695	0,000	-0,285	0,312	0,000	1 2 3
5	45,744	0,000	-0,247	0,378	0,000	1 2 3
6	171,807	0,000	0,004	0,139	0,000	1 2 3
7	-47,742	0,000	0,035	0,030	0,000	1 2 3
8	-137,611	0,000	0,019	0,130	0,000	1 2 3
9	3,087	0,000	-0,007	0,009	0,000	1 2 3
10	160,417	0,000	0,117	-0,009	0,000	1 2 3
11	16,343	0,000	0,039	0,015	0,000	1 2 3
12	-174,455	0,000	0,177	-0,068	0,000	1 2 3
13	15,155	0,000	0,000	0,000	0,000	1 2 3
14	160,417	0,000	-0,023	0,130	0,000	1 2 3
15	16,412	0,000	-0,017	0,051	0,000	1 2 3
16	-174,434	0,000	-0,083	0,188	0,000	1 2 3
17	3,087	0,000	0,007	-0,009	0,000	1 2 3
18	171,807	0,000	0,162	-0,019	0,000	1 2 3
19	-47,742	0,000	0,035	0,030	0,000	1 2 3
20	-137,590	0,000	0,160	-0,009	0,000	1 2 3
21	45,744	0,000	0,247	-0,378	0,000	1 2 3
22	135,119	0,000	0,288	-0,219	0,000	1 2 3
23	-162,436	0,000	-0,075	0,114	0,000	1 2 3
24	-0,674	0,000	0,228	-0,192	0,000	1 2 3
25	-11,184	0,000	0,347	-0,631	0,000	1 2 3

2.4 Розрахунок фундаментів

2.4.1 Ізбір навантаження

Навантаження від колони та елементів рами взято від колони яка передає максимальне значення на фундамент:

$$N_{max} = -361,28855 \text{ кН} \quad M_y (\text{відповідне}) = -64,286723 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{y \max} = 79,173359 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad N (\text{відповідне}) = -361,16049 \text{ кН}$$

2.4.2 Визначення розрахункового опору ґрунту

Значення питомої ваги ґрунту γ_{II} і γ'_{II} визначаємо як середньозважене за формулою:

$$\gamma'_{II} = \frac{\sum_{i=1}^n \gamma_{IIi} h_i}{\sum_{i=1}^n h_i}$$

$$\gamma'_{II} = \frac{18 * 0,5 + 18,2 * 3,25 + 18,7 * 2,1 + 19,2 * 3,6}{0,5 + 3,25 + 2,1 + 3,6} = 18,68 \text{ кН/м}^3 ;$$

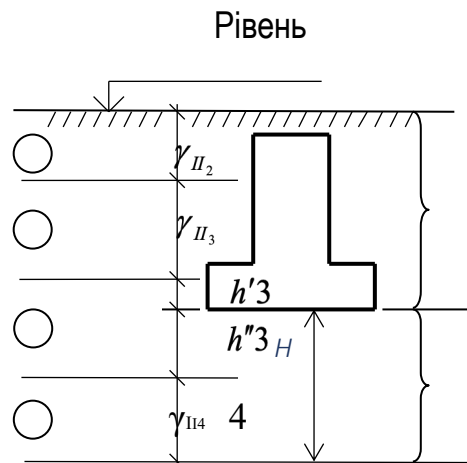


Рисунок 2.5 – Схема для визначення питомої ваги ґрунтів, розташованих над і під подошвою фундаменту.

Глибину впливу фундаменту H визначаємо орієнтовно як

$$H = 6 * b_0 = 6 * 2,4 = 14,4 \text{ м.}$$

Отже $h_4 = H - h_3'' = H - (h_3 - h_3') = 14,4 - (3,25 - 1,9) = 13,05 \text{ м};$

$$\gamma_{II} = \frac{\gamma_{II_3} * h_3'' + \gamma_{II_4} * h_4}{h_3'' + h_4} = \frac{18,2 * 1,35 + 18,7 * 2,1 + 19,2 * 10,95}{1,35 + 2,1 + 10,95} = 19,13;$$

2.4.3 Перевірка напружень під підшвою фундаментів

Середнє значення тиску, який чинить фундамент на ґрунт основу, визначається за допомогою спеціальної формули. Ця формула враховує навантаження, передане фундаментом, і площу його підшови, що дозволяє обчислити рівномірний розподіл тиску на ґрунт: $P_{cp} = \frac{N}{A},$

де A – площа підшови фундаменту, для стрічкового фундаменту $A = b \cdot 1 \text{ м};$

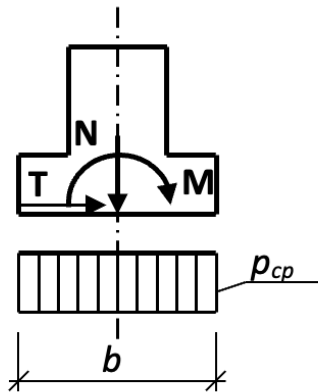


Рисунок 2.6 – До перевірки напружень під підшвою центрально – напруженого фундаменту

Отже, $P_{cp} = \frac{N}{A} = \frac{1010,64}{2,4 * 1,8} = 236 \text{ кПа};$

2.4.4 Розрахунок осідань фундаменту

Розрахунок осідання фундаменту здійснюється відповідно до положень ДБН В.2.1-10-2009 із використанням методу пошарового підсумовування. Цей метод передбачає поетапне врахування деформацій ґрунту основи на кожному шарі, починаючи від поверхні до розрахункової глибини.

Отримані результати розрахунків організовуються та представляються у табличній формі, що забезпечує наочність і зручність аналізу. У таблиці зазвичай вказуються такі дані:

- номер шару ґрунту;
- глибина шару;
- характеристики ґрунту (модуль деформації, коефіцієнт стиснення тощо);
- значення осідання для кожного шару;
- підсумкове значення загального осідання фундаменту.

У розрахунку осідання фундаменту приймаємо товщину елементарного шару h , яка обчислюється за формулою:

$$h = 0,4 \cdot b,$$

де:

- b — ширина підшви фундаменту, м.

Підставляючи значення $b = 2,4$ м, отримуємо:

$$h = 0,4 \cdot 2,4 = 0,96 \text{ м.}$$

Відстань від підшви фундаменту до нижньої межі кожного елементарного шару ґрунту позначається як Z_i , де:

- Z_i — глибина від підшви фундаменту до певного шару, м;
- для кожного шару Z_i визначається шляхом додавання товщини елементарних шарів h .

Додатковий тиск кожного елементарного шару визначаємо за формулою :

$$\sigma_{zp(i)} = p_0 \cdot \alpha_i,$$

Де α_i - коефіцієнт визначається за таблицею №1 ДБН В.2.1-10-2009 залежно від форми фундаменту та співвідношення відносної глибини закладення фундаменту ξ_i .

Додатковий тиск безпосередньо під подошвою фундаменту визначаємо за формулою : $P_0 = P_{cp} - \sigma_{zg(0)}$,

де, $P_{cp} = 234$ кПА – величина середнього тиску під подошвою фундаменту.

$\sigma_{zg(o)}$ - напруження, створене власною вагою ґрунту на рівні подошви фундаменту.

$$\sigma_{zg(0)} = \gamma'_{II} \cdot d = 19,03 \cdot 3,4 = 64,7 \text{ кПА};$$

$$\text{Отже, } P_0 = 234 - 64,7 = 169,3 \text{ кПА};$$

Для кожного елементарного шару напруження, спричинене власною вагою ґрунту, обчислюється за такою формулою:

$$\sigma_{zg(i)} = \sigma_{zg(i-1)} + \gamma_{II(i)} \cdot h_i$$

Глибина, до якої проводиться розрахунок, визначається як нижня межа стискувальної зони.

Ця межа може бути встановлена одним із двох методів:

Перший метод — аналітичний, який передбачає визначення нижньої межі шляхом наближеного виконання рівності.

$$\sigma_{zp(i)} = 0,2 \cdot \sigma_{zg(i)};$$

Другий метод — графічний, який полягає у визначенні межі шляхом знаходження точки перетину епюри додаткового тиску з епюрою природного тиску, зменшеною у 5 або 10 разів та дзеркально перенесеною вправо.

Середнє значення напруження для кожного елементарного шару розраховується за такою формулою:

$$\bar{\sigma}_{zp} = \frac{\sigma_{zp(i-1)} + \sigma_{zp(i)}}{2};$$

Осідання елементарного шару визначаємо за формулою:

$$S_i = \beta \frac{\bar{\sigma}_{zp(i)} \cdot h_i}{E_i},$$

де , $\beta = 0,8$;

E_i - модуль деформації ґрунту розглядаючого елементарного шару.

Загальне осідання основи рівне осіданню фундаменту :

$$S_{\max} = \sum_{i=1}^n S_i,$$

де n – кількість елементарних шарів ґрунту , задіяних у розрахунку осідання фундаменту .

Розрахунок осідання фундаменту виконується за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel, що дозволяє автоматизувати обчислення та створити структуровану таблицю з результатами. У таблиці відображаються такі дані:

1. Глибина кожного шару Z_i (від підшви фундаменту до нижньої межі шару).
2. Характеристики ґрунту (модуль деформації, коефіцієнт стиснення, природна вага тощо).
3. Розподіл напружень у кожному шарі.
4. Осідання для кожного шару.
5. Сумарне осідання фундаменту.

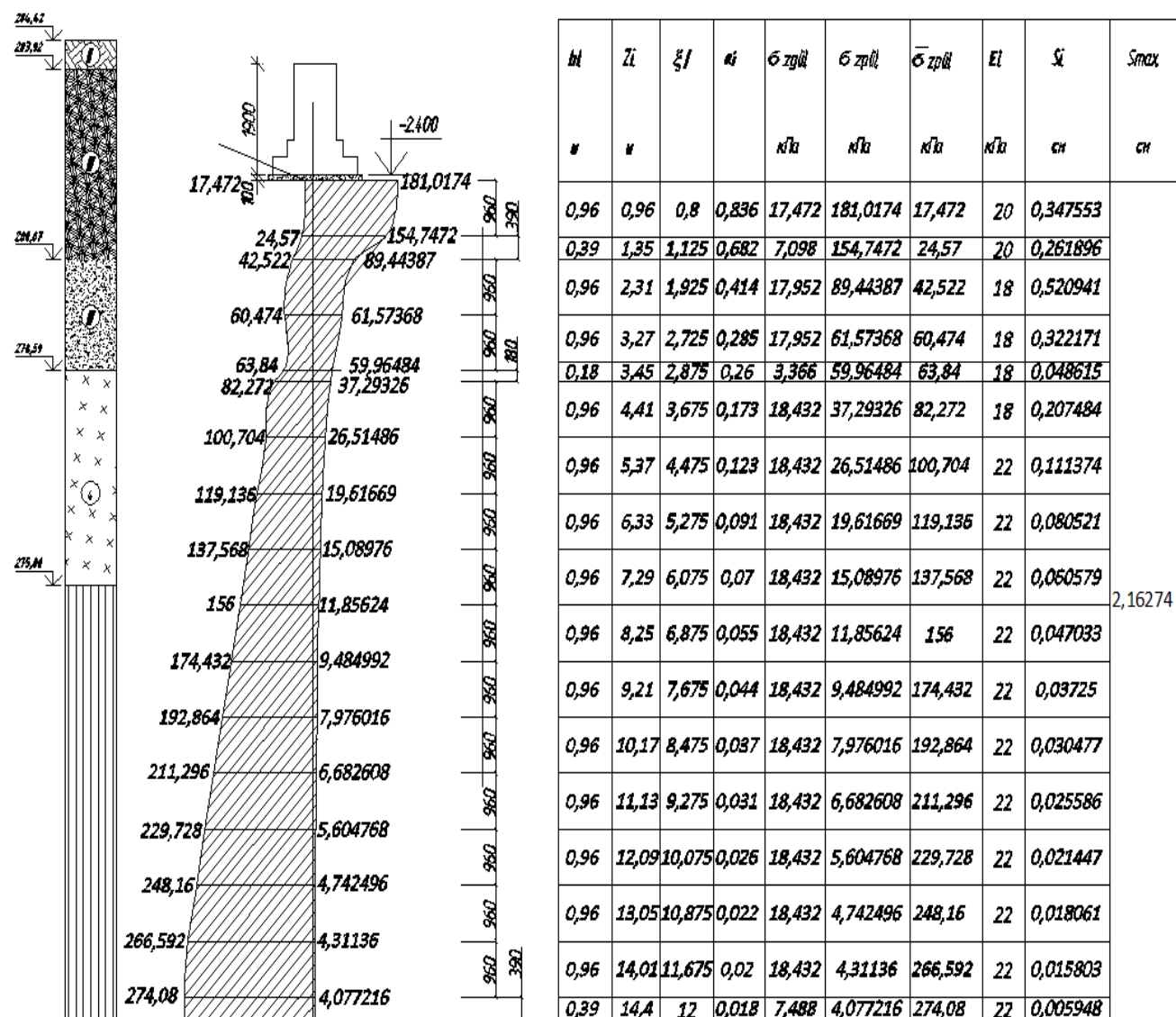


Рисунок 2.7 – осідання фундаменту, епюра

Схема осідань представлена графічно у вигляді залежності загального осідання від глибини шару (рис. 2.7), що надає візуалізацію розподілу деформацій у ґрунті.

Відповідно до вимог ДБН В.2.1-10-2009, для виробничих і цивільних будівель (як одноповерхових, так і багатоповерхових) з повним каркасом допустиме значення просадки фундаменту становить до 8 см.

$$S_u > S_{\max} = 8 > 2,16 \text{ см, тобто умова виконана.}$$

2.5 Вітрове навантаження.

Розрахункове граничне значення вітрового навантаження на крайню колону обчислюється за формулою:

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C \cdot B \cdot \gamma_n,$$

$$\text{де } \gamma_{fm} = 1,035 - \text{п. 9.14 [3];}$$

$W_0 = 0,55$ кПа – характеристичне значення вітрового тиску згідно додатку Е [3];

$\gamma_n = 0,95$ – коефіцієнт надійності за відповідальністю.

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

де C_{aer} – аеродинамічний коефіцієнт, який згідно додатку І [3] для навітряних поверхонь (активний тиск) $C_e = +0,8$, для завітряних поверхонь $C_{e3} = -0,5$;

C_h – коефіцієнт висоти споруди, згідно табл. 9.01 змін №1 до [3] для ІІІ типу місцевості:

- при висоті $h_1 = 5,000$ м – $C_{h1} = 0,4$;
- при висоті $h_2 = 7,100$ м (відмітка низу ферми) – $C_{h2} = 0,48$;
- при висоті $h_3 = 8,445$ м (відмітка верху стіни) – $C_{h3} = 0,54$.

$$C_{alt} = 1,0 - \text{п. 9.10 [3];}$$

$$C_{rel} = 1,0 - \text{п. 9.11 [3];}$$

$$C_{dir} = 1,0 - \text{п. 9.12 [3];}$$

$$C_d = 1,0 - \text{п. 9.13 [3];}$$

Визначаємо тиск вітру з навітряної сторони:

$$C_1 = 0,8 \cdot 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,32;$$

$$C_2 = 0,8 \cdot 0,48 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,38;$$

$$C_3 = 0,8 \cdot 0,54 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,43;$$

$$W_{m1} = 1,035 \cdot 0,55 \cdot 0,32 \cdot 6 \cdot 0,95 = 1,04 \text{ кН/м};$$

$$W_{m2} = 1,035 \cdot 0,55 \cdot 0,38 \cdot 6 \cdot 0,95 = 1,23 \text{ кН/м};$$

$$W_{m3} = 1,035 \cdot 0,55 \cdot 0,43 \cdot 6 \cdot 0,95 = 1,4 \text{ кН/м}.$$

Визначаємо тиск вітру із завітряної сторони:

$$C_1' = 0,5 \cdot 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,2;$$

$$C_2' = 0,5 \cdot 0,48 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,24;$$

$$C_3' = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,27;$$

$$W_{m1}' = 1,035 \cdot 0,55 \cdot 0,2 \cdot 6 \cdot 0,95 = 0,65 \text{ кН/м};$$

$$W_{m2}' = 1,035 \cdot 0,55 \cdot 0,24 \cdot 6 \cdot 0,95 = 0,78 \text{ кН/м};$$

$$W_{m3}' = 1,035 \cdot 0,55 \cdot 0,27 \cdot 6 \cdot 0,95 = 0,88 \text{ кН/м}.$$

Вплив вітрового навантаження, що діє на стіну, розташовану над колоною, спрощується шляхом заміни його еквівалентною зосередженою силою. Ця сила прикладається в точці, що відповідає верхньому рівню колони, забезпечуючи зручність для подальших розрахунків.

$$W_m = \frac{W_{m2} + W_{m3}}{2} \cdot H_1, \quad W_m' = \frac{W_{m2}' + W_{m3}'}{2} \cdot H_1,$$

де H_1 – висота стіни вище верху колони, м.

– з навітряної сторони:

$$W_m = \frac{W_{m2} + W_{m3}}{2} \cdot H_1 = \frac{1,23 + 1,4}{2} \cdot (8,445 - 7,1) = 1,77 \text{ кН};$$

– із завітренної сторони:

$$W_m' = \frac{W_{m2}' + W_{m3}'}{2} \cdot H_1 = \frac{0,78 + 0,88}{2} \cdot (8,445 - 7,1) = 1,12 \text{ кН}.$$

РОЗДІЛ 3
НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ
ДОСЛІДЖЕННЯ НА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ

3.1. Вступ

Вогнестійкість матеріалів є одним із ключових критеріїв у будівельній галузі для забезпечення пожежної безпеки згідно зі ДСТУ 8828:2019 "Пожежна безпека. Загальні положення". Це спрямовано на стимулювання використання менш горючих матеріалів і запобігання поширенню вогню та полум'я по поверхнях, забезпечуючи достатній час для евакуації людей з будівлі під час пожежі. Вогнестійкі панелі були розроблені та інтегровані у різні компоненти будівель, такі як двері, стіни, перегородки та стелі, щоб обмежити поширення вогню та диму між різними приміщеннями та внутрішніми відсіками будівлі. Вогнестійкість панелі визначається її конкретним класом вогнестійкості. Панель із класом вогнестійкості в одну годину повинна забезпечувати мінімальний час для проведення рятувальних операцій пожежними підрозділами для порятунку людей, які опинилися в пастці під час пожежі.

Наразі на ринку використовуються вогнестійкі панелі, що забезпечують вогнестійкість від тридцяти хвилин до однієї години, що відповідає будівельним нормам і правилам. Ключовими факторами при розробці та виробництві вогнестійких панелей є їхня вогнестійкість і вага. Також враховуються такі чинники, як акустичні властивості, водостійкість і екологічність. Традиційні вогнестійкі панелі, що використовуються для створення будівельних компонентів, є досить важкими. Їхня велика вага ускладнює транспортування й установку, збільшує витрати на робочу силу, а також транспортні витрати через підвищене споживання палива. Додаткове спалювання палива, своєю чергою, призводить до збільшення викидів чадного газу, що сприяє парниковому ефекту та глобальному потеплінню, що є несприятливим для довкілля.

Кальцієвий силікат, гіпсова штукатурка та вермикуліт є трьома поширеними пористими й легкими матеріалами, які використовуються для створення вогнестійких панелей завдяки їхній здатності утримувати та виділяти вологу, охолоджуючи навколишню температуру під час горіння. Ці матеріали мають низьку теплопровідність, що ефективно знижує передачу тепла та поширення вогню. У цьому дослідженні для використання обрано вермикуліт через його низьку щільність і високі ізоляційні властивості. Medri та інші зазначили, що вермикуліт є гідратованим філосилікатом або шаруватим силікатним мінералом. При нагріванні до температури 600–1000 °C він розширюється у 8–20 разів від початкового розміру, набуваючи форми гранул, схожих на акордеон. Завдяки своїм природним властивостям, зокрема наявності частинок, розділених повітряними порожнинами, вермикуліт підходить для використання як легкий заповнювач у виробництві бетону з підвищеною вогнестійкістю та термостійкістю для енергоефективного будівництва. Крім того, вермикуліт є хімічно інертним, довговічним і екологічно чистим матеріалом, який також можна використовувати для підвищення звукоізоляції, теплоізоляції та, найважливіше, вогнестійкості.

У цьому дослідженні в якості зв'язувальної речовини для зміцнення вогнестійких панелей буде використовуватися водорозчинна інтумесцентна фарба. Цей вид в'язучого є менш горючим, екологічно чистим і має нижчий вміст летких органічних сполук (VOC) порівняно з розчинниковими в'язучими. Водночас вона є менш небезпечною для довкілля, забезпечуючи добру адгезію та високу стійкість до вологи. Однак постійний і прямий вплив дощу може негативно позначитися на хімічних зв'язках і знизити адгезію.

Інтумесцентна фарба використовується як пасивний захист у будівельній галузі для захисту мешканців і майна від пожежі. Вона складається з трьох основних інгредієнтів: амонійного поліфосфату (APP) як джерела кислоти, меламіну (MEL) як агента для спінювання та пентаеритриту (PER) як агента для утворення шару вуглецю. APP при нагріванні розкладається на фосфорну кислоту, що сприяє утворенню термостійких вуглецевих шарів за участі PER. Водночас APP

виділяє аміак, що розширює пористий вуглецевий шар і утворює теплоізоляційний захисний бар'єр.

Ці дослідження зосереджено на розробці легких вогнестійких сендвіч-панелей з використанням сердечника з вермикуліту, скріпленого водорозчинним інтумесцентним полімерним в'язучим, розчином, мікрОВОЛОКНОМ та фанерою. Вогнестійкість панелей тестували за допомогою пальника Бунзена, а також вивчали їхню щільність, адгезію, міцність на вигин та структурну цілісність.

3.2. Методика роботи та матеріали

Експериментальні роботи включали розробку та виготовлення сталевих форми й вогнестійких сендвіч-панелей, синтез водорозчинного інтумесцентного в'язучого, проведення випробувань пальником Бунзена та тестів на адгезію. У ході дослідження було створено три вогнестійкі сендвіч-панелі.

3.2.1. Розробка сталевих форми

Сталеву форму було розроблено та візуалізовано за допомогою програмного забезпечення SOLIDWORKS. Як показано на рис. 3.1, ця форма була виготовлена для створення вогнестійких сендвіч-панелей X, Y та Z із стандартними розмірами: довжина (L) — 300 мм, ширина (W) — 300 мм, товщина (T) — не більше 55 мм.

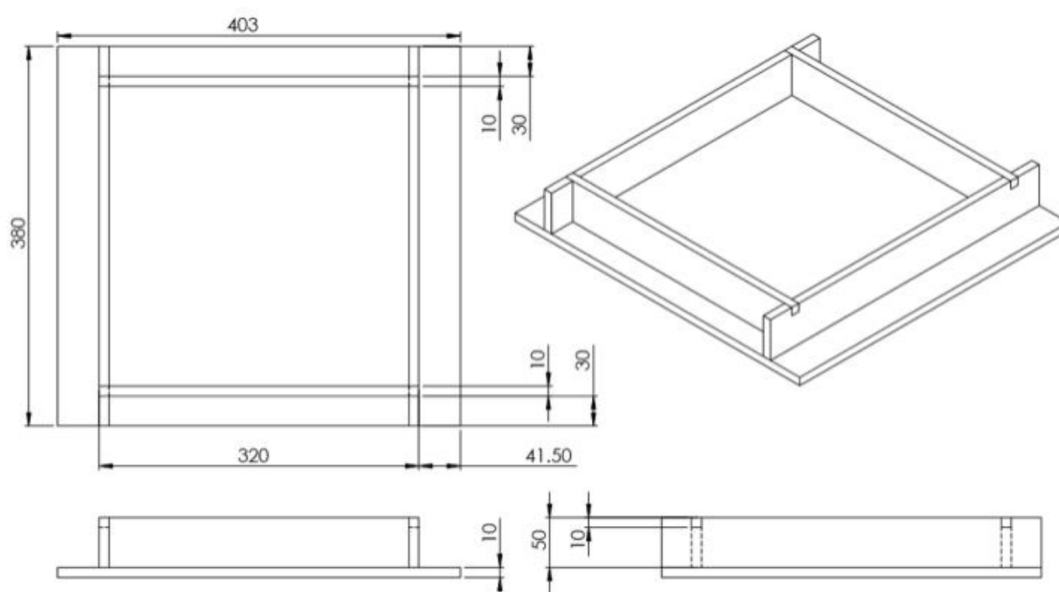


Рисунок 3.1 – Ілюстрація конструкції сталевих форми.

3.2.2. Синтез водорозчинного інтумесцентного в'язучого

Водорозчинний інтумесцентний полімерне в'язувче було розроблено для зміцнення та підвищення вогнестійкості панелей. Він синтезувався на основі інтумесцентних компонентів, таких як добавки та мінеральні наповнювачі, у різних пропорціях, зокрема розширюваний графіт (EG). Відсоткове співвідношення кожного інгредієнта було перераховано в грами, виміряно за допомогою ваг і додано до контейнера. Суміш ретельно перемішували протягом години за допомогою високошвидкісного міксера, додаючи невелику кількість води для зниження в'язкості. Усього було підготовлено 3 кг в'язучого. Склад в'язучого наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Склад інгредієнтів інтумесцентного в'язучого.

Інгредієнт	Пропорція в суміші (ваг. %)
APP	20.0
MEL	20.0
PER	10.0
Al(OH) ₃	2.5
CaCO ₃	2.0
TiO ₂	2.0
Ca ₂ SiO ₄	2.5
EG	1.0
Водорозчинний полімерний зв'язувач (VAC)	40.0

3.2.3. Конструкція вогнестійких сендвіч-панелей

Три вогнестійкі панелі розміром 300 мм (довжина) × 300 мм (ширина) та з різною товщиною (Т) були виготовлені для тестування. Ілюстрація конструкції вогнестійких панелей наведена на рис. 3.2.

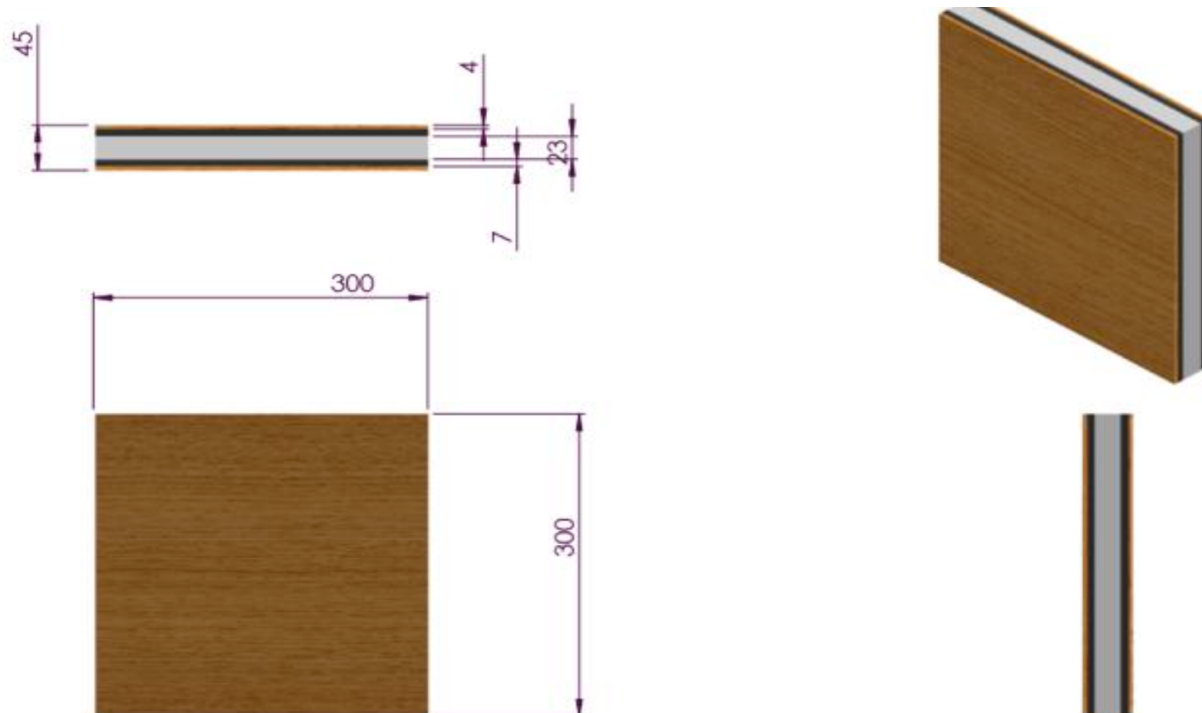


Рисунок 3.2 – Деталь вогнестійкої сендвіч-панелі Х.

- **Панель Х:** мала сердечник із вермикуліту товщиною 23 мм, скріплений інтумесцентним в'язучим, поміщений між двома шарами розчину товщиною 7 мм і завершений двома шарами фанери товщиною 4 мм. Загальна товщина панелі становила **45 мм**.
- **Панель Y:** мала сердечник із вермикуліту товщиною 36 мм, скріплений інтумесцентним в'язучим, поміщений між двома шарами розчину товщиною 2 мм і завершений двома шарами фанери товщиною 4 мм. Загальна товщина панелі становила **48 мм**.
- **Панель Z:** складалася із сердечника з вермикуліту товщиною 47 мм, інтегрованого з мікрОВОЛОКНОМ, скріпленого інтумесцентним в'язучим і завершеного двома шарами фанери товщиною 4 мм. Загальна товщина панелі становила **55 мм**.

Таблиці 3.2 – Розміри панелей X, Y і Z.

Зразок	Розміри, Д х Ш х В (мм)	Вага (кг)	Густина (кг/м ³)	Сендвіч-матеріали
панель X	300 х 300 х 45	3,356	828,64	7 мм розчин + 23 мм вермикуліт + 4 мм фанера
панель Y	300 х 300 х 48	3,386	783,79	2 мм розчин + 36 мм вермикуліт + 4 мм фанера
панель Z	300 х 300 х 55	2,866	578,98	55 мм вермикуліт + мікрОВОЛОКНО + 4 мм фанера

3.2.4. Виготовлення вогнестійких сендвіч-панелей

Вогнестійкі сендвіч-панелі були виготовлені методом лиття в сталевій формі, спеціально адаптованій для цього завдання. Сталева форма була акуратно розділена за допомогою гвинтів і розібрана на кілька частин. Поверхні кожної частини очищали вологою тканиною та залишали висихати при кімнатній температурі. Потім всі розібрані частини обгортали пластиковою плівкою та склеювали контактною стрічкою по черзі, після чого знову збирали в первісний стан. Ці процеси розбирання, обгортання та складання повторювали для кожного зразка перед новим литтям.

Формування сердечника панелі X:

1. Вермикуліт змішували з водорозчинним інтумесцентним в'язучим у контейнері, після чого суміш заливали у сталеву форму.
2. Форма з сумішшю розміщувалася на шейкерному столі для забезпечення рівномірного розподілу суміші через постійну вібрацію.
3. Суміш ущільнювали за допомогою фінішного шпателя та залишали висихати протягом тижня.
4. Після висихання твердий сердечник виймали з форми, а всі поверхні форми очищували.

Додавання шарів розчину:

На обидві сторони вермикулітового сердечника наносили шари розчину, використовуючи ті ж процедури. Додаткові шари розчину використовували для зміцнення сердечника, підвищення його структурної цілісності та зменшення ризику тріщин і руйнувань.

Процедура для панелей Y і Z:

Панелі Y та Z виготовляли за тією ж методикою, що й панель X.

Оздоблення поверхні:

Для вирівнювання зовнішніх поверхонь перед нанесенням шарів фанери використовували вермикулітовий розчин для заповнення нерівностей. Поверхнєве оздоблення застосовувалося до всіх панелей (X, Y і Z).

Фінальне покриття фанерою:

- У майстерні вирізали шість шматків фанери товщиною 4 мм розміром 300 мм (довжина) × 300 мм (ширина).
- Усі шматки фанери обробляли електричним шліфувальним інструментом для досягнення гладкої поверхні.
- Обидві сторони кожної сендвіч-панелі закріплювали фанерою, використовуючи клей для фанери, та додатково зміцнювали цвяхами по чотирьох кутах.

Виготовлення вогнестійких панелей завершувалося нанесенням фанерного покриття.

3.2.5. Тест на адгезію

Адгезійну міцність водорозчинного інтумесцентного в'язучого було перевірено. Круглі сталеві пластини полірували наждачним папером для отримання гладкої поверхні. Краї кожної сталеві пластини обгортали шаром алюмінієвої фольги, щоб забезпечити додаткову висоту. На поверхню круглої сталеві пластини

з площею поперечного перерізу $8,03 \times 10^{-4} \text{ мм}^2$ наносили шар інтумесцентного в'язучого товщиною 1,0 мм. Уникнули утворення бульбашок у шарі покриття. Покриті сталеві пластини залишали висихати протягом 5–7 днів.

Поверхню кожної покритої пластини вимірювали за допомогою мікрометра, використовуючи значення діаметра для розрахунку площі. Покриту сталеву пластину прикріплювали до непокритої сталевій пластини за допомогою епоксидного клею. З'єднані пластини поступово розтягували одна від одної за допомогою пристрою для тестування на розтяг Instron, доки покриття на сталевій пластині не розтріскувалося і не ламалося.

Адгезійну міцність (Н/мм^2) інтумесцентного в'язучого розраховували шляхом ділення значення F (навантаження для руйнування покриття) на площу поверхні сталевій пластини (F/A).

3.2.6. Тест пальником Бунзена

На зворотній стороні кожного зразка було зроблено два невеликі отвори за допомогою молотка і цвяха. Один отвір розташовувався в центрі, а інший — у правому нижньому куті. До кожного зразка вогнестійкої сендвіч-панелі було прикріплено термопари, дроти яких вставляли у відповідні отвори та закріплювали клейкою стрічкою.

Вимірювання температури:

Профіль температури кожного зразка вимірювали шляхом підключення термопар до цифрового термометра. Фіксували центральну температуру (T_1) і температуру в куті (T_2) щохвилини протягом 120 хвилин (2 години).

Проведення випробувань на горіння:

1. Усі зразки тестувалися в закритому середовищі для забезпечення безпеки та мінімізації впливу вітру.
2. Кожен зразок стабілізували і фіксували у заданій позиції за допомогою цеглин.

3. Для запобігання переміщення або пошкоджень під час тесту, зразки додатково закріплювали за допомогою G-затискача.

Температуру пальника Бунзена вимірювали шляхом прямого нагрівання сталевієї пластини, підключеної до термометра. Усі ці етапи були однаково застосовані для тестування панелей X, Y і Z.

3.2.7. Тест на вигин у трьох точках

Трьохточковий тест на згин проводився на вогнестійких сендвіч-панелях X, Y та Z за допомогою машини Instron. Панель X була встановлена на двох паралельних штифтах на визначеній відстані 180 мм, а навантажувальний штифт прикладав силу до середини панелі. До панелей X, Y та Z поступово збільшували навантажувальну силу до моменту їх руйнування. Таким чином, визначали міцність на згин панелей X, Y та Z. Також досліджували механічну міцність усіх панелей.

3.3. Результати та обговорення

3.3.1. Адгезійна міцність

Адгезійна міцність інтумесцентного в'язучого перевірялася відповідно до стандарту ASTM D-4541. Максимальна сила навантаження становила 2350 Н, а максимальна довжина розтягнення — 0,79 мм. Адгезійна міцність в'язучого становила **2926,53 Н/мм²**, що дозволяє витримувати вагу трьох дорослих без руйнування. Досягнута адгезійна міцність забезпечила необхідну структурну міцність для застосування в вогнестійких панелях.

3.3.2. Тест пальником Бунзена

Температури **T1** і **T2** у панелі X на початку тесту були найвищими через використання нового пальника, що спричинило початкове підвищення температури. Аналіз починався за кімнатної температури **28 °C** для всіх панелей.

Температура **T1** панелі Y була нижчою за Z через додатковий 2 мм шар розчину, який на початкових етапах краще ізолював тепло. Проте темп підвищення

температури був найвищим у панелі Y (**0,45 °C/хв**), у порівнянні з Z (**0,35 °C/хв**) та X (**0,43 °C/хв**). Товсті шари розчину в панелі X уповільнювали передачу тепла, тоді як тонший шар у панелі Y забезпечував менший тепловий опір після 30 хвилин нагрівання.

Температура після 120 хвилин:

- Панель X: **103,1 °C**
- Панель Y: **93,3 °C**
- Панель Z: **83,2 °C**

Панель Z з найтовстішим сердечником із вермикуліту (47 мм) продемонструвала найкращу термоізоляцію і була найлегшою, що забезпечувало найкращі вогнестійкі властивості. Вона була на **35% і 43% легшою** за панелі Y і X відповідно. Додавання мікрОВОЛОКОН у сердечник панелі Z сприяло утворенню бульбашок під час плавлення, що покращувало теплоізоляцію та механічну міцність. Інтумесцентне в'язуче, зокрема APP, MEL і PER, сприяв утворенню багатошарової ізоляції, що сповільнювала передачу тепла.

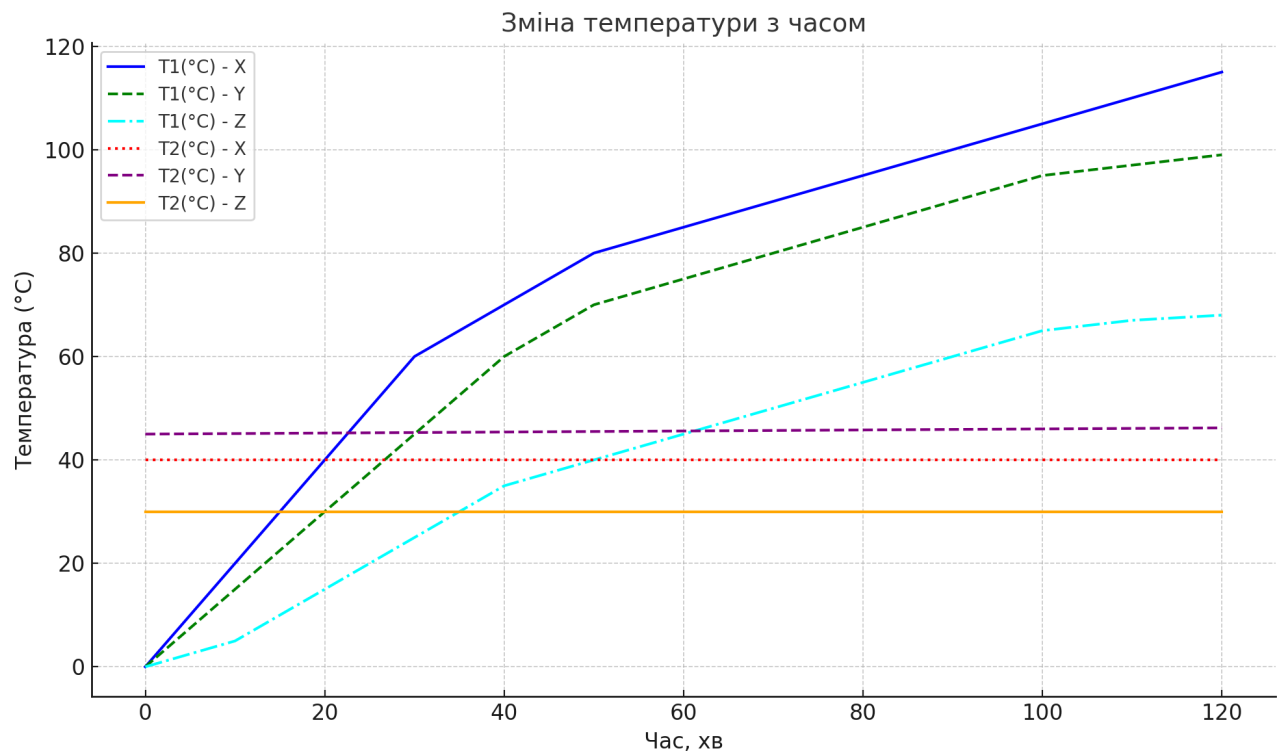


Рисунок 3.3 – Залежність температури від часу пожежі панелі X, Y, Z.

Темпи підвищення температури наведено в Таблиці 3.3

Зразок	30 хв (T1)	30 хв (T2)	60 хв (T1)	60 хв (T2)	90 хв (T1)	90 хв (T2)	120 хв (T1)	120 хв (T2)
Вогнестійка панель X	72.5	34.7	86.9	42.7	98.7	40.6	103.1	39.9
Вогнестійка панель Y	50.6	29.7	70.8	31.5	77.7	32.6	93.3	41.3
Вогнестійка панель Z	59.2	31.6	74.6	32.6	80.8	33.5	83.2	34.1

3.3.3. Вогнестійкість

Панелі піддавалися впливу температури **1200 °C** у центрі протягом 120 хвилин. Усі панелі витримали випробування без структурних пошкоджень. Було зафіксовано слабкий запах та мінімальний рівень диму, що підтвердило ефективність інтумесцентного в'язучого.

3.3.4. Триточковий тест на вигин

Максимальне навантаження:

- Панель X: **65,8119 Н**
- Панель Y: **80,9661 Н**
- Панель Z: **103,7667 Н**

Граничне напруження при згині:

- Панель X: **1,1372 МПа**
- Панель Y: **1,3991 МПа**
- Панель Z: **1,7931 МПа**

Максимальне видовження:

- Панель X: **4,326 мм**
- Панель Y: **5,842 мм**

- Панель Z: **6,007 мм**

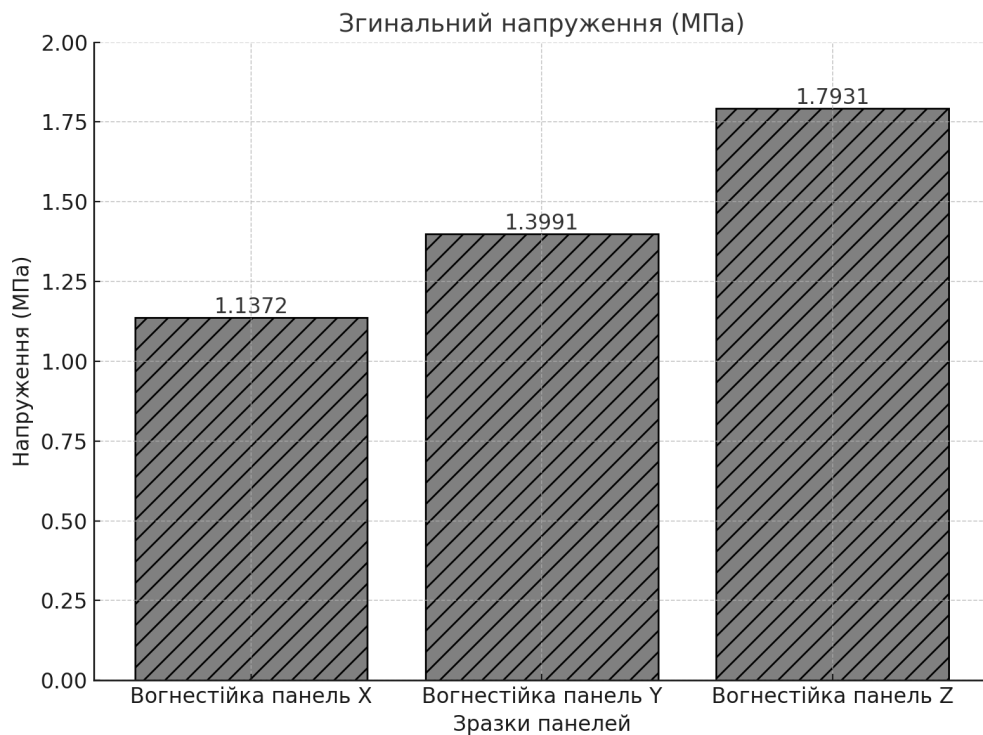


Рисунок 3.4 – Випробування на згин у трьох точках протипожежних сендвіч-панелей X, Y, Z.

Панель Z продемонструвала найвищу механічну міцність та стійкість до розтріскування завдяки додаванню мікрОВОЛОКОН, що зміцнювали структуру, зменшували мікро- та макротріщини. Інтумесцентне в'язуче додатково покращив навантажувальну здатність і структурну міцність панелі. Усі панелі відповідали мінімальному стандарту напруги на вигин ($>1,0$ МПа), що підтверджує важливу роль товщини сердечника, мікрОВОЛОКОН і в'язучого.

3.4. Висновки до розділу 3

Результати дослідження показали, що панель Z досягла найкращих показників у порівнянні з панелями X та Y після 120 хвилин нагрівання. Щільність панелі Z була найнижчою — **578,98 кг/м³**, а максимальна температура, яку вона досягла, становила лише **83,2 °C**. Навантажувальна здатність і структурна міцність панелі Z були значно підвищені завдяки інтумесцентному в'язучому, який витримував максимальне навантаження **2926 Н/мм²**.

Фактори, які вплинули на щільність, вогнестійкість, адгезійну та механічну міцність панелі Z, включають:

- оптимальну товщину конструкції,
- склад вермикуліту,
- використання інтумесцентного в'язучого,
- додавання полімерних мікрОВОЛОКОН.

Використання вермикуліту та інтумесцентного в'язучого для створення легких вогнестійких панелей є інноваційним підходом. Цей метод сприяє створенню ефективних у часі, трудових ресурсах і транспортуванні рішень, не порушуючи екологічних стандартів.

Дослідження також показало, що легкі вогнестійкі сендвіч-панелі мають високу гнучкість для адаптації під бажані технічні вимоги та результати. Панель Z має значний потенціал для подальшого розвитку та впровадження у промисловості в майбутньому.

РОЗДІЛ 4.

Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

4.1. Обґрунтування актуальності вирішення питань охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях в ході проектної розробки

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Вирішення питань з охорони праці в ході проектної розробки має на меті зменшити виробничі травми та професійні захворювання, які виникають в результаті дії небезпечних та шкідливих факторів, таких як вплив шкідливих речовин, неналежні умови праці, погана освітленість робочого місця, шум та вібрація, оптимізувати метеорологічні умови на робочому місці працівників.

Розробка вимог до охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях є невід'ємною частиною проекту на будівництво. Додержання і виконання вимог охорони праці має гарантувати розроблена система, що вміщує комплекс задач. Основи цієї комплексної системи становлять такі необхідні умови:

- використання захисних засобів і приладів, що забезпечує оптимальні санітарно-гігієнічні умови і виключає травматизм та професійні захворювання;
- комплексна механізація;
- впровадження нової безпечної техніки діючих методів організації праці і технології будівельного виробництва;
- створення систем оповіщення про надзвичайні ситуації, ознайомлення працівників із порядком дій при їх виникненні тощо.

Поруч з розвитком промисловості найважливішим є створення здорових та безпечних умов роботи. Завдання охорони праці потрібно звести до мінімальної ймовірності можливості ураження або захворювання працюючих із забезпеченням комфорту та нормальної працездатності.

Сучасний спеціаліст будівництва повинен мати достатній обсяг знань в галузі охорони праці, та вміти з їх допомогою вирішувати практичні інженерні задачі, щодо створення безпечних і здорових умов праці в будівельній галузі.

Забезпечення безпечної життєдіяльності у надзвичайних ситуаціях (НС) базується на комплексі організаційних, інженерно-технічних заходів і засобів,

спрямованих на збереження життя і здоров'я людини у всіх сферах її діяльності. Для цього необхідно:

- спрогнозувати та оцінити можливі наслідки;
- заздалегідь спланувати заходи із запобігання та зменшення вірогідності виникнення НС
- скорочення масштабів прояву результатів НС;
- організація робіт в умовах НС та ліквідація її наслідків.

Також в наш час особливо гостро постало питання про охорону природи і захист навколишнього середовища. Стрімкий розвиток науки і техніки протягом останнього століття призвів до значного виснаження природних ресурсів. Тому дуже важливим є застосування заходів, які би сприяли раціональному використанню природних ресурсів. Захисту від шкідливих викидів в атмосферу, забрудненню земель, поверхневих і підземних вод.

4.2. Аналіз будівельного процесу з метою виявлення небезпечних та шкідливих виробничих факторів

При земляних роботах основними причинами травматизму є обвали ґрунту. У більшості випадків обвали ґрунту виникають із-за порушення крутизни відкосів. Зовнішнє додаткове навантаження при розробці виїмок (відвал землі, встановлення на краю відкосів будівельних машин та ін.) може викликати обвали ґрунту, якщо їх розташування не буде враховуватись. Знаходження посторонніх людей в зоні роботи екскаватора може бути небезпечним для їх життя та здоров'я. Крім того, роботи нульового циклу (земляні, влаштування фундаменту) виконуються в основному з допомогою землерийно-транспортної техніки. Машиністи і оператори цієї техніки піддаються дії таких шкідливих факторів, як вібрація, шум, запиленість, загазованість повітря, переохолодження чи перенагрівання організму. Робота водіїв іноді може супроводжуватись значною перевтомою.

При роботі будівельних машин та механізмів небезпечними та шкідливими виробничими факторами є дія механічної сили, ураження електрострумом, несприятливі фактори виробничого середовища (мікроклімат, шум, вібрація, запиленість та загазованість повітря).

При монтажних роботах небезпечними виробничими факторами є: несправність такелажного обладнання, що може викликати падіння монтованих конструкцій; несправність засобів індивідуального захисту, що призводить до падіння людей з висоти; несправність та втрата стійкості засобів підмоцнування.

Зварювальні роботи супроводжуються забрудненням повітря газами (окиси азоту, вуглецю, фтористого водню і таке інше) і аерозолями металів і їх з'єднань.

При покрівельних роботах небезпечним виробничим фактором є падіння робочих з висоти, погані метеорологічні умови. Для зменшення їх впливу робочі повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту, а при поганих кліматичних умовах роботи на покрівлі не проводяться.

При оздоблюваних роботах небезпечними та шкідливими виробничими факторами є дія токсичних речовин будівельних матеріалів (клеї, фарби тощо).

При роботі з електроінструментом (електродрелі, електрорубанки, електроножниці, пневмотрамбовки, шліфувальні машини) основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами є:

- можливість нанесення оператору механічних травм;
- електронебезпека, що може призвести до ураження оператора струмом при пробиванні ізоляції струмопровідних частин машини;
- шумонебезпека, вібрація.

Машини, що працюють абразивними кругами (шліфувальні машини), складають небезпеку через великих швидкостей обертання робочого інструменту.

4.3. Основні нормативні вимоги при виконанні окремих видів робіт та експлуатації машин і механізмів

Загальні вимоги до робітників, зайнятих на будівництві

Усі працівники, які приймаються на постійну чи тимчасову роботу, і при подальшій роботі, повинні проходити навчання в формі інструктажів з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих.

Робітники можуть бути допущені до виконання будівельно-монтажних робіт тільки після проходження ними вступного інструктажу з техніки безпеки, а також первинного інструктажу на робочому місці з відповідними записами в журнал по техніці безпеки. Перед виконанням окремих видів робіт (електрозварювання, монтаж конструкцій, висотні роботи, робота з шкідливими речовинами) проводиться цільовий інструктаж безпосередньо на робочому місці.

Такелажники-стропувальники і транспортні робітники, які зайняті на навантажувально-розвантажувальних роботах і обслуговують транспортні і вантажопідйомні машини, допускаються до самостійного виконання цих робіт після проходження цільового інструктажу.

На будівельному майданчику передбачено такі санітарно-побутові приміщення: гардеробні, умивальні, туалети, душові, приміщення для сушіння та знепилення одягу, приміщення для гігієни жінок, приміщення для обігріву та відпочинку, укриття від сонячної радіації і атмосферних опадів, пункти харчування, медпункт та інші приміщення, встановлені і обладнані відповідно до норм з проектування споруд і приміщень, медпункти і пункти харчування будівельно-монтажних організацій.

Санітарно-побутові приміщення розміщені в одному районі біля входу на будівельний майданчик і обладнані аптечками з медикаментами, наборами фіксуємих шин та інших засобів, які необхідні для надання першої медичної допомоги, засобами надання першої медичної допомоги. Розміщення санітарно-побутових приміщень показані на листі креслення 10.

На будівельному майданчику передбачено забезпечення всіх працюючих питною водою відповідно до санітарних норм. Питні установки розміщуються на віддалі до 75 м від робочих місць. Якщо в сирому вигляді води немає в наявності з технічних причин, то працюючих слід забезпечують питною кип'яченою водою. Розміщення питних установок показані на листі креслення 10.

Всім працюючим видається спецодяг, спецвзуття, захисні каски, рукавиці. Робітники, що працюють у запиленних приміщеннях мають респіратори. При роботі на висоті робітникам видаються запобіжні пояси. Також забезпечується захист робітників від протягу, шкідливих випаровувань, газів.

На території будмайданчика влаштовані вказівники проходів та проїздів, а в темний період доби будівельний майданчик забезпечений електроосвітленням (лист креслення 10).

Земляні роботи

Земляні роботи повинні бути максимально механізовані. Перед їх початком встановлюють знаки, що показують розміщення підземних комунікацій.

Із наближенням до лінії цих комунікацій земляні роботи проводять під наглядом виконавця робіт, а якщо це електрокабелі, то і в присутності працівників електрогосподарства. Грунт у таких місцях розробляють землекопними лопатами, обережно, без ударів. Не можна користуватись ломом і кирками.

До початку проведення земляних робіт відводять поверхневі та ґрунтові води, відкачують або влаштовують дренажі. Вибраний із виїмки ґрунт розміщують не ближче, ніж за 0.5м від верхньої бровки котлованів. Для спускання і піднімання робітників у широких виїмках встановлюють драбини завширшки не менш як 0,6м з поручнями заввишки 1м і бортовою дошкою заввишки 15см, а для вузьких

траншей застосовують приставні драбини. Спускання робітників по розпірках кріплень заборонено. Всі виїмки треба огорожувати на відстані 1м від бровки, а вночі освітлювати, на огорожах треба встановити попереджувальні знаки і написи.

Для переходу через траншеї будують містки завширшки 0,6м з поручнями заввишки 1м, бортовою дошкою і освітленням.

Під час перевірки в роботі стрілу екскаватора потрібно відвести в сторону від забою, а ківш опустити на ґрунт. Під час руху екскаватора ківш встановлюють за напрямком руху і піднімають його на висоту 0,5 – 0,7 м. Пересування екскаватора з наповненим ковшем забороняється. Завантаження автосамоскидів екскаватором повинно виконуватись через задню або бокову сторону кузова, і ні в якому разі ківш не може подаватися через кабіну водія. Забороняється перебування людей між екскаватором і автосамоскидом під час навантаження.

Для запобігання обвалу ґрунту котлован копається з відкосом 1:0,85 відповідно до інженерно-геологічних умов району будівництва. Не допускається стоянка і рух машин і обладнання, а також розміщення матеріалів і конструкцій в межах призми обвалу ґрунту.

Бетонні роботи

Робітників, які виконують бетонні роботи, забезпечують спецодягом, окулярами і респіраторами. Виконуючи роботи, пов'язані із заготовкою арматури, місця для її розташування та виправлення обгороджують.

Конструкції опалубки для вкладання арматури і бетонної суміші у монолітні конструкції будівель повинні бути надійними. Опалубні роботи складаються із встановлення підтримувальних риштувань, виготовлення опалубки та її монтажу. Опалубку, підтримувальні риштування, а також робочі настили виконують відповідно до робочих креслень (7).

При виробництві арматурних робіт забороняється:

- перебувати на остаточно не закріплених арматурно-опалубних блоках;
- залишати в конструкціях не закріплені арматурні елементи;
- проводити будь-які роботи на висоті, стоячи на арматурних хомутах або на стрижнях конструкції і переміщатися по них.

Опалубку з готових елементів збирають так, щоб під час подання монтажним механізмом наступного елемента не пошкоджувались раніше встановленні конструкції чи їхні частини. При встановленні елементів опалубки в кілька ярусів, кожний наступний ярус слід установити після закріплення нижнього. Перед бетонуванням конструкції кожної зміни перевіряють стан опалубки, помостів огорож і драбин. Виявлені недоліки ліквідовують до початку виконання робіт.

Розбирати опалубку можна після того, як бетон набере необхідної міцності. Для цього повинні бути відсутні навантаження і дефекти у роботі, а також вжиті заходи проти падіння елементів опалубки і обвалення риштувань.

При ущільненні бетонної суміші електровібраторами перевіряють їхню надійність і вживають заходів щодо захисту від ураження електричним струмом. Під час роботи потрібно стежити за надійністю кріплення самого вібратора. Не можна проводити з вібратором, який працює, будь-які операції. Переміщують його тільки за допомогою гнучких тяг. Вібратори виключають через кожні 30-35хв для охолодження, а також під час перерв чи при переході на інше місце роботи.

Монтажні роботи

Для проектного об'єкта громадської будівлі прийняли кран СКГ30/7,5. Безпечне ведення монтажних робіт передбачено при розробці технологічних карт на виконання робіт (листи креслень 7, 8), в яких особливу увагу надано методу монтажних робіт, технологічності послідовності монтажних операцій, обладнання робочих місць монтажників, розробці строповочних і захватних пристроїв та монтажних засобів.

Для підйому і установки вантажів в основному застосовують універсальні і полегшені стропи, які періодично проходять перевірку на міцність. Вантажний канат крана перед підйомом повинен перебувати у вертикальному положенні над центром ваги вантажу. Підтягувати вантаж канатом, що знаходяться під косим кутом, забороняється. При необхідності положення центру ваги встановлюють шляхом пробних підвішувань. Для забезпечення безпечних умов праці при підйомі і розкладці будівельних матеріалів їх стропування виконують за допомогою траверси. Стropи знімають з встановлених елементів каркасу і блоків тільки після їх закріплення. Забороняється вантажі залишати у висячому положенні.

Проектом передбачено рішення питань безпечної роботи крана відносно будівлі, яка зводиться. До початку робіт на будівельному майданчику облаштовуються під'їзні шляхи і тимчасові дороги. Ширина доріг – 6 м, радіус закруглення – 12 м (лист 10). При трасуванні доріг повинні виконуватись наступні вимоги по дотриманню мінімальних відстаней:

- між дорогою і складським майданчиком: 0,5 – 1 м;
- між парканом будмайданчика і дорогою - 2 м;

На майданчику позначаються монтажні і небезпечні зони роботи крана (лист 10).

На період будівництва для забезпечення пожежної безпеки передбачені пожежні гідранти, які знаходяться на відстані 0,5 м. від тимчасової дороги.

Оздоблювальні роботи

Засоби підмоцнення, риштування, які застосовуються для малярних робіт, у місцях, під якими ведуться інші роботи чи є проходи, повинні мати настил без зазорів (лист 8).

Для просушування приміщень будівлі при неможливості використання систем опалення, застосовують повітронагрівачі.

Малярні склади готують централізовано у приміщеннях, розташованих на будівельному майданчику і обладнаних вентиляцією, водою.

Тару з вибухонебезпечних матеріалів (лаки, фарби) під час перерв у роботі необхідно закривати кришками і відкривати інструментом, що не викликає іскроутворення.

Забороняється застосування розчинників, на які немає сертифікатів, де вказано характер шкідливих речовин.

Місце, над яким виконуються склярські роботи, необхідно огорожувати, і до початку робіт перевірити міцність і справність віконних рам.

Піднімання і перенесення скла до місця його встановлення виконують за допомогою відповідних безпечних пристроїв, або в спеціальній тарі.

Покрівельні роботи

Допуск робочих до виконання покрівельних робіт дозволяється після огляду майстром або прорабом спільно з бригадиром справності несучих конструкцій покриття.

Для переходу робочих, що виконують роботи на покрівлі, встановити трапи шириною не менше 0,5 м. Трапи на час роботи повинні бути закріплені.

Під час перерв технологічний інструмент та будівельні матеріали повинні бути забрані з покрівлі.

Електрозварювальні роботи

Пред виконанням зварювальних робіт робітники повинні пройти цільовий інструктаж безпосередньо на робочому місці. При електрозварюванні арматури необхідно перевірити справність електрозварювального апарату, ізоляцію його корпусу і надійність заземлення, відсутність легкозаймистих речовин на відстані до 5 м від місця зварювання. Провід, яким під'єднують зварювальний агрегат до мережі, щоб уникнути механічного пошкодження поміщають в гумовий шланг. Довжина проводів не повинна перевищувати 15 м.

Місця електрозварювальних робіт на даному, а також нижче розташованому ярусах, повинні бути звільнені від горючих матеріалів у радіусі не менше 5м, а від вибухонебезпечних матеріалів – не менше 10м.

При різці конструкцій та їх елементів приймаються заходи, направлені проти випадкового обвалу відрізаних елементів.

Виконувати зварювання, різання, нагрів відкритим полум'ям апаратів, трубопроводів, що утримують під тиском будь-які рідини чи гази, заповненні горючими речовинами, не допускається без узгодження з експлуатаційною організацією заходів із забезпечення безпеки.

Робочі місця зварювальників у приміщенні при зварюванні відкритою дугою відділяються від інших робочих місць і проходів екранами висотою до 1,8м.

4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

4.5. Аналіз надзвичайних ситуацій, що можуть виникнути

Надзвичайна ситуація (НС) - це порушення нормальних умов життя та діяльності людей на об'єкті чи території, спричинених аварією, катастрофою, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, великою пожежею, використання засобів ураження, що призвели чи можуть призвести до людських чи матеріальних втрат.

На будівництві щороку виникають тисячі надзвичайно складних ситуацій природного та техногенного характеру, внаслідок яких гине велика кількість людей, а матеріальні збитки сягають кількох мільярдів гривень. Сьогоднішня ситуація щодо небезпечних природних явищ, аварій і катастроф характеризується як дуже складна. Тенденція зростання кількості природних і особливо техногенних НС, складність цих наслідків змушують розглядати їх як серйозну загрозу безпеці окремої людини, суспільству та навколишньому середовищу, а також стабільності розвитку економіки країни. Для роботи в районі надзвичайної ситуації потрібно залучати значну кількість людських, матеріальних і технічних ресурсів.

Запобігання надзвичайним ситуаціям, ліквідація їх наслідків, максимальне зниження масштабів втрат та збитків перетворилося на загальнодержавну проблему і є одним з найважливіших завдань органів виконавчої влади і управління всіх рівнів.

Надзвичайні ситуації, що можуть виникнути

Відповідно до географічного розміщення району будівництва можуть виникнути наступні НС: сильний вітер, хуртовини, підтоплення, замикання електромережі, пожежі.

З метою недопущення загибелі людей, забезпечення їх нормальної життєдіяльності у надзвичайні ситуації передусім повинно бути проведено сповіщення населення про можливу загрозу, а якщо необхідно, – організовано евакуацію. Ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій проводиться з метою відновлення роботи. Вона включає:

- розвідку осередків надзвичайних ситуацій;
- аварійно-рятувальні й лікувально-евакуаційні заходи;
- локалізацію й гасіння пожеж;
- відбудову споруд і шляхів сполучення;

Надзвичайні ситуації, що можуть виникнути на будівельному майданчику і дії робітників в разі їх виникнення:

Пожежа. При виникненні пожежі необхідно: евакуювати людей,

зателефонувати в пожежну службу, застосувати первинні засоби пожежогасіння із пожежних щитів. Для гасіння пожежі використовувати воду із пожежних гідрантів (див будгенплан).

Ураження електричним струмом. При ураженні робітника електричним струмом необхідно надати йому першу медичну допомогу та викликати швидку медичну допомогу.

Сильний вітер. Якщо швидкість вітру перевищує 15 м/с забороняється: робота кранів та інших вантажопідйомних механізмів; будь-яка робота на висоті; робота з легкими матеріалами, що мають значну площу (фанера, пінопласт).

Падіння вантажів з висоти, у тому числі крана. Небезпечні зони позначені знаками безпеки і написами встановленої форми; границі небезпечних зон поблизу рухомих частин і робочих органів машин визначають відстанню у межах 5м.

На будгенплані небезпечна зона роботи крану виділена штрихпунктирною лінією із прапорцями, а на місцевості встановлюють сталеві обгороджування.

4.6. Розробка заходів і дій при виникненні надзвичайних ситуацій.

Виконання долікарської допомоги у надзвичайних ситуаціях та при нещасних випадках

На будівництві при недотриманні техніки безпеки можливі падіння з висоти, опіки, ураження електричним струмом. Найбільш характерними травмами при цьому є: переломи кісток, хребта, тазу, черепа, нижніх кінцівок (приземлення на ноги), ребер, верхніх кінцівок (приземлення на бік і на спину). Одночасно з кістковою травмою можуть бути важкі закриті ушкодження внутрішніх органів, ще супроводжуються кровотечами (розрив аорти, печінки, відрив жовчного міхура, розривселезінки і т.д.).

При переломах потерпілому необхідно забезпечити спокій і нерухомість поламаної кістки. Це зменшить біль, яка може бути причиною шоку і попередить можливі ускладнення за рахунок вторинного поранення кровоносних судин і м'яких тканин. При відкритих переломах на рану спочатку накладають пов'язку. Одяг і взуття при переломах знімають, для цього їх іноді розрізають по швам. Імобілізацію поламаної кінцівки як правило проводять за допомогою стандартних шин які накладають на зовнішню і внутрішню поверхні. Шини повинні обов'язково захвачувати два сусідніх суглоба між якими знаходиться ушкоджена кістка.

Якщо сталося падіння з великої висоти і у потерпілого болить спина (травма хребта), його краще не чіпати, а негайно викликати "Швидку". Якщо необхідно потерпілого пересунути або оглянути, то його обов'язково потрібно укласти на

тверду рівну поверхню (щит або землю). Не можна переносити його на руках або на ковдрі! Це може погіршити його стан.

При переломі хребта необхідно під спину дуже обережно підкласти дошку або перевернути потерпілого обличчям вниз. Заборонено допускати перегин тулуба, оскільки це може призвести до пошкодження спинного мозку.

Падіння та удари часто супроводжуються важкими пошкодженнями черепа та струсом мозку. Ознакою черепної травми є кровотеча з вух та блювання. Ознакою струсу мозку є головний біль, нудота, блювання, втрата свідомості. Потерпілого необхідно покласти на спину, накласти на голову пов'язку, прикласти до голови холодну примочку. До прибуття лікаря потерпілому необхідно забезпечити повний спокій.

Перелом і вивих ключиці супроводжується різким болем, який посилюється при русі плечового суглоба. Необхідно в під-мишечну впадину покласти тампон м'якої тканини або вати і прибинтувати зігнутою під прямим кутом руку до тулуба.

Допомога при опіках, обмерзаннях. В осередках ураження внаслідок надзвичайних ситуацій велика кількість уражених може отримати опіки, обмерзання, шок, втратити свідомість.

Надання першої медичної допомоги складає, поперед усього, у гасінні одягу на потерпілому (облити водою, а якщо її нема, накинути на потерпілого ковдру, піджак або пальто та інші, щоби закінчити доступ кисню). Потім частину тіла, яка має опіки, звільнити від одягу. Якщо потрібно, одяг розрізають, частини одягу, які пристали до тіла, не зривають, а обрізають навколо і залишають на місці. Зрізати і розривати пухирі неможна. При значних опіках після зняття одягу потерпілого краще всього завернути чистою білизною, прийняти заходи проти шоку і направити в лікувальний заклад.

При опіках окремих частин тіла шкіру навколо опіку необхідно протерти спиртом, одеколоном, водою, а на місце опіку накласти суху стерильну пов'язку. Змазувати поверхню опіку жиром або якою-небудь маззю не потрібно.

При невеликих опіках I ступеню на почервонілу шкіру необхідно накласти марлеву салфетку, змочену спиртом. При опіках II, а тим паче III і IV ступеню потерпілого, після надання йому першої допомоги, необхідно терміново відправити у лікувальний заклад. Перша медична допомога при опіках від світового випромінювання оказується так, як і при звичайних опіках.

При великих опіках часто розвивається шок. При таких опіках обов'язково проводять протишовкові заходи. Потім для боротьби з інфекціями використовують антибіотики (протибактеріальний засіб №1 із аптечки АІ-2, біоміцин, пеніцилін та

інші). Всім потерпілим необхідно у великій кількості давати пиття - 4-5 л у перші дві доби. Для цього приготувляють підсолену воду (1-0,5 чайної ложки повареної солі і стільки харчової соди на 1 л води), дають її теплою або гарячою невеликими порціями.

При низькій температурі може настати пошкодження тканин. Залежно від пошкодження розрізняють: примерзання, обмороження, замерзання. Ці пошкодження виникають в результаті одноразової чи багаторазової дії низької температури на органи людини, особливо в сиру, холодну погоду.

Примерзання виявляються у вигляді синьо-багрових плям, що набувають фіолетового відтінку. Допомога полягає в змазуванні йодною настоякою ураженої ділянки та накладанні зігрівального компресу.

Обмороження першого ступеня характеризується почервонінням з відтінком синюшності, набряклістю шкіри, жаром у тілі і болем. Допомога - розтерти побілілу ділянку чистим сукном чи хустинкою змоченою у горілці, спирті, одеколоні, змазати жиром та накласти пов'язку.

При обмороженні другого ступеня шкіра має багровий колір з пухирями. Допомога - накладання сухої стерильної пов'язки, розтирання заборонено.

При обмороженні третього і четвертого ступеня настає відносно поверхнєве та глибинне омертвіння тканини. Необхідна термінова медична допомога.

Перша долікарська допомога при пораненнях повинна забезпечувати зупинку кровотечі, закриття рани пов'язкою, нерухомість (імобілізацію) для забезпечення спокійного положення пошкодженої частини тіла.

Найбільш швидко зупинити кровотечу можна за допомогою пальцевого притискування кровоносної судини до прилеглої кістки. Сильну артеріальну кровотечу із ран на кінцівках зупиняють накладанням вище рани джгута або закрутки. Пальцеве притискування при цьому використовується тільки як допоміжний спосіб при накладанні джгута (закрутки) або при його перекладанні.

Джгут можна використовувати гумовий або із тканини, які знаходяться в аптечці. Перед накладанням такого джгута під нього обов'язково підкладається м'яка підстилка із ткани, вати або марлі..

При відсутності джгута можна використовувати підручні засоби (віршовка, косинка, бинт та інше), за допомогою яких накладається закрутка. Необхідно особливо підкреслити те, що джгут або закрутка накладається не більше ніж на 1,5-2 г, а у холодний час і при променевих (радіаційних) ураженнях - не більше як на 1 г, інакше може виникнути омертвіння кінцівки. Час накладання джгута або

закрутки обов'язково повинен бути відмічений на папірці, який підкладають під джгут (закрутку), або на самій пов'язці.

Якщо з моменту накладання джгута або закрутки пройшло більше 1-2 годин, то необхідно послабити джгут (закрутку) - до появи рожевого кольору кінцівки і відновлення чутливості. Роблять це повільно, з тим щоби у випадку відновлення кровотечі тік крові не виштовхнув кров'яний згусток, який появився у рані. Опісля 5-10 хвилин після повного розслаблення джгута (закрутки) і не відновлювання кровотечі можна рахувати його зупиненим

Для захисту рани від можливого ураження бактеріями, отруйними або радіоактивними речовинами на неї потрібно накласти пов'язку. З метою боротьби з інфекцією раненим дають протибактеріальний засіб № 1 із аптечки АІ – 2-5 таблеток, які запиваються водою, і через 6 годин ще 5 таблеток

Засоби першої долікарської допомоги знаходяться в аптечці А-І, розміщеної в санітарному приміщенні.

При ураженні електричним струмом необхідно якомога швидше звільнити потерпілого від струмопровідних частин обладнання. При цьому відключають струм, використовуючи палицю, сухі рукавиці, сухий одяг, діелектричні рукавиці. Провідники перерізають інструментом з ізольованими ручками, перерубують сокирою.

Уразі відсутності дихання необхідно провести непрямий масаж серця, або штучне дихання.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У магістерській роботі було розроблено проєкт станції технічного обслуговування вантажного транспорту з дослідженням огорожуючих конструкцій. У ході виконання роботи досягнуто такі результати:

1. Запропоновано архітектурно-будівельні рішення, що враховують особливості будівельного майданчика, зокрема інженерно-геологічні умови, кліматичні особливості та експлуатаційні навантаження.

2. Проведено дослідження щодо вогнестійкості та механічної міцності сендвіч-панелей, розроблено конструктивні пропозиції для підвищення їхньої ефективності.

3. Розроблено заходи з охорони праці, безпеки у надзвичайних ситуаціях та екологічно безпечного поводження з відходами технічного обслуговування транспорту.

4. Вдосконалено методику виробництва вогнестійких сендвіч-панелей, що дозволяє підвищити їхню довговічність і зменшити негативний вплив на довкілля.

5. Запропоновані конструктивні рішення мають практичне значення для проєктних організацій і можуть бути використані під час будівництва об'єктів подібного призначення.

Результати досліджень підтверджують доцільність впровадження запропонованих рішень у будівельній галузі, що сприятиме підвищенню надійності та ефективності експлуатації об'єктів інфраструктури.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ковальчук Я. О. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, О. М. Мещерякова. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. – 56 с.
2. ДБН В.2.2-9-2019 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення.
3. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи К.: Мінбуд України, 2006.
4. ДБН В.1.17-2016 Пожежна безпека об’єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2003.
5. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
6. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель та енергоефективність.
7. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011.
8. ДСТУ Б В.2.1-2-96. Ґрунти. Класифікація. – К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1995.
9. ДБН А.2.1–1-2008 Інженерні вишукування для будівництва. Основні положення. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2008.
10. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування.
11. Grytseliak, Roman. "Damage and fracture of a welded truss with parallel belts under cyclic loads." Вісник Тернопільського національного технічного університету 115.3 (2024): 73-81.
12. Kovalchuk, Yaroslav, et al. "Fatigue damage of the heel joint of welded roof truss." Вісник тернопільського національного технічного університету 99.3 (2020): 28-33.

13. Shved, Yaroslav. "Strength and deformation analysis of a welded truss under load in fire and emergency temperature conditions." Вісник Тернопільського національного технічного університету 112.4 (2023): 73-81.
14. Ковальчук Я. Теплоізоляційні будівельні матеріали з місцевих технологічних відходів / Я. Ковальчук, Г. Крамар, Л. Бодрова, І. Коваль, С. Мариненко // Наукові нотатки. - 2019. - Вип. 66. - С. 165-171.
15. Грицеляк, Р. "Концепція інформаційного моделювання будівель-" BIM". Праці конференції Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія Петра Володимировича „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій “ (2022): 176-178.
16. Hud, Mykhailo, Roman Grytseliak, and Olga Meshcheryakova. "Stress-strain state of reinforced concrete stiffening diaphragm in the presence of cross-reinforcement." Procedia Structural Integrity 59 (2024): 697-701.
17. Гаврилишин, Р. І., and І. В. Коваль. "Вогнестійкість EPS сендвіч-панелей." Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “ (2023): 27-27.
18. Древницький ВІ, Коваль ІВ. Теплоізоляція стіни різними ізоляційними шарами. Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “. 2020 Nov 25;1:62-.
19. Розрахунки і проектування спеціальних будівель і споруд: Навчальний посібник/ Фомиця Л.М., Артеменко А.К., Мамін О.М., Височин І.А. // Під редак. Л.М.Фомиці.- К: Урожай.- 1994.
20. Залізобетонні конструкції. Навчальний посібник / Вахненко П.Ф., Павліков А.М., Горик О.В., Вахненко В.П.// К: Вища школа, 1999.
21. Зоценко М.Л., Коваленко В.І., Хілобок В.Г. Яковлев А.В. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти. -К.:Вища шк.,1992.- 408 с.
22. ДСТУ-П ОHSAS 18002: 2006 Системи управління безпекою та гігієною праці. Основні принципи виконання вимог (OHSAS 18002:2000, IDT).

23. ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення"
24. ДСТУ 2293–99 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять.
25. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 Норми освітлення будівельних майданчиків
26. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови
27. НПАОП 0.00-6.23–92 Про порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці
28. НПАОП 0.00-4.12–05 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.
29. Методичні вказівки для написання розділу дипломного проекту з дисципліни «Охорона праці в галузі» / В. Б. Каспрук. - Тернопіль: ТНТУ, 2017. - 14 с
30. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека». Навчальний посібник / В.С. Стручок, – Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2022. – 150 с.
31. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. — 156 с.