

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра "Будівельні, дорожні машини і будівництво"

Допустити до захисту
зав. кафедрою БДМБ
канд. техн. наук, професор
_____ Настоящий В.А.
" ____ " _____ 2024 р.

Кваліфікаційна магістерська робота

на тему:

**«Дослідження методів отримання легкого бетону при будівництві
готелю у м.Львів»**

ДМЛБ 2319232 А
Альбом документів

Керівник магістерської роботи
канд. техн. наук, доцент
_____ Дарієнко В.В.
" ____ " _____ 2024 р.

Виконав студент гр. БІ-23М-2
спеціальності
192 Будівництво та цивільна інженерія

_____ Постолатій Я.Ю.
" ____ " _____ 2024 р.

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

Постолатію Ярославу Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження методів отримання легкого бетону при будівництві готелю у м. Львів

керівник проекту (роботи)

к.т.н. доцент Дарієнко 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. Науково-дослідний розділ;

3. 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 Дарієнко В.В.		
Науковий	доцент Дарієнко В.В.		
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)

Постолатій Я.Ю.

(прізвище та ініціали)

Дарієнко В.В.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

1. Загальна частина	3
1.1 Загальна технологія легких бетонів.....	3
1.1.1 Види і властивості легких бетонів	3
1.1.2 Легкі бетони на пористих заповнювачах	4
1.1.3 Крупнопористий бетон	6
1.1.4 Матеріали для приготування легких бетонів.....	6
1.1.5 Основні характеристики легких бетонів	8
1.1.6 Основи теорії легких бетонів	9
1.1.7 Підбір складу легких бетонів	10
1.1.8 Приготування бетонної суміші і формування виробів	16
1.2 Додатки, що застосовуються при виробництві бетонів	16
1.2.1 Класифікація додатків.....	17
1.2.2 Додатки – пластифікатори.....	17
1.2.3 Додатки – прискорювачі твердіння	18
1.2.4 Додатки-сповільнювачі твердіння	18
1.2.5 Протиморозні додатки	19
1.2.6 Додатки – гідрофобізатори.....	19
2 МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА.....	20
2.1 Виготовлення та випробування зразків з легкого бетону	20
2.1.1 Підготовка заповнювача	20
2.1.2 Приготування бетонної суміші	20
2.1.3. Методика визначення щільності зразків.....	23
2.1.4 Випробування зразків на стиск	24
2.2 Виготовлення та випробування цементно-піщаних зразків.....	26
2.2.1 Підготовка заповнювача	26
2.2.2 Приготування цементно-піщаної суміші	26
2.2.3 Випробування зразків на вигин.....	27

2.3	Методика отримання полімерної добавки	29
2.3.1	Приготування полімерної добавки	29
2.3.2	Методика визначення масової частки сухих речовин в добавці	29
2.3.3	Методика визначення водневого показника рН біополімерної добавки	31
2.3.4	Методика отримання добавки на піщаному носії	32
2.3.5	Методика визначення кислотності середовища добавки титруванням	33
3	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	35
3.1	Вивчення впливу зміни характеристик біополімерної добавки при її отриманні на міцність цементно-піщаних зразків	35
3.2	Вивчення впливу біополімерної добавки та добавки на піщаному носії на міцність цементно-піщаних зразків.....	39
3.3	Вплив полімерної добавки на міцність зразків з легкого бетону	41
3.4	Вплив біополімерної добавки на щільність зразків з легкого бетону	50
	Висновки.....	67
4	АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	56
4.1	Об'ємно-планувальні рішення.....	56
4.2	Характеристика умов будівництва	57
4.3	Генеральний план	58
4.4	Конструктивні рішення.....	59
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	63
5.1	Аналіз небезпечностей та шкідливостей, що виникають на будівельному майданчику	63
5.4	Заходи з охорони навколишнього середовища під час будівництва	64
	Література.....	69

1.ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна технологія легких бетонів

Легкі бетони – це матеріали, щільність яких становить від 500 до 1800 кг/м³. Їх головна особливість полягає в тому, що вони мають багато пор, тобто пористу структуру, яка робить їх менш щільними, ніж звичайні бетони. Завдяки цій характеристиці легкі бетони мають меншу вагу, що полегшує їх використання в будівництві.

Сучасні стандарти в Україні визначають, що до легких бетонів відносять такі типи матеріалів, як пінобетон, газобетон та керамзитобетон. Ці види бетону широко використовуються для будівництва стін, перегородок та інших конструкцій, де важлива теплоізоляція, але не потрібна велика міцність. Наприклад, пінобетон і газобетон добре утримують тепло, тому їх часто використовують для зведення житлових будинків.

1.1.1 Види і властивості легких бетонів

Легкі бетони мають кілька різновидів, які можна класифікувати за різними характеристиками.

1. За призначенням розрізняють три основні типи легких бетонів:

Теплоізоляційні бетони – використовують для зниження тепловтрат у будівлях, забезпечуючи потрібний рівень термоопору стін. Цей тип бетону має об'ємну масу до 500 кг/м³, а теплопровідність не перевищує 0,2 Вт/(м·°С). Такі бетони особливо корисні для утеплення зовнішніх стін, дахів і підлог.

Конструктивні бетони – здатні витримувати великі навантаження і застосовуються для зведення міцних елементів будівель і споруд, наприклад, несучих стін, колон і перекриттів. Їх об'ємна маса становить від

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						3
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

1400 до 1800 кг/м³, а марка міцності повинна бути не меншою ніж М80. Такі бетони мають також морозостійкість на рівні F15 або вище, що дозволяє використовувати їх у різних кліматичних умовах.

Конструктивно-теплоізоляційні бетони – поєднують у собі властивості двох попередніх типів: вони і витримують навантаження, і забезпечують достатню теплоізоляцію. Їх об'ємна маса коливається від 500 до 1400 кг/м³, а теплопровідність не перевищує 0,64 Вт/(м·°С). Марка міцності таких бетонів не повинна бути нижчою за М35, що дозволяє використовувати їх для зведення стінових блоків і конструкцій, які потребують підвищеної теплоізоляції.

2. За способом створення пористої структури виділяють такі різновиди легких бетонів:

Бетони з пористими наповнювачами – виготовляються шляхом змішування цементного розчину з легкими, пористими наповнювачами, такими як керамзит, перліт чи пемза. Завдяки цьому вони мають високий рівень теплоізоляції та невелику вагу.

1.1.2 Легкі бетони на пористих заповнювачах

Легкі бетони на основі пористих заповнювачів мають суттєві відмінності від важких бетонів, що зумовлено специфічними властивостями заповнювачів. Пористі заповнювачі, як правило, мають меншу насипну масу і значно нижчу міцність порівняно зі щільними матеріалами. Також їхня поверхня сильно розвинена і шорстка, що впливає як на властивості бетонної суміші, так і на характеристики готового бетону. Ці фактори змінюють потребу у воді та водовміст суміші, а також основні показники якості бетону.

Для досягнення найбільш ефективного ущільнення легкого бетону прагнуть забезпечити максимальне наближення зерен пористого заповнювача. Це означає, що найкращий легкий бетон заданої міцності

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						4
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

виходить за умови мінімального використання щільного матеріалу і максимально щільного розташування зерен пористого заповнювача. Для цього застосовують вібраційне ущільнення, рівномірно розподіляючи навантаження на поверхню формованої бетонної маси (наприклад, через вібропресування або віброштампування).

Оптимальна кількість води для приготування легких бетонів залежить від водопотреби заповнювача та в'язучого матеріалу, складу бетону і способу ущільнення суміші. Водопотреба заповнювача залежить від його зернового складу та пористості: чим більша сумарна поверхня і відкрита пористість зерен, тим більше води потрібно. Пористі заповнювачі, вбираючи воду з цементного тіста під час приготування і укладання суміші, швидко роблять її густішою і менш рухливою. Через це суміш стає жорсткою і важче піддається укладанню. Для підвищення її рухливості додають більше води, ніж у випадку з важкими бетонами.

Через високу пористість легкі бетони мають меншу морозостійкість, ніж важкі бетони, однак вона залишається достатньою для використання в стінових конструкціях і спорудах. Висока морозостійкість досягається завдяки використанню штучних пористих заповнювачів з низьким водопоглинанням, таких як керамзит, а також поризованого цементного каменю. Додавання гідрофобізуючих добавок також сприяє покращенню стійкості до морозів.

Легкі бетони на пористих заповнювачах є універсальними, тому їх широко застосовують у будівництві. З таких бетонів виготовляють панелі для стін і перекриттів опалюваних будівель, балки, прогонові конструкції, сходові марші та платформи. Також вони використовуються для будівництва плавучих засобів, а з напружено-армованого легкого бетону створюють елементи мостів, ферм і дорожніх плит.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						5
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

1.1.3 Крупнопористий бетон

Крупнопористий бетон, який також називають безпіщаним бетоном, виготовляється зі щебеню або гравію розміром 5-20 мм, портландцементу (або шлакопортландцементу) марок 300-400 і води. Пісок у такому бетоні відсутній, що зменшує його щільність на 600-700 кг/м³, порівняно зі звичайними важкими бетонами, та становить 1700-1900 кг/м³.

Виключення піску та обмежене використання цементу (70-150 кг/м³) дозволяють отримати пористий бетон з теплопровідністю в межах 0,55-0,8 Вт/(м·°С) і міцністю, що відповідає маркам М15-М75.

Крупнопористий бетон є економічно вигідним для використання в регіонах, де гравій є легкодоступним. Такий бетон часто використовують для зведення монолітних зовнішніх стін будівель або для виробництва великих стінових блоків. Щоб запобігти продуванню, стіни з крупнопористого бетону зазвичай оштукатурюють з обох боків.

Крупнопористий бетон може виготовлятися з пористого заповнювача, такого як керамзитовий гравій, що суттєво знижує його щільність (до 500-700 кг/м³) і робить його ефективним теплоізоляційним матеріалом. Такий бетон застосовують у конструкціях, де важлива теплоізоляція, наприклад, в утеплених стінах або перекриттях будівель.

1.1.4 Матеріали для приготування легких бетонів

1. В'яжучі речовини.

При виготовленні легких бетонів використовують різні види цементу: звичайний портландцемент, швидкотверднучий портландцемент та шлакопортландцемент. Вибір конкретного типу в'яжучого визначається рядом чинників, серед яких: потрібна міцність бетону, його стійкість до умов експлуатації, особливості процесу твердіння та інші параметри. Державні будівельні норми (ДБН) надають рекомендації щодо використання в'яжучих певних марок залежно від бажаної міцності бетону, що відображено в таблиці 1.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						6
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 - Рекомендовані марки в'язучого

Марка бетону	До 35	50-75	100-150	200 і більше
Марка в'язучого	200—300	250—300	400—500	500 і більше

Для виробництва легких бетонів використовують кілька видів в'язучих:

Швидкотверднучий портландцемент: Підходить для отримання бетону з високою початковою міцністю. Використання такого цементу дозволяє скоротити витрати в'язучого та зменшити час твердіння бетону, що важливо при прискореному будівництві.

Пуцолановий портландцемент: Забезпечує високу стійкість бетону в умовах морської, прісної та ґрунтової води. Він має більшу водопотребу та водоутримуючу здатність, але повільніше набирає міцність, особливо за нормальних або низьких температур, і характеризується підвищеними деформаціями усадки.

Шлакопортландцемент: Твердне повільніше, ніж звичайний портландцемент, має знижене тепловиділення та підвищену стійкість до агресивних середовищ. Він демонструє кращі результати при пропарюванні, що робить його ефективним для виготовлення елементів автоклавного твердіння.

Пластифікований і гідрофобний цемент: Підвищує рухливість бетонної суміші, зменшує розшаровування та підвищує морозостійкість бетону.

2. Заповнювачі

Заповнювачі для легких бетонів — це сипучі пористі матеріали:

Пісок: Насипна маса не повинна перевищувати 1200 кг/м³ при крупності зерен до 5 мм.

Щебінь і гравій: Насипна маса не більше 1000 кг/м³ при крупності зерен 5-40 мм.

Щільність і водонепроникність:

Бетон з пористими заповнювачами, де 75-80% об'єму заповнені зернами, може бути водонепроникним навіть під великим одностороннім тиском, якщо забезпечено достатню щільність структури.

Для цього цементне тісто повинно повністю заповнювати міжзернові порожнечі, мінімізуючи внутрішню пористість бетону.

Морозостійкість і захист арматури:

Щільна структура легкого бетону також сприяє захисту арматури від корозії, оскільки вона обмежує доступ води та агресивних агентів.

У звичайних умовах експлуатації арматура в щільному легкому бетоні добре захищена, тому не потребує додаткових заходів щодо запобігання корозії.

Таким чином, правильний вибір заповнювачів, в'язучих речовин і дотримання оптимального водоцементного відношення є ключовими факторами для забезпечення високої якості та довговічності легкого бетону.

1.1.5 Основні характеристики легких бетонів

1. Основним показником міцності легкого бетону є клас міцності на стиск. Класи легкого бетону за міцністю на стиск позначаються в мегапаскалях (МПа), наприклад: В2; В2,5; В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В17,5; В20; В22,5; В25; В30; В40. Додатково для теплоізоляційних бетонів існують такі класи, як В0,35; В0,75; В1, що дозволяє краще задовольнити вимоги до утеплення. Якщо проєкти бетонних конструкцій не враховують вимоги сучасних українських стандартів, як, наприклад, ДСТУ Б В.2.7-

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						8
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

245:2010, то міцність легкого бетону на стиск часто визначають за марками у кілограмах на квадратний сантиметр (кгс/см²).

1.1.6 Основи теорії легких бетонів

Н. А. Попов розробив фундаментальні принципи теорії легких бетонів, включаючи універсальний метод визначення оптимальної кількості води для легкобетонних сумішей. В основі цього методу лежить взаємозв'язок між інертністю легкого бетону та коефіцієнтом виходу, які залежать від кількості використаної води (див. рис. 2). Для обчислення коефіцієнта виходу β використовується спеціальна формула:

$$\beta = \frac{V_6}{V_{\text{ц}} + V_{\text{м}} + V_{\text{к}}}$$

де V_6 , $V_{\text{ц}}$, $V_{\text{м}}$, $V_{\text{к}}$ — обсяги відповідно ущільненої бетонної суміші, цементу, дрібного і крупного заповнювачів; β - завжди менше одиниці (0,6-0,8).

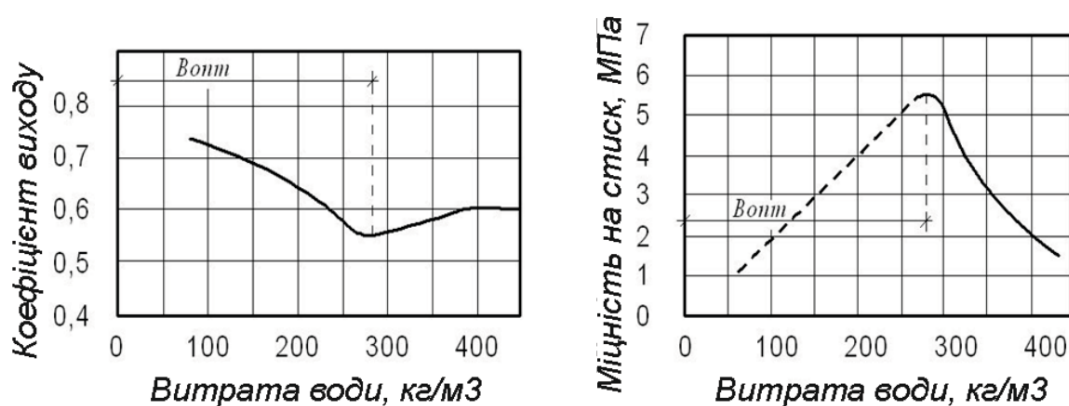


Рисунок 1.1 - Залежність міцності легкого бетону і коефіцієнта виходу від витрати води замішування (Вопт — оптимальна кількість води).

Крива залежності міцності легкого бетону від витрати води має дві гілки, що відображають поведінку бетону при різних кількостях води в суміші:

Ліва (зростаюча) гілка: На початку збільшення витрат води сприяє кращому змішуванню компонентів і збільшує легкоукладаємість суміші. Це призводить до кращого ущільнення, що покращує щільність і, відповідно, міцність бетону.

Права (спадаюча) гілка: Після досягнення оптимальної кількості води, подальше її збільшення призводить до формування надлишкових пор, оскільки вода не пов'язується цементом і створює вільні порожнини. Це знижує щільність бетону і його міцність.

1.1.7 Підбір складу легких бетонів

Під час підбору складу легкого бетону на пористих заповнювачах важливо досягти економічності використання матеріалів. Це означає, що потрібно забезпечити не лише необхідну міцність та легкоукладаємість суміші, але й потрібну об'ємну масу бетону з мінімальною витратою цементу. Це робить завдання підбору складу легкого бетону більш складним у порівнянні з підбором складу важкого бетону.

Основні труднощі підбору складу легкого бетону:

Водоцементне співвідношення (В/Ц): У випадку важкого бетону зазвичай відносно просто встановити необхідне В/Ц та витрату цементу. Однак у легкому бетоні це складніше, оскільки пористі заповнювачі мають високий рівень водопоглинання. Вони активно поглинають воду з цементного тіста, що ускладнює досягнення стабільної легкоукладаємості.

Оптимізація складу

Щоб отримати бажану об'ємну масу бетону та водночас знизити витрати цементу, потрібно оптимально підібрати склад заповнювачів, тобто визначити найкраще співвідношення між піском та щебенем. Оптимізація складу допомагає знизити вартість виробництва, зберігаючи при цьому необхідні характеристики бетону.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						10
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

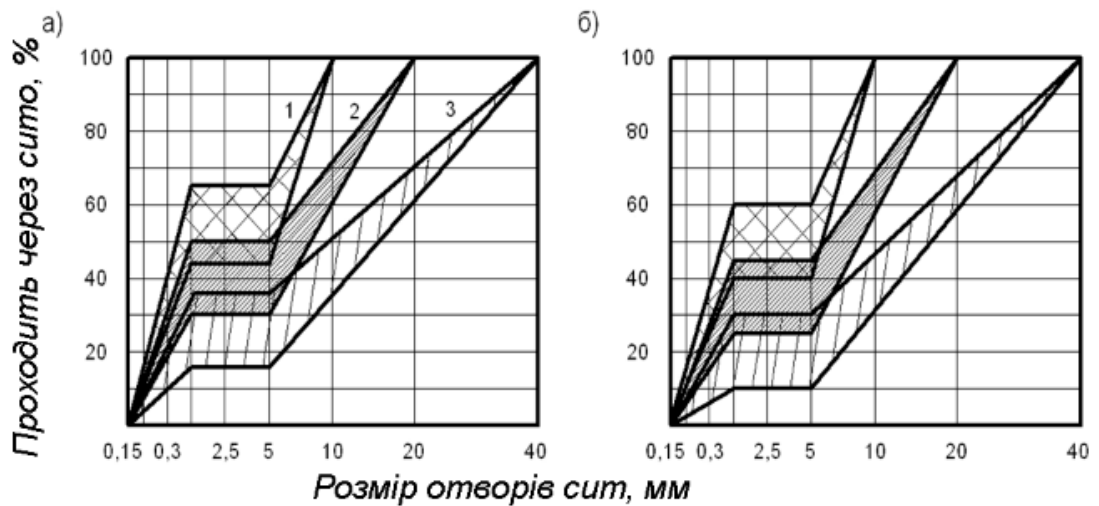


Рисунок 1.2 - Графік зернового складу пористих заповнювачів.

а – щебінь і пісок; б – гравій і пісок;

1 – гранична крупність заповнювача 10 мм; 2 – те саме, 20 мм;

3 – те саме 40 мм.

Метод підбору складу легкого бетону за оптимальною витратою води є найпоширенішим завдяки його ефективності у створенні суміші з потрібними властивостями. Він дозволяє досягти необхідної міцності та об'ємної маси бетону за мінімальних витрат в'язучих матеріалів.

Процес підбору складу легкого бетону

Процедура підбору складу включає кілька етапів:

Вибір максимальної крупності заповнювача та його складу:

Спочатку визначають крупність заповнювача (гравію або щебеню) та пропорцію великого і дрібного заповнювача.

Визначення витрат в'язучих і добавок:

Після вибору заповнювачів визначають необхідну кількість в'язучих матеріалів (цементу) та добавок для приготування пробного замісу.

Попередній розрахунок витрати заповнювачів:

Здійснюється розрахунок витрати заповнювачів на 1 м³ суміші для підготовки пробних замісів. Це допомагає уточнити початкові параметри суміші.

Уточнення витрати води:

Воду додають в суміш для досягнення потрібної рухливості або встановлюють її оптимальну кількість на основі максимальної об'ємної маси добре ущільненої суміші.

Встановлення залежності між витратою в'язучих і міцністю:

Після уточнення витрати води та в'язучих визначають залежність між їх витратою і міцністю бетону. Одночасно встановлюють залежність між витратою цементу та об'ємною масою бетону за умов заданого ущільнення.

Таблиця 1.2 Зерновий склад пористих заповнювачів для віброущільнених легких бетонів.

Пористий заповнювач	Гранична крупність заповнювача, мм.	Вміст, % по об'єму, фракцій, мм		
		менше 1,2	1,2-5	більше 5
Щебінь	10	45—65	0—20	25—55
	20	30—50	0—20	50—70
	40	20—35	0—20	65—80
Гравій	10	20—60	0—20	60—40
	20	25—45	0—20	55—75
	40	15—30	0—20	70—85

Безпіщані бетони, тобто бетони, що не містять дрібних фракцій заповнювача, мають найнижчу об'ємну масу серед усіх видів легких бетонів. Це пояснюється тим, що відсутність дрібного заповнювача сприяє формуванню більшої кількості пор у структурі бетону, що знижує його загальну щільність.

Оптимізація складу заповнювачів

Для зменшення витрати цементу важливо досягти певного співвідношення між дрібними та великими фракціями заповнювача, а також виключити середні фракції, що створює так званий **переривчастий зерновий склад**. Це сприяє кращому ущільненню суміші, оскільки великі частинки заповнювача заповнюють основний об'єм, а дрібні частинки ущільнюють простір між ними.

Експериментальний підхід

Через те, що властивості матеріалів і умови виготовлення бетону можуть змінюватись, підбір складу легкого бетону проводять експериментально:

Виготовлення зразків із трьома значеннями витрати цементу:

Спочатку готують серію зразків, використовуючи три варіанти витрати цементу: середнє значення, зменшене на 25%, і збільшене на 35%.

Середнє значення витрати цементу визначають за таблицею 1, орієнтуючись на марку бетону, тип заповнювача та його граничну крупність.

Таблиця - 1.3 Вихідна витрата цементу марки 400 на 1 м³ віброущільненого бетону.

Пористий заповнювач	Гранична крупність заповнювача, мм	Витрата цементу, кг, при марці бетону						
		15	25	35	50	75	100	150
Щебінь	10	90—110	110—130	130—150	150—170	170—190	190—210	250—170
	20	100—120	120—140	140—160	160—180	180—220	220—240	290—320
	40	110—130	140—160	160—180	180—200	210—260	260—280	340—360
Гравій	10	80—90	90-100	100-115	115—130	130—145	145-160	175-190
	20	90-100	100—110	110-125	126-140	140—160	160—180	200—225
	40	100-110	110-120	120-135	135—150	160—180	180-200	240-270

Для визначення необхідної витрати цементу при підборі складу легкого бетону використовують таблицю 3, де вказані стандартні значення витрати цементу для заповнювачів із насипною масою 1000 кг/м³. Однак, якщо застосовуються заповнювачі з меншою насипною масою, то витрату цементу необхідно скоригувати.

Щоб визначити витрату цементу для легших заповнювачів, використовується поправочний коефіцієнт із таблиці 4.

Таблиця 1.4 - Поправочний коефіцієнт в залежності від марки заповнювача.

Марка заповнювача по насипній масі, кг/м³	100	150	200	250	300	400	500	600	800	1000
поправочний коефіцієнт	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1

Якщо для приготування легкого бетону використовується цемент іншої марки, відмінної від 400, тоді розраховану витрату цементу потрібно ще раз коригувати. Це робиться шляхом множення на коефіцієнт із таблиці 5, який враховує вплив марки цементу на міцність та інші характеристики бетону.

Таблиця 1.5 - Поправочний коефіцієнт в залежності від марки цементу.

Марка цементу	200	250	300	400	500	600
поправочний коефіцієнт	1,4	1,3	1,2	1	0,9	0,8

Якщо в процесі виготовлення легкого бетону використовуються поверхнево-активні добавки або цемент додатково перетирають для покращення його властивостей, то остаточну витрату цементу потрібно ще раз скоригувати, враховуючи ці зміни.

Таблиця 1.6 - Коефіцієнти зміни витрати цементу при добавці милонафта і помолу цементу.

Метод зменшення витрати цементу	Марка бетону						
	15	25	35	50	75	100	150
Мокрий домол цементу з добавками	0,65	0,66	0,68	0,7	0,72	0,74	0,77
Вібродомол цементу з добавками	0,09	0,71	0,74	0,77	0,8	0,83	0,87
Добавка милонафта 500-600 г на 1 м ³ бетону	0,77	0,8	0,83	0,87	0,91	0,95	0

Таблиця 1.7 - Мінімально допустима витрата в'язучого.

Бетон	Вимоги щодо мінімальної витрати в'язучого, кг/м ³	
	загальні	в тому числі цементу
Теплоізоляційний	100	80
Конструктивно-теплоізоляційний неармований	125	100
Конструктивно-теплоізоляційний і конструктивно-армований	225	150

Щоб правильно підібрати склад легкого бетону, дуже важливо визначити, скільки саме води потрібно додати в суміш. Для різних типів заповнювача, пропорцій цементу і добавок, а також методів ущільнення існує певний обсяг води, при якому бетон виявляє максимальну міцність. Цей обсяг води є оптимальним для кожної конкретної суміші.

1.1.8 Приготування бетонної суміші і формування виробів

Легкі бетонні суміші готують за тими ж принципами, що і звичайні бетонні, але потребують більш ретельного перемішування. Процеси ущільнення і формування виробів із легкого бетону виконуються аналогічно тим, що застосовують для важкого бетону. Проте, щоб підвищити густину легкого бетону, важливо не лише правильно підібрати зерновий склад суміші, кількість води та додати пластифікатори, але й забезпечити інтенсивне та тривале ущільнення.

1.2 Добавки, що застосовуються при виробництві бетонів

Для покращення властивостей бетону, бетонної суміші та зменшення витрат цементу широко застосовують різні добавки. Вони поділяються на дві основні групи.

Перша група – це хімічні добавки, які додають у бетон у невеликій кількості (0,1-2% від маси цементу). Вони допомагають змінювати властивості бетонної суміші та самого бетону в потрібному напрямку. Наприклад, за їх допомогою можна прискорити або уповільнити тужавіння, підвищити міцність або покращити пластичність суміші.

Друга група – це тонкомолоті матеріали, які додають у бетон у більшій кількості (5-20% і більше). Їх основна мета – зменшити витрати цементу або зробити бетон щільнішим при мінімальній кількості цементу.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						16
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

До таких матеріалів належать золи, подрібнені шлаки, спеціальні піски, відходи каменедроблення та інші подібні речовини.

1.2.1 Класифікація добавок

Останнім часом найбільш популярними в будівництві стали хімічні добавки, які використовують для покращення властивостей бетонних сумішей і бетону. Їх класифікують за основним впливом:

Добавки для регулювання властивостей бетонних сумішей:

Пластифікуючі добавки – збільшують рухливість бетонної суміші, роблячи її більш пластичною та легкою в роботі.

Стабілізуючі добавки – запобігають розшаруванню суміші, забезпечуючи її однорідність.

Водоутримуючі добавки – знижують потребу у воді, що робить суміш міцнішою та щільнішою.

Добавки для регулювання тужавіння та твердіння:

Прискорювачі тужавіння – скорочують час, за який суміш починає тужавіти, що особливо корисно в умовах низьких температур.

Уповільнювачі тужавіння – використовуються, коли потрібен довший час для роботи з сумішшю.

Прискорювачі твердіння – допомагають швидше досягти необхідної міцності бетону.

Протиморозні добавки – забезпечують твердіння суміші навіть при негативних температурах.

1.2.2 Добавки – пластифікатори

В якості пластифікуючих добавок в бетон часто використовують поверхнево-активні речовини (ПАР), які нерідко отримують з вторинних продуктів та відходів хімічної промисловості. ПАР допомагають покращити

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						17
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

властивості бетонних сумішей, особливо їх плинність і зручність укладання. Вони поділяються на два основні типи:

Пластифікуючі добавки гідрофільного типу – сприяють диспергуванню частинок цементного тіста, що робить його більш плинним. Це досягається за рахунок збільшення вмісту води, доступної для змочування цементу. Прикладом такої добавки є **сульфітно-дріжджова бражка (СДБ)**, яка складається з кальцієвих солей лігносульфонових кислот. Її отримують з сульфітних лугів, що утворюються при переробці целюлози, і використовують у вигляді рідини.

1.2.3 Добавки – прискорювачі твердіння

Прискорювачі твердіння бетону використовують для збільшення швидкості набору міцності та зменшення часу витримки бетонних конструкцій. Найбільш поширені прискорювачі включають:

Хлорид кальцію (CaCl_2)

Сульфат натрію

Нітрит-нітрат-хлорид кальцію

1.2.4 Добавки-сповільнювачі твердіння

Комерційні добавки-сповільнювачі твердіння бетону найчастіше складаються з органічних речовин. До їх основних компонентів належать:

Лігносульфонати (солі кальцію, натрію або амонію), які зазвичай містять певну кількість цукрів.

1.2.5 Протиморозні добавки

Протиморозні добавки в бетон використовують для зниження точки замерзання води, що дозволяє продовжити процес твердіння бетону навіть при негативних температурах.

1.2.6 Добавки – гідрофобізатори

Гідрофобізатори – це добавки, які підвищують водонепроникність бетону, зменшуючи його здатність до капілярного водопоглинання. Вони працюють, фізично закриваючи пори і канали в бетоні за допомогою тонкодисперсних частинок або продуктів, що набухають або осаджуються в порах. Однак, гідрофобізатори не можуть повністю вирішити проблему непроникності, якщо бетон має неправильно підібраний склад, великі пустоти або неоднорідності.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						19
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2 МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Виготовлення та випробування зразків з легкого бетону

2.1.1 Підготовка заповнювача

Легкий бетон виготовляли із суміші кількох різних матеріалів. Для цього використовували керамзитовий пісок з розміром зерен 0,315-5 мм, керамзитовий гравій із зернами від 5 до 10 мм, а також кварцовий пісок. З кварцового піску попередньо видаляли великі частки (понад 2,5 мм) та піщаний пил (менше 0,14 мм), щоб отримати потрібну фракцію.

Підготовка заповнювача відбувалася шляхом просіювання через набір сучасних стандартних сит. Для піску використовували сита з отворами 0,14 і 2,5 мм, а для керамзитового піску та гравію – сита з отворами 0,315 і 5 мм. Просіювання завершували, коли через сито за одну хвилину проходило не більше 0,1% матеріалу від загальної маси зразка, а решта залишалася на ситі. Якщо просіювання давало більше дрібних частинок, то його продовжували до досягнення потрібного результату.

2.1.2 Приготування бетонної суміші

Спочатку необхідну кількість сухих матеріалів, таких як цемент, пісок і керамзитовий гравій, а також води для замішування, зважували на настільних вагах моделі ВІС 15ВП1. Після цього всі сухі компоненти ретельно змішували, щоб вони рівномірно розподілилися в суміші.

Далі готували розчин із добавки, яку спочатку розводили у воді для замішування. Цю рідку добавку поступово вливали в попередньо змішані сухі компоненти, після чого отриману суміш ще раз ретельно перемішували до досягнення однорідної консистенції.



Рисунок 2.1 - Електронні ваги ВІС 15ВП1

Готову бетонну суміш поміщали в опалубку, яку перед цим змащували тонким шаром мастила, щоб легше було виймати готовий зразок. Перед початком роботи опалубку разом із направляючою формою встановлювали на віброплощадку, ретельно фіксуючи її. Щоб уникнути дисбалансу під час роботи віброплощадки, одночасно ущільнювали дві форми, заповнені бетонною сумішшю.

Фіксація опалубок забезпечувалася торцевими затискачами і центральною штангою з планкою, яку закріплювали гайкою. Це дозволяло надійно фіксувати обидві опалубки одночасно. Процес ущільнення тривав 40 секунд, а час контролювали за допомогою секундоміра.

Щоб уникнути розущільнення, яке могло виникнути через різницю в щільності між заповнювачем і цементним розчином, додатково використовували вібрацію з навантаженням масою 1 кг. Це дозволяло забезпечити рівномірне ущільнення суміші та уникнути порожнин у готовому бетоні.

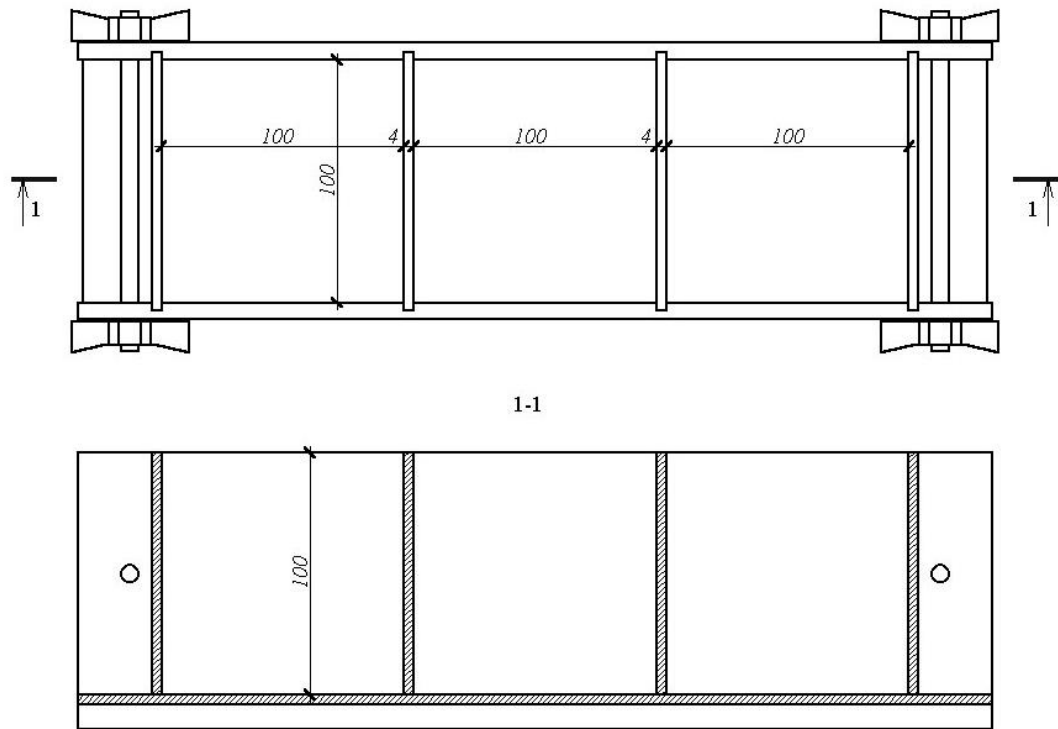


Рисунок 2.2 - Схема опалубки для приготування зразків з легкого бетону

Після завершення ущільнення опалубку разом із бетонною сумішшю знімали з віброплощадки та обережно від'єднували від направляючої форми. Надлишки бетону, які виступали над краями опалубки, знімали ножем, змоченим у воді, щоб забезпечити рівний зріз і уникнути прилипання суміші до леза.

Верхній шар бетону, який зазвичай має більш рихлу структуру, ущільнювали вручну, вирівнюючи його лезом ножа до рівня країв опалубки. Після цього кожену опалубку маркували для подальшого ідентифікування та ставили на зберігання в стабільних умовах на 2-3 доби, щоб дати бетону можливість затвердіти і набрати первинну міцність.



Рисунок 2.3 - Віброплощадка.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						22
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2.1.3. Методика визначення щільності зразків.

а) Суть методу

Щільність легкого бетону вимірювали на зразках кубічної форми розміром 100x100x100 мм у віці 7, 14 та 28 діб. Така перевірка допомагала оцінити зміни в щільності на різних етапах твердіння бетону.

б) Обладнання

Для випробувань використовували:

- Ваги ВІС 15ВП1 для зважування зразків;
- Дерев'яну лінійку для вимірювання лінійних розмірів зразків.

в) Підготовка до випробувань

Зразки легкого бетону виготовляли у сталевих формах, після чого їх ущільнювали на вібромайданчику.

Готові форми залишали в приміщенні при температурі $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ та відносній вологості $(65 \pm 10)\%$. Через 2-3 доби після укладання бетонної суміші зразки виймали з форм. Після вилучення зразки продовжували зберігати в умовах тієї ж температури та вологості, щоб забезпечити належне твердіння матеріалу.

г) Проведення випробувань

Щільність зразків визначали безпосередньо перед випробуванням на міцність. Для цього використовували ваги ВІС 15ВП1. Перед вимірюванням ваги очищали від пилу та вирівнювали їх положення за допомогою вбудованого рівня. З поверхні зразків також видаляли залишки бетонної суміші, щоб уникнути похибок вимірювання.

Зразки по черзі розміщували на вагах, фіксуючи показання після стабілізації стрілки приладу. Всі дані записували в журнал випробувань. Лінійні розміри зразків визначали за допомогою лінійки, вимірюючи їх по двох паралельних ребрах. Середнє значення довжини, ширини та висоти також вносили в журнал для подальших розрахунків щільності.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						23
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

д) Обробка результатів

Щільність зразків з легкого бетону ρ обчислювали для кожного зразка з похибкою до 0,01 МПа за формулою

$$\rho = \frac{m}{V}$$

де m — маса зразка, кг;

V — обсяг зразка, м³.

$$V = a \cdot b \cdot c$$

де a — довжина зразка;

b — ширина зразка; c — висота зразка;

Щільність зразків з легкого бетону обчислювали як середнє арифметичне значення результатів вимірювань чотирьох зразків.

2.1.4 Випробування зразків на стиск

а) Суть методу

Для оцінки міцності легкого бетону на стиск випробовували зразки кубічної форми розміром 100x100x100 мм у віці 7, 14 та 28 діб. Для кожного етапу твердіння виготовляли по два зразки, щоб забезпечити точність результатів і можливість порівняння.

б) Обладнання

Для проведення випробувань використовували:

- Роз'ємні сталеві форми з піддоном, які відповідають вимогам сучасного стандарту ГОСТ 22685-89, забезпечуючи правильну геометрію зразків;
- Гідравлічний прес ПГ-10 ВТК, призначений для створення необхідного навантаження та визначення міцності на стиск.



Рисунок 2.4 - Прес ПГ-10 ВТК

в) Підготовка до випробувань

Зразки для випробувань виготовляли, заповнюючи роз'ємні форми з піддоном бетонною сумішшю. Заповнення відбувалося в один шар із використанням направляючої на віброплощадці для забезпечення рівномірного ущільнення. Процес вібраційного ущільнення тривав 40 секунд. Після зняття направляючої надлишки суміші зрізали ножом, змоченим у воді, а поверхню загладжували для рівномірності.

Готові форми з бетоном витримували в приміщенні при температурі $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ та відносній вологості $(65 \pm 10)\%$ протягом 2-3 діб, після чого зразки звільняли з форм. Далі зразки продовжували зберігати в тих самих умовах до моменту проведення випробувань.

г) Проведення випробувань

Випробування на стиск проводили одразу після вимірювання щільності зразків. Перед початком випробувань поверхню опорних плит преса очищали від залишків попередніх зразків, щоб забезпечити точне визначення міцності. Зразок розміщували на опорній плиті преса так, щоб одна з бічних граней, яка прилягала до поздовжньої стінки форми під час виготовлення, була розташована на опорній плиті.

Під час випробування навантаження на зразок збільшували поступово зі швидкістю не більше $(5 \pm 1,25)$ кН за секунду, щоб забезпечити контрольований процес руйнування. Максимальне зусилля, яке витримував

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						25
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

зразок до моменту руйнування, фіксували як величину руйнівного навантаження.

д) Обробка результатів

Границя міцності розчину на стиск R обчислювали для кожного зразка з похибкою до 0,01 МПа за формулою

$$R = \frac{P}{A},$$

де P — руйнівне навантаження, Н;

$$A = a \cdot b$$

A — площа основи зразка, см^2 .

де a — довжина основи зразка,

b — ширина основи зразка.

Межа міцності легкого бетону на стиск обчислювали як середнє арифметичне значення результатів випробувань двох зразків.

2.2 Виготовлення та випробування цементно-піщаних зразків

2.2.1 Підготовка заповнювача

Для виготовлення цементно-піщаних зразків використовували кварцовий пісок як основний заповнювач. Щоб забезпечити однорідність суміші, перед початком роботи з піску видаляли найдрібніші та найбільші частки. Відсів здійснювали шляхом просіювання через стандартні сита з отворами 0,14 мм і 2,5 мм, щоб залишити лише фракції середнього розміру, які краще підходять для створення цементно-піщаних зразків.

2.2.2 Приготування цементно-піщаної суміші

Спочатку необхідну кількість сухих матеріалів, таких як цемент і пісок, а також води для замішування, зважували на торгових вагах. Після

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						26
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

цього сухі компоненти ретельно перемішували, щоб отримати рівномірну суміш.

Добавку відбирали за допомогою більш точних квадрантних ваг з проекційною шкалою, моделі ВЛТК-500г, що дозволяло забезпечити точне дозування. Потім добавку розчиняли у воді для замішування та отриманий розчин поступово вливали в суху суміш. Далі всі компоненти ретельно перемішували до досягнення однорідної консистенції.

2.2.3 Випробування зразків на вигин

а) Суть методу

Міцність бетону на розтяг при вигині визначали на призматичних зразках із квадратним перерізом розміром 40x40x160 мм, які випробовували у віці 7 діб. Метою було оцінити здатність бетону витримувати розтягувальні навантаження при вигині.

б) Обладнання

Для випробувань використовували:

- Роз'ємні сталеві форми з піддоном відповідно до ГОСТ 22685-89 для забезпечення правильних розмірів і форми зразків;

- Машину ПГ-10 ВТК для створення навантаження і визначення міцності зразків.

в) Підготовка до випробувань

Зразки виготовляли в роз'ємних формах з піддоном, заповнюючи їх розчином в один шар. Ущільнення суміші не проводили, щоб зберегти природну щільність матеріалу. Надлишки розчину зрізали сталевією лінійкою, змоченою водою, і загладжували поверхню для досягнення рівномірності.

Заповнені форми витримували в приміщенні при температурі (20 ± 2) °C і відносній вологості $(65 \pm 10)\%$ протягом 2-3 діб, після чого зразки виймали з форм і залишали для сухого твердіння. Далі зразки зберігали в тих же умовах до моменту випробувань.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						27
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

г) Проведення випробувань

Перед початком випробувань зразки очищали від задирок на ребрах, що залишилися після розформування, щоб забезпечити точність вимірювання. Зразок встановлювали в затискання машини таким чином, щоб площини, які були горизонтальними при формуванні, ставали вертикальними під час випробування.

Коли зразок досягав межі міцності та руйнувався, електродвигун автоматично вимикався, зупиняючи лічильник, який фіксував максимальне навантаження в кгс/см². Після фіксації результатів машину переводили в режим зворотного ходу, і після повернення вантажу у вихідне положення електродвигун також автоматично вимикався. Машина переходила в стан рівноваги, а лічильник обнулявся, готуючись до наступного випробування.

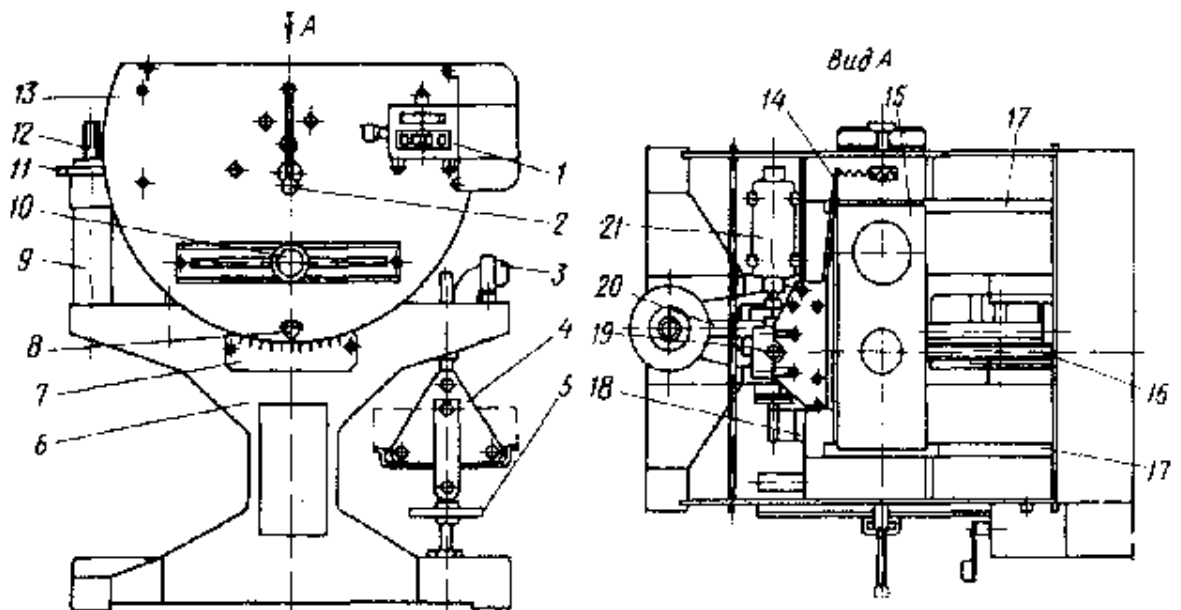


Рисунок 2.5 - Схема машини МІІІ-100.

д) Обробка результатів

Межа міцності при вигині випробуваного розчину обчислювали як середнє арифметичне двох результатів випробування зразків.

2.3 Методика отримання полімерної добавки

2.3.1 Приготування полімерної добавки

Для отримання полімерної добавки використовують культуральну рідину, яку зберігають при температурі -20°C , щоб запобігти розвитку бактерій. Для приготування поживного середовища застосовують розчин технічного цукру меляси, причому його кількість у розчині визначається в залежності від концентрації, яку планується досягти в майбутній добавці.

Щоб приготувати живильний розчин, певну кількість меляси розчиняють у холодній воді, а потім підігрівають до 60°C для повного розчинення. Після цього розчин охолоджують до $20,5^{\circ}\text{C}$, додаючи до нього культуральну рідину в обсязі 10% від загальної маси отриманої добавки.

Згідно з результатами попередніх випробувань, оптимальний час для отримання полімерної добавки становить 7 діб. Протягом цього періоду розчин витримують при температурі $20,5^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості $65 \pm 10\%$. Важливо забезпечити належний доступ повітря до розчину протягом усього процесу культивування, щоб підтримувати активність культури та ефективний розвиток полімерної добавки.

2.3.2 Методика визначення масової частки сухих речовин в добавці

а) Суть методу

Визначення масової частки сухих речовин у добавці необхідне для контролю процесу її дозрівання та забезпечення точного дозування під час приготування розчинової суміші. Це дозволяє отримати більш стабільні та передбачувані результати в процесі виробництва.

б) Обладнання

Для проведення випробувань використовували:

- Квадрантні ваги з проекційною шкалою ВЛТК-500г;

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						29
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- Чашку Петрі об'ємом 20 мл;

- Піпетку об'ємом 5 мл.

в) Підготовка до випробувань

Перед початком випробувань ємності для добавки ретельно миють і висушують, щоб уникнути впливу вологи на результати вимірювань. Добавку, що зберігається в холодильнику, нагрівають до 20,5°C для створення стабільних умов випробування.

г) Проведення випробувань

Квадрантні ваги підключають до мережі, даючи їм 2-3 хвилини на прогрівання. Одночасно положення лічильника приводять до нуля, щоб отримати точні показання. На чашу ваг встановлюють порожню ємність, центруючи її. Коли чаша ваг стабілізується, рукояткою приладу наводять шкалу до цілого числа грамів, а міліграми зчитують на правому лічильнику. Значення маси складається з суми грамів і міліграмів, що фіксують у журналі.

За допомогою піпетки в порожню ємність наливають рівно 5 мл добавки та поміщають її в термошкаф, встановлений на температуру 60°C, на 1-3 години. Кожні 30 хвилин фіксують значення маси ємності, щоб відстежити зміну маси під час випаровування вологи. Після повного висихання добавки остаточне значення маси фіксують у журналі, що дозволяє визначити масову частку сухих речовин.

д) Обробка результатів:

Масову частку сухих речовин M_{cv} обчислюємо за формулою:

$$M_{cv} = \frac{m_d - m_b}{5} \cdot 100\%$$

де m_d – маса ємності з висушеною добавкою,

m_b – маса ємності без добавки

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						30
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2.3.3 Методика визначення водневого показника рН біополімерної добавки

Суть методу

Для контролю рівня кислотності добавки визначають рН середовища. Це важливо, щоб розуміти, наскільки кислим чи лужним є середовище, в якому знаходиться добавка.

Обладнання

Щоб провести випробування, використовують такі інструменти:

- Штатив для фіксації приладу.
- Перетворювач рН-150 з електродом, який використовується для вимірювання.
- Скляна посудина об'ємом 50 мл, де відбувається сам процес вимірювання.

Підготовка до випробувань

Перед початком досліджень, рН-метр ретельно перевіряють та готують до роботи. Спочатку прилад підключають до електромережі та проводять вимірювання на буферних розчинах з відомими значеннями рН. Якщо виникають розбіжності між показаннями рН-метра та еталонного розчину, їх коригують за допомогою регулятора, розташованого на передній панелі приладу.

Електроди зберігають у насиченому розчині хлориду калію для збереження їх функціональності. Перед початком тесту електроди промивають дистильованою водою і висушують фільтрувальним папером. Щоб результати вимірювань були точнішими, добавку підігрівають до температури 20,5 °С.

Підготовка добавки для тестування

Щоб визначити рН добавки, культивованої на піщаному носії, зразок вагою 10 грамів відбирають у скляну посудину. Для точного зважування використовують ваги ВЛТК-500г. Далі в зразок додають 50 мл

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						31
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

дистильованої води і старанно перемішують. Отриману суміш фільтрують і приступають до вимірювання рН.

Проведення тестування

Процес вимірювання рН починають з підготовки робочого місця. Прилад встановлюють на рівній поверхні, а штатив з електродами розміщують у безпечній від зовнішніх впливів зоні. Склянку з підготовленою добавкою заповнюють на 2/3 об'єму і встановлюють під електроди так, щоб вони не торкались дна склянки, а кулька електрода була повністю занурена в рідину.

Після цього прилад вмикають та переходять до вимірювання рН. На екрані поступово з'являються змінні значення рН. Через 10-15 хвилин результати знімають та фіксують у журналі вимірювань.

Висновок

Отримані дані дозволяють оцінити рівень кислотності добавки, що може бути корисним для подальших досліджень або використання добавки в різних умовах.

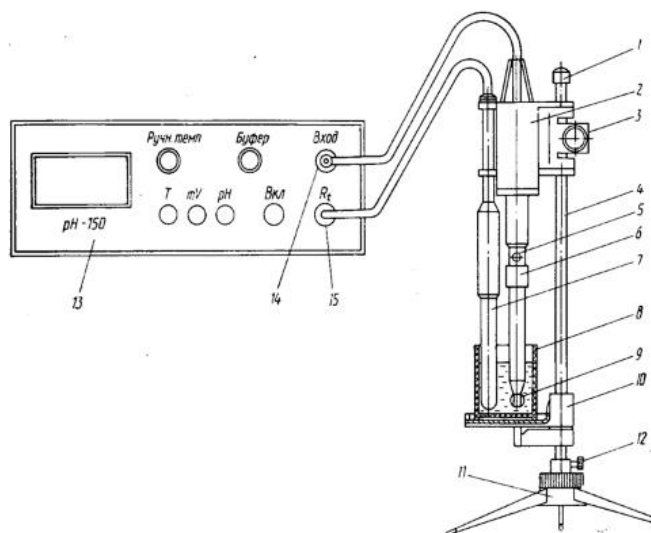


Рисунок 2.6 - Перетворювач рН-150 з комбінованим електродом.

2.3.4 Методика отримання добавки на піщаному носії

Підготовка біополімерної добавки на піщаному носії

Біополімерну добавку, що досягла віку 7 діб, перемішують у ємність із піском, де вона проходить етап сушіння. Процес триває від 1 до 2 днів при температурі 25 ± 5 °С.

Підготовка піщаного носія

Для підготовки носія використовують кварцовий пісок, який просіюють через набір сит із розміром отворів від 0,14 до 2,5 мм. Важливо, щоб пісок був сухим, чистим та не містив сторонніх домішок, таких як тріски або грудки глини.

Обробка біополімерної добавки

Після завершення процесу висихання добавку подрібнюють у ступці, а потім просіюють через сито з діаметром отворів 0,63 мм, щоб забезпечити однорідність часток.

Зберігання готової суміші

Отриману подрібнену суміш зберігають у контрольованих умовах при температурі 20,5 °С, щоб підтримувати її властивості для подальших досліджень чи використання.

2.3.5 Методика визначення кислотності середовища добавки титруванням

Суть методу

Кислотність середовища добавки визначають за допомогою методу зворотного титрування. Як індикатор використовується фенолфталеїн, який допомагає визначити момент нейтралізації кислоти чи лугу в розчині.

Обладнання

Для проведення випробувань потрібне наступне обладнання:

- Штатив для фіксації приладів.
- Піпетка з об'ємом 5 мл для точного дозування добавки.
- Піпетка з об'ємом 1 мл для дозування лужного розчину.
- Конічна колба об'ємом 200 мл, де відбувається титрування.
- Бюретка об'ємом 25 мл для додавання розчину кислоти.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						33
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Підготовка до випробувань

Перед початком випробувань готують робоче місце. Оскільки робота проводиться з кислотами та лугами, важливо працювати у спеціально відведеному місці, використовуючи захисні рукавички та маску. У разі потрапляння речовин на шкіру, уражене місце промивають водою і нейтралізують слабким розчином відповідного реагенту (лугу чи кислоти).

Перед титруванням добавку нагрівають до температури 20,5 °С, щоб забезпечити точність вимірювань. Усі скляні ємності та піпетки ретельно промивають дистильованою водою та сушать теплим повітрям, щоб уникнути забруднення.

Проведення випробувань

Для визначення кислотності добавки дозують 5 мл добавки за допомогою піпетки у конічну колбу. До добавки додають 1 мл розчину гідроксиду натрію (NaOH), після чого титрують розчином соляної кислоти (HCl) до зникнення рожевого забарвлення, яке викликає фенолфталеїн. Це означає, що розчин досяг точки нейтралізації.

Обробка результатів

Результати визначення кислотності обробляють, виходячи з об'єму використаної соляної кислоти. Це дозволяє визначити кількість активної кислоти в добавці та отримати точні дані про її кислотність.

Титруему кислотність середовища біополімерної добавки обчислюємо за формулою:

$$K = \frac{V_{\text{л}} \cdot N_{\text{л}}}{N_{\text{к}}} - V_{\text{к}}$$

де K – кислотність середовища, визначена методом титрування.

$V_{\text{к}}$ – об'єм кислоти, необхідний для нейтралізації розчину.

$V_{\text{л}}$ – обсяг лугу NaOH, витрачений при експерименті.

$N_{\text{л}}$ – нормальність лугу;

$N_{\text{к}}$ – нормальність кислоти.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Мета дослідження

Основною метою дослідження було визначити, як полімерна добавка впливає на міцність легких бетонів з крупнопористою структурою. Для досягнення цієї мети були проведені експерименти, спрямовані на вивчення таких аспектів:

- як різні показники біополімерної добавки, отриманої за різних умов, впливають на міцність цементно-піщаних зразків;
- як використання біополімерних добавок різних типів впливає на щільність і міцність легкого бетону з крупнопористою структурою.

Отримання біополімерної добавки

Біополімерна добавка була створена шляхом культивування мікроорганізмів *Bacillus Species* у спеціально підготовленому живильному середовищі. Культивування проводилося як у рідкому середовищі, так і на поверхні частинок кварцового піску, щоб забезпечити максимальну ефективність і рівномірний розподіл добавки в бетонній масі.

Висновки

Проведені дослідження допоможуть зрозуміти, як оптимізувати використання біополімерних добавок для покращення властивостей легких бетонів, особливо міцності та щільності їх структури.

3.1 Вивчення впливу зміни характеристик біополімерної добавки при її отриманні на міцність цементно-піщаних зразків

Дослідження впливу біополімерної добавки на міцність цементно-піщаних зразків

Для дослідження впливу біополімерної добавки на міцність цементно-піщаних зразків був обраний наступний склад цементно-піщаної суміші:

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						35
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- Портландцемент марки М 400, що забезпечує необхідну міцність зразків.
- Пісок з фракцією 0,315-2,5 см, що є відповідним для отримання однорідної структури суміші.

Біополімерну добавку для дослідження готували в живильному середовищі з початковою концентрацією поживних речовин 5%.

Склад і умови твердіння зразків

Склад цементно-піщаної суміші був обраний таким чином:

- Цемент/пісок (Ц/П) = 1:2 – для досягнення необхідної міцності.
- Вода/цемент (В/Ц) = 0,43 – для забезпечення оптимальної консистенції суміші.

Зразки тверднули в умовах повітряно-сухої камери, де підтримувалася вологість 60-70% і температура 25 °С. Випробування на міцність проводили на 7-му добу, що дозволяє оцінити ранню міцність цементно-піщаних зразків.

Показники біополімерної добавки

Під час дослідження визначалися основні характеристики біополімерної добавки, які можуть впливати на міцність зразків:

- рН середовища культуральної рідини, що відображає кислотно-лужний баланс, який може впливати на процеси гідратації цементу.
- Титруєма кислотність середовища, яка вимірюється кількістю лугу, необхідного для повної нейтралізації доданої проби.
- Масова частка сухих речовин у культуральній рідині, що вказує на концентрацію біополімерних компонентів у добавці.

Способи отримання біополімерної добавки

Біополімерну добавку отримували двома методами:

1. Культивуванням бактерій у рідкій фазі, що дозволяло зосередитися на максимальній активності мікроорганізмів у середовищі.

2. Культивуванням бактерій на поверхні кварцового піску, що забезпечувало більш рівномірний розподіл біополімерів на піщаних частинках. Добавку на піску отримували шляхом перемішування біополімерної маси з чистим, просіяним річковим кварцовим піском (фракція 0,14-2,5 мм). Щоб запобігти випаровуванню, ємність з піском щільно закривали. Температура культивування становила 20 °С.

Результати дослідження

На малюнку 3.1 показано, як змінювалася масова частка сухих речовин у процесі культивування протягом 9 діб: спочатку вона зростала, однак після цього швидкість збільшення знижувалась через зростання кислотності середовища. Зміни рН та титруємої кислотності можна побачити на малюнках 3.2 і 3.3, де спостерігається уповільнення росту сухих речовин через підвищення кислотності культуральної рідини.

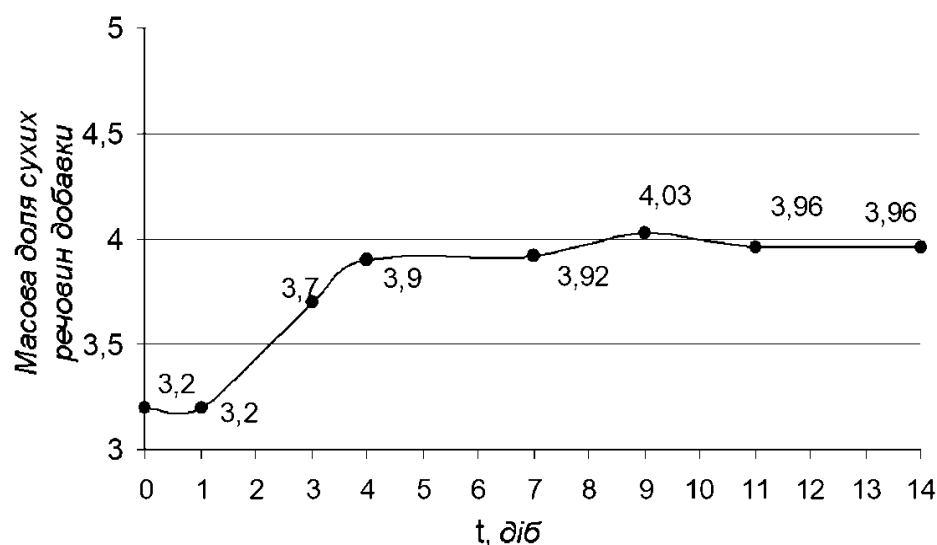


Рисунок 3.1 – Залежність зміни масової частки сухих речовин добавки від часу

На малюнку 3.1 можна побачити, як змінюється титрувальна кислотність середовища, а також значення рН середовища. З графіків видно, що через 9 днів кислотність культуральної рідини помітно підвищується. Проте, якщо порівнювати ці дані з показниками міцності зразків із цементно-піщаної суміші, то не видно чіткої залежності між рівнем

кислотності та міцністю матеріалів у цьому періоді. Тобто, незважаючи на зростання кислотності середовища, це не впливає безпосередньо на міцність самих зразків.

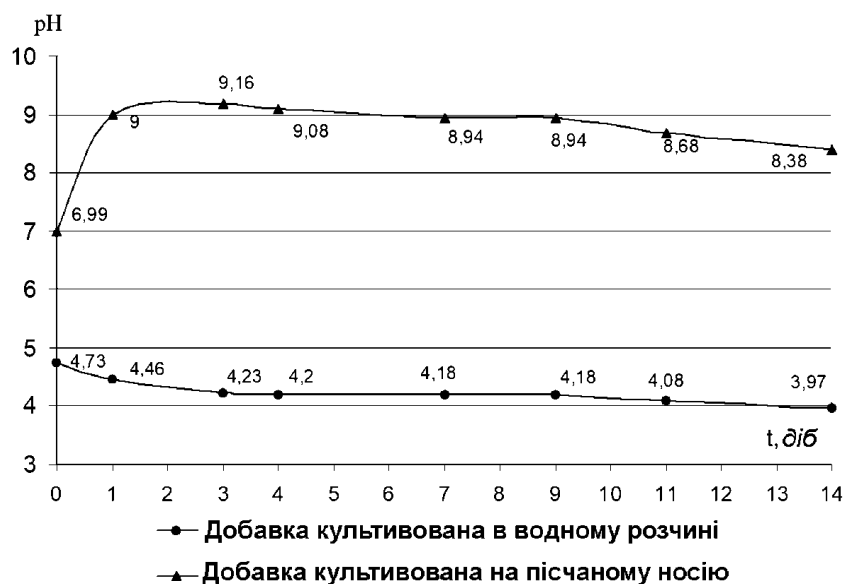


Рисунок 3.2 – Залежність зміни pH середовища добавки від часу

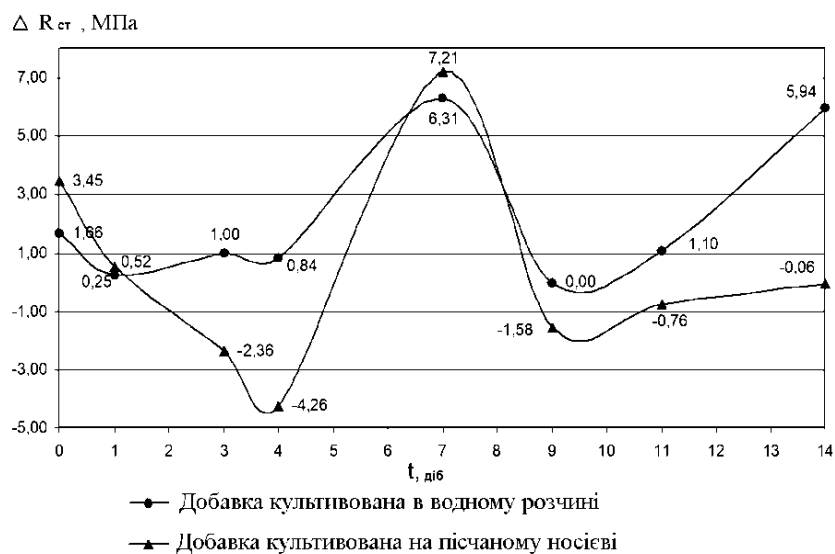


Рисунок 3.3 – Залежність зміни приросту міцності на стиск ЦП зразків від часу отримання добавки

На малюнку 3.3 показано, як змінюється приріст міцності цементно-піщаних зразків (ЦП) у порівнянні з тими, де добавка не застосовувалась. На графіку чітко видно, що на 9-у добу ефективність добавки суттєво знижується, але згодом приріст міцності знову відновлюється. Дія добавки,

культивованої на піщаному носії, в основному аналогічна впливу добавки, вирощеної на водному розчині, з точки зору міцності цементно-піщаних зразків. Ріст бактерій у двох середовищах має схожий темп, хоча кислотність в середовищі на піщаному носії є нижчою. Проте це не впливає суттєво на міцність зразків, оскільки культивування добавки на кварцовому піску є технічно складнішим і не приносить очікуваного ефекту. Тому цей метод у подальших дослідках не використовували.

Отримані результати підтверджують попередні дослідження: оптимальний термін культивування добавки становить близько 7 діб при температурі 20-25°C. Саме в цей період спостерігається найбільший приріст міцності цементно-піщаних зразків на стиск. Однак для міцності на вигин такої вираженої тенденції не виявлено.

3.2 Вивчення впливу біополімерної добавки та добавки на піщаному носії на міцність цементно-піщаних зразків

Щоб спростити зберігання та транспортування, добавку перевели на піщаний носій і висушили при температурі 25°C. Потім висушену масу подрібнили у ступці та просіяли через сито з отворами діаметром 0,63 см. У такому вигляді добавка набула кількох важливих переваг:

- Її властивості більше не залежать від віку, а термін зберігання зріс з 3-5 днів до одного року.

- Добавку тепер можна використовувати у виробництві сухих будівельних сумішей.

- Вимоги до умов зберігання стали менш жорсткими.

При висушуванні мікроорганізми, що беруть участь у синтезі полімерного захисного шару, гинуть. Однак саме мікроармуючі властивості біополімеру визначають приріст міцності бетону: що довші молекули полімеру, то вища міцність. Раніше було встановлено, що молекулярна маса біополімеру залежить від кількості поживних речовин у розчині. При

використанні 10%-го розчину меляси молекулярна маса полімеру є нижчою, ніж у 2%-му та 5%-му розчинах. Це пояснює різницю в дії добавок з різним вмістом сухих речовин на міцність цементно-піщаних зразків (див. малюнок 6 та 7).

Для аналізу впливу кількості поживних речовин на властивості біополімерної добавки її розділили на три типи:

- Тип I: добавка з початковим вмістом поживних речовин у розчині 2%.
- Тип II: добавка з вмістом 5%.
- Тип III: добавка з вмістом 10%.

На малюнку 6 показано, як піщаний носій впливає на дію добавки. Найбільший приріст міцності забезпечують зразки з добавкою, що має 10%-ву масову частку сухих речовин. Максимальна міцність спостерігається при концентрації добавки 0,1-0,15% від маси цементу.

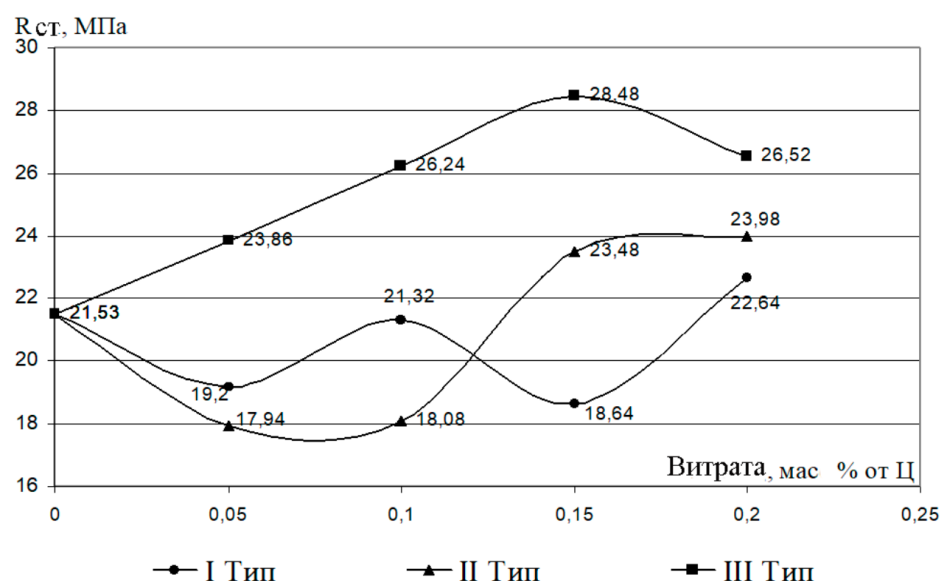


Рисунок 3.4 – Залежність міцності на стиск цементно-піщаних зразків від витрати добавки.

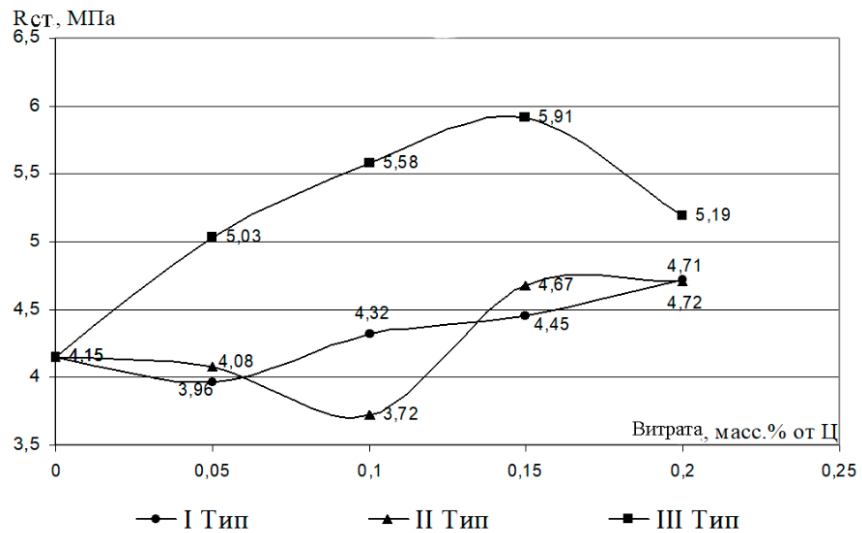


Рисунок 3.5 – Залежність міцності на згин цементно-піщаних зразків від витрати добавки

3.3 Вплив полімерної добавки на міцність зразків з легкого бетону

Отримані результати випробувань цементно-піщаних (ЦП) зразків також використали для дослідження впливу добавки на міцність зразків із легкого бетону. Для приготування суміші легкого бетону використовували звичайний портландцемент марки 400, річковий кварцовий пісок і керамзитовий гравій або пісок. Випробування на міцність легкобетонних зразків проводили через 7, 14 і 28 днів після виготовлення.

Щоб оцінити ефективність добавки, було застосовано кілька різних складів легкого бетону, як зазначено в Таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Склад легких бетонів (на 3л бетонної суміші).

Склад	Цемент, г	Пісок, г	Керамзитовий пісок, г	Керамзитовий гравій, г	Вода, г
1	1430	150	3200	—	630
2	1430	150	960	2240	565
3	1160	120	—	2600	375

У дослідженнях використовували ті ж типи добавок, що й під час випробувань цементно-піщаних (ЦП) зразків. Попередні експерименти показали, що найбільший приріст міцності для ЦП сумішей досягається при введенні добавки в кількості 0,1% від маси цементу. Для дослідження впливу добавки на легкий бетон було обрано такі концентрації добавки: 0,05%, 0,1%, 0,15% і 0,2%.

На малюнках 3.6-3.8 показано, як змінюється міцність легкобетонних зразків залежно від різних витрат добавки. Графіки демонструють залежність між збільшенням кількості введених добавок та міцністю зразків, дозволяючи виявити оптимальну концентрацію добавки для кожного складу бетону.

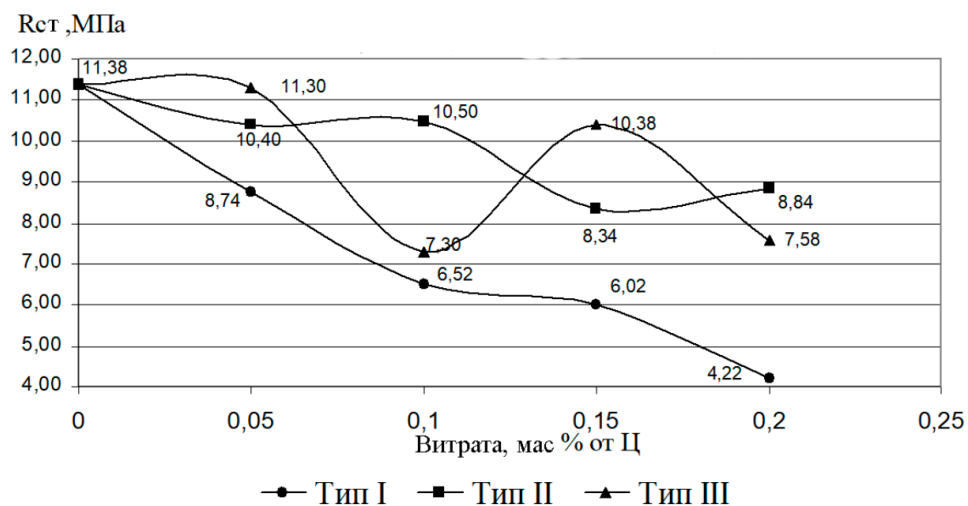


Рисунок 3.6 – Залежності міцності бетону у віці 7 діб від витрат добавки

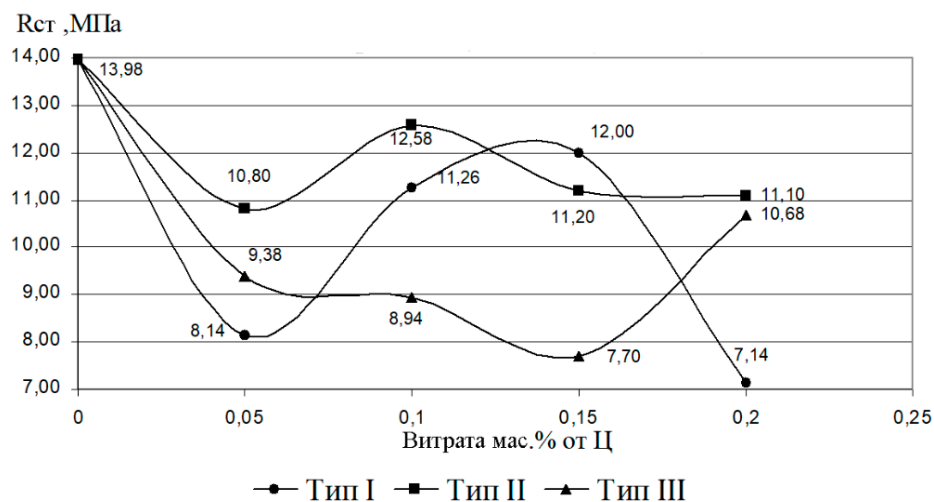


Рисунок 3.7 – Залежність міцності бетону у віці 14 діб від витрати добавки (склад I)

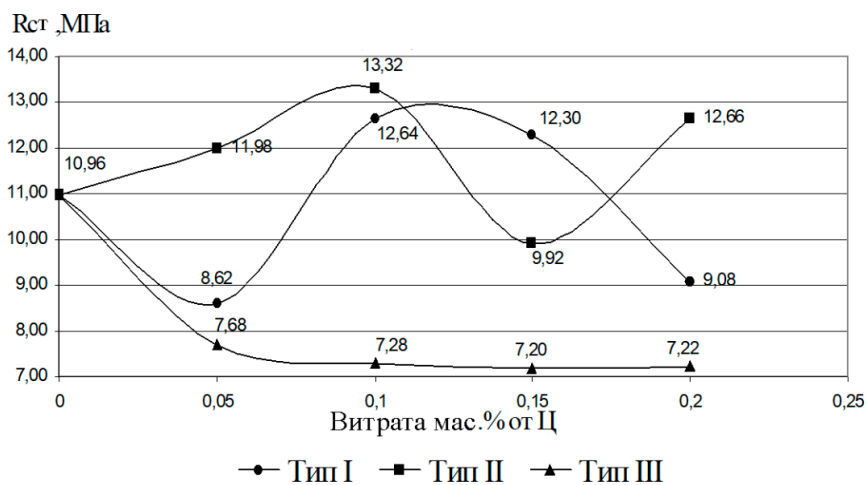


Рисунок 3.8 – Залежність міцності бетону у віці 28 діб від витрати добавки

добавки (склад1)

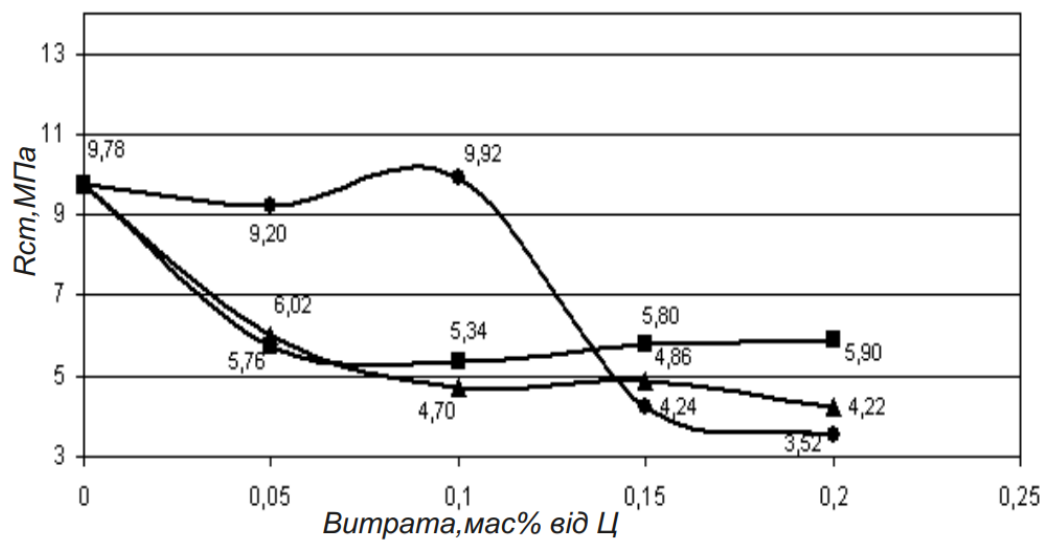


Рисунок 3.9 – Залежність міцності бетону у віці 7 діб від витрати добавки (склад2)

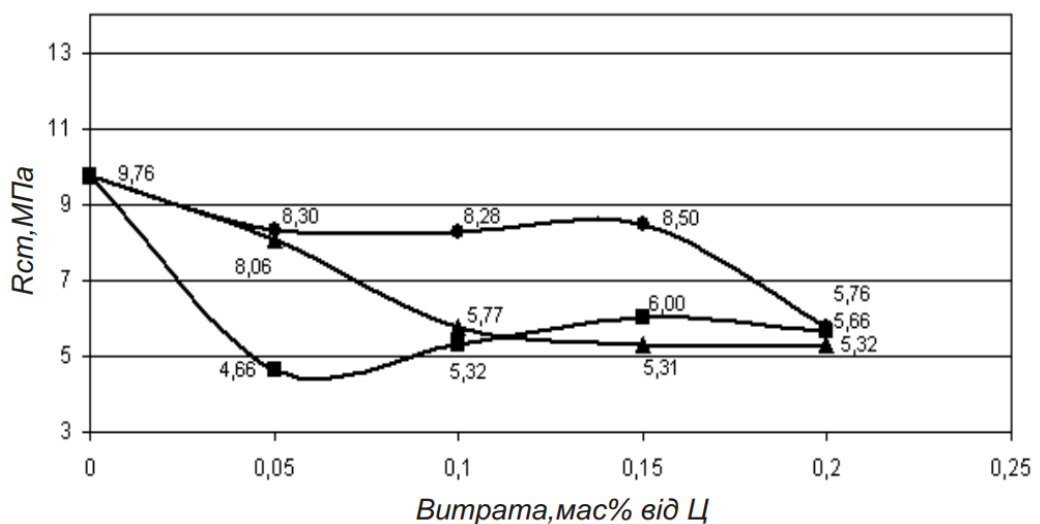


Рисунок 3.10 – Залежність міцності бетону у віці 14 діб від витрати добавки (склад2)

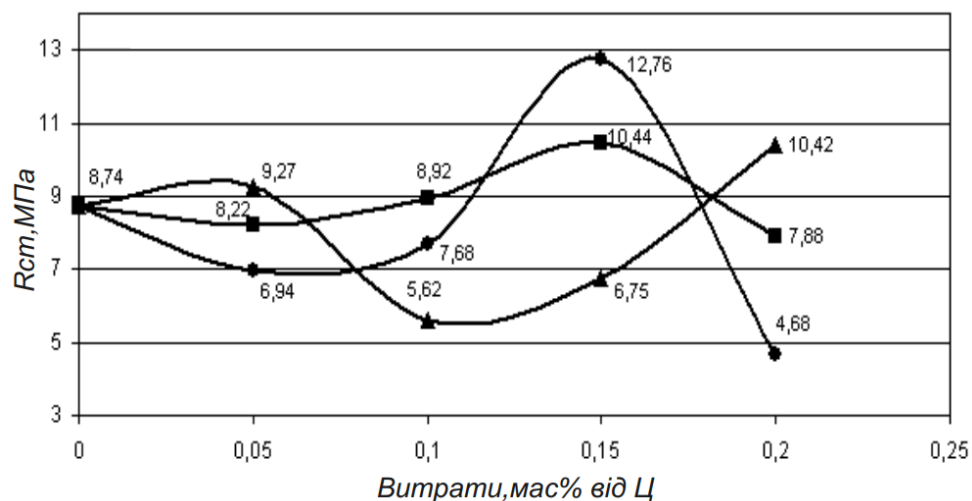


Рисунок 3.11 – Залежність міцності бетону у віці 28 діб від витрати добавки (склад2)

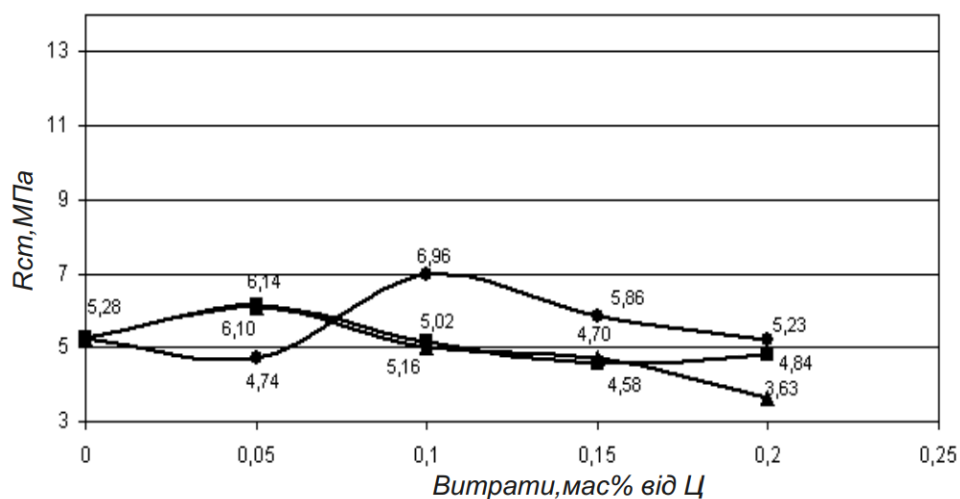


Рисунок 3.12 – Залежність міцності бетону у віці 7 діб від витрати добавки (склад3)

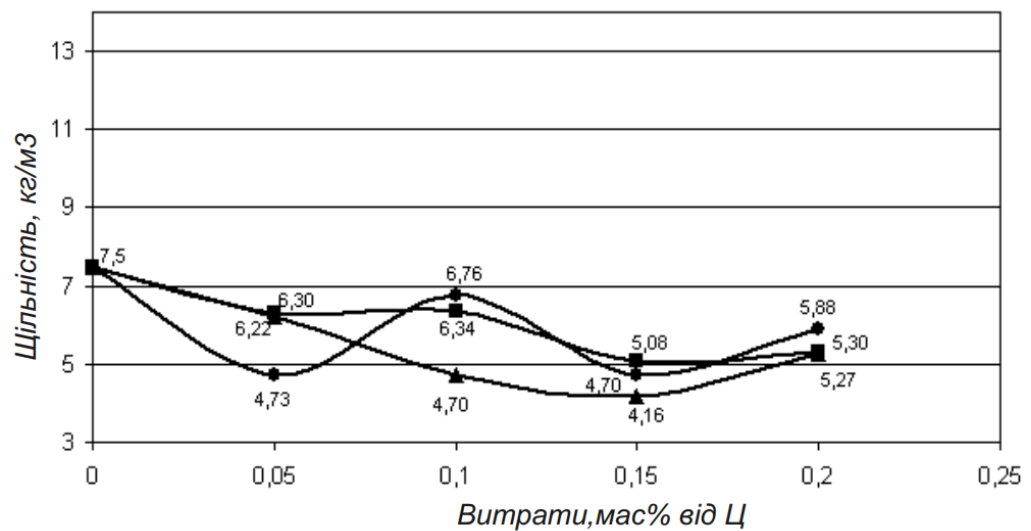


Рисунок 3.13 – Залежність щільності бетону у віці 28 діб від витрати добавки (складЗ)

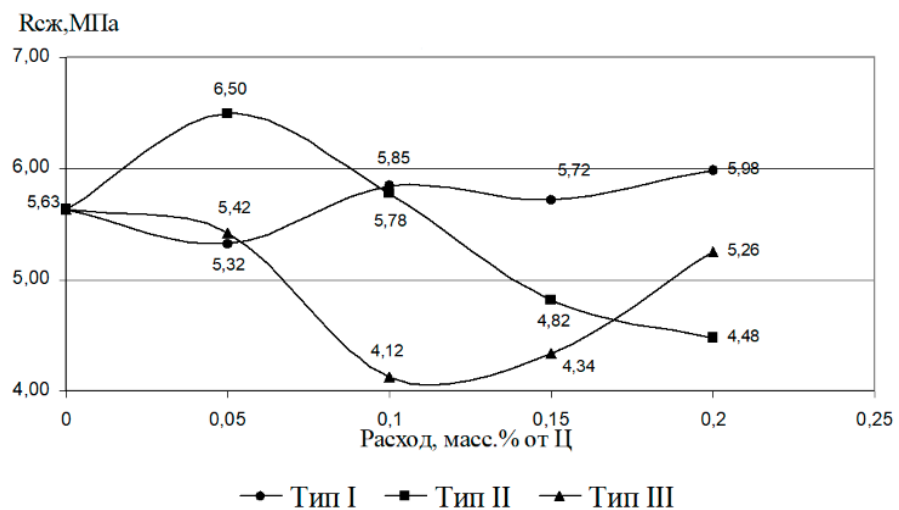


Рисунок 3.14 – Залежність міцності бетону у віці 28 діб від витрати добавки (складЗ)

Для легких бетонів з пористою структурою найбільший приріст міцності від введення добавки спостерігається на 28-му добу твердіння. У зразках з меншим терміном твердіння підвищення міцності через добавку не помітно. Це можна пояснити тим, що добавка не прискорює процес твердіння легкого бетону, а сприяє зростанню кінцевої міцності шляхом

мікроармування полімером цементного каменю.

Серед трьох типів добавок найкращий результат показала добавка II типу, введена в кількості 0,1% від маси цементу. Це підтверджує дані попередніх досліджень з використанням цементно-піщаних зразків, де також виявили максимальний приріст міцності за такої ж концентрації.

Ефективність добавки у легких бетонах із крупнопористою структурою залежить не тільки від властивостей цементу, але й від типу заповнювача. На малюнках 3.15-3.17 наведено порівняння впливу добавки на міцність легкобетонних зразків різних складів, що дозволяє визначити оптимальні комбінації для отримання максимальних результатів міцності.

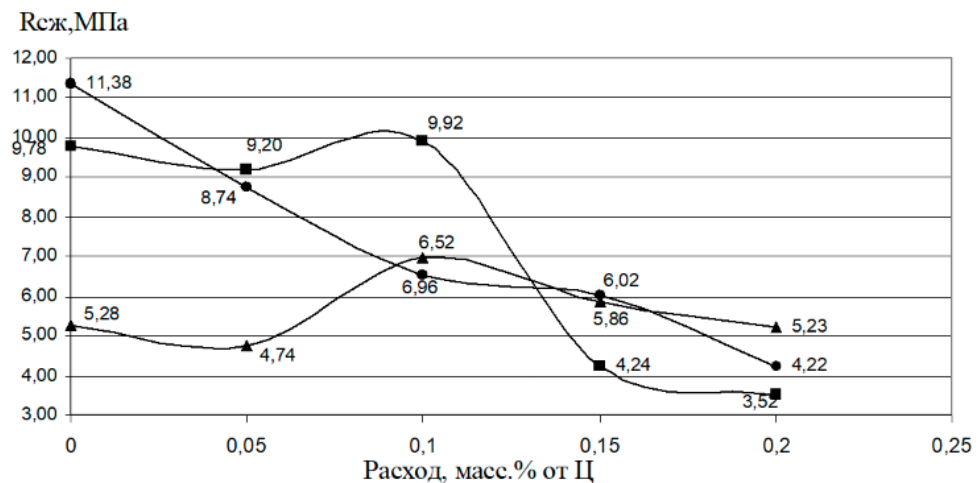


Рисунок 3.15 – Залежність міцності бетону у віці 7 діб від витрати добавки (склад1)

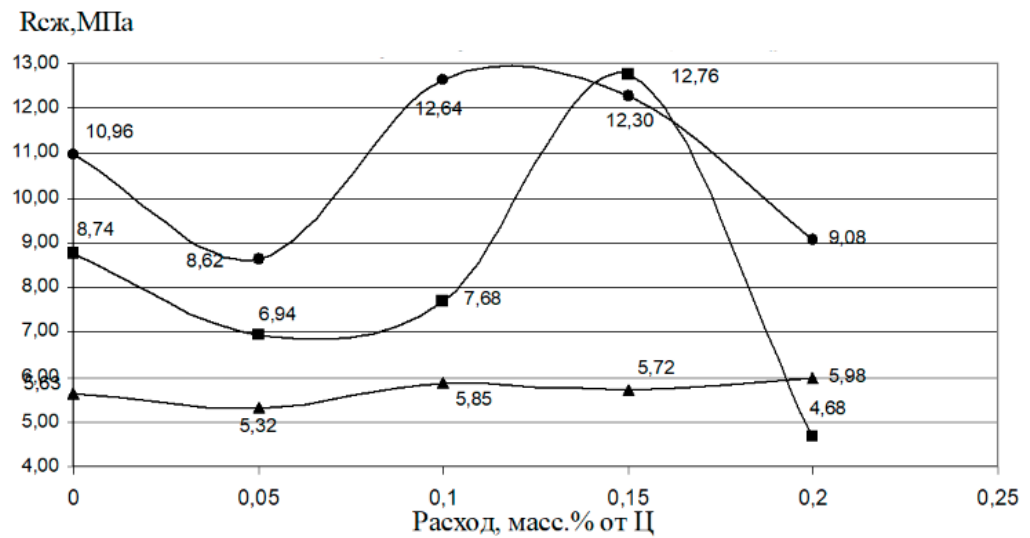


Рисунок 3.16 – Залежність міцності бетону у віці 28 діб від витрати добавки (склад1)

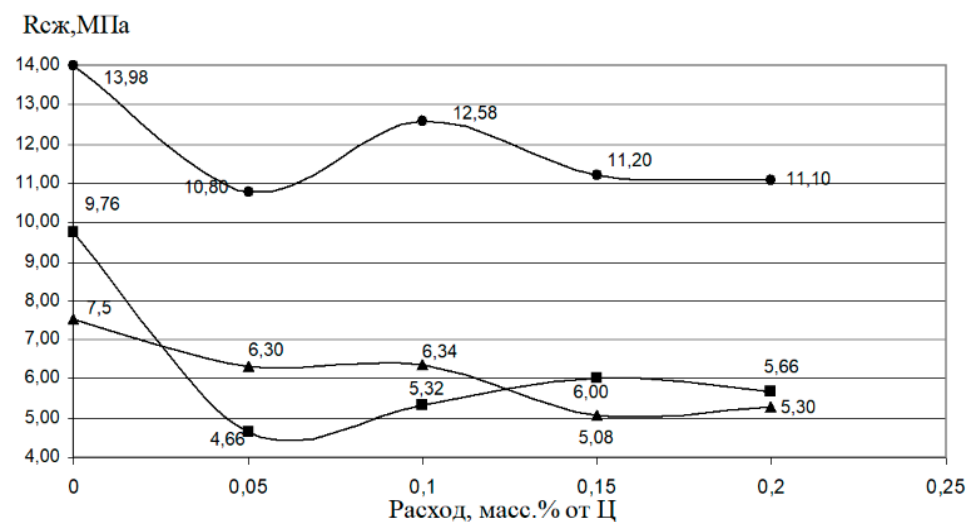


Рисунок 3.17 – Залежність міцності бетону у віці 14 діб від витрати добавки (склад2)

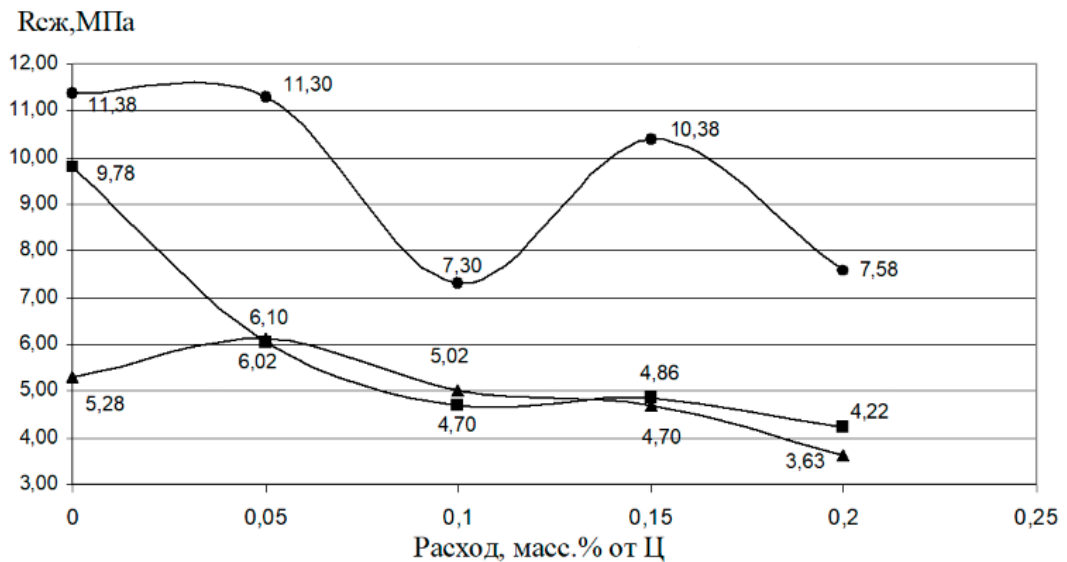


Рисунок 3.18 – Залежність міцності бетону у віці 7 діб від витрати добавки (склад3)

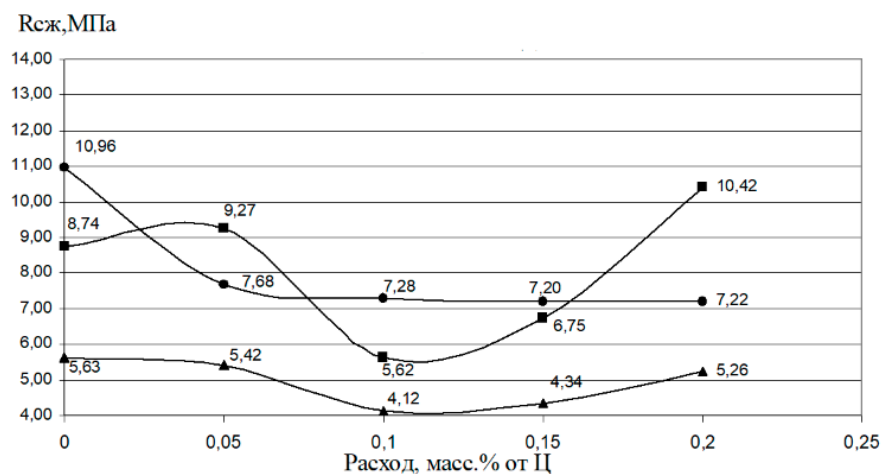


Рисунок 3.19 – Залежність міцності бетону у віці 28 діб від витрати добавки (склад3)

Дослідження показали, що найбільший ефект від введення добавки в легкий бетон спостерігається у зразках з більш щільною структурою, де як заповнювач використовується керамзитовий пісок. Це пояснюється тим, що добавка в таких випадках діє інакше, ніж у бетонах із крупнопористою структурою.

У крупнопористому бетоні добавка працює більше як пластифікатор,

що призводить до розшарування бетонної суміші, збільшуючи щільність зразків, але негативно впливаючи на їхню міцність. Водночас у зразках з керамзитовим піском добавка не спричиняє розшарування, а, навпаки, підвищує щільність і міцність бетону.

Найбільший приріст міцності – на 32% – зафіксовано у легкому бетоні другого складу з добавкою І типу при концентрації 0,15%. У першому складі бетону приріст міцності становив 18% за використання добавки ІІ типу (28 діб, 0,1%). У третьому складі бетону приріст сягнув 24% за використання добавки І типу (7 діб, 0,1%).

3.4 Вплив біополімерної добавки на щільність зразків з легкого бетону

Біополімерна добавка, яку вивчали в дослідженні, має пластифікуючі властивості, що дозволяє їй змінювати фізичні характеристики бетонної суміші. Результати впливу добавки на щільність легкого бетону з крупнопористою структурою можна побачити на малюнках 42-56.

Хоча основна мета роботи не передбачала значного зниження щільності легкого бетону, у деяких випадках все ж спостерігалось зменшення середньої щільності зразків при використанні добавки. Це пояснюється комплексною дією добавки, яка не тільки пластифікує суміш, але й утримує вологу. Крім того, добавка значно уповільнює процес висихання зразків.

Щільність бетону значною мірою залежить від ступеня гідратації цементного каменю, тому оцінка щільності зразків з крупнопористою структурою є коректною лише для зразків марочного віку, коли видалено більшу частину вологи.

Залежність щільності від кількості добавки є досить складною. Це зумовлено різними механізмами дії добавки при різних концентраціях. У зразках без добавки ущільнення бетонної суміші обмежене її жорсткістю.

Додавання невеликої кількості добавки робить суміш менш жорсткою, що сприяє кращому ущільненню та підвищенню міцності. Однак подальше збільшення кількості добавки викликає надмірний пластифікуючий ефект, який призводить до розшарування суміші: цементний гель стікає з поверхні контактних зон заповнювача, що знижує ущільнення суміші та міцність.

Зі збільшенням концентрації добавки можуть проявлятися нові властивості біополімеру. Зокрема, добавка може виступати як мастило між зернами заповнювача, що знову сприяє підвищенню щільності суміші.

Результати дослідження впливу добавки на щільність легкого бетону з крупнопористою структурою наведені на малюнках 42-56. Найнижча щільність через 28 діб спостерігалася у першого складу при введенні добавки III типу в концентрації 0,15% від маси цементу і становила 1440 кг/м³. Для другого складу мінімальна щільність становила 1303 кг/м³ (I тип добавки, 0,2%).

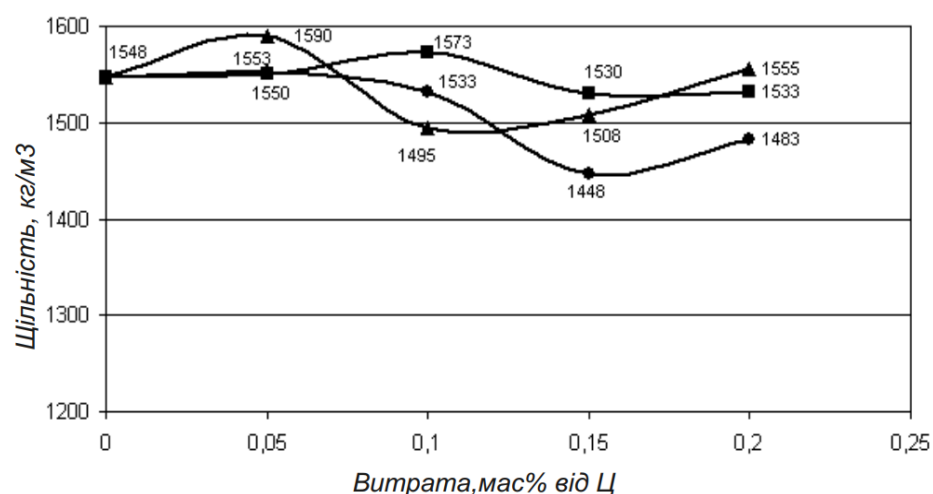


Рисунок 3.20 – Залежність щільності легкого бетону у віці 7 діб від витрати добавки

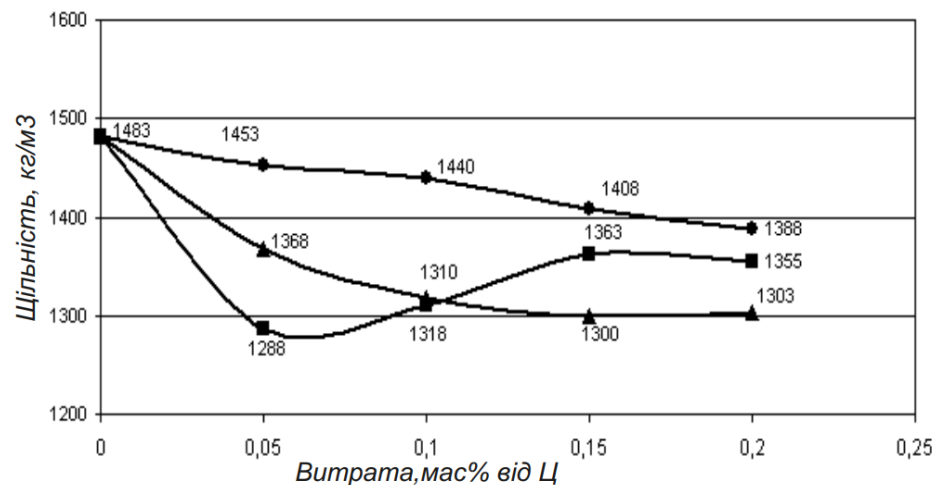


Рисунок 3.21 – Залежність щільності легкого бетону у віці 7 діб від витрати добавки (склад2)

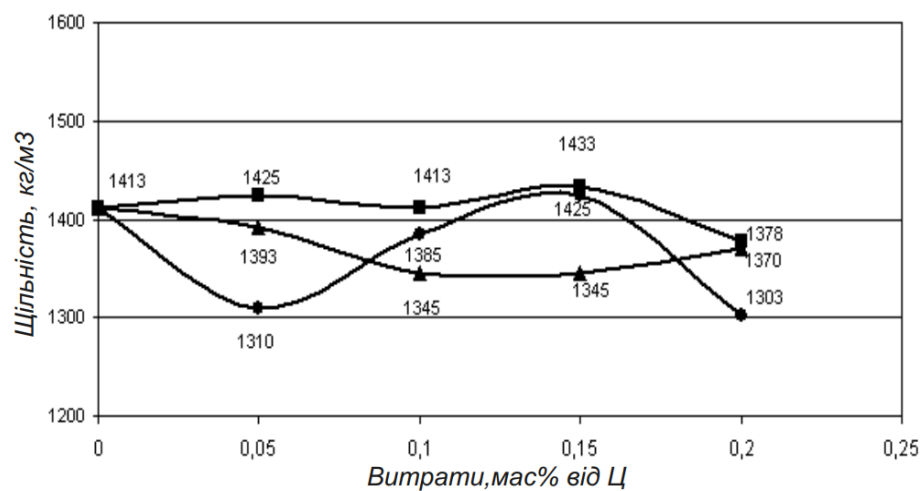


Рисунок 3.22 – Залежність щільності легкого бетону у віці 28 діб від витрати добавки (склад2)

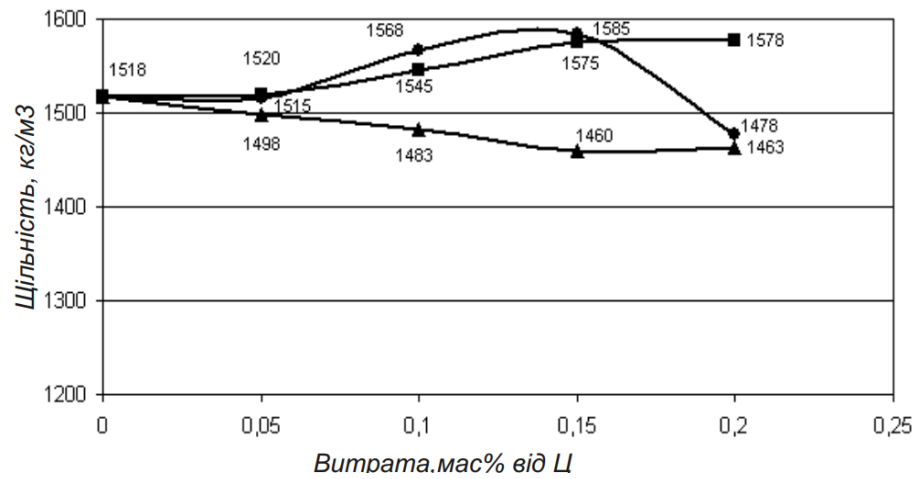


Рисунок 3.23 – Залежність щільності легкого бетону у віці 14 діб від витрати добавки (склад1)

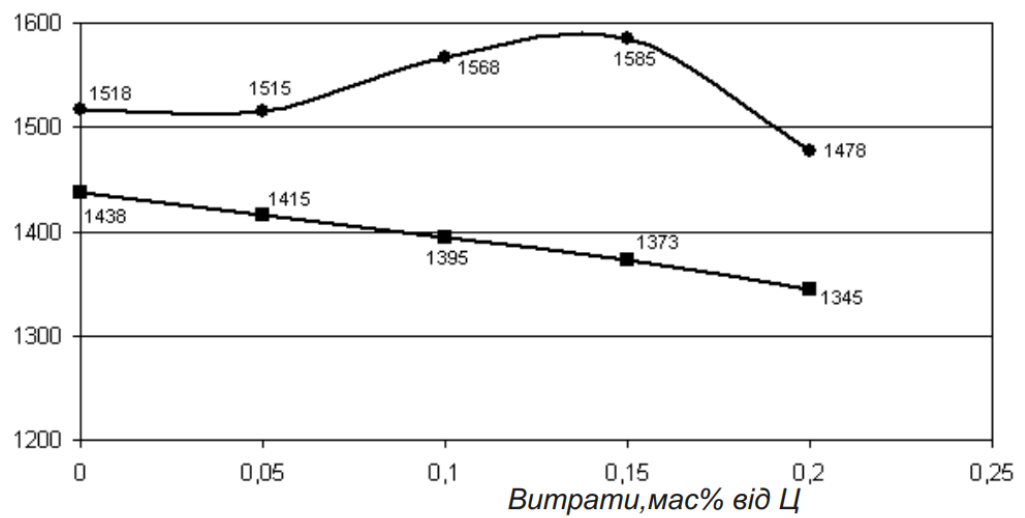


Рисунок 3.24 – Залежність щільності легкого бетону у віці 14 діб від витрати добавки (склад1)

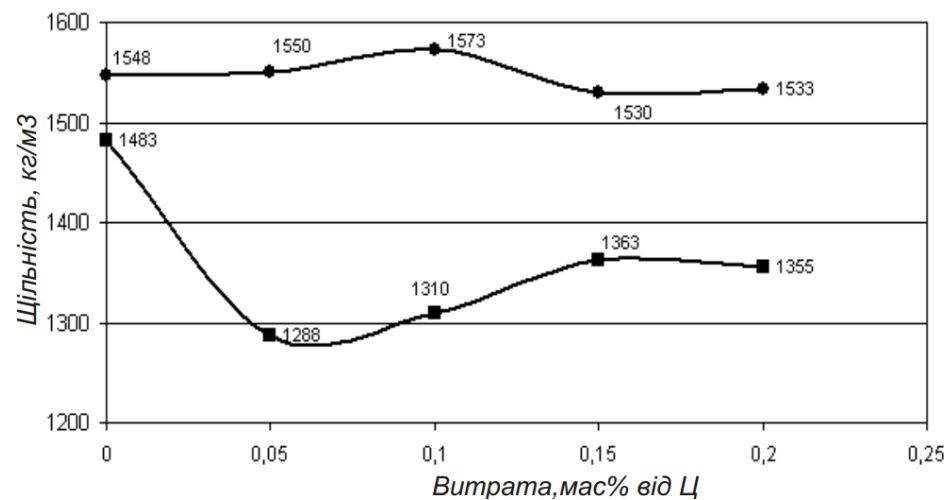


Рисунок 3.25 – Залежність щільності легкого бетону у віці 7 діб від витрати добавки (склад2)

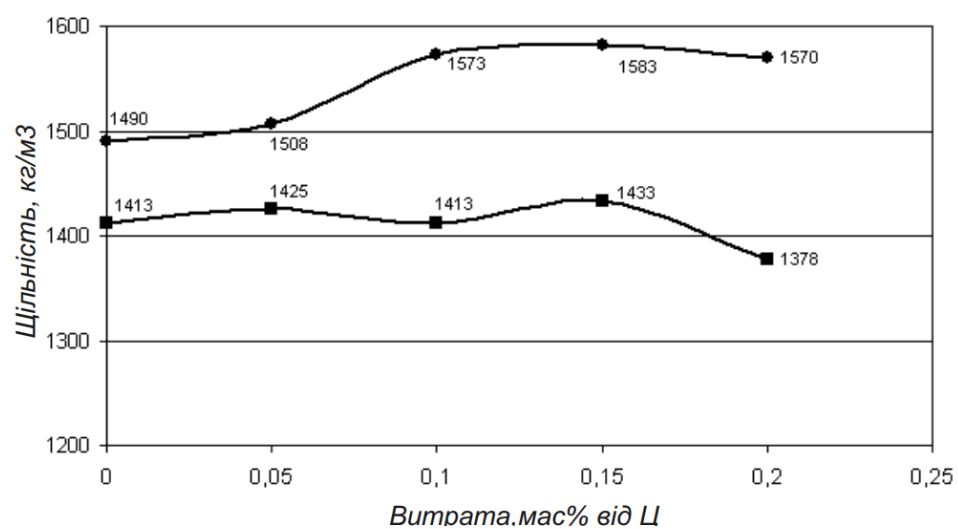


Рисунок 3.26 – Залежність щільності легкого бетону у віці 28 діб від витрати добавки (склад 2)

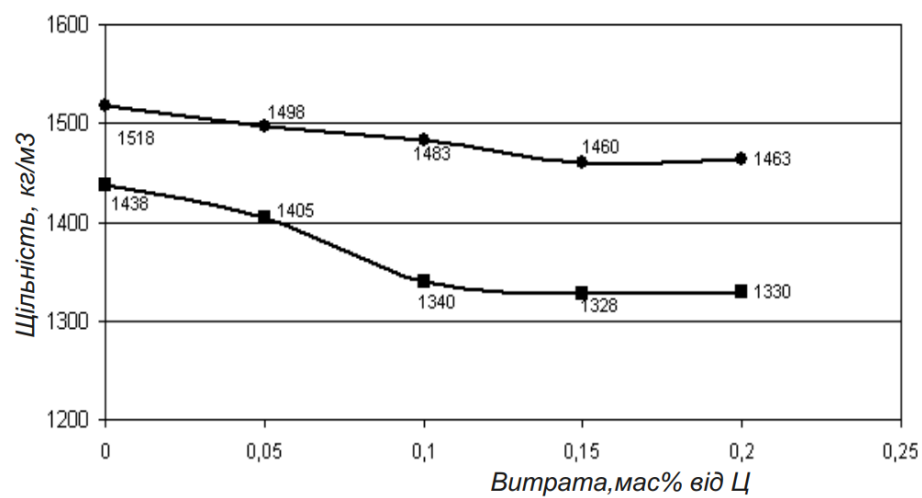


Рисунок 3.27 – Залежність щільності легкого бетону у віці 14 діб від витрати добавки (склад3)

4 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Об'ємно-планувальні рішення.

П'ятиповерховий готельний комплекс має овальну форму в плані, з розмірами 50,45 м на 28,19 м. У будівлі є підвал, де облаштовано паркінг. Висота кожного поверху від першого до п'ятого становить 3,3 м, а висота підвального приміщення - 2,7 м.

Основну частину комплексу займають спальні номери, а також службові приміщення, які необхідні для їх обслуговування. На кожному з поверхів розташовано різні категорії номерів для гостей. Для зручності пересування між поверхами передбачено два окремі сходові марші і ліфт.

Входи в будівлю спроектовані з урахуванням вимог безпеки, зокрема для екстреної евакуації на випадок пожежі. Евакуаційні виходи розміщені на кожному поверсі, вони ведуть прямо на вулицю. Для безпечного виходу в разі небезпеки двері відкриваються у напрямку руху людей.

Пожежна безпека в будівлі забезпечується шляхом встановлення пожежних датчиків і сигналізації на всіх поверхах, а в службових приміщеннях розміщені вогнегасники. Також у коридорах біля сходів встановлені пожежні гідранти. У разі виникнення пожежі система примусової вентиляції видаляє шкідливі гази з приміщення.

Для гостей готелю пропонуються різні номери:

- 7 номерів люкс на двох осіб,
- 5 стандартних номерів на двох осіб,
- 52 одномісні номери,
- 22 стандартних номери на двох осіб.

Таким чином, готельний комплекс забезпечує комфортні умови проживання та дотримується сучасних вимог пожежної безпеки.

Готельний комплекс може прийняти максимум 120 гостей одночасно. Для забезпечення нормального функціонування

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		56

готелю і якісного обслуговування на кожному поверсі передбачені різні приміщення для персоналу.

Ці приміщення призначені для таких цілей:

- відпочинок і харчування персоналу,
- зберігання засобів для прибирання та дезінфекції,
- складування робочого інвентарю,
- надання додаткових послуг для гостей, таких як внутрішній телефонний зв'язок, радіо, а також прийом і доставка пошти до номерів.

Це сприяє забезпеченню комфорту і безпеки для відвідувачів, а також створює сприятливі умови для роботи персоналу.

4.2 Характеристика умов будівництва

Будівництво готельного комплексу відбуватиметься у кліматичному районі III, будівля належить до класу I та має ступінь вогнестійкості II. Район будівництва характеризується такими кліматичними умовами:

- вага снігового покриву становить 0,123 кПа (123 кг/м²),
- вітровий тиск – 0,41 кПа (41 кг/м²).

Місце будівництва забезпечене добре розвинуеною транспортною інфраструктурою, що спрощує доставку необхідних будівельних матеріалів та конструкцій на майданчик.

Гідрогеологічні умови майданчика вказують на наявність ґрунтових вод, які класифікуються як середньоагресивні щодо бетонів різних марок за стандартом ДСТУ Б В.1-5-95. Стійкий рівень ґрунтових вод розташований на глибині 15,5 м від поверхні.

Шари ґрунту на будівельному майданчику представлені наступними шарами:

1. Насипний шар, що складається з піску з домішками будівельного сміття до 20%.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						57
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2. Лесовидний супісок, твердої консистенції, має здатність до просідання.

3. Лесовидний суглинок, також твердої консистенції та просідний.

4. Пилуватий пісок середньої щільності.

5. Тугопластична глина, насичена водою.

Прив'язка будівлі до рельєфу здійснена з урахуванням висотних відміток репера, а рельєф місцевості коливається в межах 2–3,5 м. Це дозволяє врахувати особливості ділянки при плануванні фундаментів та інших конструкцій.

4.3 Генеральний план

Генеральний план готелю розроблено на основі аналізу існуючої містобудівної ситуації, з урахуванням реальної забудови і планування транспортних мереж. При створенні плану також врахували можливість організації паркування для відвідувачів і персоналу.

На території готелю планується зведення басейну, який буде доступний для гостей комплексу. Благоустрій ділянки розпочнеться після завершення будівництва основної будівлі, відповідно до затвердженого генерального плану. Територія буде огорожена по всьому периметру, а в'їзд на неї здійснюватиметься з вулиці Генерала Жадова.

Біля під'їздів до готелю запроєктовано парковку для автомобілів, а також передбачено зони відпочинку для гостей з лавками та озелененням. Парковки, дороги та інші майданчики матимуть тверде асфальтобетонне покриття, а пішохідні доріжки і входні зони будуть вимощені бетонними плитками, що формуються за спеціальною технологією для більшої довговічності та зручності в користуванні.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						58
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

4.4 Конструктивні рішення

На основі інженерно-геологічних досліджень та конструктивних особливостей будівлі, для готельного комплексу запроектовано фундаменти мілкового заглиблення у вигляді монолітної балочної плити.

Фундаменти та конструктивна основа

- Фундаменти будівлі виконуються з бетону класу В25, який має такі характеристики: морозостійкість F-100, водонепроникність W-8. Робоча арматура класу А-400С.

- Ґрунтові води знаходяться на глибині 15,5 м від поверхні ґрунту, що враховується при розробці гідроізоляції.

- Основою будівлі є залізобетонний каркас із монолітних колон (перетином 50×50 см) і монолітних балок різних розмірів. Плити перекриття завтовшки 16 см є монолітними і спираються по контуру.

- Матеріал колон, балок і плит перекриття – бетон класу В25, арматура класу А-400С і Вр-I.

- Стіни підвалу виконані з монолітного бетону класу В15 з утеплювачем із мінеральної вати (товщина стіни 40 см, утеплювача – 8 см).

Гідроізоляція

- Для фундаментів влаштовується бетонна підготовка класу В3,5.

- Горизонтальна гідроізоляція виконується двома шарами гідроізолу на бітумній мастиці, а вертикальна – з такого ж матеріалу.

Зовнішні та внутрішні стіни

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		59

- Зовнішні та внутрішні стіни завтовшки 200 мм виконуються з бетонних блоків М35 на цементно-піщаному розчині марки М50.

- Внутрішні перегородки виконуються з гіпсокартонних листів по металевому каркасу системи «Кнауф», товщиною 100 мм.

- Для покращення звукоізоляції гіпсокартонних перегородок встановлюються гумові прокладки в місцях дотику каркаса з підлогою і стелею. У перегородки також вкладається утеплювач Rockwool Rockton (густина 50 кг/м³, товщина 50 мм), який забезпечує індекс звукоізоляції 51 дБ.

Покрівля

- Покрівля виконана з тришарового рулонного сполієласту (товщина 4 мм).

- Покрівля тераси має додатковий захисний шар з бетонних плит і експлуатоване покриття, товщиною 6 мм, нанесене на антисептовану мастику.

- Відведення дощової води з покрівлі здійснюється через зовнішні водостічні труби діаметром 13 см, які розташовані кожні 15 м і кріпляться до стін самонарізними болтами.

Підлога

- Підлоги в підвалі виконані з легкого бетону, тоді як на поверхах з 1 по 5 вони – паркетні або керамічні.

- Підлога на терасі має керамічне покриття з подвійною гідроізоляцією.

- У санвузлах та ванних кімнатах підлога керамічна з двома шарами гідроізоляції, при цьому вона розташована на 2 см нижче за підлогу прилеглих приміщень.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						60
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- Підлога у службових приміщеннях, електрощитовій та інших підсобних приміщеннях також має керамічне покриття.

Цей проєкт враховує всі технічні вимоги та сучасні стандарти будівництва, забезпечуючи надійність, довговічність і комфорт для гостей та персоналу готелю.

4.5 Зовнішнє і внутрішнє опорядження

Внутрішнє оформлення та зовнішнє оздоблення готельного комплексу виконано із застосуванням сучасних матеріалів, що забезпечують високу якість і довговічність.

Зовнішнє опорядження фасаду

- Фасадне покриття розроблене з урахуванням високих вимог до водостійкості, світлостійкості, хімічної стійкості та стійкості до окислення. Воно також має мінімальне водопоглинання, що сприяє тривалому збереженню зовнішнього вигляду будівлі.

- Покриття зберігає залишкову гнучкість і має високу адгезію (прилипання до поверхні), що забезпечує його стійкість в умовах різких змін температур.

- Для фарбування бетонних поверхонь використовується ґрунтівка "УНИКОР-К" і фарба "Акрем", що забезпечує надійний захист стін від впливу вологи та інших зовнішніх факторів.

- Цоколь будівлі декорується декоративними мармуровими каменями, що додає фасаду естетичного вигляду і додаткового захисту від механічних пошкоджень.

Внутрішнє оздоблення приміщень

- Стіни приміщень оздоблюються гіпсокартонними листами. Поверх гіпсокартону наноситься флізелінова шпалерна обробка, яку потім фарбують водоемульсивними фарбами для створення естетично привабливого та практичного покриття.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						61
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- Стіни санвузлів облицьовані глазурованою керамічною плиткою, яка є стійкою до вологи та легко очищується.
- Для обробки стель використовуються плитки типу «Акмігран», які мають естетичний вигляд і забезпечують акустичний комфорт.
- Металеві та дерев'яні елементи в інтер'єрі будівлі покриваються лакофарбовими матеріалами, що захищає їх від корозії та зношування, надаючи приміщенням сучасний і доглянутий вигляд.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						62
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз небезпечностей та шкідливостей, що виникають на будівельному майданчику

Будівельні роботи належать до числа найбільш небезпечних з точки зору травматизму, оскільки пов'язані з багатьма шкідливими та небезпечними факторами, які можуть негативно вплинути на здоров'я працівників.

Загальні ризики

- Більшість робіт виконуються на відкритому повітрі, що збільшує ризик переохолодження взимку і перегріву влітку. Це може призводити до простудних захворювань, радикуліту, обморожень, теплових ударів та інсоляції.

- У грозову погоду існує небезпека ураження блискавкою, що може мати серйозні наслідки для здоров'я і безпеки працівників.

Фізичні та хімічні фактори

- Під час виконання зварювальних робіт працівники піддаються впливу світлового випромінювання, що може викликати опіки очей та шкіри.

- Крім того, у робочій зоні можуть бути протяги та підвищена запиленість, що може включати шкідливі речовини, такі як азбест і цементний пил. Це створює ризик захворювань дихальних шляхів, отруєнь або опіків.

- Значна кількість робіт є фізично важкою, що може призводити до перевтоми, збільшуючи ризик нещасних випадків.

Небезпеки ізоляційних та фарбувальних робіт

- Ізоляційні та фарбувальні роботи пов'язані з використанням токсичних та пожежонебезпечних речовин, таких як розчинники, антисептики, мастики.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						63
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- Наявність цих речовин у робочій зоні може спричинити отруєння, а у разі загоряння – опіки.

Ризики під час земляних робіт

- Під час земляних робіт можливе пошкодження підземних інженерних комунікацій, таких як електрокабелі, газопроводи, водопроводи та каналізація. Це може призвести до травм, витоків газу або води, а також до хімічних чи біологічних отруєнь.

Небезпека машин та механізмів

- Практично всі роботи з використанням машин та механізмів супроводжуються підвищеним рівнем шуму, вібрації та електромагнітного випромінювання.

- Ці фактори можуть спричинити тимчасову втрату працездатності, загальні захворювання та ускладнення з боку нервової системи.

- Роботи з обслуговування машин та механізмів також мають підвищений ризик травматизму, особливо під час переміщення важких конструкцій чи обладнання.

Загалом, будівельно-монтажні роботи, транспортні операції та обслуговування обладнання потребують суворого дотримання правил техніки безпеки для мінімізації ризиків та захисту здоров'я працівників.

5.4 Заходи з охорони навколишнього середовища під час будівництва

Для зменшення негативного впливу будівельних робіт на навколишнє середовище під час будівництва житлового будинку передбачено наступні екологічні заходи:

1. Зменшення запиленості повітря:

- Під час проведення земельних робіт передбачено періодичне зволоження ґрунту. Це допомагає зменшити утворення пилу під час його механічної обробки.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						64
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2. Рекультивація ґрунту:

- З метою раціонального використання ґрунту під час благоустрою ділянки планується зняття верхнього родючого шару з подальшим його складуванням для подальшого використання при озелененні території комплексу.

3. Зниження забруднення повітря:

- При виконанні ізоляційних і покрівельних робіт рекомендується використовувати холодні мастики та полімерні стрічки замість гарячих бітумів. Також передбачено використання трубопроводів із заводською ізоляцією для зменшення викидів токсичних речовин.

4. Зниження шкідливих викидів і шуму:

- Для зменшення викидів та шуму на будівельному майданчику рекомендується переводити будівельні машини на електропривод або газ.

5. Оптимізація тимчасових доріг:

- Для зниження викидів і шуму передбачено планування тимчасових доріг з добре підготовленими основами з щебеню і піску в місцях майбутніх проїздів.

6. Зменшення запиленості при роботі з сипучими матеріалами:

- Зберігання та транспортування сипучих матеріалів відбувається у закритій тарі або упаковці, а скидання будівельного сміття виконується по спеціально організованих критих лотках, які розміщені на відстані від робочих зон.

7. Раціональне використання площі:

- Будівельний майданчик має бути мінімально можливих розмірів для раціонального використання території.

8. Безпечні будівельні інструменти:

- Не допускається використання інструментів, які створюють пил, генерують коливання високих чи низьких частот без належного гасіння, або виділяють шкідливі речовини.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						65
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

9. Тимчасові приміщення:

- Тимчасові приміщення для персоналу мають бути виконані у вигляді блоків, завезених на майданчик, з внутрішньою обробкою, що монтуються на підвищенні, яке дозволяє зберегти природний ріст трави під ними.

10. Використання екологічно безпечних матеріалів:

- Рекомендується застосовувати заводські будівельні матеріали, такі як блоки, плити, рулонні матеріали. Матеріали, що можуть виділяти пил, токсини, неприємні запахи або містити агресивні хімічні компоненти, слід уникати.

Ці заходи спрямовані на зменшення впливу будівництва на екологію, підвищення безпеки працівників і створення сприятливих умов на території будівельного майданчика.

					ДМЛБ 2319232 ПЗ	Лист
						66
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У роботі досліджено вплив біополімерної добавки на міцність і щільність легкого бетону. Встановлено, що показники добавки, такі як титруєма кислотність, рівень рН і масова частка сухих речовин, не впливають на міцність цементно-піщаних зразків. Найбільший приріст міцності спостерігався на 7-му добу.
2. Дослідження культивування добавки на піщаному носії не показало значних переваг у порівнянні зі звичайною добавкою, а висока вартість робить цей метод непридатним для промислового використання. Максимальна міцність досягалася при концентрації добавки 0,1-0,15% від маси цементу.
3. Для легкого бетону залежність міцності і щільності зразків від витрати добавки є складною. Приріст міцності до 32% був досягнутий для другого складу бетону з добавкою І типу (0,15%). Залежно від складу, максимальний приріст міцності варіювався від 18% до 32%. Загалом, для виготовлення легких бетонів рекомендовано використовувати добавки І та ІІ типів у концентрації 0,05-0,1%, що забезпечує приріст міцності на 20-30% на 28 добу.

GENERAL CONCLUSIONS

1. The paper investigates the effect of a biopolymer additive on the strength and density of lightweight concrete. It was found that the additive parameters, such as titratable acidity, pH, and mass fraction of solids, do not affect the strength of cement-sand samples. The greatest increase in strength was observed on day
2. The study of culturing the additive on a sand carrier did not show any significant advantages compared to the conventional additive, and the high cost makes this method unsuitable for industrial use. The maximum strength was achieved at an additive concentration of 0.1-0.15% by weight of cement.
3. For lightweight concrete, the dependence of the strength and density of the samples on the admixture consumption is complex. A strength increase of up to 32% was achieved for the second concrete composition with type I admixture (0.15%). Depending on the composition, the maximum strength increase varied from 18% to 32%. In general, for the manufacture of lightweight concrete, it is recommended to use type I and type II additives at a concentration of 0.05-0.1%, which provides a 20-30% increase in strength at 28 days.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б А.2.4-4-95 Основні вимоги до робочої документації.
2. ДСТУ Б А.2.4-2-95 Умовні графічні позначення і зображення елементів генеральних планів та споруд транспорту.
3. Положення про організацію оповіщення і зв'язку у надзвичайних ситуаціях від 15.02.1999, №192.
4. Кривенко П.В., Пушкарьова К.К. Будівельне матеріалознавство. - К: ТОВ УАВК «Екс Об», 2004. - 704с.
5. Коваленко А. В. Енергозберігаючі технології в будівництві. — Київ: Видавництво Київської політехніки, 2018. — 304 с.
6. Петров М. С. Інноваційні матеріали для житлового будівництва // Науковий вісник будівництва. — 2019. — Т. 30. — № 4. — С. 56–64.
7. Тараненко В. Г. Роль бджільництва в екосистемі. — Харків: УкрДослідВидав, 2021. — 210 с.
8. Антонюк О. Ю. Технології відновлення будівельних матеріалів // Будівельні матеріали і технології. — 2022. — Т. 15. — № 2. — С. 80–88.
9. Іванов В. П. Основи будівельної хімії. — Одеса: Південна академія, 2017. — 245 с.
10. Дорошенко С. І. Сучасні підходи до планування міської інфраструктури. — Львів: Видавництво ЛНУ, 2020. — 289 с.
11. Сидоренко Л. К. Аналіз теплових властивостей нових утеплювачів // Енергоефективність та будівництво. — 2021. — Т. 27. — № 1. — С. 23–29.
12. Захаренко О. І. Системи водопостачання у багатоквартирних будинках. — Дніпро: Видавництво ДНУ, 2019. — 182 с.
13. Олексієнко І. П. Перспективи будівництва пасивних будинків в Україні // Будівельний журнал. — 2022. — Т. 12. — № 3. — С. 90–96.

14. Мельниченко В. С. Використання бетону в сучасному будівництві. — Вінниця: Видавництво ВНТУ, 2018. — 314 с.
15. Гончарук Н. М. Вплив кліматичних умов на будівельні матеріали // Наукові записки з будівництва. — 2020. — Т. 22. — № 4. — С. 45–53.
16. Чорний М. В. Архітектурний дизайн: сучасні тенденції. — Чернівці: Видавництво ЧНУ, 2017. — 199 с.
17. Кравченко В. А. Будівельні конструкції в екстремальних умовах. — Запоріжжя: Видавництво ЗНТУ, 2019. — 238 с.
18. Самойленко Р. І. Впровадження систем управління якістю в будівництві // Вісник будівельної науки. — 2021. — Т. 13. — № 2. — С. 67–75.
19. Шевченко П. Г. Архітектурне проектування: підручник. — Київ: Вища школа, 2022. — 350 с.
20. Колесник Д. О. Інженерні мережі сучасних будівель // Будівельні рішення. — 2020. — Т. 7. — № 4. — С. 102–109.
21. Литвиненко І. В. Матеріали для енергоефективного будівництва. — Полтава: Видавництво ПНТУ, 2018. — 265 с.
22. Бондаренко А. В. Управління проектами в будівництві. — Суми: Сумський національний університет, 2021. — 332 с.
23. Костенко О. П. Зелена архітектура в міському середовищі // Міське будівництво та архітектура. — 2022. — Т. 9. — № 1. — С. 54–61.
24. Левченко Н. С. Вплив технічного обслуговування на тривалість служби будівель. — Миколаїв: Видавництво МНУ, 2019. — 207 с.