

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет будівництва, транспорту та енергетики
Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва

«Допустити до захисту»
зав. кафедри БДМБ
канд. техн. наук, професор
_____ В. Настоящий
" ____ " _____ 2024 р.

Кваліфікаційна магістерська робота

на тему:

Вдосконалення технології виконання пароізоляції при будівництві експоцентру в м. Суми

Керівник кваліфікаційної магістерської
роботи канд. техн. наук, доцент
_____ Скриннік І.О.
" ____ " _____ 2024 р.

Виконав студент гр. Бі-23М-1
спеціальності
192 Будівництво та цивільна інженерія

_____ Владов К.О.
" ____ " _____ 2024 р.

Кропивницький – 2024 рік

Центральноукраїнський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення ФБТЕ

Кафедра, циклова комісія Будівельні, дорожні машини і будівництво

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

(шифр і назва)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БДМБ,

к.т.н. проф. Настоящий В.А.

“ ” 2024 року

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

Владов Костянтин Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) **Вдосконалення технології виконання пароізоляції при будівництві експоцентру в м. Суми**

керівник проекту (роботи) к.т.н. доцент Скриннік І.О. В.В.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “7” 08 2024__ року №34-13

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 25.11.2024р

3. Вихідні дані до проекту (роботи): нормативна та довідкова література по темі завдання.

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

1. Архітектурний розділ; 2. Розрахунково-конструктивний

3. Науково-дослідний розділ; 4. Розділ охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу

Не менше 10 плакатів графічних матеріалів які ілюструють методику та результати досліджень

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектурний	доцент Скриннік І.О.		
Розрахунково-конструктивний	доцент Дарієнко В.В.		
Науковий	доцент Скриннік І.О.		
Охорона праці	доцент Дарієнко В.В.		

7. Дата видачі завдання 10. 09. 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Розробка інженерних розділів	10.09.-09.10	
2	Розробка наукового розділу	09.10.-09.11	
3	Розробка заходів з охорони праці	15.11.-20.11	
4	Оформлення альбому документів	20.11.-25.11	

Студент

(підпис)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Владов К.О.

(прізвище та ініціали)

Скриннік І.О.

(прізвище та ініціали)

[illegible]

Анотація

Виконане дослідження присвячене вдосконаленню технології виконання пароізоляції при будівництві експоцентру в м. Суми. Основна увага приділена аналізу властивостей сучасних пароізоляційних матеріалів та їхньому впливу на довговічність і енергоефективність будівельних конструкцій. У дослідженні враховані актуальні вимоги будівництва, зокрема, зростаюча необхідність захисту від вологи для забезпечення надійності та безпеки будівель.

У роботі досліджено різні типи пароізоляційних матеріалів, включаючи жорсткі, пластичні та мастичні склади. Проведено порівняльний аналіз їх властивостей, таких як паропроникність, зносостійкість і простота нанесення. Особливу увагу приділено мастичним пароізоляціям, які вирізняються відсутністю стиків, простотою технологічного застосування та високою ефективністю. На основі експериментальних даних визначено оптимальний склад пароізоляційних матеріалів для умов будівництва експоцентру.

В експериментальній частині розроблено методику визначення паропроникності матеріалів і проведено серію тестувань для оцінки їхньої ефективності в реальних умовах. Зокрема, досліджено вплив пароізоляції на запобігання накопиченню вологи в конструктивних елементах будівлі та її взаємозв'язок з довговічністю матеріалів. Отримані результати дозволили розробити рекомендації щодо вибору та застосування пароізоляційних технологій для різних типів будівель.

Встановлено, що застосування мастичних пароізоляцій дозволяє суттєво знизити витрати матеріалів, підвищити якість виконання робіт і зменшити трудомісткість процесу. Крім того, мастична пароізоляція сприяє створенню більш енергоефективних конструкцій за рахунок мінімізації тепловтрат через підвищену вологість.

Abstract

The conducted research focuses on improving the technology of vapor barrier implementation during the construction of an expo center in the city of Sumy. The main emphasis is placed on analyzing the properties of modern vapor barrier materials and their impact on the durability and energy efficiency of building structures. The study considers current construction requirements, particularly the growing need for moisture protection to ensure the reliability and safety of buildings.

The research investigates various types of vapor barrier materials, including rigid, flexible, and mastic compositions. A comparative analysis of their properties, such as vapor permeability, wear resistance, and ease of application, has been carried out. Special attention is given to mastic vapor barriers, which are distinguished by the absence of joints, ease of technological application, and high efficiency. Based on experimental data, the optimal composition of vapor barrier materials for the conditions of expo center construction has been determined.

In the experimental section, a methodology for determining the vapor permeability of materials was developed, and a series of tests were conducted to evaluate their effectiveness in real conditions. Specifically, the impact of vapor barriers on preventing moisture accumulation in the structural elements of the building and its relationship with material durability was studied. The obtained results enabled the development of recommendations for selecting and applying vapor barrier technologies for different types of buildings.

It was established that the use of mastic vapor barriers significantly reduces material costs, improves work quality, and decreases the labor intensity of the process. Furthermore, mastic vapor barriers contribute to creating more energy-efficient structures by minimizing heat losses caused by increased moisture levels.

ЗМІСТ

Вступ.....	2
1. Архітектурно-будівельний розділ.....	4
1.1 Вихідні данні для проектування.....	4
1.2 Опис технологічного процесу.	5
1.3 Опис генерального плану.....	6
1.4. Озеленення.	6
1.5. Об’ємно-планувальне рішення.....	7
1.6. Конструктивне рішення будівлі.	8
2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	13
2.1 Розрахунок елементів монолітного перекриття з балочними плитами ...	13
2.1.1 Загальні дані	13
2.1.2 Компоновка конструктивної схеми перекриття.	13
2.1.3 Розрахунок плити.....	13
2.1.4 Розрахунок другорядної балки БМЗ	18
2.1.5 Розрахунок головної балки Б1	22
2.1.6 Розрахунок головної балки Б2.....	27
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	32
3.2 Охорона праці при роботі з ручним та електричним інструментом	33
3.3 Правила розміщення та улаштування сховищ.....	34
4. Науково-дослідний розділ.....	36
4.1. Загальні відомості	36
4.2. Заходи по запобіганню накопичення вологи	39
4.3. Методика визначення паропроникності.....	41
4.4. Експериментальна частина	44
Загальні висновки	56
Список використаних джерел.....	58
Додатки.....	60

					ДМСБС 2319219 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вдосконалення технології виконання пароізоляції при будівництві експоцентру в м. Суми			Літ.	Арк.	Аркушів	
Розробив	Владов К.О.										
Перевірив	Скриннік І.О.								1		
Реценз.								ЦНТУ гр. БІ-23М-1			
Н. Контр.	Дарієнко В.										
Затвердив	Настоящий В.										

ВСТУП

Актуальність роботи:

Сучасне будівництво характеризується стрімким розвитком технологій та зростаючими вимогами до енергоефективності конструкцій. В умовах глобальних кліматичних змін та підвищення вартості енергоресурсів особливої актуальності набуває питання раціонального використання будівельних матеріалів та впровадження інноваційних технологічних рішень.

Одним із ключових аспектів забезпечення довговічності будівельних конструкцій є ефективний захист від вологи. Пароізоляційні матеріали відіграють вирішальну роль у запобіганні утворення конденсату та накопичення вологи в конструктивних елементах будівель, особливо в приміщеннях з підвищеною вологістю.

На сьогоднішній день будівельна галузь пропонує широкий спектр парогідроізоляційних покриттів, які за технологією улаштування поділяються на жорсткі (цементно-піщані, асфальтові, штукатурки, листові) та пластичні (обмазувальні, фарбувальні, обклеювальні, литі). Особливу увагу привертає мастична парогідроізоляція, яка належить до обмазувального типу та має суттєві переваги перед іншими видами завдяки відсутності стиків, простоті технологічних процесів улаштування та можливості кріплення без додаткових пристосувань.

Незважаючи на розробку технології комплексного покриття на основі мастичних складів, що дозволяє оптимізувати матеріальні та трудові витрати, існує нагальна потреба у вдосконаленні методів виробництва робіт. Основними напрямками оптимізації є зниження витрат дорогих мастичних матеріалів, підвищення продуктивності праці та покращення якості виконання робіт.

Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю розробки більш ефективних методів застосування пароізоляційних матеріалів, що

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
						2
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

відповідають сучасним вимогам будівництва та сприяють підвищенню енергоефективності й довговічності будівельних конструкцій.

Об'єкт дослідження:

Пароізоляційні матеріали, які використовуються у будівництві для захисту будівельних конструкцій від проникнення вологи.

Предмет дослідження:

Закономірності та особливості застосування пароізоляційних матеріалів, їх властивості та вплив на довговічність і енергоефективність будівельних конструкцій.

Мета роботи:

Метою цієї роботи є розробка та аналіз ефективних пароізоляційних матеріалів, їх вплив на будівельні конструкції та оцінка ефективності використання в різних умовах експлуатації.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішувалися такі завдання:

- аналіз властивостей сучасних пароізоляційних матеріалів;
- вивчення впливу складу та товщини пароізоляційного шару на теплоізоляційні властивості конструкцій;
- визначення оптимальних складів пароізоляційних матеріалів для різних типів будівель;
- розробка рекомендацій щодо застосування пароізоляційних матеріалів у будівництві.

Апробація роботи. Результати магістерської роботи доповідалися і обговорювалися на IV Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції «Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій».

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
						3
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вихідні данні для проектування.

Впровадження моєї наукової теми реалізую для проекту з будівництва Міжнародного виставкового центру в місті Суми.

Опис району будівництва

Місце для будівництва обрали в Сумах. Цей район має такі природні особливості:

- Снігове навантаження – у середньому 1,11 кПа, що враховуватимемо при проектуванні конструкцій даху.

- Глибина промерзання – близько 0,9 м, тож варто приділити увагу утепленню фундаменту.

- Швидкість вітру – в середньому 5,0 м/с, що впливає на розрахунки стійкості конструкцій до вітрових навантажень.

- Рівень ґрунтових вод – знаходиться на глибині 4,9 м, що дозволяє проводити будівництво без особливих заходів по захисту від води.

- Тип ґрунтів – здебільшого суглинок, що потребує додаткових заходів для стабільності фундаменту.

- Рельєф – спокійний, з незначним нахилом у північному напрямку.

Інженерно-геологічні дослідження показали, що ділянка під будівництво належить до складних умов, що ускладнює проектування.

Склад ґрунтів

Згідно з дослідженнями, на ділянці знаходяться такі шари ґрунтів, які змінюються за глибиною:

- ІГЕ1: Верхній рослинний шар – 0,2 м.

- ІГЕ2: Лесовидний суглинок – 2,5 м.

- ІГЕ3: Суглинок – 3,4 м.

- ІГЕ4: Суглинок – 1,2 м.

- ІГЕ5: Суглинок – 1,2 м.

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
						4
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Рівень ґрунтових вод тут починається з 6 м глибини, що є оптимальним для запланованих робіт.

Характеристика проекту

Будівля виставкового центру матиме третю категорію по пожежній безпеці, що означає середній рівень вимог, та другий клас капітальності, що відповідає стандартам міцності. Спеціальні умови та вимоги до об'єкта відсутні, що полегшує етапи будівництва та проектування.

1.2 Опис технологічного процесу.

Основне призначення Міжнародного Виставочного Центру проведення виставок, презентацій нового обладнання, матеріалів, техніки тощо.

Будівля складається з двох частин за функціональним призначенням: виставочної та адміністративної. Адміністративні приміщення розташовані на 1 та 2 поверхах.

Будівля має 2 виставочних зала, загальною площею 1780 м², та допоміжні приміщення для обслуговуючого персоналу та складські приміщення. Торгівельна зала має функціональний зв'язок з другим поверхом та виставковою залом.

Для завантаження товарів які рекламуються в будівлі запроектовано автоматичні ворота. Розвантаження продукції здійснюється за допомогою автонавантажувачів, які є власністю Міжнародного Виставочного Центру. У випадку, якщо обладнання має значні розміри та вагу, то воно доставляється до місця виставки окремими блоками, які потім укрупнюються на місці. Встановлюється таке обладнання на спеціальні гумові підкладки, щоб уникнути ушкодження полу.

Підвіз товарів здійснюється автотранспортом з дворової частини будівлі.

Вхід на виставку здійснюється через автоматичні двері. Вхід на 2-й поверх здійснюється через сходи, розташовані біля входу у виставочну залу.

Для обслуговуючого персоналу зайнятого в торговельно-виставочній частині передбачені побутові приміщення. Загальна кількість працівників за-

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
						5
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

йнятих в торгівельно-виставочній частині будівлі – 40 чоловік.

1.3 Опис генерального плану

Функціональне зонування, композиція забудови, кольорове рішення і планувальне рішення виконано на основі аналізу містобудівної ситуації. Рельєф місцевості спокійний.

Ділянка забудови, площею 0,581 га. Головний фасад виходить на вул. Будьонного. З північної сторони проходить вул. Косіора, а з південної – пр. Гагаріна. Під'їзд здійснюється по автомобільним дорогам, які розташовані на відстані 25 м від будівлі і проходять паралельно вул. Косіора і пр. Гагаріна.

Центральний в'їзд здійснюється з вул. Будьонного. Міжнародний виставочний центр проектується упорядкувати та озеленити з усіх сторін на відстані з півночі і півдня – 30 м, з заходу і сходу – 50 і 30 м відповідно.

Виходячи з призначення будівлі на території забудови передбачена авто-стоянка.

Рішення генерального плану розроблені з урахуванням вимог ДБН 360-92 та ДБН В.2.2-9-99 «Громадські будівлі та споруди»

1.4. Озеленення.

Проектом озеленення передбачено:

- засів газонів із багаторічних газонних трав;
- висадка квітів і декоративних кущів;
- висадка різноманітних дерев.

В основі прийнятих рішень лежать принципи утворення комфортних умов використання території, посилення характеру архітектурно-планувальної композиції, забудови з розрахунком укріплення ґрунтово-кліматичних умов ділянки.

Проектом передбачена висадка наступних видів дерев:

- липа;

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
						6
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- голуба ялина;
- береза;
- клен;
- каштан.

Кущі:

- різні сорти троянд;
- тюльпани;
- яловець козацький;
- бузок.

1.5. Об'ємно-планувальне рішення

Ця будівля має зальну структуру – основне приміщення тут велике й головне, а всі інші приміщення підпорядковуються йому. Виходячи з цього, призначення будівлі обумовлене саме цим центральним залом.

План будівлі в осях 1-8 та А-З має габарити по 43 метри. Будівля складається з двох поверхів, кожен із яких має висоту 4,2 метра.

Вхід до будівлі здійснюється через тамбур – спеціальний простір для захисту від холоду й пилу. Для зручного переміщення між поверхами тут є сходи та ескалатори. При проєктуванні також передбачили безпечні шляхи евакуації – сходи розміщені в окремих закритих сходових клітках, які зроблені з негорючих матеріалів, наприклад, цегли, що забезпечує додаткову пожежну безпеку.

Основні прольоти несучих конструкцій - 6 м.

Об'ємно планувальні рішення виконані з урахуванням ДБН В.1.1-7-2003 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»

Техніко-економічні позники об'ємно-планувального рішення будівлі наведені у таблиці 1.

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
						7
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 - Техніко-економічні показники

№ п/п	Найменування	Характеристика
1	Поверховість	2 поверхи
2	Планувальний тип	зальний
3	Загальна площа поверхів, м ²	23528,0
4	Будівельний об'єм, м ³	316799,6
5	Площа виставкових залів, м ²	22256,0
6	Площа магазинів, м ²	2288,0
7	Площа кафе, м ²	2216,0
8	Площа пішохідних галерей і пандусу, м ²	2558,0
9	Площа забудови, м ²	22328,0
10	Загальна площа будівлі, м ²	22322,0
11	Периметр будівлі, м	168,0
12	Загальна площа поверху, м ²	21764,0

1.6. Конструктивне рішення будівлі.

Конструктивна система цієї будівлі побудована з монолітного залізобетону, що утворює каркас. Завдяки такому типу каркаса забезпечується стійкість і міцність споруди. Жорсткість будівлі досягається за рахунок надійного з'єднання колон з фундаментом, а також завдяки спільній роботі монолітних перекриттів і вертикальних несучих елементів – колон, які тримають навантаження всієї будівлі.

1.6.1. Фундаменти і фундаментні балки

Глибину закладання фундаментів у цьому проєкті визначили, враховуючи, що ґрунт в цьому районі промерзає на 0,9 метра. Для додаткової надійності глибину фундаментів зробили трохи більшою – 1,65 метра. Під звичайні колони обрали монолітні окремо розташовані фундаменти з підошвами розміром 1600x1600 мм і висотою 1,8 метра.

Під цегляні стіни встановили фундаментні балки із залізобетону. Щоб захистити стіни від вологи, між фундаментною балкою і цегляною стіною передбачили гідроізоляцію з двох шарів руберойду. Зовні фундаментних балок для додаткового захисту зробили так званий «глиняний замок», який також допомагає запобігти проникненню води.

1.6.2. Колони.

У цьому проєкті залізобетонні колони мають перетин 400х400 мм. Їхня висота становить 4,2 метра, і вони міцно закріплені в монолітному фундаменті для забезпечення надійної опори та стійкості будівлі.

1.6.3. Стіни і перегородки

Для зовнішніх стін у цьому проєкті використовують керамічну пустотну цеглу, кладку виконують шириною в 1,5 цеглини. Використано шестирядну систему кладки, що забезпечує надійність конструкції завдяки міцності як самої цегли, так і розчину, а також правильному перекриттю вертикальних швів. Перев'язка швів передбачена не лише по горизонталі, але й на стиках із поперечними стінами, що додає стінам стабільності.

Для утеплення зовнішніх стін використано шар пінополістиролу щільністю 135 кг/м³ і товщиною 100 мм. Внутрішні стіни виконані з цегли товщиною 380 мм, у яких передбачені вентиляційні канали (розміром 140х140 мм) для кухні та санвузлів. Перегородки між приміщеннями виконані з гіпсобетону товщиною 100 мм, що додає простору звукоізоляції та відокремлює різні функціональні зони всередині будівлі.

1.6.4. Перекриття і підлоги

Між поверхами будівлі зробили монолітні перекриття з балочними плитами. Це означає, що підлога другого поверху і стеля першого — це одна суцільна залізобетонна конструкція з вбудованими балками. Головні балки розташовані через кожні 6 метрів, а другорядні — через 2 метри, що забезпечує міцність і стійкість перекриття.

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Підлоги на першому поверсі поклали прямо на ущільнений ґрунт, що дозволяє зекономити на конструкціях і матеріалах. На другому поверсі підлоги лежать на залізобетонних перекриттях.

У виставкових залах, магазинах і кафе підлога повинна витримувати великий потік людей і виставкове обладнання. Тому тут обрали мозаїчні підлоги, які міцні, довговічні та мають привабливий вигляд. В офісних приміщеннях постелили лінолеум — практичний і доступний матеріал. У санвузлах, на кухні та в технічних кімнатах використали керамічну плитку, яка стійка до вологи та легко очищується.

Підлога першого поверху складається з таких шарів:

Ущільнений ґрунт: спочатку ґрунт добре утрамбовують, щоб основа була стабільною.

Бетонна підготовка товщиною 150 мм: заливають шар бетону для створення міцної основи.

Цементна стяжка 15 мм: наноситься тонкий шар цементу для вирівнювання поверхні.

Мозаїчна підлога: верхній декоративний шар, який є міцним і естетичним.

Підлога другого поверху має такі шари:

Залізобетонна монолітна плита перекриття: основа підлоги, яка є частиною конструкції будівлі.

Звукоізоляція з керамзиту: легкий пористий матеріал, який зменшує шум між поверхами.

Пергамін (1 шар): використовується як гідроізоляція, щоб запобігти проникненню вологи.

Цементна стяжка 30 мм: товстіший шар для вирівнювання та додаткової міцності.

Мозаїчна підлога: фінальне покриття, яке забезпечує гарний вигляд і довговічність.

1.6.5. Покриття і покрівля

Покрівля виконана по монолітній залізобетонній плиті.

В якості пароізоляції використовується трьох шаровий наплавлений руберойдний килим на бітумній мастиці, також використовується обмазувальна пароізоляція.

По пароізоляції вкладається утеплювач у вигляді пінополістиролу, товшки 50 мм.

1.6.6. Сходи та ескалатори

У будівлі запроєктовані збірні залізобетонні сходи, які складаються з окремих сходинок, що розміщені на косоурі (опорних балках) і з'єднані між собою на майданчиках. Сходові майданчики опираються на спеціальні металеві столики, приварені до закладних деталей, встановлених на стінах сходових кліток. Ширина кожного сходового маршу становить 1,35 м, а ширина майданчика – 1,2 м. Ухил сходів – 1:1,75, що забезпечує зручний кут для підйому та спуску. Висота кожної сходинки між поверхами – 150 мм, а її ширина також 150 мм.

Для безпеки на сходах встановлені вертикальні огорожі, які забезпечують надійність руху. Крім сходів, для зручного з'єднання поверхів у будівлі передбачені ескалатори. Вони обладнані спеціальними опорами, а також приводними і натяжними секціями для стабільної та безпечної роботи.

1.6.7. Вікна, двері, ворота.

Для природного освітлення приміщень та можливості візуального контакту із зовнішнім середовищем у будівлі запроєктовані як стандартні вікна (марки ОР 15-12), так і великі вітражі. При проєктуванні врахували вимоги для запобігання конденсату та обмерзанню на великих прозорих поверхнях. Для цього скляні конструкції оснащені вентиляційними отворами у верхній частині зовнішніх рам, що дозволяє повітрю циркулювати і знижує вологість. Також передбачений продув внутрішньої поверхні скла теплим повітрям, щоб

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
						11
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

уникнути утворення конденсату.

Двері використовуються для з'єднання різних приміщень, а також для виходу з будівлі на вулицю та до пішохідної галереї. Марки дверей: ДН 21-12, ДГ 21-10, ДО 21-12. В'їзні ворота мають розміри 3,5х3,5 метри, що дозволяє зручно переміщати великі об'єкти.

На шляхах евакуації двері відкриваються назовні відповідно до вимог пожежної безпеки, забезпечуючи швидкий та безпечний вихід у разі потреби.

1.6.8. Санітарно-технічне і інженерне устаткування

Санітарне оснащення будівлі включає комплекс інженерних систем: опалення, подачу холодної та гарячої води, каналізацію та газові прилади. Також прокладені електричні та телефонні мережі. Всі ці системи заплановано підключити до найближчих міських комунікацій, щоб забезпечити стабільне постачання та відведення ресурсів.

У будівлі передбачено як штучну, так і природну вентиляцію. Штучна вентиляція забезпечена в основних зонах — залах, магазинах, кафе та адміністративних приміщеннях, щоб підтримувати комфортний мікроклімат. Природна вентиляція здійснюється через спеціальні канали у санвузлах, що забезпечує постійний обмін повітря та усуває вологість у цих приміщеннях.

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
						12
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок елементів монолітного перекриття з балочними плитами

2.1.1 Загальні дані

Потрібно запроектувати елементи міжповерхового монолітного перекриття. Дане монолітне перекриття складається з плити, що інтенсивно працює в короткому напрямі, головних та другорядних балок.

Будова двоповерхова має розміри в плані 42х42 м. Відстань між осями у поперечному та повздовжньому напрямку 6 м. Нормативне корисне навантаження на міжповерхове перекриття 10 кПа. Коефіцієнт надійності з призначення $\gamma_n = 1$.

2.1.2 Компоновка конструктивної схеми перекриття.

Попередньо задаємося розмірами перерізів балок Б1 та Б2:

- головної $h = (1/8 \dots 1/15)l = (1/8 \dots 1/15) \cdot 6000 = 750 \dots 400$ мм – приймаємо $h = 600$ мм;

$$b = (0,4 \dots 0,5)h = (0,4 \dots 0,5) \cdot 600 = 240 \dots 300 \text{ мм} - \text{приймаємо } b = 250 \text{ мм.}$$

- другорядної $h = (1/12 \dots 1/20) \cdot l = (1/12 \dots 1/20) \cdot 6000 = 500 \dots 300 \text{ мм} - \text{приймаємо } h = 400 \text{ мм};$

$$b = (0,4 \dots 0,5)h = (0,4 \dots 0,5) \cdot 400 = 160 \dots 200 \text{ мм} - \text{приймаємо } b = 200 \text{ мм}$$

Товщину плити перекриття приймаємо 80 мм.

2.1.3 Розрахунок плити

За розрахункове значення першого та середнього прольотів приймаємо відстань між гранями другорядних балок (рис. 2.1):

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
						13
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Для визначення розподіленого повного розрахункового навантаження на умовно виділену смугу плити потрібно $\gamma_n = 1$:

$$g + V = 2866 \cdot 1 \cdot 1 + 12000 \cdot 1 \cdot 1 = 14866 \text{ Н / м}$$

Розрахункова схема.

Якщо розрахункова схема плити приймається у вигляді п'ятипрольотної нерозрізної балки з рівномірно розподіленим навантаженням, то для розрахунку навантажень на плиту можна використовувати формули для нерозрізних багатопрольотних балок. Така схема враховує рівномірний розподіл навантаження по кожному з прольотів..

Розрахункова схема ПМ 1

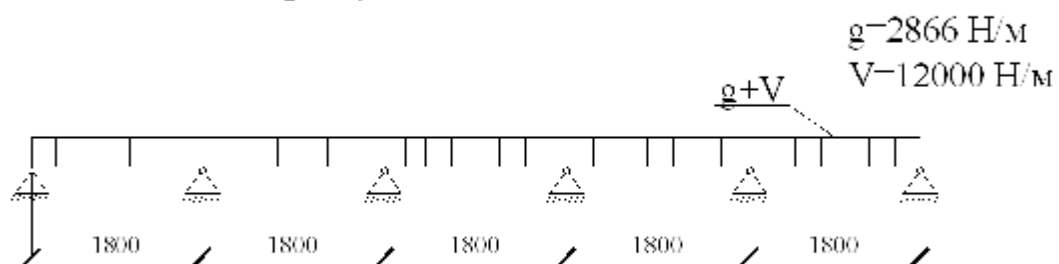


Рисунок 2.2 - Розрахункова схема плити
Визначення розрахункових зусиль.

Таблиця 2.2 - Опорні моменти ригеля при різних

схемах навантаження, комбінації моментів

№ схе м	Схеми навантаження	Опорні моменти, кН·м		
		M_{A1}	M_{B1}	M_{B2}, M_{B2}
1		$-0,072 \cdot 2,86 \cdot 1,8^2 = -0,67$	$-0,09 \cdot 2,86 \cdot 1,8^2 = -0,83$	$-0,083 \cdot 2,86 \cdot 1,8^2 = -0,77$
2		$-0,077 \cdot 12 \cdot 1,8^2 = -3$	$-0,079 \cdot 12 \cdot 1,8^2 = -3,07$	$-0,006 \cdot 12 \cdot 1,8^2 = -0,23$
3		$0,005 \cdot 12 \cdot 1,8^2 = 0,19$	$-0,011 \cdot 12 \cdot 1,8^2 = -0,43$	$-0,077 \cdot 12 \cdot 1,8^2 = -3$
4		$-0,071 \cdot 12 \cdot 1,8^2 = -0,76$	$-0,092 \cdot 12 \cdot 1,8^2 = -3,58$	$-0,088 \cdot 12 \cdot 1,8^2 = -3,4$

Найбільш несприятливі комбінації для розрахунку опорних моментів	1+2	1+4	1+4
	-3,67	-4,41	-4,17
Найбільш несприятливі комбінації для розрахунку прольотних моментів	1+3	1+3	1+2
	-0,48	-1,26	-1

Максимальні моменти, які можуть бути у прольоті плити.

Розрахункові згинаючі моменти в перерізах плити:

- перший прольот

$$M_1 = \frac{(g + V) \cdot l_{01}^2}{8} - \frac{M_{A1} + M_{B1}}{2} = \frac{(2,86 + 12) \cdot 1,8^2}{8} - \frac{0,48 + 1,26}{2} = 5,15 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

- середній прольот та на середніх опорах

$$M_2 = \frac{(g + V) \cdot l_{01}^2}{8} - \frac{M_{B1} + M_{B1}}{2} = \frac{(2,86 + 12) \cdot 1,8^2}{8} - \frac{1 + 1,26}{2} = 4,89 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$- M'_{B1} = \pm 4,41 \cdot 0,8 = \pm 3528 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$- M'_{B2} = \pm 4,17 \cdot 0,8 = \pm 3336 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$- M'_1 = \pm 5,15 \cdot 0,8 = \pm 4120 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$- M'_2 = \pm 4,89 \cdot 0,8 = \pm 3912 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Визначення параметрів робочої арматури.

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{391200}{8,5 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 100 \cdot 6,75^2} = 0,112 \Rightarrow \zeta = 0,94$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0} = \frac{391200}{360 \cdot 100 \cdot 0,94 \cdot 6,75} = 1,71 \text{ см}^2;$$

- в першому прольоті:

$$a = c + d = 1 + 0,5 = 1,5 \text{ см}$$

$$h_0 = h - a = 8 - 1,5 = 6,5 \text{ см}$$

$$\alpha_m = \frac{412000}{8,5 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 100 \cdot 6,5^2} = 0,127 \Rightarrow \zeta = 0,93$$

$$A_s = \frac{412000}{360 \cdot 100 \cdot 0,93 \cdot 6,5} = 1,89 \text{ см}^2.$$

Визначення марок сіток.

- за $A_s = 1,71 \text{ см}^2$ для середніх прольотів - 10Ø5 Вр - І з кроком 100 мм (на 1 м умовно виділеної полоси), $A_s = 1,96 \text{ см}^2$ та сітку С1 марки:

$$\frac{5Br - I - 100}{3Br - I - 250} \cdot 2960 \cdot L \cdot \frac{C1}{30}$$

Довжину робочих сіток С1 – С6 визначаємо на робочих кресленнях.

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		17

2.1.4 Розрахунок балки БМЗ

Розрахункові прольоти.

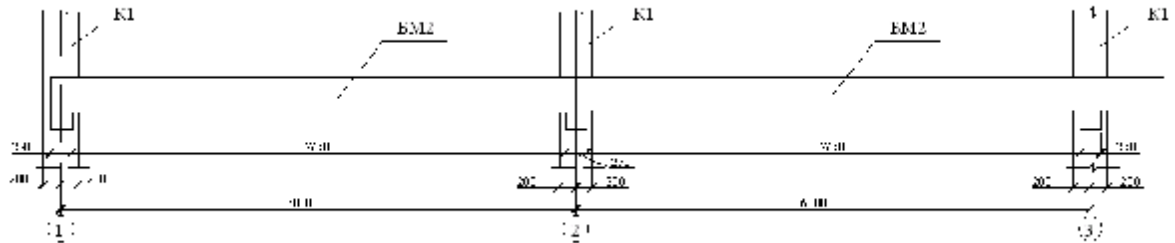


Рисунок 2.3 - Розрахункові прольоти

$$l_{01} = 6,0 - 0,25 = 5,75 \text{ м}$$

Розрахункові навантаження.

- від плити та полу (див. табл.1)
 $2866 \cdot 1 \cdot 2 = 5732 \text{ Н / м}$
- від балки перерізом 0,2х0,32 м
 $0,2 \cdot 0,32 \cdot 2500 \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 1 = 1760 \text{ Н / м}$
- всього
 $g = 5732 + 1760 = 6788 \text{ Н / м}$
- тимчасове
 $V = 12000 \cdot 1 \cdot 2 = 24000 \text{ Н / м}$
- разом (повне)
 $g + V = 6788 + 24000 = 30788 \text{ Н / м}$

Розрахункова схема.

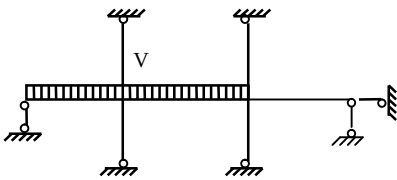
Розрахункова схема БМ2



Рисунок 2.4 - Розрахункова схема балки

Таблиця 2.3 - Моменти в ригелі при різних схемах навантаження

№ схем	Схеми навантаження	Опорні моменти, кН·м		
		M_{A1}	M_{B1}	M_{B2}, M_{B2}
1		$-0,077 \cdot 6,788 \cdot 5,75^2 = -16,2$	$-0,09 \cdot 6,788 \cdot 5,75^2 = -20,2$	$-0,083 \cdot 6,788 \cdot 5,75^2 = -18,63$
2		$-0,077 \cdot 24 \cdot 5,75^2 = -61,1$	$-0,079 \cdot 24 \cdot 5,75^2 = -62,7$	$-0,006 \cdot 24 \cdot 5,75^2 = -4,76$
3		$0,005 \cdot 24 \cdot 5,75^2 = 3,93$	$-0,011 \cdot 24 \cdot 5,75^2 = -8,73$	$-0,077 \cdot 24 \cdot 5,75^2 = -61,1$

4		$-0,071 \cdot 24 \cdot 5,75^2 = -56,4$	$-0,092 \cdot 24 \cdot 5,75^2 = -73$	$-0,088 \cdot 24 \cdot 5,75^2 = -69,9$
---	---	--	--------------------------------------	--

Найбільш несприятливі комбінації для розрахунку опорних моментів	1+2	1+4	
	-77,3	-75,02	
Найбільш несприятливі комбінації для розрахунку прольотних моментів	1+3	1+3	
	-12,23	-28,9	

За формулою (8) визначаємо поперечну силу:

$$Q_A = (g + V) \cdot l_0 / 2 - (M_{A1} - M_{B1}) / l_0 = 30,788 \cdot 5,75 / 2 - (-12,23 + 28,9) / 5,75 = 88,5 - 2,9 = 85,6 \text{ кН};$$

Поперечна сила на колоні дорівнює:

$$Q_B = 88,5 + 2,9 = 91,4 \text{ кН}.$$

За формулою (7) визначаємо момент балки в першому прольоті:

$$M_1 = Q_A^2 / 2 \cdot (g + V) + M_{A1} = 85,6^2 / 2 \cdot (24 + 6,788) - 12,23 = 106 \text{ кНм}.$$

Для розрахунку приймаємо значення моментів на першій та другій опорі:

$$M_A = -77,3 \text{ кНм};$$

$$M_B = -75,02 \text{ кНм}.$$

$$\xi = 0,35 \text{ та } \alpha_m = 0,289:$$

$$h_0 = \sqrt{\frac{M_b}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot \alpha_m}} = \sqrt{\frac{75020 \cdot 100}{8,5 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 0,289}} = 40,5 \text{ см}$$

$$h = h_0 + a = 40,5 + 3,5 = 44 \text{ см}, \text{ залишаємо } h = 40 \text{ см та } b = 20 \text{ см}.$$

Визначаємо розрахункову ширину полиці:

$$\frac{h_f'}{h} = \frac{8}{40} = 0,2 > 0,1$$

$$b_f' = \frac{l}{3} = \frac{600}{3} = 200 \text{ см}, \text{ що не перевищує крок балок } 200 \text{ см}.$$

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		20

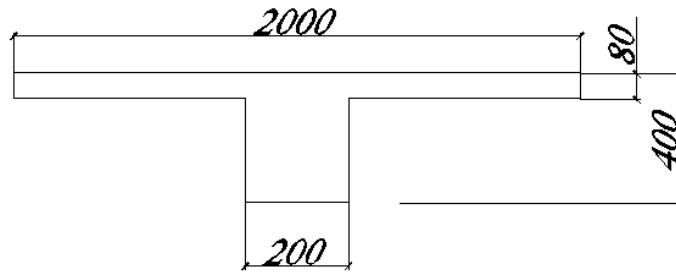


Рисунок 2.5 - Переріз другорядної балки

Визначаємо перерізи арматури:

- в першому та другому прольоті

$$h_0 = h - a = 40 - 3 = 37 \text{ см}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b_f' \cdot h_0^2} = \frac{10600 \cdot 100}{8,5 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 200 \cdot 37^2} = 0,05 \Rightarrow \zeta = 0,975, \xi = 0,04.$$

$$x = \xi \cdot h_0 = 0,05 \cdot 37 = 1,85 \text{ см} < 8 \text{ см} - \text{нейтральна вісь в межах полиці};$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0} = \frac{10680 \cdot 100}{365 \cdot 100 \cdot 0,975 \cdot 37} = 8,11 \text{ см}^2 - \text{приймаємо } 2\text{Ø}25 \text{ мм А } 400 \text{ з}$$

$$A_s = 9,82 \text{ см}^2$$

Розрахунок верхньої арматури:

- в першому та другому прольоті конструктивно приймаємо 2Ø8 мм А240

$$\text{з } A_s = 1,01 \text{ см}^2;$$

- на першій та другій підпорах:

$$h_0 = 40 - 3 = 37 \text{ см}$$

$$\alpha_m = \frac{77300 \cdot 100}{8,5 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 37^2} = 0,36 \Rightarrow \zeta = 0,76$$

$$A_s = \frac{77300 \cdot 100}{365 \cdot 100 \cdot 0,76 \cdot 37} = 7,48 \text{ см}^2 - \text{приймаємо } 5\text{Ø}14 \text{ мм А240 з } A_s = 7,96 \text{ см}^2.$$

$$- \text{ на першій підпорі } B_A = \frac{l_0}{6} + 250 / 2 \approx 1125 \text{ мм};$$

$$- \text{ на другій підпорі } B_B = \frac{l_0}{3} + \frac{l_0}{4} + 250 \approx 3640 \text{ мм}$$

*Забезпечення міцності перерізів, нахилених до
поздовжньої осі.*

На приопорних ділянках довжиною $l/4$ приймаємо крок поперечних стержнів не більш ніж $S = h/2 = 400/2 = 200\text{мм}$ та не більш ніж 150 мм – приймаємо $S = 150\text{мм}$.

В середній частині прольоту $S = 3h/4 = 3 \cdot 400/4 = 300\text{мм}$, що менш ніж 500 мм. Приймаємо $S = 300\text{мм}$.

2.1.5 Розрахунок головної балки Б1

Дані для проектування: бетон В15, $R_b = 8,5\text{МПа}$, $R_{bt} = 0,75\text{МПа}$, $E_b = 27000\text{МПа}$, $\gamma_{b2} = 0,9$, робоча арматура класу А400, $R_s = 365\text{МПа}$.

Розрахункові навантаження.

Навантаження на 1 м довжини головної балки:

- постійне $2,866 \cdot 6 \cdot 1 + 0,25 \cdot 0,6 \cdot 2,1 \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 1 = 18,55\text{кН/м}$ (2,866 кПа – за таблицею 1; 6 м – ширина вантажної площі; 1 - γ_n ; 0,25x0,6м – розміри перерізу головної балки; $2,1\text{т/м}^3$ - середня щільність залізобетону; 10 – коефіцієнт переходу від т/м^3 до кН/м^3 ; 1,1 - γ_f);
- тимчасове $10 \cdot 6 \cdot 1,2 \cdot 1 = 72\text{кН/м}$
- повне $72 + 18,55 = 90,6\text{кН/м}$.

Розрахункова схема.

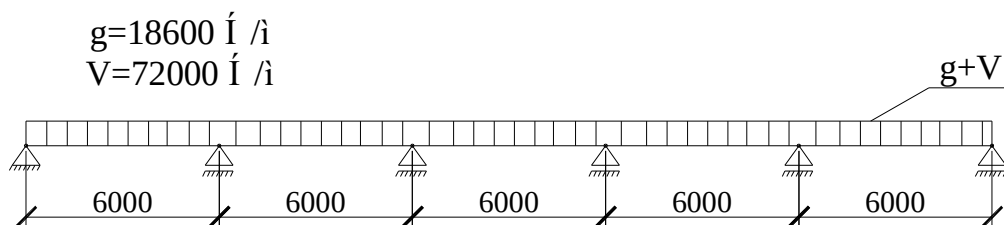


Рисунок 2.6 - Розрахункова схема головної балки Б1

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		22

Розрахункові зусилля.

Співвідношення жорсткості головної балки та колони:

$$k = \frac{I_{bm} \cdot l_{col}}{I_{col} \cdot l_{bm}} = \frac{25 \cdot 60^3 \cdot 360}{40 \cdot 40^3 \cdot 600} = 0,88 \approx 1$$

Виконані розрахунки наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Опорні моменти головної балки
при різних схемах навантаження, комбінації моментів.

№ схем	Опорні моменти, кН·м			
	M_{A1}	M_{B1}	M_{B2}	M_{B2}
1	-42,1	-60,77	-56,76	-56,76
2	-145,2	-153,4	-24,9	-24,9
3	14,5	-35,3	-151,4	-151,4
4	-128,6	-203,2	-194,9	-136,9
Найбільш несприятливі комбінації для ро- зрахунку прольот- них моментів	1+2	1+2	1+3	1+3
	-187,3	-214,17	-208,16	-208,16

Поперечна сила на крайній колоні:

$$Q_A = \frac{(g + V) \cdot l_0}{2} - \frac{M_{A1} - M_{B1}}{l_0} = \frac{90,6 \cdot 6}{2} - \frac{-187,3 + 214,17}{6} = 201,58 \text{ кН}$$

Поперечна сила на середній колоні $Q_B = 253,32 \text{ кН}$

Визначаємо момент головної балки в першому прольоті:

$$M_1 = \frac{Q_A^2}{2 \cdot (g + V)} + M_{A1} = \frac{201,58^2}{2 \cdot 76,15} - 187,3 = 79,51 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

- по грані крайньої колони

$$M_{(A1)l} = M_{A1} - \frac{Q_A \cdot h_{col}}{2} = 187,3 - \frac{201,58 \cdot 0,4}{2} = 147 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

- по грані середньої колони ліворуч

$$M_{(B1)l} = M_{B1} - \frac{Q_B \cdot h_{col}}{2} = 214,17 - \frac{253,32 \cdot 0,4}{2} = 163,51 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Розрахунок міцності головної балки по перерізам, нормальним до поздовжньої осі.

Попередньо задаємося $\xi = 0,35$ та визначаємо $\alpha_m = 0,289$. Знаходимо робочу висоту головної балки:

$$h_0 = \sqrt{\frac{M_{(B1)l}}{\alpha_m \cdot R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b}} = \sqrt{\frac{16351000}{0,289 \cdot 8,5 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 100}} = 54,4 \text{ см}$$

Визначаємо повну висоту головної балки прийнявши $a = 3 \text{ см}$:

$h = h_0 + a = 54,4 + 3 = 57,4 \text{ см}$. Отже висоту перерізу та ширину перерізу залишаємо без змін $h = 60 \text{ см}$, $b = 25 \text{ см}$.

Прийнятий переріз не перевіряємо по прольотному моменту, бо $M_1 = 79,51 \text{ кН} \cdot \text{м} < M_{(B1)l} = 163,51 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

- робоча висота головної балки $h_0 = h - a = 60 - 8 = 52 \text{ см}$;
- коефіцієнт α_m

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{7951000}{8,5 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 52^2 \cdot 100} = 0,154 \Rightarrow \xi = 0,915;$$

- розраховуємо площу перерізу арматури

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{7951000}{365 \cdot 0,915 \cdot 52 \cdot 100} = 4,58 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 2Ø18 мм А400 з $A_s = 5,09 \text{ см}^2$.

Переріз по грані крайньої колони:

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		24

$$h_0 = h - a = 60 - 4 = 56 \text{ см}$$

$$\alpha_m = \frac{14710000}{8,5 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 56^2 \cdot 100} = 0,247 \Rightarrow \xi = 0,885;$$

$$A_s = \frac{14710000}{365 \cdot 0,885 \cdot 56 \cdot 100} = 7,53 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 2Ø22 мм А 400 з $A_s = 7,6 \text{ см}^2$.

Переріз по грані середньої колони:

$$\alpha_m = \frac{16351000}{8,5 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 56^2 \cdot 100} = 0,273 \Rightarrow \xi = 0,837;$$

$$A_s = \frac{16351000}{365 \cdot 0,837 \cdot 56 \cdot 100} = 9,56 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 2Ø25 мм А400 з $A_s = 9,82 \text{ см}^2$.

Розрахунок міцності головної балки по перерізам, похилим до поздовжньої осі.

Розрахунок виконуємо на дію поперечної сили: $Q = Q_b = 253,32 \text{ кН}$.

Для поперечного армування приймаємо арматурну сталь класу А400, $R_{sw} = 285 \text{ МПа}$, $E_s = 200000 \text{ МПа}$. При найбільшому діаметрі поздовжньої арматури $d = 25 \text{ мм}$ діаметр поперечних стержнів $d_{sw} = 8 \text{ мм}$. Число каркасів – 2, тоді $A_{sw} = 2 \cdot 0,503 = 1,01 \text{ см}^2$. На приопорних ділянках довжиною $l/4$ приймаємо крок поперечних стержнів:

$$S = \frac{h}{3} = \frac{60}{3} = 20 \text{ см}, \text{ що не перевищує } 500 \text{ мм; в середній частині:}$$

$$S = \frac{3 \cdot h}{4} = \frac{3 \cdot 60}{4} = 45 \text{ см}, \text{ що не більше } 500 \text{ мм, тоді приймаємо } S = 450 \text{ мм}.$$

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{S} = \frac{285 \cdot 1,01}{20} = 1439 \text{ Н / см}.$$

$$Q_{b,\min} = \varphi_{b3} \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0 = 0,6 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 56 \cdot 100 = 56700 \text{ Н}.$$

$$q_{sw} = 1439 \text{ Н / см} > \frac{Q_{b,\min}}{2 \cdot h_0} = \frac{56700}{2 \cdot 56} = 506,25 \text{ Н / см} - \text{ умова виконується.}$$

Перевіряємо виконання умови:

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		25

$$S_{\max} = \frac{\varphi_{b4} \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2}{Q} = \frac{1,5 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 56^2 \cdot 100}{253320} = 31,3 \text{ см} > S = 20 \text{ см} -$$

задовольняється.

M_b :

$$M_b = \varphi_{b2} \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2 = 2 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 56^2 \cdot 100 = 10584000 \text{ Н} \cdot \text{см}.$$

Так як $q_1 = g + \frac{V}{2} = 47,35 \text{ кН/м} = 473,5 \text{ Н/см}$. Значення c знаходимо за форму-

лою:

$$c = \sqrt{\frac{M_b}{q_1}} \approx 150 \text{ см}.$$

Перевіряємо виконання умови:

$$c = 150 \text{ см} < 3,33h_0 = 3,33 \cdot 56 = 186 \text{ см} - \text{виконується.}$$

$$Q_b \geq Q_{b,\min}:$$

$$Q_b = \frac{M_c}{c} = \frac{10584000}{150} = 70560 \text{ Н} > Q_{b,\min} = 56700 \text{ Н} - \text{виконується.}$$

Визначаємо поперечну силу Q у вершині похилого перерізу:

$$Q = Q_{\max} - q_1 \cdot c = 253320 - 473,5 \cdot 150 = 182296,5 \text{ Н}.$$

c_0 :

$$c_0 = \sqrt{\frac{M_b}{q_{sw}}} = \sqrt{\frac{10584000}{1439}} = 85,76 \text{ см}.$$

$$\text{Перевіряємо виконання обмеження } c_0 \leq 2h_0: c_0 = 85,76 \text{ см} \leq 2h_0 = 2 \cdot 56 = 112 \text{ см}$$

- виконується.

Знаходимо поперечну силу, що сприймається хомутами у похилому перерізі:

$$Q_{sw} = q_{sw} \cdot c_0 = 1439 \cdot 85,76 = 123408,64 \text{ Н}.$$

Перевіримо умову міцності у похилому перерізі:

$$Q_b + Q_{sw} = 70560 + 123408,64 = 193968,64 \text{ Н} > 182296,5 \text{ Н} - \text{умова виконується.}$$

$l/4$ приймаємо $s = 20 \text{ см}$, в середній частині $s = 45 \text{ см}$

Для опорного каркасу приймаємо $s = 20 \text{ см}$

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
						26
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2.1.5 Розрахунок головної балки Б2

Дані для проектування: бетон важкий класу В15, $R_b = 8,5 \text{ МПа}$, $R_{bt} = 0,75 \text{ МПа}$, $E_b = 27000 \text{ МПа}$, $\gamma_{b2} = 0,9$, поздовжня робоча арматура класу А-III, $R_s = 365 \text{ МПа}$.

6 м.

Розрахункові навантаження.

:

- постійне $2,866 \cdot 3,4 \cdot 1 + 0,25 \cdot 0,6 \cdot 2,1 \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 1 = 13,2 \text{ кН/м}$ (2,866 кПа – за таблицею 1; 3,4 м – ширина вантажної площі; 1 - γ_n ; 0,25x0,6 м – Б2; $2,5 \text{ т/м}^3$ - середня щільність залізобетону; 10 – коефіцієнт переходу від т/м^3 до кН/м^3 ; 1,1 - γ_f);
- тимчасове $10 \cdot 3,4 \cdot 1,2 \cdot 1 = 40,8 \text{ кН/м}$
- повне $40,8 + 13,2 = 54 \text{ кН/м}$.

Розрахункова схема.

(рис. 6).

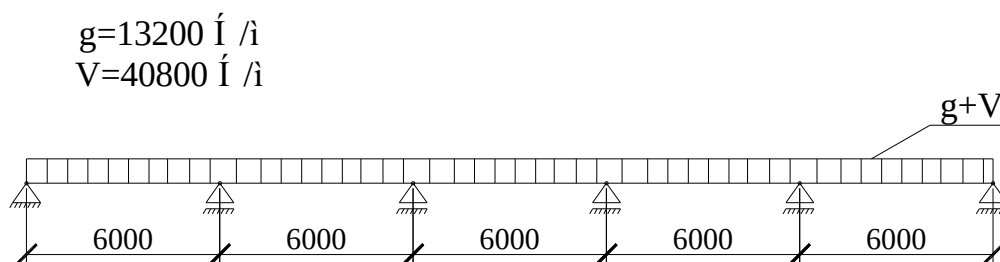


Рисунок 2.6 - Розрахункова схема головної балки Б2

Розрахункові зусилля.

Значення співвідношення жорсткостей головної балки та колони:

$$k = \frac{I_{bm} \cdot l_{col}}{I_{col} \cdot l_{bm}} = \frac{25 \cdot 60^3 \cdot 360}{40 \cdot 40^3 \cdot 600} = 0,88 \approx 1$$

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		27

Таблиця 2.5 - Опорні моменти головної балки при різних схемах навантаження, комбінації моментів.

№ схем	Опорні моменти, $\kappa H \cdot m$			
	M_{A1}	M_{B1}	M_{B2}	M_{B2}
1	29,9	-	-43,2	-40,4
2	-102,8	-108,7	-17,6	-17,6
3	10,3	-25	-107,2	-107,2
4	-91	-139,5	-138	-138
Найбільш несприятливі комбінації для розрахунку прольотних моментів	1+2	1+2	1+3	1+3
	-132,7	-182,7	-178,4	-178,4

Визначаємо поперечну силу на крайній колоні:

$$Q_A = \frac{(g + V) \cdot l_0}{2} - \frac{M_{A1} - M_{B1}}{l_0} = \frac{54 \cdot 6}{2} - \frac{-132,7 + 182,7}{6} = 154 \kappa H$$

Поперечна сила на середній колоні дорівнює $Q_B = 170 \kappa H$

Визначаємо момент головної балки в першому прольоті:

$$M_1 = \frac{Q_A^2}{2 \cdot (g + V)} + M_{A1} = \frac{154^2}{2 \cdot 54} - 132,7 = 86,9 \kappa H \cdot m$$

– по грані крайньої колони

$$M_{(A1)l} = M_{A1} - \frac{Q_A \cdot h_{col}}{2} = 132,7 - \frac{154 \cdot 0,4}{2} = 101,9 \kappa H \cdot m$$

– по грані середньої колони ліворуч

$$M_{(Б1)л} = M_{Б1} - \frac{Q_B \cdot h_{col}}{2} = 182,7 - \frac{170 \cdot 0,4}{2} = 148,7 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Розрахунок міцності головної балки по перерізам, нормальним до поздовжньої осі.

Попередньо задаємося $\xi = 0,35$ та визначаємо $\alpha_m = 0,289$. Знаходимо робочу висоту головної балки:

$$h_0 = \sqrt{\frac{M_{(Б1)л}}{\alpha_m \cdot R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b}} = \sqrt{\frac{14870000}{0,289 \cdot 8,5 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 100}} = 51,2 \text{ см}$$

Визначаємо повну висоту головної балки прийнявши $a = 3 \text{ см}$:

$h = h_0 + a = 51,2 + 3 = 54,2 \text{ см}$. Отже висоту перерізу та ширину перерізу залишаємо без змін $h = 60 \text{ см}$, $b = 25 \text{ см}$.

Прийнятий переріз не перевіряємо по прольотному моменту, бо $M_1 = 86,9 \text{ кН} \cdot \text{м} < M_{(Б1)л} = 148,7 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

:

– робоча висота головної балки $h_0 = h - a = 60 - 8 = 52 \text{ см}$;

– коефіцієнт α_m

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{8690000}{8,5 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 52^2 \cdot 100} = 0,168 \Rightarrow \xi = 0,907;$$

– розраховуємо площу перерізу арматури

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{8690000}{365 \cdot 0,907 \cdot 52 \cdot 100} = 5,04 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 2Ø18 мм А400 з $A_s = 5,09 \text{ см}^2$.

Переріз по грані крайньої колони:

$$h_0 = h - a = 60 - 4 = 56 \text{ см}$$

$$\alpha_m = \frac{10190000}{8,5 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 56^2 \cdot 100} = 0,17 \Rightarrow \xi = 0,905;$$

$$A_s = \frac{10190000}{365 \cdot 0,905 \cdot 56 \cdot 100} = 5,5 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 2Ø20 мм А400 з $A_s = 6,28 \text{ см}^2$.

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		29

Переріз по грані середньої колони:

$$\alpha_m = \frac{14870000}{8,5 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 56^2 \cdot 100} = 0,248 \Rightarrow \xi = 0,855;$$

$$A_s = \frac{14870000}{365 \cdot 0,855 \cdot 56 \cdot 100} = 7,52 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 2Ø22 мм А400 з $A_s = 7,6 \text{ см}^2$.

Розрахунок міцності головної балки по перерізам, похилим до поздовжньої осі.

Розрахунок виконуємо на дію поперечної сили: $Q = Q_B = 170 \text{ кН}$.

- III, $R_{sw} = 285 \text{ МПа}$, $E_s = 200000 \text{ МПа}$. $d_{sw} = 8 \text{ мм}$. Число каркасів – 2, тоді

$A_{sw} = 2 \cdot 0,503 = 1,01 \text{ см}^2$. $S = \frac{h}{3} = \frac{60}{3} = 20 \text{ см}$, що не перевищує 500 мм; в середній частині:

$$S = \frac{3 \cdot h}{4} = \frac{3 \cdot 60}{4} = 45 \text{ см}, \text{ що не більше } 500 \text{ мм, тоді приймаємо } S = 450 \text{ мм}.$$

Погонне зусилля у поперечних стержнях, віднесене до одиниці довжини елемента:

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{S} = \frac{285 \cdot 1,01}{20} = 1439 \text{ Н / см}.$$

$$Q_{b,\min} = \varphi_{b3} \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0 = 0,6 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 56 \cdot 100 = 56700 \text{ Н}.$$

Перевіримо умову забезпечення міцності по похилому перерізу на ділянці між середніми хомутами:

$$q_{sw} = 1439 \text{ Н / см} > \frac{Q_{b,\min}}{2 \cdot h_0} = \frac{56700}{2 \cdot 56} = 506,25 \text{ Н / см} - \text{умова виконується}.$$

Перевіряємо виконання умови:

$$S_{\max} = \frac{\varphi_{b4} \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2}{Q} = \frac{1,5 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 56^2 \cdot 100}{253320} = 31,3 \text{ см} > S = 20 \text{ см} -$$

задовольняється.

Виконуємо розрахунок міцності по похилому перерізу. Знаходимо значення M_b :

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
						30
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$M_b = \varphi_{b2} \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_0^2 = 2 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 25 \cdot 56^2 \cdot 100 = 10584000 \text{ Н} \cdot \text{см} .$$

Так як $q_1 = g + \frac{V}{2} = 33,6 \text{ кН/м} = 336 \text{ Н/см}$. Значення c знаходимо за формулою:

$$c = \sqrt{\frac{M_b}{q_1}} = \sqrt{\frac{10580000}{336}} \approx 177 \text{ см} .$$

Перевіряємо виконання умови:

$$c = 177 \text{ см} < 3,33h_0 = 3,33 \cdot 56 = 186 \text{ см} - \text{виконується}.$$

Знаходимо поперечну силу Q_b , що сприймається бетоном стисненої зони над розрахунковим похилим перерізом та перевіряємо умову $Q_b \geq Q_{b,\min}$:

$$Q_b = \frac{M_c}{c} = \frac{10584000}{170} = 59800 \text{ Н} > Q_{b,\min} = 56700 \text{ Н} - \text{виконується}.$$

Визначаємо поперечну силу Q у вершині похилого перерізу:

$$Q = Q_{\max} - q_1 \cdot c = 170000 - 336 \cdot 170 = 110530 \text{ Н} .$$

Визначаємо довжину проекції розрахункового похилого перерізу c_0 :

$$c_0 = \sqrt{\frac{M_b}{q_{sw}}} = \sqrt{\frac{10584000}{1439}} = 85,76 \text{ см} .$$

Перевіряємо виконання обмеження $c_0 \leq 2h_0$: $c_0 = 85,76 \text{ см} \leq 2h_0 = 2 \cdot 56 = 112 \text{ см}$
- виконується.

Знаходимо поперечну силу, що сприймається хомутами у похилому перерізі:

$$Q_{sw} = q_{sw} \cdot c_0 = 1439 \cdot 85,76 = 123408,64 \text{ Н} .$$

Перевіримо умову міцності у похилому перерізі:

$$Q_b + Q_{sw} = 59800 + 123408,64 = 183210 \text{ Н} > 110330 \text{ Н} - \text{умова виконується}.$$

Остаточно приймаємо на приопорних ділянках довжиною $l/4$ приймаємо $s = 20 \text{ см}$, в середній частині $s = 45 \text{ см}$.

З ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Загальні положення

Будівництво — це одна з небезпечних сфер, де робітники щодня стикаються з ризиками для здоров'я. Тому, щоб зменшити кількість травм на будівництвах і захистити працівників, створені спеціальні правила з охорони праці. Вони включають в себе різні заходи і методи контролю, що допомагають підтримувати безпечні умови роботи.

Охорона праці — це набір законів, правил і заходів, які потрібні для того, щоб зберегти здоров'я, життя і працездатність працівників під час виконання ними роботи. Вона включає організацію санітарних умов, профілактику захворювань, захист від небезпеки на робочому місці і регулярний медичний огляд.

Всі працівники повинні дотримуватись таких вимог:

- думати про свою безпеку і здоров'я, а також дбати про інших людей навколо;
- знати і дотримуватись вимог сучасних норм і стандартів з охорони праці (ДБН і ДСТУ), вміти користуватися захисними засобами і дотримуватись правил при роботі з обладнанням;
- проходити медичний огляд перед прийомом на роботу і періодично, залежно від умов роботи.

Відповідальність за безпеку працівників також лежить на роботодавці. Він повинен забезпечити належні умови праці, надавати потрібне обладнання та навчати працівників. Власники будівельних компаній зобов'язані організувати дотримання сучасних норм безпеки праці (ДБН А.3.2-2-2009).

Роботодавець має виконувати такі обов'язки, щоб зменшити травматизм і захистити здоров'я працівників:

- проводити медичні огляди для нових працівників і регулярно для тих, хто працює у важких або шкідливих умовах;

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
						32
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- забезпечувати навчання з питань безпеки праці;
- забезпечувати працівників захисним одягом, взуттям та іншими засобами захисту, що відповідають встановленим стандартам;
- забезпечити наявність аптечок першої допомоги на місці роботи.

Такий підхід до охорони праці є важливим для зменшення нещасних випадків і створення безпечного робочого середовища для всіх працівників.

3.2 Охорона праці при роботі з ручним та електричним інструментом

При роботі на будівництві використовуються різні ручні інструменти, такі як молотки, гайкові ключі, викрутки, напилки, ножівки та інші. Через це безпека при їх використанні є важливим питанням, адже неправильне поводження з такими інструментами може призвести до небезпечних ситуацій.

Працівник, який користується ручним інструментом, має пройти спеціальний інструктаж з безпеки. Цей інструктаж проводиться додатково до загального інструктажу з охорони праці. Після проведення інструктажу результати записуються в спеціальний журнал, де мають бути підписи як інструктора, так і працівника, що використовуватиме інструмент.

Інструктаж проводиться за встановленим графіком, а також якщо працівник порушив правила безпечного використання інструменту. Такі заходи спрямовані на запобігання небезпечним та шкідливим виробничим факторам (відповідно до ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007).

Що стосується електроінструменту, то його використання можливе тільки при дотриманні таких правил:

- перед видачею інструменту працівнику потрібно перевірити, чи всі деталі на місці, чи надійно вони закріплені, а також оглянути захисний кожух і кабель;
- перед початком роботи необхідно впевнитися в справності вимикача, запустити інструмент на холостому ходу, щоб перевірити його роботу;
- якщо робота переривається, при очищенні чи змащуванні інструмент потрібно вимкнути з мережі;

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
						33
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- Якщо вага інструменту перевищує 10 кг, потрібно передбачити систему підвішування, яка забезпечить зручне та безпечне використання. Це може включати:

Сталеві гаки чи петлі, встановлені на стінах або стелі, з яких можна підвісити інструмент на необхідній висоті.

Мобільні підвісні системи з лебідками чи блоками, що дозволяють піднімати та опускати інструмент за потреби.

Системи кріплень із ремнями або ланцюгами, що надійно фіксують інструмент у робочому положенні та дають можливість легко його зняти або перемістити;

- під час роботи на висоті потрібно використовувати помости або інші засоби для підйому.

Щоб контролювати використання електроінструменту, підприємство має призначити відповідальну особу, яка буде слідкувати за його справністю і безпечним використанням. Такий підхід до експлуатації інструментів дозволяє уникнути ризиків і створює безпечні умови для працівників.

3.3 Правила розміщення сховищ

Захисні споруди цивільного захисту — це об'єкти, які захищають людей у мирний час під час аварій, катастроф чи стихійних лих, а у воєнний час — від зброї масового ураження. У мирний час такі приміщення можуть використовуватися для господарських потреб.

Сховища рекомендується розміщувати в підвальних або цокольних поверхах будівель. Якщо це неможливо через особливості місцевості, допускається будівництво окремо розташованих сховищ — повністю або частково занурених. Протирадіаційні укриття, в свою чергу, можна розміщувати у приміщеннях існуючих або нових будівель, які використовуються регулярно та де часто перебувають люди. Важливо, щоб ці приміщення були заплано-

вані з мінімальними, але достатніми розмірами для зручного використання і в мирний час.

Конструкції сховищ мають бути економічними, з урахуванням умов будівництва на конкретному місці. Склад приміщень та площа в таких спорудах повинні забезпечувати безпеку і відповідати мирним потребам.

При проектуванні вбудованих сховищ рекомендується розміщувати їх під невисокими будівлями або на певній відстані від інших споруд, яка відповідає їх висоті. У місцях із низьким рівнем вологи підлогу сховищ слід розташовувати не вище рівня землі, а в разі наявності ґрунтових вод допустимо розміщувати підлогу трохи вище з додатковим обвалуванням для кращого захисту.

Інженерні комунікації, які проходять у сховищах, мають бути обладнані спеціальними пристроями для збереження захисних властивостей приміщення. Каналізаційні труби, наприклад, слід замурувати у сталеві або бетонні коробки. Крім того, поверхні таких споруд рекомендується покривати шаром ґрунту до 1 метра, а інженерні мережі — прокладати в спеціальних каналах для доступу під час ремонту.

Розрахунки несучих конструкцій захисних споруд виконуються з урахуванням пружно-пластичних характеристик матеріалів. Наприклад, в найнавантажениших зонах розраховується міцність бетону на компресію та динамічний опір арматури. Для сховищ, розташованих у водонасиченому ґрунті, розрахунки мають забезпечувати відсутність залишкових деформацій.

Для будівництва сховищ застосовується важкий бетон із щільністю понад 2000 кг/м³. Для основних несучих конструкцій використовують бетон не нижче класу В15, а для колон і ригелів — не нижче В22,5.

4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

Пароізоляція важлива, особливо в приміщеннях, де часто буває вологість чи мокро. Її основне завдання – не дати волозі накопичуватися всередині конструкцій через конденсацію. Якщо про це не подбати, то стіни чи перекриття можуть поступово руйнуватися. Тому пароізоляція – це важлива частина будь-якої конструкції, яка захищає будівлі та допомагає їм служити довше.

Існують різні типи пароізоляції, залежно від способу її нанесення. Вона може бути жорсткою (наприклад, з цементно-піщаних розчинів чи асфальтових штукатурок) або гнучкою (наноситися як мастика, фарба чи спеціальні плівки). Мастична пароізоляція відноситься до обмазувальних типів і має свої переваги: вона створює суцільний шар без стиків, що робить її більш надійною, а також її легко наносити, і для цього не потрібні додаткові кріплення чи пристрої.

Є також технологія мастичного покриття, яка знижує витрати на матеріали та час на роботу. Але для того, щоб така технологія стала ще ефективнішою, потрібно вдосконалити методи її застосування. Наприклад, можна працювати над тим, щоб витратити менше мастики, робити процес нанесення швидшим і покращувати якість кінцевого шару.

Мета дослідження полягає в тому, щоб визначити, як різні фактори (такі як в'язкість і товщина шару, кількість шарів, порядок нанесення, типи матеріалів для зчеплення з подальшими оздоблювальними шарами тощо) впливають на паропроникність конструкції. Це дозволить розробити кращі способи виконання мастичної пароізоляції.

4.1. Загальні відомості

Зволоження – це одне з найпоширеніших ушкоджень, яке часто трапляється в будівлях під час їх експлуатації. Коли конструкції піддаються підвищеній вологості, вони поступово втрачають свою міцність, надійність та здатність захищати від води. Це може статися через різні фактори, що приз-

водять до накопичення вологи в матеріалі. Існує п'ять основних причин зволоження:

1. Будівельна волога – це волога, яка залишається в матеріалах після їх виготовлення. Наприклад, для бетону це може становити 6-9%, а для кам'яних конструкцій — 8-12%.

2. Атмосферні опади – дощ чи сніг можуть проникати в конструкції через пошкоджену покрівлю, несправні водостічні труби або короткі карнизи. Таке зволоження часто спостерігається у певні сезони.

3. Витоки з водопровідної або каналізаційної системи – це трапляється, коли старе сантехнічне обладнання дає збої, а ремонтні роботи не проводяться вчасно. Витоки можуть спричиняти швидке руйнування стін, особливо якщо вони зроблені з силікатної цегли.

4. Конденсат – утворюється на поверхні конструкцій або всередині матеріалу, коли температура досягає точки роси, і волога з повітря переходить у рідкий стан.

5. Капілярне та електроосмотичне підсмоктування ґрунтової води – вода з ґрунту може підніматися по капілярах будівельного матеріалу, що також сприяє підвищенню вологості.

Збільшення вологості конструкцій має кілька негативних наслідків. По-перше, матеріали стають менш міцними і швидше руйнуються, їх тепло-технічні властивості погіршуються, і зростає теплопровідність. Це означає, що будівлі втрачають здатність зберігати тепло, що робить приміщення холоднішими. Також при збільшенні вологості матеріали можуть змінювати свої розміри, що поступово порушує їх структуру і зменшує довговічність.

Окрім шкоди для конструкцій, підвищена вологість погіршує якість повітря в приміщенні, що може негативно вплинути на комфорт і здоров'я людей.

Конденсат усередині конструкцій виникає через складний процес, що залежить від багатьох умов: різниці тиску повітряних парів по обидва боки

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
						37
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

стіни, вологості та температури як всередині приміщення, так і ззовні, а також від щільності матеріалу. Якщо в приміщенні висока вологість, а стіна має недостатню теплоізоляцію, то волога з повітря легше потрапляє всередину конструкції і починає там накопичуватися.

Щоб уникнути цього, в приміщеннях з високою вологістю, таких як ванни, пральні та інші «мокрі» приміщення, на стіни і підлогу наносять гідроізоляцію – шар, що запобігає проникненню води. Крім гідроізоляції, в таких приміщеннях потрібна також пароізоляція, яка блокує проникнення водяної пари в утеплювач. Коли водяна пара проникає в утеплювач і охолоджується, вона перетворюється в конденсат, що призводить до підвищеної вологості утеплювача і зниження його теплоізоляційних властивостей.

Якщо зовнішня поверхня стіни покрита щільним матеріалом, що не пропускає пару, але відсутня внутрішня пароізоляція, водяна пара може досягати внутрішньої частини стіни і там конденсуватися. Це неправильний підхід до конструкції, бо така стіна швидко остигає, і волога безперешкодно проникає в утеплювач. Водяна пара в результаті досягає поверхні, де температура дорівнює точці роси, і там утворюється конденсат.

Правильна пароізоляція з внутрішньої сторони конструкції може зробити повітря сухішим усередині конструкції, і точка роси буде досягнута при нижчій температурі – ближче до зовнішньої частини стіни або взагалі ззовні. Це дозволяє уникнути перезволоження конструкції.

Будівельні конструкції, що піддаються дії вологи, зазвичай захищають гідрофобними покриттями, що не вбирають воду. Їх називають гідроізоляційними, і використовують для ізоляції зовнішніх поверхонь стін підвалів, фундаментів та інших конструкцій, що контактують з ґрунтом. Гідроізоляція в санвузлах запобігає протіканням через перекриття, а в інженерних спорудах, таких як тунелі чи лотки, ізоляція захищає від ґрунтової води. У виробничих будівлях підлоги можуть піддаватися впливу води чи агресивних рідин, тож гідроізоляція важлива для їх довговічності та надійності.

Капілярне зволоження ґрунтовою вологою часто зустрічається в стінах, де немає горизонтальної гідроізоляції або якщо гідроізоляційний шар розташований нижче рівня вимощення. Суть цього процесу в тому, що вода піднімається по капілярах у матеріалі стіни завдяки взаємодії між молекулами рідини та матеріалу стіни, яке називають змочуванням. Якщо у стіні відсутні водовідштовхувальні речовини, вода легко проникає в капіляри і піднімається ними вгору.

Максимальна висота підйому води по капілярах теоретично може досягати близько 1,5 метра. Але при огляді деяких будівель помічено, що волога може підніматися до 5 метрів. Це перевищує очікувану висоту капілярного підйому і вказує на додаткові сили, які допомагають воді проникати вище. Одним із факторів, що сприяє цьому, є електроосмотичні сили – вони здатні підвищити висоту підйому вологи в стіні.

4.2. Заходи по запобіганню накопичення вологи

Уникнути пошкодження будівельних конструкцій через зволоження можна, якщо застосовувати різні захисні заходи. Основні підходи до захисту від різних видів зволоження виглядають наступним чином:

1. Захист від атмосферних опадів: щоб запобігти проникненню дощової води в стіни, важливо подбати про ремонт покрівлі та водостоків, збільшити довжину карнизів, а також оштукатурити чи облицювати стіни водостійкими матеріалами. Часто використовується фарбування емалевими та лакофарбовими складами, які створюють додатковий водовідштовхувальний шар.

2. Усунення витоків: якщо зволоження викликане протіканням водопровідних або каналізаційних труб, необхідно провести ремонт і висушити конструкції за допомогою теплого повітря.

3. Електроосмотичне осушення: для осушення стін, особливо коли має місце капілярне підсмоктування ґрунтової вологи, використовують метод електроосмосу. Це можна зробити:

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
						39
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- За допомогою короткого замикання полюсів стіни, використовуючи сталеві смуги (пасивне осушення).

- Накладеним струмом із напругою 40-60 Вт, що дозволяє осушувати стіну протягом двох-трьох тижнів.

- Використовуючи гальванічні елементи, хоча цей метод поки що не набув широкого застосування.

4. Запобігання конденсаційному зволоженню: важливо дотримуватися конструкційних вимог, щоб уникнути утворення конденсату. Наприклад, у будівлях у помірно-вологодому кліматі опір стіни зменшується з внутрішньої сторони назовні, і пароізоляція розташовується зсередини. Це особливо актуально для стін приміщень з високою вологістю, таких як ванни, пральні тощо.

5. Раціональне зовнішнє оздоблення: під час вибору матеріалів для оздоблення слід уникати як надто щільних, так і надто пористих покриттів. У першому випадку можливе накопичення конденсату, а в другому – проникнення атмосферної вологи.

6. Зменшення відносної вологості в приміщенні: гарна вентиляція допомагає знизити вологість, але вона не може бути єдиною основою для захисту конструкцій. Основний захист повинен включати пароізоляцію на теплій стороні стін, яка перешкоджає надмірному проникненню вологи.

7. Пароізоляція на теплій стороні та паропроникний шар на холодній стороні: щоб уникнути накопичення конденсату, на теплій стороні стін встановлюють пароізоляційні шари, що знижують вологість всередині конструкції. З іншого боку, холодна сторона повинна мати паропроникний шар, який дозволяє волозі вільно виходити, запобігаючи утворенню конденсату всередині.

8. Правильне чергування шарів: конструкція повинна забезпечувати поступове зменшення опору паропроникненню зсередини назовні, тоді як опір теплопередачі повинен поступово зростати в тому ж напрямку. Це до-

зволяє ефективно відводити вологу й уникати конденсації в середині конструкції.

При проектуванні будівельних конструкцій необхідно проводити розрахунки, щоб передбачити можливість утворення конденсату, а також врахувати, чи зможе накопичена в холодний період року волога випаровуватися під час теплої пори року. Це важливий критерій, який забезпечує надійну експлуатацію будівлі.

4.3. Методика визначення паропроникності

4.3.1. Суть методу

Метод полягає в тому, щоб виміряти кількість водяної пари, яка проходить через зразок з покриттям або без нього. Це робиться шляхом зважування вологопоглинаючого матеріалу, що знаходиться за зразком. Отримані зміни маси дозволяють розрахувати коефіцієнт паропроникності матеріалу. Цей коефіцієнт показує, наскільки добре матеріал пропускає водяну пару, і допомагає оцінити ефективність захисного покриття.

4.3.2. Апаратура і матеріали

Для проведення випробувань на визначення паропроникності застосовують такі матеріали та обладнання:

1. Скляні або металеві ємності — для розміщення зразків (як зображено на рис. 9).
2. Круглі шаблони діаметром $(d_2 = 30)$ мм — для формування зразків відповідного розміру.
3. Ексикатор — використовується для підтримання стабільних умов вологості.
4. Гумові кільця діаметром $(d_1 = 40)$ мм — для герметичного закріплення зразків.
5. Штангенциркуль — для точного вимірювання розмірів зразків та їх

діаметрів.

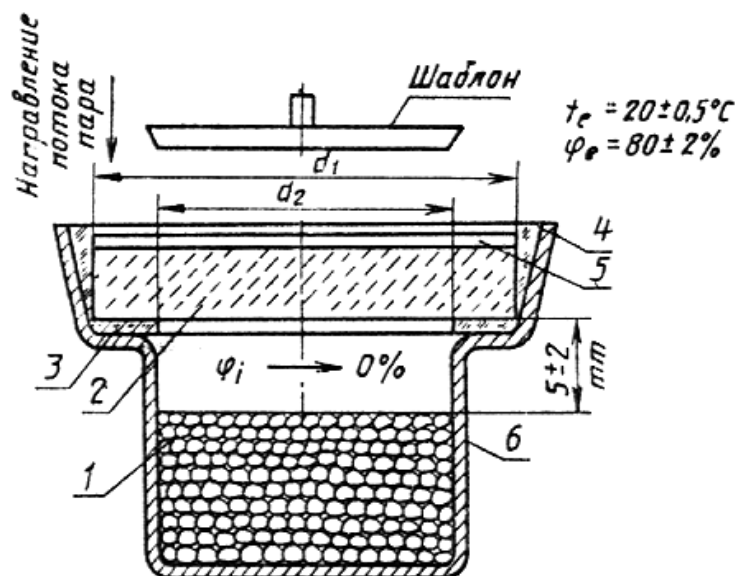
6. Ваги з похибкою зважування ± 1 мг — для точного визначення маси вологопоглинаючої речовини до і після випробування.

7. Вологопоглинаюча речовина — гранульований хлористий кальцій (зневоднений), що забезпечує стабільне поглинання вологи.

8. Клей на основі епоксидної смоли — для міцного приклеювання зразків до ємностей.

9. Герметизуюча паста (парафін — 60% і каніфоль — 40%) — використовується для герметичного ущільнення, щоб запобігти неконтрольованому проникненню вологи.

Це обладнання та матеріали забезпечують точність і надійність випробувань на паропроникність матеріалів.



1 - вологопоглинаюча речовина; 2 - зразок; 3 - гумове кільце;
4 - герметизуюча паста; 5 - випробовуване покриття; 6 - посудина

Рис. 4.1

4.3.3. Проведення випробування

Спочатку в посудину кладуть матеріал, що добре вбирає вологу. Між зразком і стінками посудини наносять герметизуючу пасту, щоб усе щільно закрити. Верхній край зразка також покривають пастою, приблизно до рівня відкритої нижньої частини.

Далі всі підготовлені зразки разом із посудинами зважують з точністю до ± 10 мг і ставлять в ексикатор. Температура всередині ексикатора має бути $20 \pm 0,5$ °С, а вологість повітря - $80 \pm 2\%$.

Зразки зважують кожні 24 години, і так визначають кількість водяної пари, яка пройшла через них. Цю процедуру повторюють доти, поки зміна маси за певний час не стане постійною. Щоб речовина, яка поглинає вологу, не наситилась повністю, потрібно слідкувати, щоб її насичення не перевищувало 5% від початкової кількості. Якщо вологопоглинаючий матеріал набирає більше 5%, то тест повторюють з новою порцією вологопоглинача.

Всі дані кожного зважування записують. Потім за ними будують графік, який показує, як змінюється маса поглинаючої речовини з часом. За цими даними, після встановлення постійного потоку, розраховують коефіцієнт паропроникності. На графіку це виглядає як пряма лінія, що показує стабільну швидкість переходу пари.

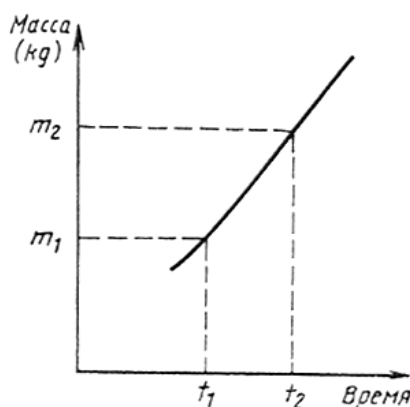


Рис. 4.2

коефіцієнт паропроникності μ , $\text{мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$, Обчислюється для кожного зразка за формулою:

$$\mu = \frac{(m_2 - m_1) \cdot h}{A(t_2 - t_1)(P_e - P_i)}, \quad (4.1)$$

де $m_2 - m_1$ кількість водяної пари, що проходить через зразок за інтервал часу від t_1 до t_2 , мг;
 h Товщина зразка, м;

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		43

A	Площа випробуваного зразка, м^2 ;
$t_2 - t_1$	інтервал часу між двома зважуваннями, годину, час;
$P_e - P_i$	Різниця значень парціального тиску водяної пари на зразку, $P_e - P_i = 5,7 \cdot 10^{-4} \text{Па}$;
P_e	парціальний тиск водяної пари в повітрі температурою 20°C і відотною вологістю $\varphi_e = 80\%$, Па
P_i	парціальний тиск водяної пари в повітрі температурою 20°C і відотною вологістю $\varphi_i = 0\%$, Па

За коефіцієнт паропроникності приймається середнє арифметичне результатів декількох визначень однієї серії випробувань, розбіжність між якими не перевищує 5%.

Опір паропроникненню, $\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па} / \text{мг}$, визначається за такою формулою:

$$R_i = \frac{t_i}{\mu_i}, \quad (2.2)$$

4.4. Експериментальна частина

4.4.1 Дослідження впливу складу і товщини зразків з цементно-піщаного розчину на їх паропроникність

Було проведено експерименти, щоб визначити, як склад і товщина зразків з цементно-піщаного розчину впливають на їхню паропроникність. Для дослідів підготували зразки товщиною $10 \pm 1 \text{ мм}$, $15 \pm 1 \text{ мм}$ і $20 \pm 1 \text{ мм}$ із двома різними співвідношеннями цементу до піску: Ц/П = 1:1 і Ц/П = 1:5.

Компоненти розчину були такі: цемент марки М400, дрібний річковий пісок з модулем крупності 1,95 та вода. Після замішування розчину зразки тверднули протягом 28 днів за стандартних умов – при температурі $20 \pm 2^\circ \text{C}$ і вологості повітря понад 90%.

На рис.4.3 показана залежність зміни маси зразка (г) в процесі експе-

					ДМСБС 2319219 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		44

рименту.

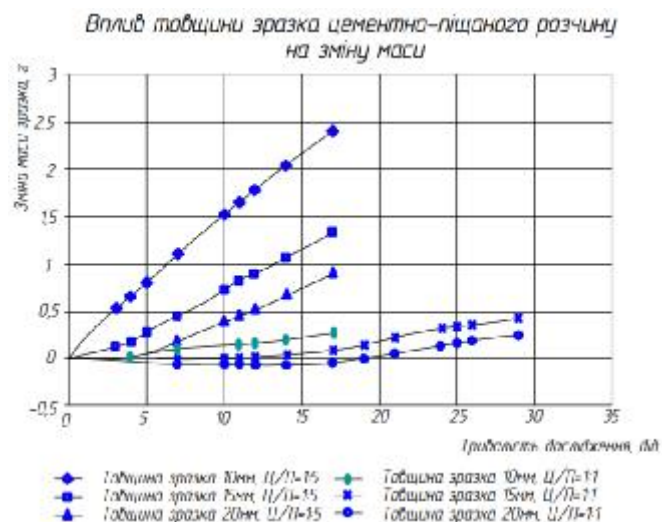


Рисунок - 4.3

На основі зібраних даних було обчислено коефіцієнт паропроникності, $\text{Мг} / (\text{м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па})$, для всіх зразків з цементно-піщаного розчину, що досліджувались. Результати цих обчислень зведені в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2

Товщина зразка, мм	коефіцієнт паропроникності μ , $\text{Мг} / (\text{м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па})$	
	для Ц / П = 1: 1	для Ц / П = 1: 5
10	0,016	0,040
15	0,013	0,046
20	0,018	0,045

Таблиця 4.3

Товщина зразка, мм	Опір паропроникненню R, $(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}) / \text{мг}$	
	для Ц / П = 1: 1	для Ц / П = 1: 5
10	0,625	0.230
15	1.126	0.339
20	1.119	0.424

Дослідження показали, що коефіцієнти паропроникності для зразків з цементно-піщаного розчину практично не залежать від їхньої товщини в ме-

жах досліджуваних значень. Натомість склад розчину (співвідношення Ц/П) суттєво впливає на паропроникність. Зразки зі співвідношенням Ц/П = 1:1 мають у 3-3,5 рази меншу паропроникність, ніж зразки з Ц/П = 1:5. Це, ймовірно, пояснюється зменшенням пористості зразків при збільшенні частки цементу в розчині.

Отже, в умовах експерименту товщина зразка майже не впливає на паропроникність, а ось склад розчину значно її змінює.

Зважаючи на це, у подальших експериментах для дослідження впливу різних пароізоляційних матеріалів та методів їх нанесення використовували зразки постійного складу (Ц/П = 1:3).

Товщина зразків у різних експериментах варіювалась на 1-2 мм, що не мало суттєвого впливу на показники паропроникності.

Дослідження впливу обробки цементно-піщаних зразків латексом СКС-65 ГП на паропроникність конструкції було спрямоване на вивчення ефективності таких покриттів для зменшення паропроникності.

У будівництві часто використовуються склади на основі синтетичних полімерів, як-от латекси, які можуть слугувати як ефективні пароізоляційні матеріали.

Для цього експерименту взяли зразки цементно-піщаного розчину зі співвідношенням Ц/П = 1:1 та Ц/П = 1:5 і товщиною 15 ± 1 мм. Латекс СКС-65 ГП наносили на поверхню зразків у один, два або три шари з інтервалом 10 хв між кожним нанесенням.

Товщина кожного шару становила 0,05–0,1 мм.

На графіках показано зміну маси зразків (в грамах) у процесі випробувань, що дозволяє відстежити, як обробка латексом впливає на паропроникність залежно від кількості шарів та складу зразків.

Вплив товщини шару латексу СКС-65 ГП на зміну маси зразка цементно-піщаного розчину з Ц / П = 1: 1

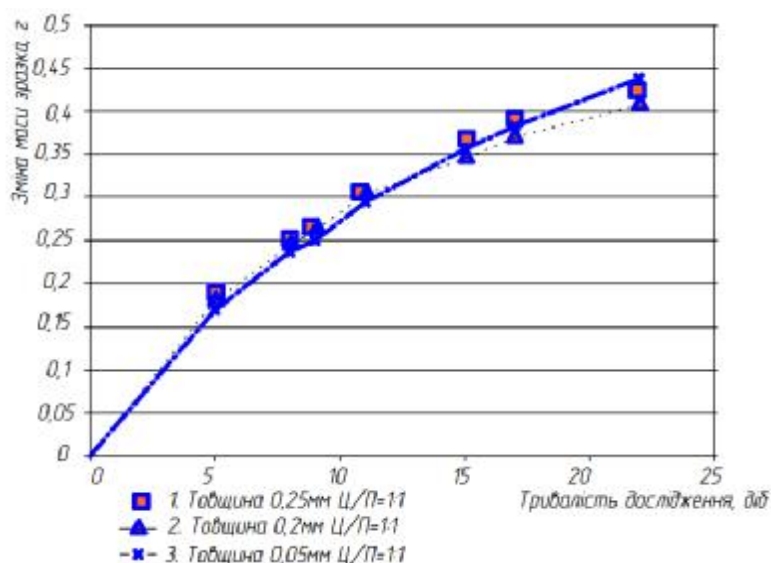


Рисунок 4.4

Вплив товщини шару латексу СКС-65 ГП на зміну маси зразка цементно-піщаного розчину з Ц / П = 1: 5

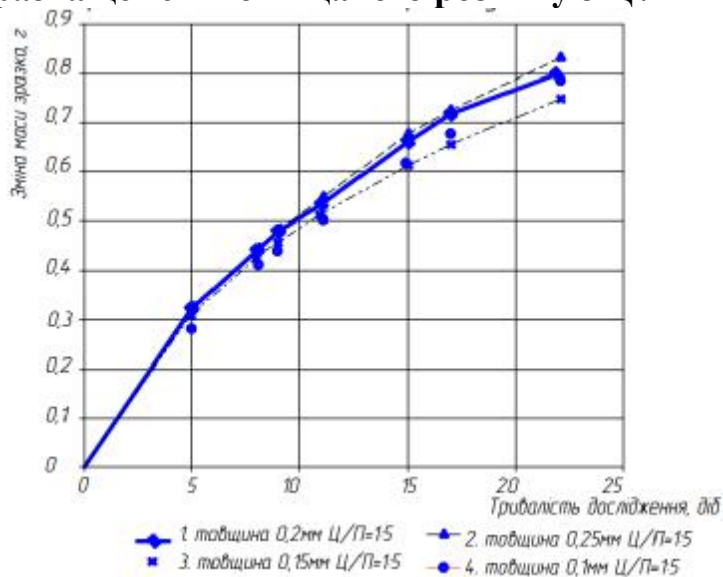


Рисунок 6.5

На основі отриманих даних було обчислено опір паропроникненню (R), (м·год·Па) / мг, для кожного з досліджених зразків. Результати цих розрахунків зведені в таблицю 4.4.

Таблиця 4.4

Товщина шару латексу, мм	Опір паропроникненню R , ($\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$) / мг	
	для Ц / П = 1: 1	для Ц / П = 1: 5
0,05-0,1	2,582	1,245
0,2	3,118	1,491
0,25	3,323	1,332

Згідно з таблицею 4.4, опір паропроникненню (R) більш залежить не від кількості шарів латексу, а від складу цементно-піщаної основи.

Дослідження показали, що нанесення латексного шару дійсно підвищує опір паропроникненню. Проте ефективність такої обробки сильно залежить від складу основи. Для зразків з Ц/П = 1:1 опір паропроникненню збільшується в 2-2,5 рази, тоді як для зразків з Ц/П = 1:5 — в 3,5-4 рази. Водночас витрата латексу на опір паропроникненню конструкції впливає незначно.

Цей ефект можна пояснити різницею в пористості основи. Зразки з Ц/П = 1:5 мають пористість 27,3%, а з Ц/П = 1:1 — 20,1%. Більш пористі зразки дозволяють латексу проникати глибше, що посилює вплив обробки на опір паропроникненню.

Отже, висновок полягає в тому, що немає прямої залежності між витратою латексу та зростанням опору паропроникненню. Для досягнення потрібного опору при використанні мастичних пароізоляційних складів потрібна значно більша витрата матеріалу порівняно з рулонними матеріалами, оскільки просте збільшення товщини шару не дає аналогічного ефекту.

У дослідженні паропроникності мастики «Гідрофор» розглянуто її застосування для створення пароізоляційного шару. Мاستика «Гідрофор» — це в'язка рідина, яка набуває необхідних властивостей завдяки додаванню затверджувача (в кількості 0,05-0,1% від загальної маси).

Технологія нанесення включає три етапи:

1. Грунтувальний шар — сприяє кращому зчепленню з поверхнею основи. Для його приготування додають 30% розчинника (толуолу) до мастики.

Грунтовку потрібно витримати не менше 1 доби і не більше 7 діб перед нанесенням наступного шару.

2. Шар мастики — основний пароізоляційний шар. Перед нанесенням до складу додають затверджувач і ретельно перемішують. Як і грунтовку, цей шар потребує витримки від 1 до 7 діб.

3. Технічний шар — забезпечує зчеплення з декоративними покриттями (наприклад, штукатуркою). До складу додають 10% розчинника (толуолу), а після нанесення шару на нього вдавлюють керамзитовий пісок розміром 2-2,5 мм.

Для повного затвердіння всієї системи потрібно не менше 10 діб, причому час затвердіння може збільшуватись при зниженні температури приміщення.

Попри ефективність, «Гідрофор» має досить високу вартість, тому технологія потребує вдосконалення, щоб зменшити витрати матеріалів і знизити загальну вартість паро- і гідроізоляційних робіт. У цьому напрямку проведено експерименти для оцінки впливу товщини шару мастики «Гідрофор» на її паропроникність, а також досліджено, як спосіб нанесення мастики впливає на паропроникність конструкції.

У дослідженнях впливу товщини плівки мастики «Гідрофор» на її паропроникність використовувалися зразки з одно- та багат шаровими плівками. Ці плівки формували на підкладці та витримували протягом 15 діб для досягнення необхідної міцності і стабільності структури. Проміжок між нанесенням кожного шару складав 1 добу, що дозволяло створити багат шарові зразки з рівномірною товщиною.

На наступних рисунках наведено графіки, що демонструють зміну маси зразків (у грамах) у процесі експерименту. Ці дані дозволяють оцінити, як товщина плівки впливає на паропроникність матеріалу, оскільки зміна маси відображає кількість водяної пари, яка проходить крізь зразок за певний час.

Вплив товщини плівки з шару мастики «Гідрофор» на зміну маси зразка

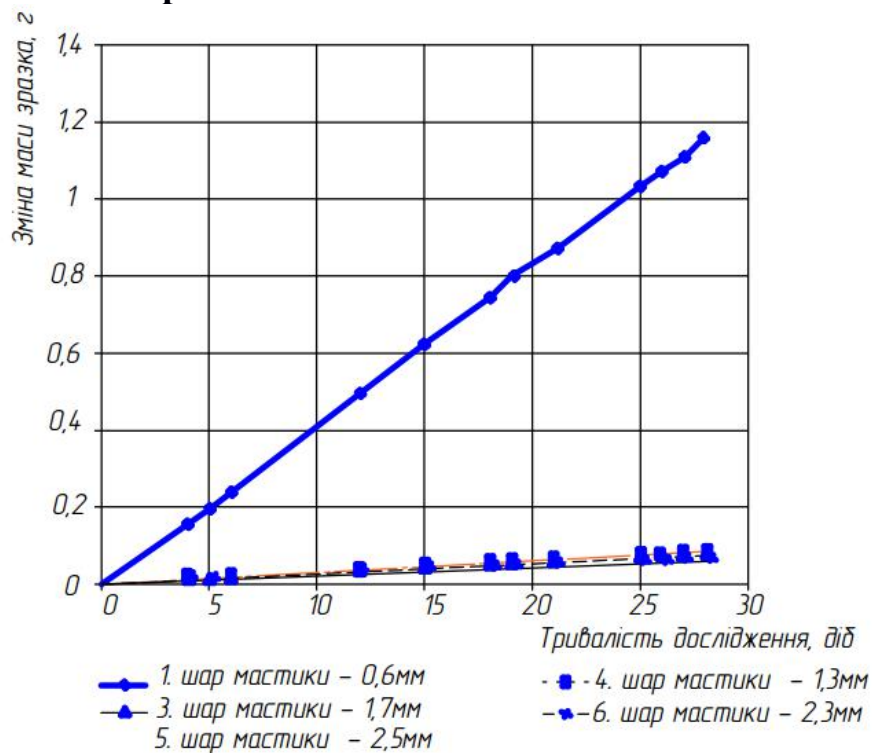


Рисунок 4.6
Вплив товщини плівки технічного шару на зміну маси зразка

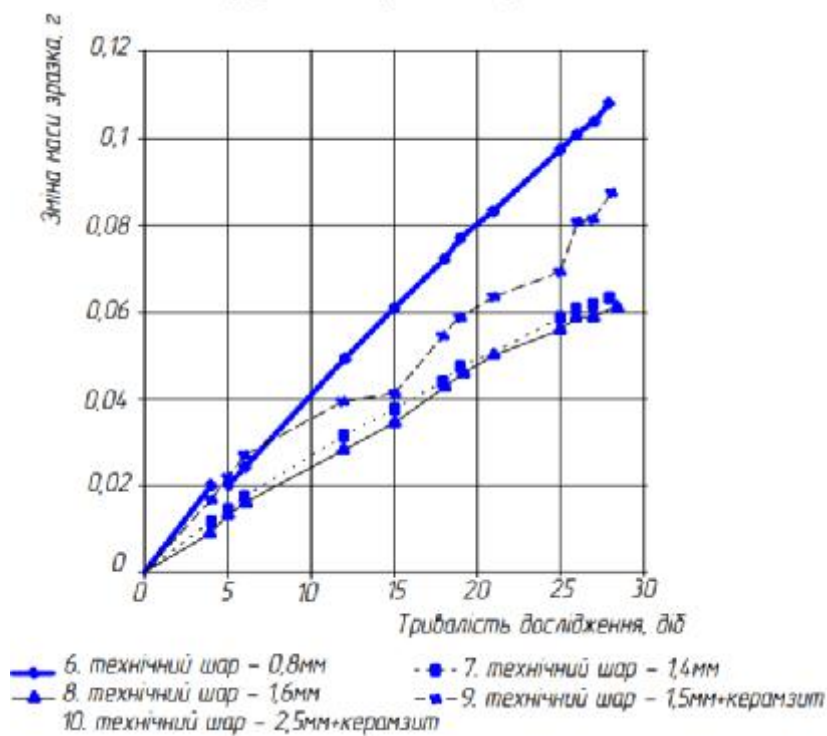


Рисунок 4.7

Вплив товщини плівки двошарової пароізоляції на зміну маси зразка

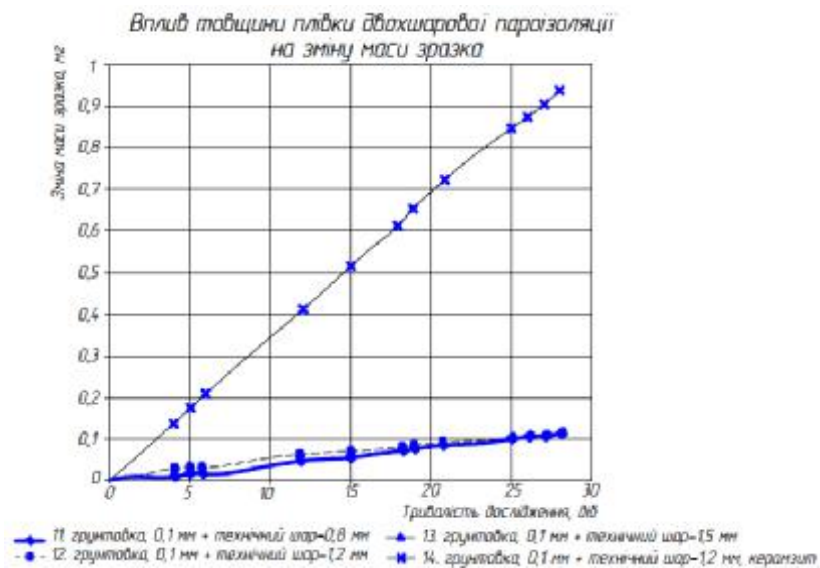


Рисунок 4.8

За отриманими даними був проведений розрахунок опору паропроникнення R , $(\text{м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па}) / \text{мг}$, для всіх досліджених зразків, результати якого наведені в табл.4.5.

Таблиця 4.5 Значення коефіцієнта паропроникності плівок мастики "Гідрофор" (склад основи Ц / П = 1: 3), мг / (м · год · Па)

склад плівки	товщина шару, мм	Загальна товщина, мм	Наявність шару керамзиту	коефіцієнт паропроникності μ , Мг / (м · год · Па) 10^{-3}
шар мастики		0,6	-	0,820
		1,3		0,127
		1,7		0,137
		2,3		0,116
		2,5		0,138
технічний шар		0,8	-	0,097
		1,4		0,097
		1,6		0,105
технічний шар		1,5	+	0,178
		2,5		0,086
шар ґрунтовки + технічний шар	0,1 + 0,8	0,9	-	0,115
	0,1 + 1,5	1,6		0,179
шар ґрунтовки + технічний шар	0,1 + 1,2	1,3	+	1,318

Примітка: Розрахунок коефіцієнта паропроникності проведений без урахування втаплювання керамзиту в поверхню плівки.

Вплив товщини плівки мастики «Гідрофор» на зміну маси зразка

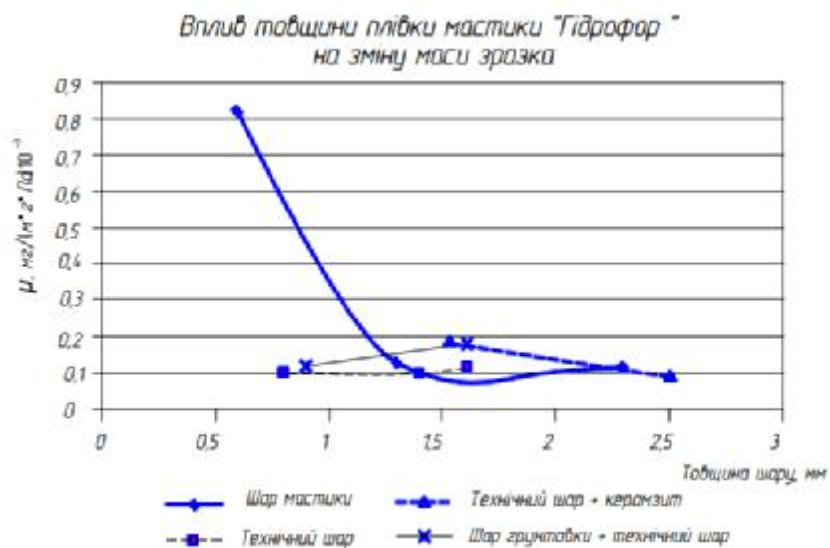


Рисунок 4.9

Різниця в коефіцієнті паропроникності при товщині плівки менше 0,8 мм пояснюється тим, що з малою товщиною зростає паропроникність через неоднорідність плівки. Під час додавання затверджувача і перемішування мастики, в неї потрапляє багато повітря у вигляді бульбашок, які частково залишаються в плівці після затвердіння. Найбільший вплив цих бульбашок помітний при тонкому шарі мастики.

Технічний шар мастики має меншу густину, і під час його нанесення бульбашки повітря легше виходять, ніж із більш щільного мастичного шару. Паропроникність двошарової плівки, яка складається з ґрунтовки і технічного шару, майже не відрізняється від паропроникності тільки технічного шару.

За підсумками експерименту можна сказати, що нанесення на технічний шар керамзитового піску може значно підвищити паропроникність плівки, приблизно в 10 разів. Але якщо товщина технічного шару більше 1,2 мм, то вплив керамзиту стає менш помітним.

Дослідження впливу обробки зразків із цементно-піщаного розчину мастикою «Гідрофор» на паропроникність конструкції

Для експериментів були підготовлені зразки з цементно-піщаного розчину (співвідношення цементу та піску 1:3), на які нанесли одно- та багатошарові покриття мастики «Гідрофор». Між нанесенням кожного шару робили перерву в один день.

Підготовлені зразки витримували 15 днів перед початком вимірювання паропроникності.

На рисунку показана залежність зміни маси зразка (г) в процесі експерименту.

Вплив нанесення багатошарової пароізоляції з мастики «Гідрофор» на зміну маси зразка (склад основи Ц / П = 1: 3)

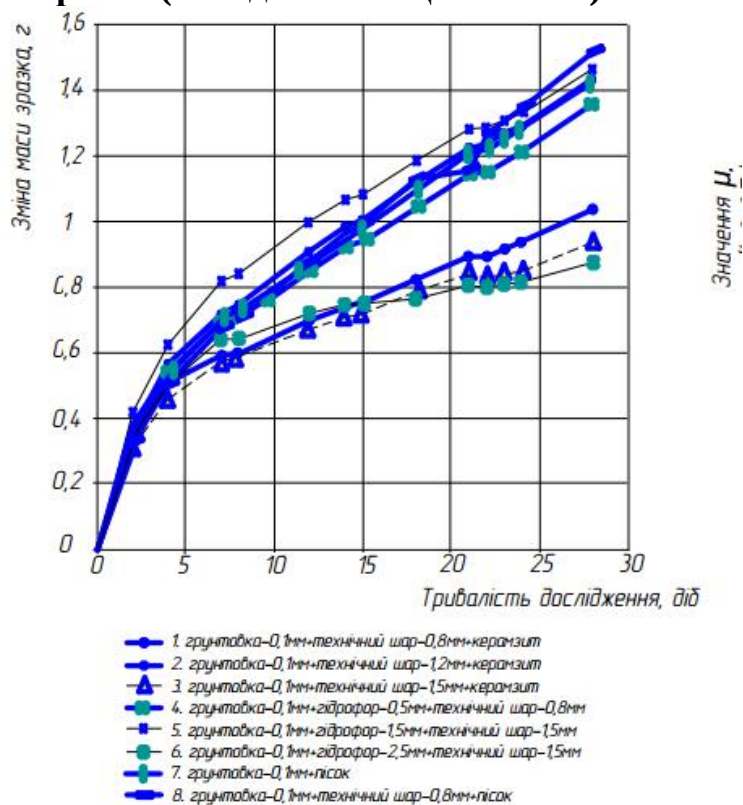


Рисунок 4.10

За отриманими даними був проведений розрахунок опору паропроникненню (R), одиниці вимірювання якого — $(\text{м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па}) / \text{мг}$), для всіх досліджених зразків. Результати розрахунків представлені у таблиці 6.

Таблиця 4.6 - Дані по паропроникності для шарів мастики "Гідрофор", нанесених на зразки з цементно-піщаного розчину

склад плівки	Загальна товщина, мм	Наявність шару керамзиту	Опір паропроникненню, $(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}) / \text{мг}$	Опір паропроникненню, $(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}) / \text{мг}$	Коефіцієнт паропроникнення, $\text{мг} / (\text{м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па})$
шар ґрунтовок	0,1	-	0,502	0,250	0,0004
	0,2		0,536	0,284	0,0007
шар мастики	1,1	-	0,802	0,550	0,0020
	1,5		0,808	0,556	0,0028

	2,5		0,723	0,471	0,0054
технічний шар	0,8	-	0,855	0,603	0,0013
	1,5		0,634	0,382	0,0039
технічний шар	0,8	+	0,395	0,143	0,0056
	1,2		0,505	0,253	0,0047

* Примітка: Порівняння результатів проводиться з урахуванням постійної товщини і складу розчину основи (Ц / П = 1: 3, товщина 15 ± 3 мм)

Вплив товщини одношарової пароізоляції з мастики «Гідрофор» на зміну маси зразка

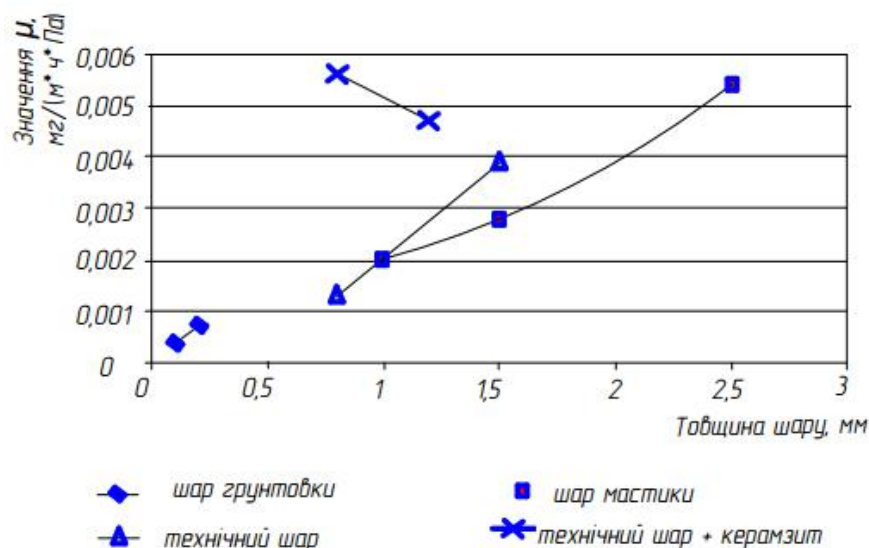


Рисунок 4.11

Порівняння опору паропроникненню різних шарів – ґрунтовки, мастики та технічного шару – показує, що шар ґрунтовки пропускає більше пару, ніж мастика, приблизно в 1,5 рази. Водночас важливо пам'ятати про різницю в товщині цих шарів. Залежність того, як паропроникність змінюється від товщини шару, може бути пов'язана з тим, що на затвердіння мастичного шару впливають компоненти основи, як-от волога чи цементний камінь.

Цікаво, що структура плівки, яка утворюється на цементно-піщаній основі, відрізняється від тієї, що формується на інертній (нейтральній) поверхні. Це ж саме стосується і технічного шару. Виходить, що основа, на якій затвердіває мастика чи технічний шар, справді впливає на їхні властивості.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Вплив товщини зразків на паропроникність незначний, тоді як склад матеріалу (співвідношення цементу до піску) значно впливає на цей показник. Зразки зі співвідношенням Ц/П = 1:1 показали в 3-3,5 рази меншу паропроникність порівняно із зразками Ц/П = 1:5 через меншу пористість.
2. Збільшення кількості шарів латексу підвищує опір паропроникненню, проте склад матеріалу основи має більший вплив на цей показник, ніж кількість шарів латексу.
3. Технологія нанесення мастики зокрема включає три етапи (грунтувальний, основний та технічний шари), що забезпечує хорошу адгезію до основи та високий опір паропроникненню. Однак застосування керамзитового піску на поверхні технічного шару може суттєво підвищити паропроникність плівки, особливо якщо товщина шару не перевищує 1,2 мм.
4. Менш в'язкі склади забезпечують вищий опір паропроникненню, оскільки створюють більш рівномірні шари без великої кількості пор.
5. Лінійна залежність між товщиною і паропроникністю відсутня, оскільки плівка часто не є однорідною по товщині, і це може впливати на паропроникність конструкції.
6. Більш пористі основи дозволяють пароізоляційним матеріалам проникати глибше, тим самим підвищуючи їх ефективність.

GENERAL CONCLUSIONS

1. The influence of sample thickness on vapour permeability is insignificant, while the material composition (cement to sand ratio) has a significant impact on this indicator. Samples with a C/S ratio of 1:1 showed 3-3.5 times lower vapour permeability compared to samples with a C/S ratio of 1:5 due to their lower porosity.
2. Increasing the number of latex layers increases the resistance to vapour permeation, but the composition of the base material has a greater impact on this indicator than the number of latex layers.
3. The mastic application technology includes three stages (primer, base and technical layers), which ensures good adhesion to the substrate and high resistance to vapour penetration. However, the use of expanded clay sand on the surface of the technical layer can significantly increase the vapour permeability of the film, especially if the layer thickness does not exceed 1.2 mm.
4. Less viscous formulations provide higher resistance to vapour permeation because they create more uniform layers without a large number of pores.
5. There is no linear relationship between thickness and vapour permeability, as the film is often not uniform in thickness, and this can affect the vapour permeability of the structure.
6. More porous substrates allow vapour barrier materials to penetrate deeper, thereby increasing their effectiveness.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Buckle I.G., Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1 / – Bridges. 2006. № January. P. 1–658.
2. Про охорону праці : Закон України від 14.10.92 р. № 2695-ХІІ. Вид. офіц. Голос України 1992. 24 лист. № 49, ст. 669.
3. Про затвердження Правил охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями : Наказ Міністерства енергетики України від 19.12.2013 р. № 966. Вид. офіц. Офіційний вісник України 2014. 28 бер. № 24, ст. 52.
4. ДБН В.2.2.5-97 Будинки і споруди. Захисні Споруди. Цивільної Оборони. [Чинний від 01.08.2019]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2012. ст.1–18.
5. Козлов, П. І., Тищенко, М. В. Сучасні технології пароізоляції в будівництві: Підручник. – К.: Будівельник, 2018. – 254 с.
6. Скорик, О. М., Жукова, Т. Г. Теплоізоляційні і пароізоляційні матеріали у будівництві. – Харків: ХНУМГ, 2020. – 312 с.
7. Іваненко, С. В., Тарасов, Ю. Д. Конструктивні рішення з пароізоляційними матеріалами для підвищення довговічності будівельних конструкцій // Вісник будівництва. – 2019. – №3. – С. 56–62.
8. Марченко, Д. Л., Гайдук, О. В. Основи тепло- та пароізоляції в будівництві: Монографія. – Львів: ЛНАУ, 2017. – 340 с.
9. Семенов, І. В., Зайцева, М. П. Вплив пароізоляційних матеріалів на експлуатаційні властивості конструкцій // Технології будівництва. – 2021. – №5. – С. 14–21.
10. Кравченко, П. І. Сучасні матеріали для паро- та гідроізоляції // Матеріали та технології. – 2019. – Т. 14, №2. – С. 89–96.
11. Бойко, О. А., Коваленко, В. П. Пароізоляція у конструкціях покрівлі: Підручник для студентів будівельних спеціальностей. – Полтава: ПУЕТ, 2016. – 228 с.
12. Лозовий, Ю. С. Експлуатація будівель з урахуванням використання пароізоляційних матеріалів. – Вінниця: Універсум, 2018. – 280 с.

13. Громов, І. М. Технологічні аспекти застосування пароізоляції в сучасному будівництві // Збірник наукових праць НУБіП України. – 2020. – Т. 22, №3. – С. 32–39.
14. Петров, С. І., Іванова, Н. В. Пароізоляція та теплоізоляція у будівництві: Методичні рекомендації. – Дніпро: ДНУ, 2019. – 145 с.
15. Сердюк, Л. О., Коваленко, П. С. Теорія та практика застосування пароізоляційних матеріалів у будівництві. – Одеса: ОНМУ, 2017. – 198 с.
16. Дмитрієв, А. Г., Зайцев, Ю. В. Інноваційні матеріали для паро- та теплоізоляції // Будівельні технології. – 2021. – №4. – С. 77–83.
17. Шевченко, О. П., Мартинюк, В. А. Матеріали для пароізоляції будівельних конструкцій: Навчальний посібник. – Київ: КНУБА, 2019. – 172 с.
18. Головань, Р. М. Дослідження впливу пароізоляції на фізико-механічні характеристики конструкцій // Науковий вісник будівництва. – 2020. – Т. 13, №1. – С. 45–52.
19. Кузьменко, М. П. Підвищення енергоефективності будівель за допомогою пароізоляційних матеріалів. – Черкаси: ЧДТУ, 2018. – 215 с.