

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:

**Дослідження технології регулювання властивостей
будівельних розчинів при будівництві гуртожитку
в м. Сміла Черкаської обл.**

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

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

_____ Кайтаз А.І.
" ____ " _____ 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

Кайтаз Андрій Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження технології регулювання властивостей будівельних розчинів при будівництві гуртожитку в м. Сміла Черкаської обл.

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. Розрахунково-конструктивний розділ

3. Технологія і організація будівництва. 4.Науково-дослідний розділ;

5. 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 розділ	доцент Дарієнко В.В.		
Технологія і організація будівництва	доцент Скриннік І.О.		
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)

Кайтаз А.І.

(прізвище та ініціали)

Дарієнко В.В.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Виконане дослідження спрямоване на розробку технології регулювання властивостей будівельних розчинів при будівництві гуртожитку в м. Сміла Черкаської області. Основну увагу приділено модифікації заповнювачів шляхом їх обробки водою та термічним впливом для підвищення міцності і технологічних характеристик будівельних розчинів.

У роботі проаналізовано вплив стану поверхні заповнювача на якість будівельних матеріалів. Проведено серію експериментальних досліджень, що охоплюють визначення обмінної активності заповнювача та його фізико-механічних властивостей після обробки. Отримано дані щодо покращення властивостей розчинів, зокрема підвищення їхньої міцності до 30% порівняно зі звичайними заповнювачами.

Сформовано рекомендації щодо застосування модифікованих заповнювачів у будівельній практиці, що дозволяє зменшити обсяги використання дорогих в'язучих речовин і підвищити ефективність будівельних робіт. Результати дослідження можуть бути інтегровані в існуючі технологічні процеси для забезпечення економії матеріальних і трудових ресурсів.

Abstracts

The conducted research is aimed at developing a technology for regulating the properties of construction mortars during the construction of a dormitory in the city of Smila, Cherkasy region. The primary focus is on the modification of aggregates through water treatment and thermal exposure to enhance the strength and technological characteristics of construction mortars.

The study analyzes the impact of aggregate surface condition on the quality of construction materials. A series of experimental investigations were carried out, covering the determination of the exchange activity of the aggregate and its physical and mechanical properties after treatment. The data obtained demonstrate an improvement in mortar properties, including an increase in strength by up to 30% compared to conventional aggregates.

Recommendations have been formulated for the use of modified aggregates in construction practices, allowing for a reduction in the use of expensive binders and an increase in the efficiency of construction work. The research results can be integrated into existing technological processes to ensure the conservation of material and labor resources.

ЗМІСТ

Вступ.....	2
Розділ 1 Архітектурно-будівельна частина.....	4
1.1 Об'ємно-планувальне рішення	4
1.2 Архітектурно-конструктивне рішення	5
1.3 Техніко-економічні показники	6
Розділ 2 Розрахунково-конструктивна частина	7
2.1. Обґрунтування вибору конструкцій	7
2.2. Розрахунково-конструктивна частина	8
2.2.1. Розрахунок залізобетонного пустотного настилу покриття	8
Розділ 3 Технологія та організація будівництва	18
3.1. Визначення номенклатури та об'ємів робіт.	18
3.2. Вибір методів виконання робіт.....	22
3.3. Підбір монтажних кранів	24
3.4. Розробка технологічних карт на виконання будівельних процесів.	26
3.5. Складання календарного плану та сіткового графіка виконання робіт.	30
3.6. Проектування будгенплану об'єкта.	30
Розділ 4 Охорона праці	38
4.1. Безпека виконання будівельних робіт	38
4.2.Розрахунок блискавкозахисту	44
Розділ 5. Наукова частина.	46
5.1. Загальна інформація	46
5.2.1 Модифікація поверхні заповнювача водою	46
5.2.2 Визначення обмінної активності заповнювача	50
5.2.3. Модифікація поверхні заповнювача термообробкою	60
Висновки по роботі:	63
Conclusions on the work:	64
Список літературних джерел... ..	65

					ДТБР 2319213 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Дослідження технології регулювання властивостей будівельних розчинів при будівництві гуртожитку в м. Сміла Черкаської обл.			Лім.	Арк.	Акрушів	
Розробив	Кайтаз А.І.									1	
Перевірів	Дарієнко В.							ЦНТУ зр. БІ-23М-1			
Реценз.											
Н. Контр.	Яцун В.										
Затвердив	Настоящий В.										

Вступ

Поліпшення технологічних і міцності будівельних розчинів може здійснюватися не тільки при використанні більш ефективних в'язучих речовин, але і за рахунок використання модифікованих заповнювачів.

Якість піску робить помітний вплив на міцність будівельних розчинів. Якщо в звичайному бетоні Заміна крупного піску дрібним знижує міцність всього на 5-10 %, то в будівельних розчинах міцність може зменшитися на 25-30 %, а максимальна міцність складів 1 : 2 – 1 : 3, яку можна досягти при певній інтенсивності ущільнення, іноді знижується в 2-3 рази.

У всіх літературних джерелах за технологією бетонів і будівельних розчинів припущено, що заповнювач є інертним по відношенню до цементного в'язучого. При розрахунку складів з використанням цементних в'язучих зазвичай враховується тільки гранулометричні характеристики заповнювача (наприклад модуль крупності і максимальний розмір частинок). Впливаючим фактором також є забруднення заповнювача органічними домішками, глинистими і пилюватими частинками і т. д. Однак, на практиці, навіть при використанні одних і тих же заповнювачів можуть спостерігатися істотні (в кілька разів) відмінності як за технологічними характеристиками, так і по міцності бетонів і розчинів.

Отже властивості розчинів істотно залежать також і від стану поверхні заповнювача.

Основною метою даної роботи є розробка технології регулювання властивостей будівельних розчинів на основі використання модифікації поверхневих властивостей заповнювача. Модифікація заповнювача може здійснюватися з використанням нескладних технологічних процесів (наприклад впливом водою, термообробкою і т.д.).

Для здійснення поставленого завдання необхідно вдосконалення методики оцінки зміни поверхневих властивостей заповнювача і дослідження таких змін при його модифікації.

Об'єкт дослідження: Заповнювач для бетонів, модифікований водою та термообробкою.

Апробація роботи. Результати магістерської роботи доповідалися і обговорювалися на IV Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції “Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп’ютерних технологій” кропивницький: ЦНТУ 2024.

					ДТБР 2319213 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		3

РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Об'ємно-планувальне рішення

Місце будівництва — м. Сміла, Черкаська обл.

Територія має невеликий схил у північно-південному напрямку. Коли планують гуртожиток для студентів, враховують, чи є у них родини, а також їхні побутові й санітарні потреби. Гуртожиток має 9 поверхів, підвал і горище, а також одноповерховий вестибюль. Будівля складається з трьох житлових секцій, об'єднаних двома комунікаційними вузлами з ліфтами (кожен до 630 кг) і сходами. Планування - коридорного типу.

Кожна квартира має площу 6,4х6,4 метра і включає спальню або дві кімнати, кухню чи кухонну нішу, передпокій, санвузол, балкон, вбудовані меблі та обладнання. На кожному поверсі є 8 квартир у кожній секції, місце для сміттєпроводу, технічне приміщення та коридор. У вестибюлі є зона для очікування, приміщення для вахтера та ігрові кімнати для дітей.

Поруч з вестибюлем розташовані зал для святкувань, буфет, тренажерний зал і адмінприміщення. На першому поверсі є кімнати відпочинку для дітей та дорослих, медпункт. У підвалі — комори для кожної родини, пральня, майстерні для ремонту та камери для зберігання речей.

Робочі кімнати облаштовані столами для креслення і роботи. В дитячій кімнаті є гойдалка, акваріум, гірка та спортивний комплекс, а в дорослій — шахові столи, журнальні столики та телевізор. Буфет об'єднаний із залом для святкувань і має торгівельну зону, кухню, мийку, склад продуктів, приміщення для закусок, гардероб і туалет. В буфеті є все необхідне, підведена холодна і гаряча вода, вентиляція та каналізація.

У майстернях облаштовані зони для сантехнічних, електромеханічних, столярних і слюсарних робіт з усім потрібним обладнанням. Пральня розділена на зони для прання, сушіння та прасування з побутовими пральними і

сушильними машинами, робочими столами, холодною та гарячою водою, вентиляцією і каналізацією.

1.2 Архітектурно-конструктивне рішення

Будівля гуртожитку побудована з поперечними несучими та частково несучими поздовжніми стінами. Покрівля – рулонна, перекриття та покриття – збірні залізобетонні.

Фундаменти. Проектом передбачено пальові фундаменти з забивних паль розміром 300х300 мм. Голови паль об'єднані залізобетонним ростверком висотою 600 мм, який армується просторовими каркасами та сітками. Фундаменти та ростверки виконані з щільного бетону згідно з вимогами ДБН.

Стіни. Зовнішні та внутрішні стіни підземної частини з фундаментних блоків ФБС, які укладаються на свіжий розчин М100. Шви також заповнюються цим розчином. Для захисту зовнішніх стін передбачено гідроізоляцію з рідкого бітуму. Стіни підземної частини виконані з глиняної цегли М75 на розчині М50, товщина зовнішніх стін – 510 мм, внутрішніх – 380 мм.

Перекриття та покриття. Використовуються кругло-пустотні залізобетонні плити товщиною 220 мм. Вони вкладаються на вирівняний шар розчину М100, шви також заповнені розчином М100.

Сходи. Сходи складаються з типових залізобетонних маршів і площадок згідно з серіями ДСТУ.

Перегородки. Виконані з гіпсобетонних панелей товщиною 80 мм та армованих цегляних перегородок із цегли М75 на розчині М50, товщиною 120 мм.

Перемички – збірні залізобетонні.

Вікна – спарені дерев'яні, виготовлені на заводі.

Двері. Зовнішні – дерев'яні, входні – алюмінієві, внутрішні – дерев'яні згідно з ДСТУ.

					ДТБР 2319213 ПЗ	Лист
						5
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Ліфти – вантажно-пасажирські, вантажопідйомністю 630 кг, встановлені в шахтах з цегляної кладки (цегла М100 на розчині М75).

Одноповерхова частина має конструкцію однопролітної рами, що складається з двох колон розміром 400х400 мм і одно-пролітного ригеля 300х800 мм, на якому лежать залізобетонні складки покриття.

Обробка. Внутрішні стіни оштукатурені піщано-вапняним розчином товщиною 20 мм, а фасад будівлі – цементно-піщаним розчином тієї ж товщини.

1.3 Техніко-економічні показники

Площа забудови – 2200,0 м²

Будівельний об'єм – 68242,0 м³

Житлова площа – 3716,0 м²

Загальна корисна площа – 11445,0 м²

Коефіцієнти:

$$K_1 = \frac{\text{Житлова площа}}{\text{Загальна площа}} = \frac{3915,0 \text{ м}^2}{11343,0 \text{ м}^2} = 0,35$$

$$K_2 = \frac{\text{Об'єм споруди}}{\text{Житлова площа}} = \frac{67232,0}{3915,0} = 17,183$$

РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1. Обґрунтування вибору конструкцій

Гуртожиток для сімей у м. Сміла спроектований з поперечними несучими та частково несучими поздовжніми стінами.

Фундаменти. Для перенесення ваги будівлі на нижні щільні шари ґрунту використовуються забивні палі січенням 300х300 мм. Оголовки палей об'єднані залізобетонним ростверком висотою 600 мм.

Перекрыття та покриття. Використовуються кругло-пустотні залізобетонні плити товщиною 220 мм.

Сходи. Сходові марші та площадки виконані з типових залізобетонних елементів.

Одноповерхова частина. Як основна несуча конструкція запроєктована однопролітна рама з двох колон розміром 400х400 мм та ригеля 300х800 мм. Покриття одноповерхової частини складається з залізобетонного пустотного настилу висотою 920 мм та шириною 1930 мм.

					ДТБР 2319213 ПЗ	Лист
						7
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2.2. Розрахунково-конструктивна частина

2.2.1. Розрахунок залізобетонного пустотного настилу покриття

Перетин настилу виконаний коробчастого типу, що враховує особливості його виготовлення. Висота настилу становить 92 см.

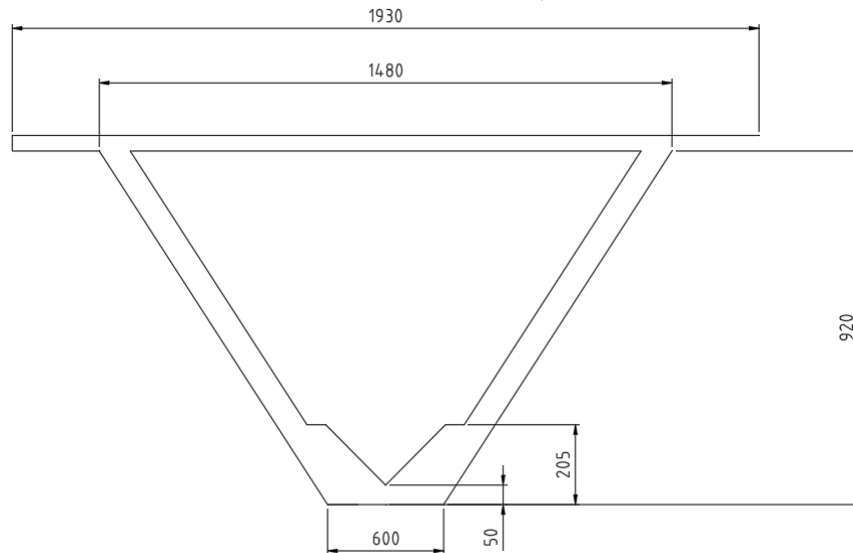


Рис. 2.1.

Технологія виготовлення настилу.

Процес виготовлення пустотного настилу проходить у чотири етапи. Спочатку заливається бетон у плоску форму для створення плити. Потім плиту розрізають, і її частини з'єднуються між собою гнучкими арматурними зв'язками у місцях розрізу. Після затвердіння бетону плиту підіймають за технологічні петлі, при цьому вона починає приймати зігнуту форму. Далі її переміщують у спеціальний кондуктор, де настил отримує свою проєктну форму. Форма фіксується в кондукторі шляхом зварювання закладених деталей у місцях нижнього стиску. Бетонування полицок і шпонок проводиться безпосередньо в кондукторі.

Таблиця 2.1. Збір навантаження на 1 м^2 покриття.

№	Назва навантаження	Нормативне навантаження кН/м^2	Коефіцієнт надійності по навантаженню $\gamma_{\text{н}}$	Розрахункове навантаження кН/м^2
1	а) <u>Постійне</u> Шар гравію втоплений в бітумну мастику 0.02x18.0	0.36	1.3	0.47
2	Шар руберойду на мастиці	0.2	1.3	0.26
3	Асфальтно-бетонна стяжка $\delta=20\text{мм}$ 0.02x20.0	0.4	1.3	0.52
4	Утеплювач пінобетон $\delta=100\text{мм}$ $\gamma=600\text{кг/м}^3$ 0.1x6.0	0.6	1.2	0.72
5	Пароізоляція – 1 шар пергаменту	0.05	1.2	0.06
6	Власна вага настилу Всього постійне q	4.5 6.11	1.1 -	4.95 6.98
7	б) <u>Тимчасове</u> Снігове 0.5x3 p Повне q	1.5 7.61	1.4 -	2.1 9.08

Визначення зусиль

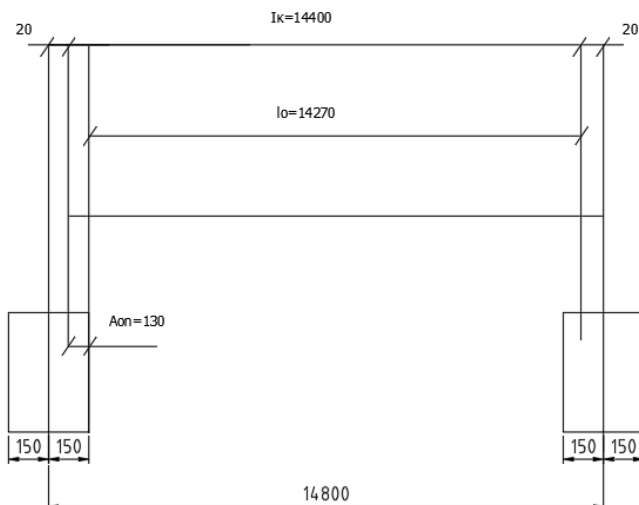


Рис. 2.2. Величину розташованого прольоту

$$l_0 = l_k - 2 \frac{A_{on}}{2} = 14400 - 2 \frac{130}{2} = 14270 \text{ мм} = 14.27 \text{ м}$$

Ширина настилу $b = 2 \text{ м}$

Зусилля від нормативних навантажень

- від повного навантаження

$$M_n = \frac{7.61 \cdot 2 \cdot 14.27^2}{8} = 387.4 \text{ кНм}$$

$$Q_n = \frac{7.61 \cdot 2 \cdot 14.27}{2} = 108.4 \text{ кН}$$

- від довгодіючого тимчасового навантаження і постійного

$$q = 0.7 + 6.11 = 6.81 \text{ кН/м}$$

$$M_{n,l} = \frac{6.81 \cdot 2 \cdot 14.27^2}{8} = 346.7 \text{ кНм}$$

- від короткочасного тимчасового

$$M_{n,e,h} = \frac{0.8 \cdot 2 \cdot 14.27^2}{8} = 40.7 \text{ кНм}$$

Зусилля від розрахункових повних навантажень.

$$M = \frac{9.08 \cdot 2 \cdot 14.27^2}{8} = 462.2 \text{ кНм}$$

$$Q = \frac{9.08 \cdot 2 \cdot 14.27^2}{2} = 130.0 \text{ кН}$$

Розрахунок міцності нормальних перерізів.

Визначаємо розрахункову ширину полицки і приводимо розрахунковий переріз настилу до двотаврового. Консольні звідси не враховуємо, так як

					ДТБР 2319213 ПЗ	Лист
						10
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$h'_f = 0.4 \text{ см} < 0.05h = 0.05 \cdot 92 = 4.6 \text{ см}$$

$$b'_f = 2b_p + 2 \cdot 6l_f = 2 \cdot 9.5 + 2 \cdot 6 \cdot 8 = 115 \text{ см}$$

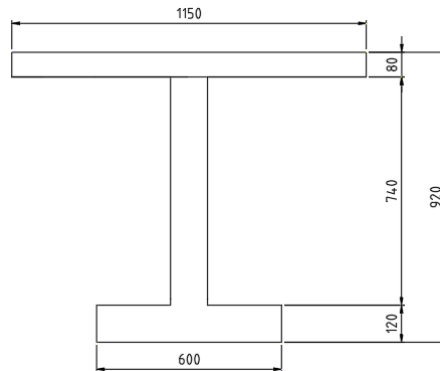


Рис. 2.2.

Приймаємо бетон класу В30 при $\gamma_{e2} = 0.9$;

$$R_{bt} = 1.55 \text{ кН/см}^2; R_{bt} = 0.11 \text{ кН/см}^2; R_{b,x6} = 2.2 \text{ кН/см}^2; R_{bt,hr} = 0.18 \text{ кН/см}^2;$$

$$E_b = 2.9 \cdot 10^4 \text{ кН/см}^2 - \text{настил підлягає тепловій обробці при атмосферному тиску.}$$

Напружена арматура класу А5

$$R_s = 81.5 \text{ кН/см}^2; R_{s,hr} = 98 \text{ кН/см}^2; E_s = 1.9 \cdot 10^4 \text{ кН/см}^2$$

Напружена арматура $\phi 5$ ВрІ $R_{sw} 27 \text{ кН/см}^2$

$$\text{Робоча висота перерізу } h_0 = h - a = 92 - 4 = 88 \text{ см}$$

Визначаємо чи границя стисненої зони бетону знаходиться в межах полицки виконанням умови:

$$M = 462.2 \text{ кНм} > R_s b'_f h'_f (h_0 - 0.5 h'_f) = 1.55 \cdot 115 \cdot 8 \cdot (88 - 0.5 \cdot 8) = 1197.8 \text{ кНм}$$

Границя стисненої зони проходить в полиці. Переріз розраховуємо як прямокутник шириною $b'_f = 115 \text{ см}$.

$$L_m = \frac{M}{R_b \cdot b'_f \cdot h_0^2} = \frac{46220}{1.55 \cdot 115 \cdot 88^2} = 0.033 \rightarrow \xi = 0.034$$

$$\frac{\sigma_{sp} + \Delta\sigma_{sp}}{R_s} = 0.6$$

В посібнику для проектування попередньо-напружених з/б конструкцій з важких і легких бетонів знаходимо граничне значення відносної висоти стисненої зони.

$$\xi_R = 0.49 > \xi = 0.034$$

Визначаємо коефіцієнт умов роботи для напруженої арматури γ_{sb}

При $\xi = 0.034 < 0.5\xi_{SR} = 0.5 \cdot 0.49 = 0.245$ можна прийняти що $\gamma_{sb} = 1.1$

Визначаємо площу перерізу напруженої арматури.

$$A_{sp} = \xi b'_f h_0 \frac{R_s}{\gamma_{sb} R_s} = 0.034 \cdot 115 \cdot 88 \frac{1.55}{1.1 \cdot 81.5} = 5.95 \text{ см}^2$$

Приймаємо 6ф14 А7 $A_{sp} = 9.23 \text{ см}^2$

Геометричні характеристики поперечного перерізу настилу

При визначенні характеристик враховуємо весь переріз настилу:

$$L = \frac{E_s}{E_b} = \frac{1.9 \cdot 10^4}{2.9 \cdot 10^3} = 6.55$$

Площа приведенного перерізу:

$$A_{real} = 2(74 \cdot 92 + 26 \cdot 4 + 12 \cdot 7 \cdot 0.5 - 76 \cdot 44 \cdot 0.5 - 34 \cdot 41.7 - 13 \cdot 12 - 12.9 \cdot 59.2 - 43.8 \cdot 8.9 - 15.3 \cdot 89 \cdot 0.5 - 25.2 - 25.2 \cdot 41.7 \cdot 0.5 - 21 \cdot 12 \cdot 0.5 - 13 \cdot 3.5 \cdot 0.5) + 6.55 \cdot 9.23 = 3726 \text{ см}^2$$

Статичний момент приведенного перерізу відносно нижньої границі:

$$S_{real} = 2(74 \cdot 92 \cdot 46 + 26 \cdot 4 \cdot 90 + 12 \cdot 7 \cdot 0.5 \cdot 84 - 76 \cdot 44 \cdot 0.5 \cdot 25.33 - 34 \cdot 41.7 \cdot 41.35 - 13 \cdot 12 \cdot 14.5 - 12.9 \cdot 59.2 \cdot 68.65 - 43.8 \cdot 8.9 \cdot 79.55 - 15.3 \cdot 8.9 \cdot 0.5 \cdot 78.07 - 25.2 \cdot 41.7 \cdot 0.5 \cdot 48.3 - 21 \cdot 12 \cdot 16.5 -$$

						Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	ДТБР 2319213 ПЗ	12

$$-13 \cdot 3.5 \cdot 0.5 \cdot 7.23) + 6.55 \cdot 9.23 \cdot 4 = 209126 \text{ см}^3$$

Віддаль від центру ваги приведенного перерізу до нижньої грані

$$Y_0 = \frac{S_{\text{real}}}{\Delta_{\text{real}}} = \frac{209126}{3726} = 56.13 \text{ см}$$

Момент інерції приведенного перерізу:

$$\begin{aligned} I_{\text{real}} = & 2 \left(\frac{74 \cdot 92^3}{12} + 74 \cdot 92 \cdot 10.13^2 + \frac{26 \cdot 4^3}{12} + 26 \cdot 4 \cdot 33.87^2 + \right. \\ & + \frac{7 \cdot 12^3}{12} + 7 \cdot 12 \cdot 0.5 \cdot 27.87^2 - \\ & \frac{44 \cdot 76^3}{36} - 76 \cdot 44 \cdot 30.8^2 \cdot 0.5 - \frac{34 \cdot 41.7^3}{12} - 34 \cdot 41.7 \cdot 14.78^2 - \\ & - \frac{13 \cdot 12^3}{12} - 13 \cdot 12 \cdot 41.63^2 - \frac{59.2 \cdot 12.9^3}{12} - \\ & 59.2 \cdot 12.9 \cdot 12.52^2 - \frac{43.8 \cdot 8.9^3}{12} - 43.8 \cdot 8.9 \cdot 23.42^2 - \\ & - \frac{15 \cdot 8.9^3}{12} - 0.5 \cdot 15 \cdot 8.9 \cdot 21.94^2 - \\ & \frac{25.2 \cdot 41.7^3}{36} - 25.2 \cdot 41.7 \cdot 0.5 \cdot 7.83^2 - \frac{21 \cdot 12^3}{36} - \\ & - 21 \cdot 12 \cdot 0.5 \cdot 39.63^2 - \frac{13 \cdot 3.5^3}{36} - 13 \cdot 3.5 \cdot 0.5 \cdot 48.8^2 \left. \right) + \\ & + 6.55 \cdot 9.23 \cdot 52.13^3 = 4328183 \text{ см}^4 \end{aligned}$$

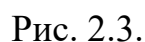
Моменти опору приведенного перерізу відносно нижньої грані:

$$\omega'_{\text{real}} = \frac{I_{\text{real}}}{Y_0} = \frac{4328183}{56.13} = 77110 \text{ см}^3$$

Відносно верхньої грані:

$$\omega'_{\text{real}} = \frac{I_{\text{real}}}{h - Y_0} = \frac{4328183}{92 - 56.13} = 120660 \text{ см}^3$$

настилу від початкового обтиску.



$$I_{real} = \frac{6 \cdot 78.6^3}{12} + 6 \cdot 78.6 \cdot 23.4^2 + \frac{28.5 \cdot 34.8^3}{12} +$$
$$+ 28.5 \cdot 34.8 \cdot 33.3^2 + \frac{6.4 \cdot 11.1^3}{2} + 6.4 \cdot 11.1 \cdot 0.5 \cdot 40.4^2 +$$
$$+ \frac{1.7 \cdot 17.6^3}{12} + 1.7 \cdot 17.6 \cdot 55.83^2 - \frac{26 \cdot 15^3}{36} -$$
$$- 26 \cdot 15 \cdot 0.5 \cdot 45.7^2 - \frac{2.5 \cdot 4.3^3}{12} - 2.5 \cdot 4.3 \cdot 0.5 \cdot 49.27^2 -$$

$$\begin{aligned}
 & -9.5 \cdot 9.5 \cdot \frac{9.5 \cdot 21^3}{12} - 9.5 \cdot 21 \cdot 26.4^2 - \frac{6 \cdot 10.4^3}{12} - 6 \cdot 10.4 \cdot 0.5 \cdot 59.23^2 + \frac{1.7 \cdot 1.0^3}{12} + \\
 & + 1.7 \cdot 1 \cdot 0.5 \cdot 62.37^2 + 6.55 \cdot 4.62 \cdot 36.2^2 + \frac{4.7 \cdot 17.6^3}{12} + 4.7 \cdot 17.6 \cdot 0.5 \cdot 55.83^2 = \\
 & = 1172123 \text{ м}^4
 \end{aligned}$$

Натяг арматури здійснюється на опори стенда механічним способом.

Передавальна міцність бетону:

$$R_{bp} = 0.7 B = 0.7 \cdot 30 = 21 \text{ МПа} = 2.1 \text{ кН/см}^2$$

Початкове напруження в арматурі приймаємо рівним:

$$\sigma_{sp} = 0.95 R_{s,ser} = 0.95 \cdot 98 = 93.1 \text{ кН/см}^2$$

Визначаємо перші втрати напружень (до обтиску бетону)

1. Від реакції напружень арматури:

$$\sigma_1 = 0.1 \sigma_{sp} - 2 = 0.1 \cdot 93.1 - 2 = 7.31 \text{ кН/см}^2$$

2. Від температурного перепаду:

$$\sigma_2 = 0.1 \Delta t = 0.1 \cdot 65 = 6.5 \text{ кН/см}^2$$

3. Від деформації анкерних закріплень:

$$\Delta \ell = 1.25 + 0.15 d = 1.25 + 0.15 \cdot 20 = 4.25 \text{ мм}$$

$$\sigma_3 = \frac{\Delta \ell}{e} E_s = \frac{4.25}{14400} 1.9 \cdot 10^4 = 5.21 \text{ кН/см}^2$$

4. Від швидкоплинної повзучості:

$$P_I = A_{SPI} (\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3) = 4.62(93.1 - 7.31 - 6.5 - 5.21) = 342 \text{ кН}$$

$$\ell_{0I} = I_{sp} = I_0 - a = 50.7 - 4 = 46.7 \text{ см}$$

$$\sigma_{sp} = \frac{P_i}{A_{real}} + \frac{P_i \ell_{0I} I_{cp}}{I_{real}} = \frac{342}{10182} + \frac{342 \cdot 46.7 \cdot 46.7}{1172123} = 0.97 \text{ кН/см}^2$$

$$\frac{\sigma_{lp}}{R_{bp}} = \frac{0.97}{2.1} = 0.462 < 0.8$$

$$\sigma_0 = 3.4 \frac{\sigma_{lp}}{R_{bp}} = 3.4 \cdot 0.462 = 1.57 \text{ кН/см}^2$$

Разом перші втрати:

$$\sigma_{eos} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_0 = 7.31 + 6.5 + 5.21 + 1.57 = 20.59 \text{ кН/см}^2$$

Сила обтиску з врахуванням перших витрат

$$P_1 = A_{sp} \cdot (\sigma_{sp} - \sigma_{eos}) = 4.62(93.1 - 20.59) = 335 \text{ кН}$$

ексцентриситет: $e_{0I} = I_{sp} = 46.7 \text{ см}$

Розрахункове зусилля обтиску для перевірки міцності в стадії виготовлення.

$$N_p = (\sigma_{sp1} - 33) A'_{sp} = (72.51 - 33) = 182.5 \text{ кН, де}$$

$$\sigma_{sp1} = 93.1 - 20.59 = 72.51 \text{ кН/см}^2$$

В розтягнутій зоні приймаємо 2ф5 Вр1

$$a = 8 \text{ см } (A_s = 0.393 \text{ см}^2)$$

Висота стисненої зони:

$$\chi = \frac{N_p + R_s A_s}{R_b^p b} = \frac{182.5 + 36 \cdot 0.393}{1.21 \cdot 6} = 27.1 \text{ см}$$

$$\text{Оскільки } \xi = \frac{\chi}{n_0 - a} = \frac{27.1}{113.4 - 8} = 0.257 < \xi_R = 0.49$$

міцність перевіряємо умовою:

$$R_b^p \cdot b(h_0 - 0.5) = 1.21 \cdot 27.1 \cdot 6(105.4 - 0.5 \cdot 27.1) = 18070 \text{ кНсм} = 180.7 \text{ кНм}$$

$$180.7 \text{ кНм} > N_p e = 182.5 \cdot 90.9 = 165.9 \text{ кНм, де}$$

$$e = h_0 - a'_p = 105.4 - 14.5 = 90.9 \text{ см}$$

Міцність в стадії виготовлення забезпечена.

Перевіряємо стискуюче напруження в бетоні на рівні крайнього стисненого волокна.

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A_{real}} + \frac{P_1 y_0 \ell_{01}}{I_{real}} = \frac{335}{10182} + \frac{335 \cdot 50.7 \cdot 46.7}{1172123} = 1.01 \text{ кН/см}^2$$

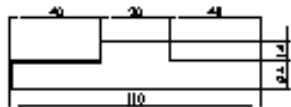
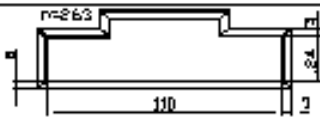
$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{1.01}{2.1} = 0.48 < 0.95$$

Міцність найбільш обтисненої грані в стадії виготовлення забезпечена.

Розділ 3 Технологія та організація будівництва

3.1. Визначення номенклатури та об'ємів робіт.

Таблиця 3.1. Відомість підрахунку обсягів робіт на будівництво гуртожитку.

№	Назва робіт	Одиниці вимірювання	Формула підрахунку	Кількість
1	2	3	4	5
1.	<u>I Підготовчий період</u> Влаштування тимчасових доріг.	100м	$l = 290.м$	2.9
2.	Влаштування тимчасової лінії електропередач.	100м	$l = 400.м$	4.0
3.	Влаштування тимчасового водопостачання.	100м	$l = 54.м$	0.54
4.	Влаштування тимчасової Каналізації	100м	$l = 56.м$	0.56
5.	Влаштування тимчасових будівель	$100м^2$	$S = 421.5м^2$	4.215
6.	<u>II - Нульовий цикл</u> Зрізка рослинного шару бульдозером (t=30мм)	$1000.м^2$	 $V = (110 \cdot 24 + 30 \cdot 14) \cdot 0.3 = 918 м^2$	0.918
7.	Розробка ґрунту в котловані екскаватором до відмітки -3.90	$1000.м^3$	 $V = 9405 м^3$	9.405
8.	Перевезення ґрунту автосамоскидами	$м^3$	$V = 5405 м^3$	5405
9.	Забивання паль	Шт.		1208

1	2	3	4	5
10	Вирубка голів паль	Шт.		1208
11	Бетонування розвертку	1 м ³		496.6
12	Кладка стін підвалу з фундаментних блоків	м ³		5706.3
13	Бетонування монолітних колон одноповерхової частини	м ³		12
14	Вертикальна гідроізоляція стін підвалу	м ²		1051
15	Обернена засипка ґрунту екскаватором і бульдозером	м ³	$V = 9405 - 5405 = 4000$	4000
16.	<u>III-наземна частина споруди.</u> Монтаж плит перекриття над підвалом	Шт.	n=287	287
17.	Замонолічування швів	1м.шв.	$l = 6.4 \cdot 112 + 3.2 \cdot 9.7 + 6 \cdot 40 = 1267$	1267
18.	Монтаж ригелів одноповерхової частини	Шт.	n=6	6
19.	Кладка стін зовнішніх t=510мм	м ³	$V=40437.5 \text{ м}^3$	40437.5
20.	Кладка внутрішніх стін t=380мм	м ³	$V=44422.2 \text{ м}^3$	44422.2
21.	Кладка перегородок t=120мм	м ³	$V=594 \text{ м}^3$	594
22.	Монтування балконів	Шт.	$n = 12 \cdot 8 = 96$	96
23.	Монтаж плит перекриття	Шт.	$n = 231 \cdot 9 = 2079$	2079
24.	Замонолічування швів	1м.шв	$l = 408.4 \cdot 9 = 3675.6$	3675.6
25.	Монтаж сходових площадок	Шт.	n= 44	44

1	2	3	4	5
26.	Монтаж сходових маршів	Шт.	$n = 44$	44
27.	<u>IV - Віконні і дверні заповнення</u> Встановлення вікон із дерева	100.м ²	$S = 1836.3 \text{ м}^2$	18.36
28.	Встановлення дверних панелей	100.м ²	$S = 1194 \text{ м}^2$	11.94
29.	<u>V – Покрівельні роботи</u> Влаштування 3-шарового гідроізоляційного руберойду із захисним шаром	100.м ²	$S = 2961 \text{ м}^2$	29.6
30.	Влаштування цементної стяжки М50 t=30мм	100.м ²	$S = 2961 \text{ м}^2$	29.6
31.	<u>VI – Підлоги</u> а) підвалу Підстиляючий шар бетону М100 t=200мм	1000.м ²	$S = 1702 \text{ м}^2$	1.7
32.	Цементна підлога t=30мм Б) по перекриттю	1000.м ²	$S = 1702 \text{ м}^2$	1.7
33.	Вирівнюючий шар із керамзит бетону t=35мм	1000.м ²	$S = 11408 \text{ м}^2$	11.41
34.	Влаштування стяжки М50 t=30мм	1000.м ²	$S = 11408 \text{ м}^2$	11.41
35.	Паркетна підлога t=15мм	1000.м ²	$S = 7597 \text{ м}^2$	7.592
36.	Керамічне покриття t=10мм	1000.м ²	$S = 3811 \text{ м}^2$	3.8
37.	Вирівнююча стяжка t=15мм	1000.м ²	$S = 1426 \text{ м}^2$	1.43
38.	Влаштування пароізоляції-1 шар руберойду на бітумній мастиці	1000.м ²	$S = 1426 \text{ м}^2$	1.43

1	2	3	4	5
39.	Влаштування утеплювача t=50мм	1000м ²	$S = 1426\text{м}^2$	1.43
40.	Влаштування стяжки t=30мм	1000м ²	$S = 1426\text{м}^2$	1.43
41.	<u>VII - Внутрішні оздоблювані роботи.</u> Оскління вікон подвійним склом	1000м ²	$S = 1836 \cdot 2 = 3672\text{м}^2$	36.76
42.	Фарбування дверей масляними фарбами	100м ²	$S = 1194 \cdot 2 = 2388\text{м}^2$	23.88
43.	Штукатурка стін і перегородок t=20мм	100м ²	$S = 26035\text{м}^2$	26.04
44.	Побілка стін	100м ²	$S = 26035\text{м}^2$	26.04
45.	Облицювання глазураною плиткою стін в санвузлах і кухнях	100м ²	$S = 2894\text{м}^2$	28.9
46.	<u>VII - зовнішні оздоблювальні роботи</u> Штукатурка стін фасаду t=20мм	100м ²	$S = 8300\text{м}^2$	83
47.	Набриск фасаду □х інші оздоблювані роботи	100м ²	$S = 8300\text{м}^2$	83
48.	Влаштування обмостки навколо будинку	100м ²	$S = 279.1\text{м}^2$	2.79

3.2. Вибір методів виконання робіт.

До головних видів робіт у будівництві можна віднести:

Земляні роботи. Це всі процеси, що пов'язані з підготовкою ґрунту для майбутніх конструкцій. Наприклад, викопування котлованів для фундаменту, вирівнювання площі під будівництво або створення траншей для комунікацій. Без цього етапу неможливо почати будівництво, бо він забезпечує основу для майбутньої будівлі.

Кладка цегли. Тут мається на увазі зведення стін із цегли або блоків. Такі роботи вимагають дотримання сучасних норм ДБН та ДСТУ, щоб забезпечити стійкість і надійність стін. Важливо правильно підібрати матеріали, адже вони впливають на тепло- і звукоізоляцію приміщення.

Монтаж залізобетонних конструкцій. Це етап, на якому встановлюють перекриття, колони, балки, панелі тощо. Залізобетонні конструкції є основою більшості сучасних споруд, оскільки вони дуже міцні й можуть витримувати великі навантаження. Для цього використовують сучасні стандарти ДСТУ, щоб забезпечити надійність споруди.

Земляні роботи.

Перед початком будівельних робіт потрібно переконатися, що на території немає активних підземних комунікацій. Це важливо, щоб уникнути пошкоджень мереж під час робіт. Також потрібно подбати про захист майданчика від дощової та талої води, щоб уникнути затоплень, які можуть заважати будівельним процесам.

Земляні роботи проводяться за чітким планом, щоб завершити все вчасно та максимально використовувати техніку. Ось порядок дій:

Спершу зрізається верхній рослинний шар землі, а сам майданчик вирівнюється для зручності подальших робіт.

Потім викопується котлован під фундамент, який стане основою для майбутньої будівлі.

Після цього засипаються простори навколо фундаменту (пазухи) та ущільнюється ґрунт для стабільності конструкції.

Для викопування котловану використовується одноковшовий екскаватор ДЄ-505 з ковшем на 0,5 куб. м. Точне вирівнювання рівня землі здійснюється бульдозером Д-259, а зворотне засипання — бульдозером Т-100. Ґрунт, який буде використовуватись для зворотного засипання, зберігається на будівельному майданчику, а зайвий ґрунт вивозиться самоскидами за межі ділянки.

Монтаж збірних залізобетонних конструкцій.

Монтаж залізобетонних конструкцій здійснюється за допомогою двох баштових кранів КБ 160-2, які піднімають і встановлюють елементи на місце. Перед початком цих робіт потрібно завершити всі підготовчі етапи — зокрема, облаштувати фундаменти та підготувати зони для складування залізобетонних деталей, щоб усе необхідне було під рукою.

Монтаж конструкцій проводиться так, щоб будівля була стабільною та міцною на кожному етапі. Спершу всі роботи завершуються на одному відрізку майданчика (так званій захватці), після чого монтажна команда переходить до наступної. Така послідовність допомагає забезпечити безпечний і швидкий процес будівництва.

Спеціальні будівельні роботи.

Системи опалення, водопостачання та каналізації монтуються з уже підготовлених і пофарбованих вузлів, відповідно до чинних ДБН. Підготовка

фарб та їх нанесення виконується механізовано, що значно полегшує процес і прискорює роботи.

Для виконання спеціальних робіт застосовують сучасне обладнання, наприклад, мобільні штукатурні станції, розчинонасоси, шліфувальні машини, електрофарбопульти та малярні станції. Це дозволяє забезпечити рівномірне покриття та якісне нанесення сумішей на поверхні.

Під час штукатурки приміщення має бути теплим — не нижче $+5^{\circ}\text{C}$, а розчин потрібно підігрівати до $+8^{\circ}\text{C}$, щоб він добре лягав і швидко висихав. Внутрішнє фарбування стін проводиться лише в утеплених приміщеннях, щоб уникнути різких перепадів температури, які можуть зіпсувати покриття.

Покрівлю можна монтувати лише в суху погоду і при температурі не нижче $+20^{\circ}\text{C}$, оскільки в таких умовах матеріали лягають найкраще, а робота стає безпечнішою.

3.3. Підбір монтажних кранів

Для монтажу збірних залізобетонних елементів у будівлі гуртожитку — таких як плити перекриття і покриття, колони, ригелі, сходові площадки та марші — необхідно врахувати оптимальну техніку і розрахувати висоту для безпечного монтажу.

Розрахунок монтажу плит покриття проводиться, виходячи з найвищої точки встановлення, яка у цьому випадку становить **31,77 м**. Для цього важливо забезпечити мінімальну відстань від рівня стоянки техніки до найвищої точки підйому гака крана. Ця відстань повинна включати:

Висоту самої плити — врахування габаритів кожного елемента, що підніматиметься, щоб уникнути пошкоджень.

Висоту монтажних стропів та елементів підвіски — щоб конструкція надійно трималася під час підйому.

Зазор для безпечного підйому — додатковий простір, який враховує можливість легких коливань і переміщень під час підйому.

- занос на висоті 0,5 м,
- висота елемента у підйомному положенні – 0,22 м,
- висота вантажопідйомного пристрою – 2,1 м,
- висота поліспаста – 1,7 м.

Загальна висота підйому гака: $(31,77 + 0,5 + 0,22 + 2,1 + 1,7 = 36,3)$ м.

Необхідний виліт гака при потрібній висоті підйому:

- ширина будівлі – 16 м,
- відстань від осі руху крана до крайньої стіни – 8 м.

Для монтажу плит покриття, вага яких становить 3,7 т, підходять два крани:

- баштовий кран КБ 160-2 зі стрілою 25 м,
- баштовий кран КБ 300 зі стрілою 30 м.

При порівнянні економічних показників кранів враховується не тільки вартість експлуатації, але й ефективність роботи, що може впливати на загальні витрати на будівництво.

Час монтажу плит перекриття і покриття за сітковим графіком розрахований на 27 днів. Експлуатаційні витрати на кожен кран визначаються на основі тривалості робочої зміни (8 годин) і кількості машино-годин, необхідних для завершення завдань.

Питомі капіталовкладення на кожен кран обчислюються, враховуючи його інвентарну вартість та річну кількість машино-змін. Це дозволяє оцінити ефективність використання крана за весь час експлуатації.

Результати розрахунків показали, що витрати на експлуатацію баштового крана КБ 160-2 є нижчими, ніж витрати на використання крана КБ

300. Отже, кран КБ 160-2 було обрано для виконання монтажу конструкцій, оскільки він забезпечує економічнішу роботу, що важливо для будівельного проєкту такого масштабу.

3.4. Розробка технологічних карт на виконання будівельних процесів.

Кладка цегляних стін

Кладку цегляних стін виконують згідно з робочими кресленнями та вимогами чинних будівельних норм. Цеглу та розчин доставляють на будівельний майданчик автотранспортом. Кладка стін проводиться за поточно-роздільним методом за тризахватною схемою, що забезпечує ефективну організацію робіт.



Рис. 3.1.

Організація кладки цегляних стін

При трьохзахватній системі кладка цегли ведеться на першій захватці, монтаж конструкцій та плит перекриття – на другій, а на третій проводиться підготовка до кладки: встановлюються риштування і подаються матеріали. Така система дозволяє використовувати два крани на будівельному майданчику

одночасно. Один баштовий кран на другій захватці монтує плити перекриття, тоді як другий кран на першій захватці подає цеглу та розчин, монтує перемички, а на третій захватці готує риштування та подає цеглу для подальшої кладки стін.

Кожен поверх розбивається на два яруси по 1,25 м. Кладку першого ярусу проводять з перекриття, а другого – з риштувань висотою 1,2 м.

Зимове виконання робіт. Взимку кладка проводиться за методом заморожування розчину. Цегла перед використанням очищується від снігу та льоду, а розчин підігрівається для забезпечення якісного зчеплення.

Таблиця 3.2. Зведена відомість потреби в напівфабрикатах, матеріалах і výroбах

№	Назва матеріалу	Одиниці виміру	Кількість
1	2	3	4
1.	Мастика бітумна	т.	20.5
2.	Арматура	т.	21.9
3.	Дошки	т.	18.3
4.	Рулонні матеріали	м ²	22260
5.	Цегла	тис.шт	31617.9
6.	Паркет	м ²	8214
7.	Плитка	м ²	7617
8.	Скло віконне	м ²	1836
9.	Фарба	кг	1280
10.	Оліфа	кг	119.5
11.	Пакля	кг	29.58

12.	Бетон	m^3	1136
13.	Розчин цементний	м	19654.4
14.	Розчин вапняний	m^3	696.7
15.	Палі залізобетонні	m^3	869.8
16.	Плити перекриття	m^2	16784.3
17.	Блоки фундаментів	m^3	5706.3
18.	Віконні переплети	m^2	1836
19.	Дверні блоки	m^2	1194

Влаштування рулонної покрівлі

Перед початком робіт на покрівлі потрібно зробити такі речі: завершити всі будівельні та монтажні роботи, звільнити поверхню від зайвих матеріалів і сміття, облаштувати огорожу та встановити пожежні сходи. Усі необхідні інструменти та обладнання повинні бути доставлені, а працівники — проінструктовані щодо того, як саме будуть проходити роботи та які правила безпеки потрібно дотримуватися.

Спочатку покрівлю потрібно добре очистити від пилу та сміття. Після цього її вирівнюють за допомогою цементної стяжки, яку треба залишити, щоб вона трохи підсохла.

Потім на поверхню основи, згідно з ДБН, наносять ґрунтовку з бітуму. Вона має бути рідкою та без зайвих домішок. Наносити ґрунтовку можна лише через 4 години після завершення стяжки. Сохне вона не більше 12 годин. Ґрунтовка готується централізовано, а на будівельний майданчик її доставляють автоцистерною, звідки вона подається на покрівлю через спеціальне обладнання. Наносять ґрунтовку за допомогою форсунки, при цьому шар має бути товщиною не більше 1 мм.

Для видалення пилу використовують стиснене повітря від компресора. Після цього основа сушиться, і можна клеїти водостоки та місця перепадів

висот додатковими шарами руберойду. Рулонні матеріали укладаються з перекриттям, причому перекриття в ширину в нижньому шарі має бути 70 мм, у верхніх — 100 мм, а по довжині всіх шарів — не менше 100 мм.

Вимоги до якості

Рулонну покрівлю потрібно робити окремими захватками, клеїти її слід у напрямку від нижчих ділянок до вищих. Накладення рулонних шарів один на одного не допускається. Роботи з рулонними матеріалами слід виконувати з використанням механізованих засобів. Клеїти рулонний килим можна як по одному шару, так і кілька шарів одночасно.

Кожен шар має наклеюватися зі зміщенням щодо попереднього на 1/3 ширини шару. Наступні шари клеяться цілими рулонами. Якщо рулонний матеріал має посипку, перед нанесенням гарячої мастики його слід очистити від посипки.

Готовий покрівельний шар має відповідати таким вимогам: відхилення фактичного ухилу від проектного не повинно перевищувати 0,5%; дощова вода має вільно стікати з покрівлі у внутрішні водостоки; наклейка рулонних шарів повинна бути надійною — під час перевірки відрив одного шару від іншого має йти по самому матеріалу, а не відшаровуватися від основи.

Техніка безпеки

Під час облаштування покрівлі існують ризики, пов'язані з роботою на висоті, токсичними та легкозаймистими матеріалами. Працівників допускають до роботи на покрівлі тільки після перевірки міцності основи, справності риштувань, проходів і огорожень. Усі робітники повинні бути в спеціальному одязі та використовувати страхувальні пояси.

Перед початком робіт обов'язково проводять інструктаж із техніки безпеки. Також необхідно перевірити справність підйомного обладнання на

місці проведення робіт. У разі сильного вітру (понад 6 балів), туману або дощу роботи припиняються.

3.5. Складання календарного плану та сіткового графіка виконання робіт.

Визначення часу будівництва об'єкта.

Тривалість будівництва визначається згідно з сучасними нормами ДБН на основі загальної площі об'єкта:

- загальний термін будівництва $(T_{\text{буд.}} = 720)$ днів,
- загальна трудомісткість — 23 413,4 людино-дні,
- продуктивність праці — 96%,
- трудомісткість на 1 м² — 0,31 людино-дні.

Обсяги будівельно-монтажних та інших робіт визначаються відповідно до креслень розділу "Архітектура" та вносяться до таблиці 3.3.

3.6. Проектування будгенплану об'єкта.

Розрахунок площі складів

"Розрахуємо площу складів для основних будівельних матеріалів, враховуючи тип транспорту, що доставляє їх із півдня. Обсяг матеріалу, який потрібно буде зберігати на складі, визначаємо за формулою: $P = \frac{Q\alpha}{T} n \cdot K$, де
K-коефіцієнт нерівномірності використання матеріалу (K=1.3),

α -коефіцієнт нерівномірності постачання матеріалів($\alpha = 1.1$)

n- норма запасу матеріалу в днях і залежить від виду транспорту і для автомобільного транспорту при відстані до 40км складає від 3 до 12днівю

Q- загальне використання матеріалу,

T- період витрати матеріалу.

Загальна площа під склади з врахуванням витрат визначається за формулою:

$$S = \frac{P}{V\beta}, \text{ де}$$

V-кількість матеріалу на 1 м² площі складу,

β- коефіцієнт використання складу з врахуванням проходів.

"Для закритих опалювальних складів коефіцієнт β становить 0,4–0,7; для відкритих майданчиків – 0,4–0,6; для навісів – 0,5–0,6. Зберігати будемо ті матеріали, які не можна використати прямо з транспорту. У нашому випадку монтаж із транспортних засобів неможливий."

					ДТБР 2319213 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		31

Таблиця 3.4. Розрахунок площі складів

№	Назва матеріалів та виробів	Одиниці виміру	Використ кількість матеріалу	Термін вклад в лію	Норми запасу	Кість матер. Потр.збер, m^2	Коеф.матеріалу вклад.в лію	Коеф. викорис складу	Заг. площа	Місце зберігання
1	Паркет	m^2	8214	28	8	3356	60	0.7	78	Закр опал
2	Плитки	m^2	7617	28	8	3112	100	0.7	44.4	Закр опал
3	Фарби	кг	1280	37	10	494	200	0.7	3.5	Закр опал
4	Оліфа	кг	119.5	37	10	46	100	0.7	0.6	Закр опал
5	Пакля	кг	2958	37	10	1143	120	0.7	13.6	Закр опал
6	Плінтуси	м	40	28	8	15	100	0.7	0.2	Закр опал
7	Бітум	кг	2050	68	6	26	200	0.7	0.2	Закр опал
8	Руберйд, толь	m^2	2226	28	10	1136	200	0.6	9.5	закр
9	Дротяна сітка	m^2	250.6	20	10	179	110	0.6	2.7	Закр опал
10	Арматура	т	21.9	20	10	15.6	1.7	0.6	18.6	Навіс.
11	Дошки	м	8.3	25	10	3.8	1.7	0.6	3.7	Закр опал
12	Фундамент ні блоки	m^3	5706.3	20	8	3263	8	0.6	680	Відкр
13	Палі	шт	1208	18	8	768	11	0.6	116	Закр опал
14	Плити перекриття	m^2	2366	43	5	393	10	0.6	65.6	Закр опал
15	Цегла	тис. шт	19654	28	5	424667	2.5	0.6	2831	Закр опал
16	Сходи	m^2	40	40	5	7.2	10	0.6	1.2	Закр опал

Таблиці 3.5. Відомість підбору площі складів.

№	Тип складу і шифр проекту	Розміри в плані, м ²	Площа м ²	Матеріали які належать зберіганню.
1.	Закритий опалювальний склад 420-06-16	6х39	228	Плитка, паркет лакофарбові матеріали
2.	Навіс 400-06-57	12х20	240	Покрівельні матеріали, арматура, дошки, віконні і дверні заповнення.
3.	Відкритий склад	20х124	2480	Палі, фундаментні блоки, плити перекриття, перемички, цегла

Розрахунок приміщень для адміністративних і побутових потреб.

Кількість господарських будівель залежить від числа працівників.

Кількість робітників визначають як відсоток від максимальної кількості, вказаної в графіку робочої сили. У нас це 60 осіб.

Отже, поділ працівників такий:

- робітники у другу зміну — 30%, тобто 18 осіб;
- інженерно-технічний персонал і службовці — 12%, або 7 осіб;
- обслуговуючий персонал і охорона — 3%, тобто 1 особа."

Таблиці 3.6. Розрахункові площі тимчасових будівель

№	Назва будівлі	Розрахунок числа обл. персоналу	Показник на одного робота	Площа по розміра х м ²	Розмір и в плані, м	Тип будівлі і шифр проекту	Прийнята площа	кількість
□.Санітарно-побутові								
1.	Гардероби з душовим	78	0.6	468	2.7х11	420-1-9	59.4	2
2.	Умивальники	60	0.065	4	2.7х9	420-04-6	24.3	1
3.	Приміщ. для приймання їжі	60	1	60	2.7х9	420-1-10	29.7	1
4.	Приміщ. для обогр.	60	0.1	6	2.9х16	420-1-11	43.4	1
5.	Туалет	60	0.014	0.8	3х6		18	1
Адміністративні								
6.	Контора	6	4	24	2.7х9	420-01-3	24.3	1
7.	Диспечерська	2	7	14	2.7х9	420-01-3	24.3	1

Таблиця 3.7. Розрахунок потреби потужності трансформатора.

№	Назва споживачів електроенергії	Одиниці виміру	Кількість	Потужність на одиниці виміру, кВт	Загальна потужність
Будівельні машини і механізми					
1.	Кран КБ 160-2	шт	2	58	116
2.	Насос СО-50	шт	1	7	7
3.	Вібратор ІВ-24	шт	4	1.5	6
4.	Трансформатор для зварки	шт	2	1.2	2.4
5.	Штукатурний агрегат С5-79	шт	2	28	56
	. Потужність силових споживачів P_c	-	-	-	187.4
	споживачів для механічних потреб				
6.	Встановлення електропрогравачів	шт	1	100	100
	. Потужність технологічних споживачів	-	-	-	100
7.	Внутрішнє освітлення Ров	m^2	384.6	0.015	5.8
8.	Зовнішнє освітлення Рон	m^2	400	0.7	0.62
	Потужність освітлення	-	-	-	6.42

Сумарна потужність трансформатора:

$$W = \alpha \left(\sum \frac{K_{ic} P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_{rc} P_i}{\cos \varphi} + \sum K_{3c} P_{ov} + \sum P_{on} \right)$$

α - коеф. який враховує потреби в енергії $\alpha = 1.1$

$\cos \varphi$ - коеф. потужності.

$$W = 1.1 \left(\frac{0.86 \cdot 187.4}{0.65} + \frac{0.5 \cdot 100}{0.65} + 0.8 \cdot 5.8 + 0.62 \right) = 331.4 \text{ кВт}$$

приймаємо СКТП-350-10 потужністю 350кВт

Розрахунок потреби води

Сумарні розрахункові витрати води визначають за формулою:

$$Q_{заг} = Q_{пр} + Q_{гос} + Q_{пож}$$

$Q_{пр} + Q_{гос} + Q_{пож}$ - витрати води на виробничі, господарсько-побутові і протипожежні потреби.

Витрати води на виробничі потреби $Q_{пр}(л/с)$:

$$Q_{пр} = 1.2 \sum \frac{Q_{ср} R_1}{b \cdot 3600}$$

1, 2 – коеф. що враховує витрати води

$Q_{ср}$ - середній виробничий розхід в зміну $Q_{ср}=500м$

R_1 - коеф. нерівномірності $R_1=1.6$

b - число робочих годин в зміні.

$$Q_{пр} = 1.2 \frac{500 \cdot 1.6}{b \cdot 3600} = 0.03 л/с$$

Витрати води на господарсько-побутові потреби $Q_{гос} = \frac{n_p}{3600} \left(\frac{n_1 K_2}{8.2} + n_3 K_3 \right)$

n_p - найбільше число робітників в зміні $n_p=60$

n_1 - норма витрат води на 1 чоловіка в зміні ($n_1=2.7л$)

n_2 - норма витрат води на прийняття одного душу ($n_1=30л$)

K_2 - коефіцієнт нерівномірності використання води

K_3 - коефіцієнт що враховує відношення користування душовими до найбільшої кількості робітників в зміні $K_3=0.4$

$$Q_{гос} = \frac{60}{3600} \left(\frac{2.7 \cdot 0.8}{8.2} + 30 \cdot 0.4 \right) = 0.2 л/с$$

Витрати води на протипожежні потреби визначаємо із розрахунку одночасної дії двох пожежних гідрантів по 5л/с на один ступінь.

$$Q_{пож} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ л/с}$$

Загальні секундні потреби води

$$Q_{заг} = 0.03 + 0.2 \cdot 10 = 10.23 \text{ л/с}$$

Визначаємо діаметр водопровідних труб:

$$D = \sqrt{\frac{4Q_{заг} \cdot 1000}{\pi v}}$$

v - швидкість руху води $v = 1.5 \text{ м/с}$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10.23 \cdot 1000}{3.14 \cdot 1.5}} = 93.2 \text{ мм}$$

Приймаємо водопровідну трубу Ø100мм

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Безпека виконання будівельних робіт

Вимоги до генплану

"Проект зроблений з урахуванням правил охорони праці, стандартів безпеки праці та інших вимог. Кількість запасів води визначена з огляду на вогнестійкість будівель на генплані. Згідно з правилами пожежної безпеки, навколо новобудови і сусідніх будівель передбачений проїзд транспорту шириною 6 метрів. Під'їзди та дороги на території об'єкта з'єднані з дорогами загального користування.

За ДБН, будівля належить до III ступеня вогнестійкості, оскільки її несучі й огорожувальні конструкції виконані з каменю, бетону чи залізобетону, а покрівля — з металу та залізобетону. Відстань між будівлями визначається відповідно до ДБН для міської забудови, враховуючи їхню вогнестійкість.

Вимоги до будівлі

Ступінь вогнестійкості будівлі встановлюється залежно від кількості поверхів і площі, відповідно до ДБН щодо пожежного захисту будівель."

Таблиця 4.1.

Ступінь вогнестійкості	Кількість поверхів	Найбільш доступна площа забудови, м ²	
		з протипожежними стінами	без протипожежних стін
III	1	не обмежується	1800

Класифікація огорожувальних конструкцій за рівнем вогнестійкості (згідно з таблицею I ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва") має такі ступені:

1. Перший ступінь вогнестійкості – конструкції повинні витримувати великі навантаження під час пожежі та бути з негорючих матеріалів, таких як залізобетон, бетон, камінь або метал з вогнезахисним покриттям.

2. Другий ступінь вогнестійкості – конструкції також з негорючих матеріалів, але з дещо меншими показниками вогнестійкості. Використовуються матеріали з вогнезахисними покриттями, що утримують вогонь на певний час.

3. Третій ступінь вогнестійкості – дозволено використовувати обмежено горючі матеріали з частковим включенням негорючих елементів для посилення вогнестійкості.

4. Четвертий ступінь вогнестійкості – допускаються горючі матеріали з обов'язковим захистом для забезпечення мінімальної стійкості до вогню, зазвичай це дерев'яні конструкції з вогнезахисними просоченнями.

5. П'ятий ступінь вогнестійкості – конструкції з високою горючістю і мінімальним рівнем вогнестійкості або без нього, наприклад, дерев'яні конструкції без вогнезахисної обробки.

Ця класифікація визначає мінімальні вимоги до вогнестійкості конструкцій, що залежать від призначення будівлі, її висоти та площі.

Таблиця 4.2.

№ п/п	Основні конструктивні елементи споруди	Границі вогнестійкості, год.		Висновки
		Потрібна по нормах	Фактична	
1	Плити перекриття і покриття	0,75	1	відповідає
2	Внутрішні несучі стіни і зовнішні	0,25	0,5	відповідає
3	Колони	2,0	4,0	відповідає

Вимоги до вогнестійкості та пожежної безпеки.

Границі вогнестійкості конструкцій визначені відповідно до таблиць з «Посібника по визначенню границь вогнестійкості конструкцій та груп згоряння матеріалів» (доповнення до ДБН). Для ефективної роботи пожежних служб передбачено доступ пожежних машин уздовж усієї будівлі.

Згідно з ДБН, у будівлі встановлено пожежний трубопровід діаметром 50 мм. На кожному поверсі на обох кінцях приміщень розміщені ручні пінні вогнегасники ОП-10 і вуглекислі вогнегасники ОГ-5.

Шляхи евакуації.

Евакуація з будівлі забезпечується через коридори та сходові клітки. Максимальна відстань від найдальшого приміщення до виходу або сходової клітки для III ступеня вогнестійкості становить 30 м. У цьому проекті фактична відстань не перевищує 10 м, що відповідає нормативам. Усі приміщення мають виходи до сходових кліток або назовні, а сходові марші спроектовані відповідно до норм.

Умови безпеки під час земляних робіт.

У районі будівництва немає підземної каналізації. У разі виявлення непередбачених комунікацій (кабель, трубопровід тощо) необхідно негайно повідомити виконроба, огородити місце та встановити попереджувальний знак «Обережно, висока напруга». Екскаватор має бути заземлений. Котлован викопується чітко за проектом. Заборонено перебувати під ковшом або стрілою екскаватора, а також зі сторони забою. Стороннім особам дозволено бути не ближче ніж 5 м від зони роботи екскаватора. Під час руху ковш має бути опущений і відведений на 0,5 м убік. Перед початком і після завершення робіт екскаватор перевіряють на справність.

Безпека при роботі бульдозером.

Під час роботи бульдозером стороннім особам перебувати поруч заборонено. Засипка виконується після завершення основних робіт і виходу

					ДТБР 2319213 ПЗ	Лист
						40
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

працівників із зони. Заборонено заводити ніж відвалу за край вибірки та повертати бульдозер із опущеним ножем.

Кам'яні роботи.

Кладку виконують із міжповерхових перекриттів або спеціальних підмостків, при цьому максимальна висота кладки від землі чи підмостків не повинна перевищувати 1,7 м. Заборонено стояти на стіні або сторонніх предметах під час кладки. У небезпечних зонах монтажники повинні використовувати страхувальні пояси. Скидання сміття, порожніх піддонів чи інших предметів з підмостків або перекриттів заборонено. Над входом встановлюються захисні козирки шириною 1,5 м під кутом 20° до горизонталі, закріплені на гаках. Під час перерв інструменти не можна залишати на кладці.

Монтажні роботи.

Під час монтажу всі робітники в зоні дії крана повинні носити захисні каски, а монтажники — страхувальні пояси, випробувані на навантаження до 300 кг. Усі електромеханізми мають бути заземлені. Крани перевіряються перед роботою, після монтажу під контрольним навантаженням, а захватні пристрої тестуються на подвійне навантаження. Поверхня для руху крана має бути рівною. При вітрі 5 балів і більше роботи припиняються, вантаж опускається, а стропи підіймаються на висоту 4,5 м. Закріплення конструкцій відтяжками дозволяється за умови вітру не більше 6 балів. Монтаж елементів проводять із використанням драбин та підмостків. Працівники мають прикріплювати карабін страхувального поясу до натягнутого канату під час переходу між вузлами. Робочі місця освітлюються мінімум на 30 люкс. До робіт допускаються працівники, які пройшли інструктаж. Зварювальні роботи заборонено під час грози, снігопаду або вітру понад 5 м/с.

Покрівельні роботи.

Працівники повинні бути у спеціальному одязі та рукавицях. Матеріали подаються в контейнерах, що запобігають висипанню. При роботі на висоті обов'язково встановлюються огороження для безпеки.

Оздоблювальні роботи.

При роботі з цементом та пиловими матеріалами працівники використовують засоби індивідуального захисту. Матеріали з випаровуваннями зберігають у герметичних контейнерах у провітрюваних приміщеннях. Усі електроізоляції та проводки перевіряються перед початком роботи. Оштукатурювання на висоті понад 2 метри виконується з підмостків. Матеріали подаються стріловими підіймачами у спеціальних контейнерах, щоб запобігти розсипанню.

Загальні заходи на території забудови.

На будівельному майданчику облаштовані приміщення для переодягання та відпочинку, розміщені окремо від складів і місць монтажу. Для перекусів є спеціальні пересувні вагончики, як і інші побутові зони. Для гігієни працівників облаштовані душові, умивальники, туалети та питні фонтанчики, які підключені до тимчасової водопровідної системи та каналізації, приєднаної до міської мережі.

Для будівельної техніки встановлено окремий трубопровід з технологічною водою. Побутові приміщення обладнані обігрівом для сушіння одягу. Освітлення в них – 220В, а в душових і умивальниках – 36В. Електрика постачається по дерев'яних стовпах заввишки 8 метрів.

Охоронне освітлення встановлено на 9-метрових стовпах з прожекторами. Прожектори на 7-метрових стовпах використовують на робочих місцях під час монтажу й кладки. Для оздоблювальних робіт використовують освітлення на 360В, закріплене на конструкціях.

Небезпечні зони.

Будівельний майданчик огорожений дерев'яним парканом з табличками „Стій, небезпечна зона”. Для машин передбачений в'їзд через ворота, а для людей – прохідна з охоронцем. Місце роботи крана позначено табличками і прапорцями, зони його руху – знаками „Стій, працює кран”, а місця можливого пересування вантажів – прапорцями.

Тимчасові дороги і проходи.

Тимчасові дороги і проходи зроблені на щебеневій основі, яка стане основою для постійного покриття. Дороги прокладені навколо будівлі, із двома виїздами з майданчика. На в'їзді встановлено знак з обмеженням швидкості.

Промислова санітарія.

Гідроізоляційні роботи виконують у добре вентильованих приміщеннях із витяжною вентиляцією для видалення шкідливих випарів.

Пожежна профілактика.

На будівельному майданчику встановлено пожежний трубопровід, прокладений навколо будівлі. Витрати води для гасіння описані в розділі „Технологія і організація будівництва”. Біля складів із легкозаймистими матеріалами облаштовані пожежні кутки з піском. Пожежні щити також встановлені всередині будівлі під час покрівельних і оздоблювальних робіт.

Під час роботи з легкозаймистими матеріалами заборонено відкритий вогонь, куріння та ненадійні електроз'єднання. Пожежний щит розташований біля одного з побутових приміщень. Цехи з підвищеною пожежною небезпекою огорожені вогнестійкими конструкціями, двері обшиті металом, із табличками „Курити заборонено” та протипожежною сигналізацією.

Пожежні машини можуть пересуватися по тим самим дорогам, що й інший транспорт. В офісі виконроба є міський телефон для виклику пожежників у разі потреби.

Охорона навколишнього середовища.

Під час земляних робіт верхній шар ґрунту зрізають і зберігають до подальшого використання або вивозять. Майданчик спроектований компактно. Будівельне сміття використовують як основу для відмосток або вивозять на звалище. Масло та нафтопродукти збирають у спеціальні ємності, а стічні води зливають у лунки для подальшого відведення в каналізацію.

Щоб уникнути розливу дощових вод, по краю майданчика передбачена зелена смуга з підвищенням відносно дороги. У проектованому будинку встановлено фільтри для очищення вентиляційного повітря від шкідливих речовин. Сміття і нафтопродукти збирають і утилізують у спеціальних бункерах.

Техніка, яка може виділяти шкідливі речовини, не допускається до роботи. Двигуни внутрішнього згоряння мають бути з глушниками. Всі дерева на території зберігаються і обгороджуються для захисту.

4.2.Розрахунок блискавкозахисту

Для захисту будівлі від блискавки використовуємо окремий стержень-блискавкоприймач, який забезпечує захист від прямих ударів. Розрахунки виконуються за вимогами сучасних ДБН.

Річна активність гроз у нашому регіоні визначається за картою, і це число складає $t=60...80$, а кількість ударів блискавки на 1 км^2 земної поверхні — $n=9$.

Кількість ймовірних уражень будівлі блискавкою на рік, якщо не застосовувати блискавкозахист, визначається за формулою:

$$[N = (S + 6h)(l + 6h) n \times 10^{-6}]$$

де $(l = 80, \text{ м})$, $(S = 80, \text{ м})$, $(h = 26, \text{ м})$.

Після обчислення:

$$[N = (80 + 6 \cdot 26)(80 + 6 \cdot 26) \cdot 9 \times 10^{-6} = 0,5]$$

Оскільки ($N < 1$), обираємо зону захисту типу Б. За новими нормами будівля відноситься до III категорії захисту від блискавок.

Для розрахунку захисної зони використовуємо такі параметри:

- ($h_o = 0,92 h_m$)

- ($r_x = 1,5 h_m$)

- ($r_o = 1,5 \left(\frac{h_m \cdot h_x}{0,92} \right)$)

де (h_o) — висота конуса зони захисту, (h_m) — висота стержня-блискавкоприймача, (r_x) — радіус зони захисту на рівній поверхні, (r_o) — радіус зони захисту над захисним об'єктом, (h_x) — висота об'єкта.

Графічно визначаємо ($r_o = 28,5$, м).

Розраховуємо висоту стержня-блискавкоприймача:

[$h_m = \frac{r_o + 1,63 h_x}{1,5}$]

[$h_m = \frac{28,5 + 1,63 \cdot 26}{1,5} = 47,45$, м]

Приймаємо ($h_m = 49$, м).

Далі обчислюємо інші розміри:

- ($h_o = 0,92 \cdot 49 = 45$, м)

- ($r_x = 1,5 \cdot 49 = 67,5$, м)

Обраний блискавкозахист — металевий.

РОЗДІЛ 5. НАУКОВА ЧАСТИНА.

5.1. Загальна інформація

Покращення якості бетону та будівельних сумішей, таких як їх міцність, щільність і теплопровідність, неможливе без використання не тільки ефективних в'язучих речовин, а й заповнювачів.

Багато джерел кажуть, що пісок є інертним. Але дослідження, проведені на кафедрі, показали, що поверхня заповнювача справді впливає на властивості бетонних і розчинних сумішей.

Основні цілі цієї роботи були такі:

- покращити методику оцінки стану поверхні заповнювача (визначити його активність)
- розробити технологію зміни властивостей будівельних розчинів за допомогою модифікованого заповнювача.

Модифікація дрібного заповнювача проходила з використанням води та термообробки.

У роботі досліджувалися різні типи піску, які суттєво відрізнялися за розмірами часток:

- пісок № 1: річковий дрібний з середнім діаметром часток 1,17 мм
- пісок № 2: яружний великий з середнім діаметром 3,0 мм

Цементно-піщану суміш готували з звичайного портландцементу М400. Зразки тримали в умовах з температурою 20 ± 2 °С і вологістю 65 ± 10 %.

Випробування на міцність проводили через 7 і 14 днів.

5.2.1 Модифікація поверхні заповнювача водою

У лабораторії провели ряд досліджень, щоб визначити, як заповнювач (пісок) впливає на міцність цементно-піщаних зразків. Пісок зберігали за різних температурно-вологісних умов і в різні пори року, що впливало на міцність

матеріалу. Основною метою було з'ясувати, як змінюється міцність залежно від часу замочування піску у воді.

Пісок, просіяний через стандартні сита, замочували у воді на різні проміжки часу: 30 хв., 1 год., 2 год., 3 год., 4,5 год., 6 год., 21 год., 3 доби, 5 діб. Після замочування з цього піску виготовляли зразки. Для порівняння також робили зразки без модифікації піску у воді, де пісок просто перемішували з водою близько 5 хвилин перед додаванням цементу.

Для дослідження властивостей цементно-піщаної суміші були обрані три склади:

- склад 1: цемент, вода, пісок, з відношенням Ц : П = 1 : 1
- склад 2: цемент, вода, пісок, з відношенням Ц : П = 1 : 2
- склад 3: цемент, вода, пісок, з відношенням Ц : П = 1 : 5

На графіку (рисунок 6.1) показана залежність міцності цементно-піщаних зразків у віці 7 діб від часу замочування піску №1 у воді для складів 1, 2 і 3. При замочуванні піску від 0 до 6 годин міцність різко змінюється: спочатку падає, а потім знову зростає. При подальшому замочуванні (21 – 120 годин) зміни міцності вже майже не спостерігаються.

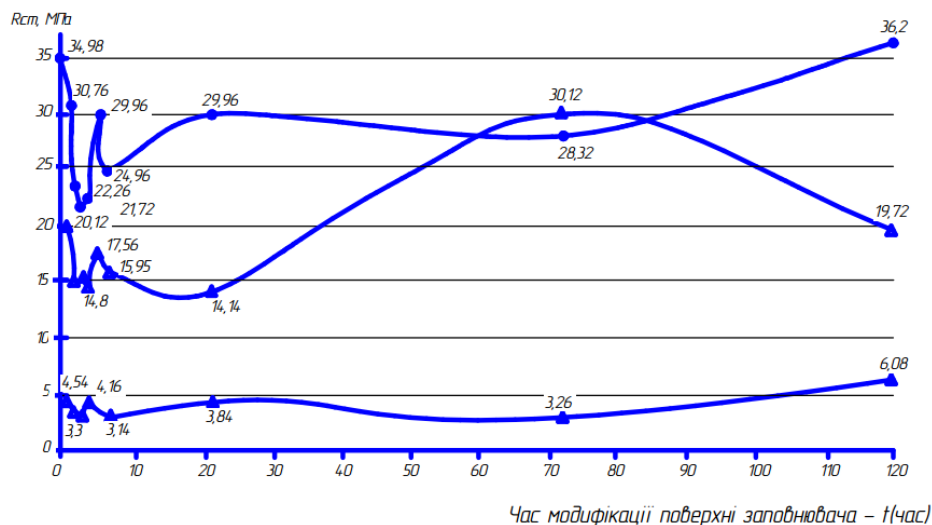


Рисунок 5.1 - Залежність міцності цементно-піщаних зразків у віці 7 діб від часу модифікації поверхні піску №1 водою

Міцність зразків на стиск змінюється в таких межах:

- склад 1: $(R_{ст} = 21,72 - 36,2 \text{ МПа})$
- склад 2: $(R_{ст} = 14,14 - 30,12 \text{ МПа})$
- склад 3: $(R_{ст} = 3,14 - 6,08 \text{ МПа})$

На рисунку 6.2 показана залежність міцності цементно-піщаних зразків у віці 7 діб від часу замочування іншого піску — №2. Результати на цьому графіку практично збігаються з попереднім (рисунок 26). При замочуванні піску в межах від 0 до 6 годин відбувається значна зміна міцності зразків, тоді як у проміжку 21–120 годин зміни стають незначними.

Залежність міцності цементно-піщаних зразків у віці 7 діб від часу модифікації поверхні піску №2 водою

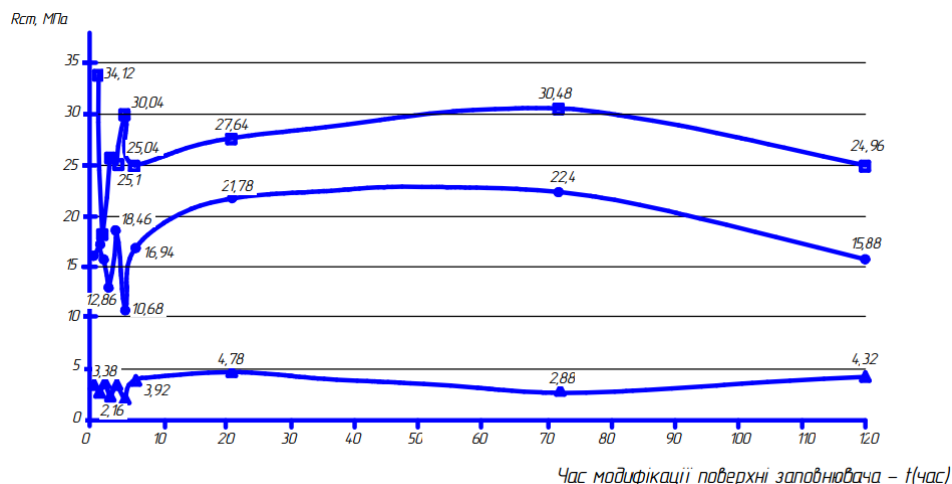


Рисунок 5.2

Міцність форм на стиск змінюється в наступних межах:

- склад 1: $R_{ст} = 18,06 - 34,12 \text{ МПа}$
- склад 2: $R_{ст} = 10,68 - 22,14 \text{ МПа}$
- склад 3: $R_{ст} = 2,16 - 4,78 \text{ МПа}$

На рисунках 28 і 29 показані залежності міцності цементно-піщаних зразків у віці 14 діб від часу замочування піску №1 і №2 у воді для складів 1 і 3. Ці залежності подібні до попередніх. Для складу 1 міцність при замочуванні в

діапазоні від 21 до 120 годин спочатку зростає, а потім знижується; для складу 3 — навпаки, спочатку зростає, а потім падає.

Міцність зразків на стиск варіюється в наступних межах: Пісок №1:

— склад 1: $R_{ст.} = 25,16 - 37,8$ МПа

— склад 3: $R_{ст.} = 3,12 - 5,5$ МПа

Пісок №2:

— склад 1: $R_{ст.} = 25,6 - 36,36$ МПа

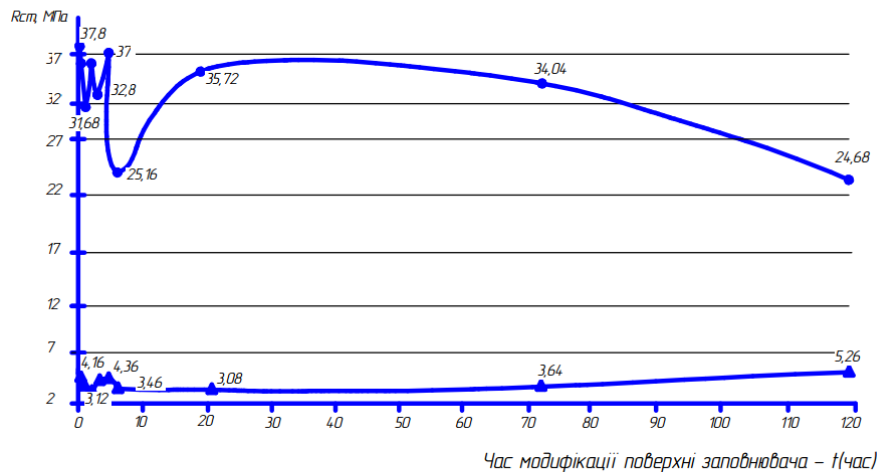
— склад 3: $R_{ст.} = 2,8 - 4,82$ МПа

Порівняння результатів на рисунках 26, 27, 28, 29 показує, що міцність зразків для складу 1 є найвищою у порівнянні зі складами 2 і 3. Це можна пояснити тим, що при співвідношенні цементу і піску 1:1 зерна піску повністю обволікаються цементом, заповнюючи весь простір між ними, що створює щільну, малопористу структуру. У складі 3, де пісок займає 5/6 загального об'єму, цементу значно менше, структура стає більш пористою і менш міцною.

Однією з важливих властивостей цементно-піщаної суміші є її рухливість, тобто здатність розтікатися під дією власної маси або прикладеного зовнішнього тиску. Рухливість суміші прямо залежить від вмісту води, але кількість води не повинна перевищувати певну межу, адже це призводить до розшарування суміші і зниження її міцності.

На рисунку 5.3 показано, як рухливість цементно-піщаної суміші залежить від часу замочування заповнювача у воді.

*Залежність міцності цементно-піщаних зразків у віці 14 днів
від часу модифікації поверхні піску №1 водою*



Умовні позначення:

■ Ц:П=1:1
 ● Ц:П=1:2
 ▲ Ц:П=1:5

Рисунок 6.3

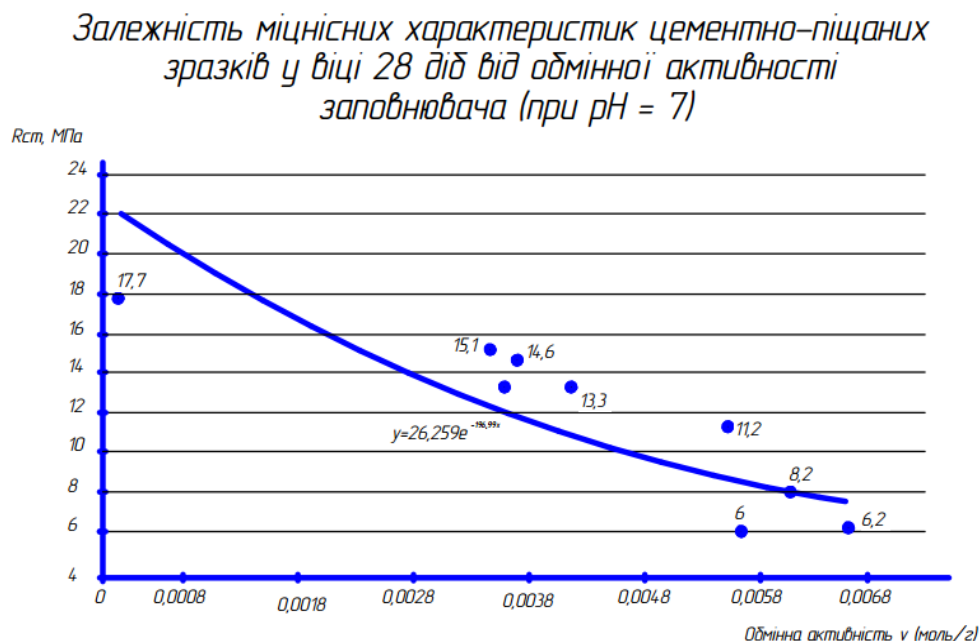
Зі збільшенням часу замочування піску у воді спостерігається зниження рухливості цементно-піщаної суміші: показник рухливості (ПК) знижується з 4,5 до 2,4 при незмінному водоцементному співвідношенні (В/Ц) 0,63.

Ці дані ще раз підтверджують важливість врахування не лише вологості піску, а й змін стану поверхні заповнювача при виготовленні цементно-піщаної суміші. Модифікація поверхні заповнювача водою показала, що замочування впливає на міцність цементно-піщаних зразків. Отримані залежності дозволяють припустити, що поверхня частинок заповнювача є активною щодо в'язучого, тобто вона впливає на формування структури цементного каменю.

5.2.2 Визначення обмінної активності заповнювача

Для визначення обмінної активності заповнювача використали метод, описаний у джерелі [2]. У дослідженні застосовували розчини 0,0075 н. NaOH і 0,001 н. HCl. Досліди проводили двічі для підвищення точності, а для побудови залежностей брали середнє значення отриманих результатів.

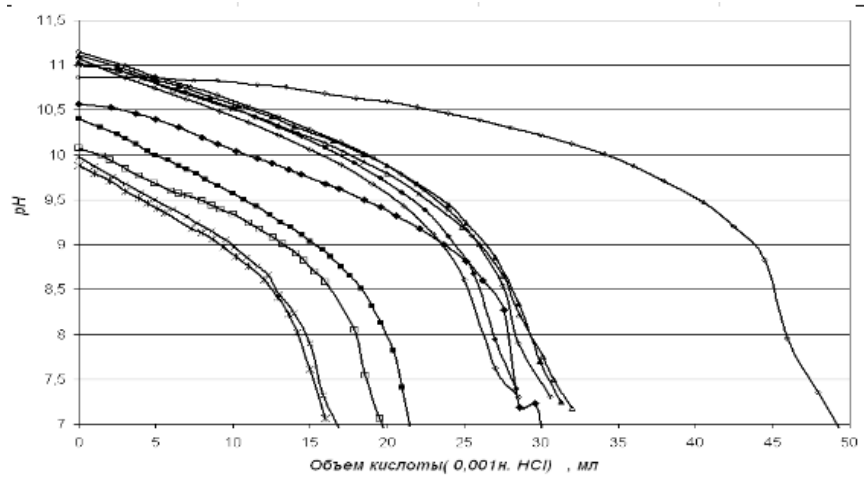
Пісок, просіяний через стандартні сита, замочували у воді на різні періоди: 5 хвилин, 1 годину, 2 години, 3 години, 24 години. На рисунку 5.4 представлено залежність обмінної активності від часу замочування поверхні заповнювача у воді.



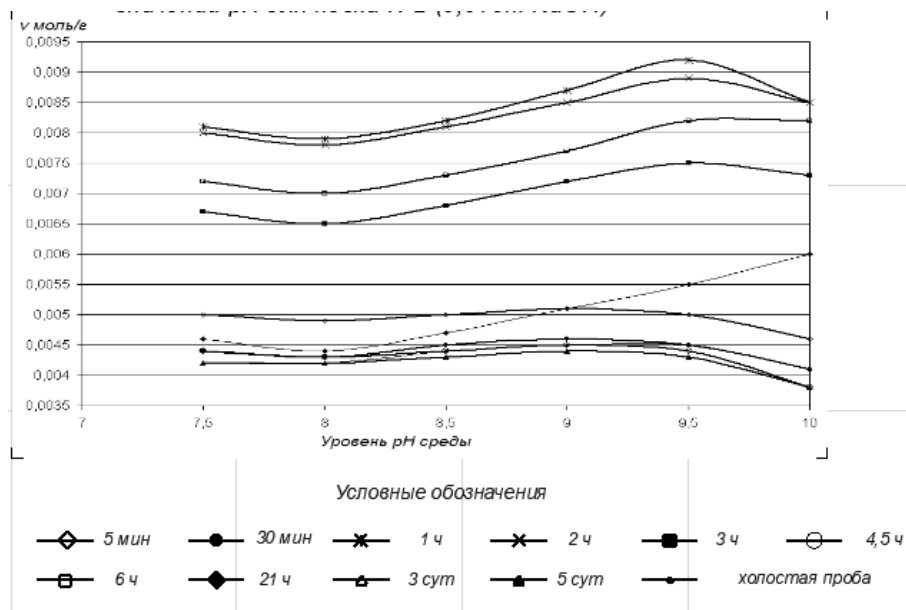
Застосована методика вимірювання не повністю дозволила визначити зміну обмінної активності заповнювача під час модифікації поверхні, тому було використано альтернативний метод — визначення обмінної активності в лужному середовищі за допомогою потенціометричного титрування.

На рисунку 6.5 наведені криві потенціометричного титрування для піску №1 після тривалого замочування у воді. Під час титрування фільтрованого лужного розчину (кислотою HCl) для кожного часу замочування була потрібна різна кількість кислоти при pH = 7,5 — від 18,78 до 32,79 мл, причому кількість кислоти змінювалась і при інших значеннях pH.

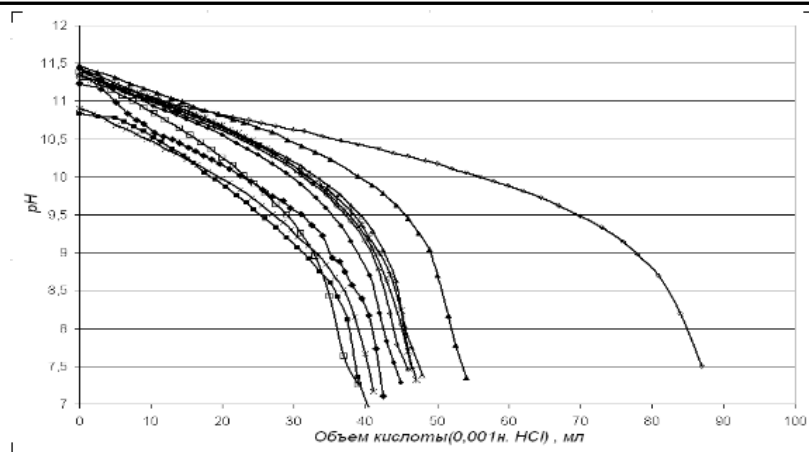
Криві на рисунку 5.5 розташовані в такому порядку за найменшою обмінною активністю заповнювача в лужному середовищі при pH = 7,5: 2 год., 6 год., 3 год., 1 год., 4,5 діб, 5 діб, ≈5 хв., 30 хв., 3 діб, 21 год., розчин NaOH.



Значення рН середовища в початковій точці (≈ 5 хв.) для кривих змінюється в межах від 9,53 до 11,42. На рисунку 5.7 показані криві потенціометричного титрування для піску №2 після тривалого замочування у воді.

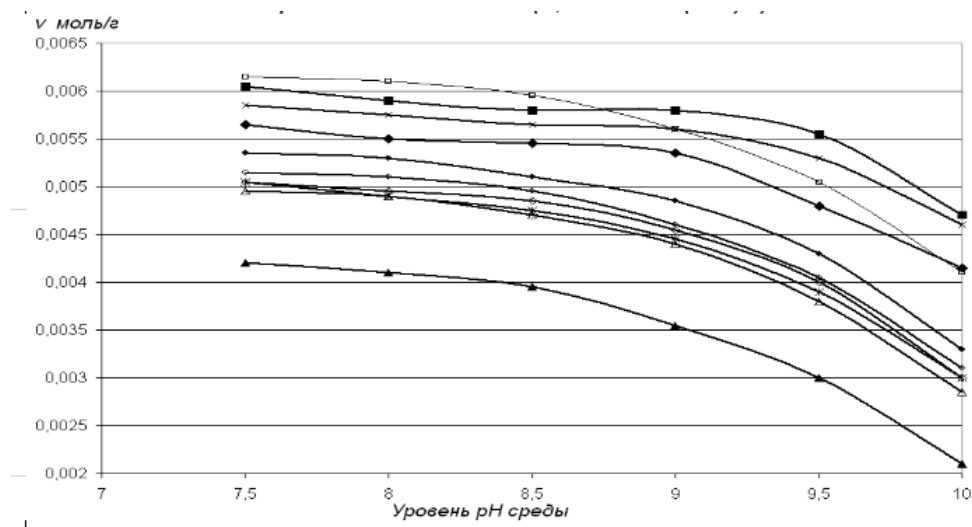


Відмінність від аналогічної залежності (рисунк 5.7) полягає в тому, що при титруванні фільтрованого лужного розчину (кислотою HCl) для кожного часу замочування піску було витрачено менше кислоти при $\text{pH} = 7,5$ — від 15,20 до 30,80 мл.



Криві розташовані в такому порядку за найменшою ємністю поглинання піску в лужному середовищі при $pH = 7,5$ (рисунок 5.8): 1 год., 2 год., 6 год., 3 год., ≈ 5 хв., 30 хв., 21 год., 4,5 доби, 5 діб, 3 доби, розчин NaOH. Значення pH середовища в початковій точці (≈ 5 хв.) для цих кривих варіюється від 9,88 до 11,14.

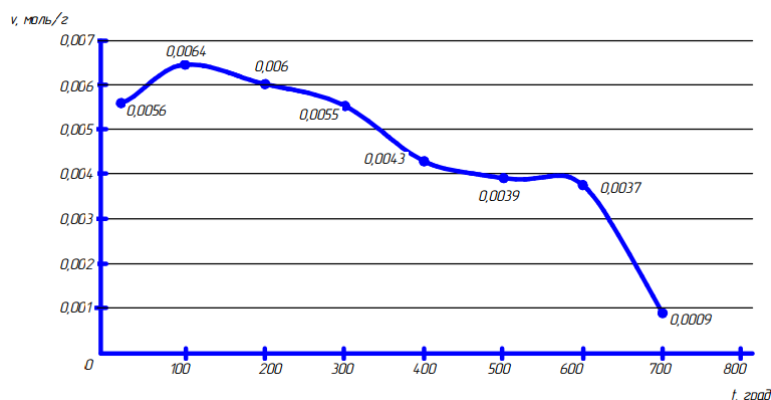
Для обчислення обмінної активності заповнювача в лужному середовищі використовували пробу NaOH з концентрацією 0,016 н. При титруванні цього розчину HCl знадобилося значно більше, ніж для інших кривих. Це свідчить про наявність певної взаємодії між поверхнею піщаних зерен і NaOH: активна поверхня піску частково поглинає луг.



Під час дослідження для порівняння результатів було обрано інше лужне середовище $Ca(OH)_2$, яке за характеристиками найбільше схоже на те, що виникає під час твердіння цементу.

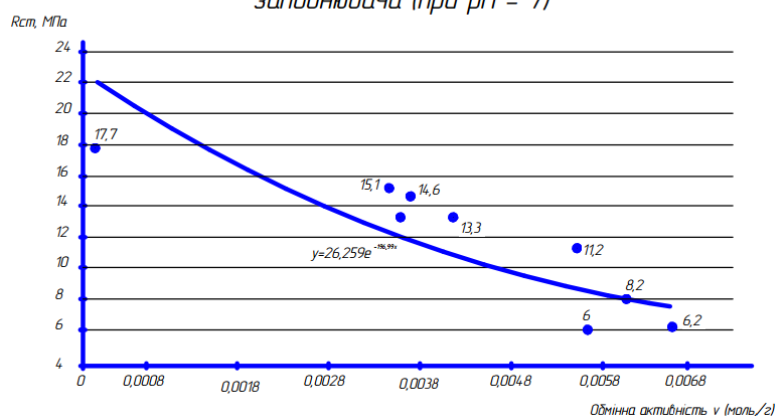
На рисунку 5.9 показані графіки потенціометричного титрування для зразка піску №1 після того, як його поверхня довго контактувала з водою.

Під час титрування профільтрованого лужного розчину (кислотою HCl) для кожного періоду вимочування піску знадобилась різна кількість кислоти, щоб досягти $pH = 7,5$: від 37,68 до 53,48 мл. Також об'єм кислоти відрізнявся і для інших значень pH .



Графіки розмістилися у такому порядку за найменшою здатністю піску поглинати речовини в лужному середовищі при $pH = 7,5$ (рисунк 5.10): 6 год., 3 год., 2 год., 21 год., 30 хв., 4,5 год., 5 хв., 1 год., 3 доби, 5 діб, розчин $Ca(OH)_2$. Значення pH середовища при модифікації впродовж 5 хвилин для цих графіків змінюється від 10,84 до 11,47.

Залежність міцнісних характеристик цементно-піщаних зразків у віці 28 днів від обмінної активності заповнювача (при $pH = 7$)

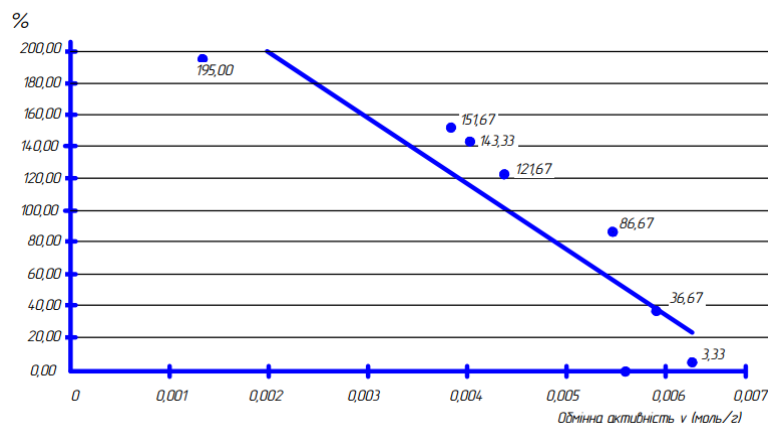


На рисунку 5.12 зображені графіки потенціометричного титрування для

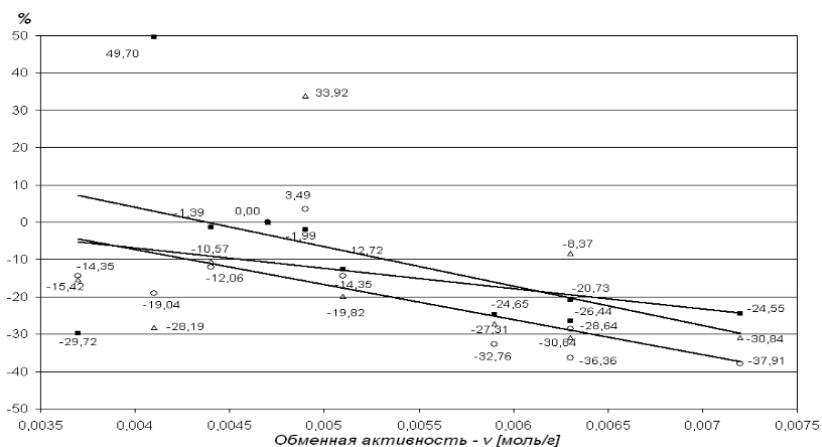
зразка піску №2 після довготривалого контакту з водою.

Під час титрування фільтрованого лужного розчину (за допомогою кислоти HCl) для кожного періоду вимочування піску витрачалося менше кислоти при досягненні $pH = 7,5$: від 33,38 до 49,54 мл.

Залежність $dR_{cm}/R_{cm,0}$ (у відсотках) від обмінної активності (при $pH=7$)

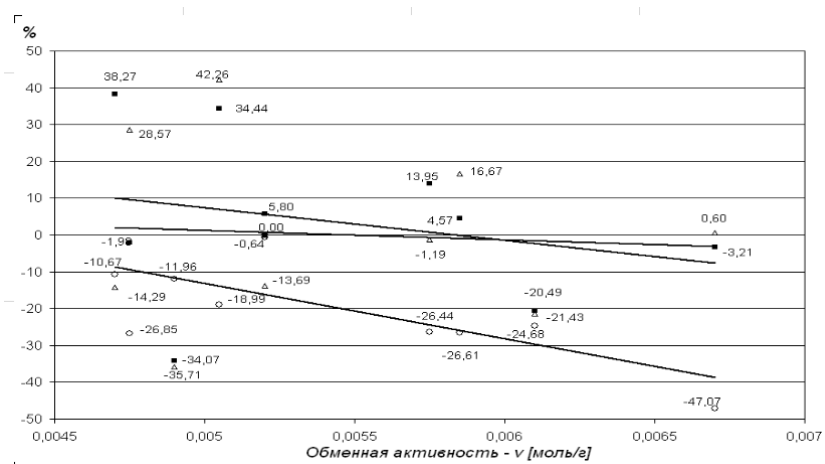


На рисунку 5.13 криві розташовані за порядком найменшої здатності піску поглинати речовини в лужному середовищі при $pH = 7,5$: 1 год., 2 год., 3 год., 6 год., 30 хв., 5 діб, 5 хв., 3 доби, 4,5 год., 21 год., розчин $Ca(OH)_2$. При 5-хвилинній модифікації значення pH для цих кривих коливається в межах 10,48-11,47.



Для обчислення обмінної активності заповнювача в лужному середовищі також використали пробу $Ca(OH)_2$ (рисунок 5.14). Для визначення значень цієї кривої був застосований розчин 0,018 н. $Ca(OH)_2$. На його

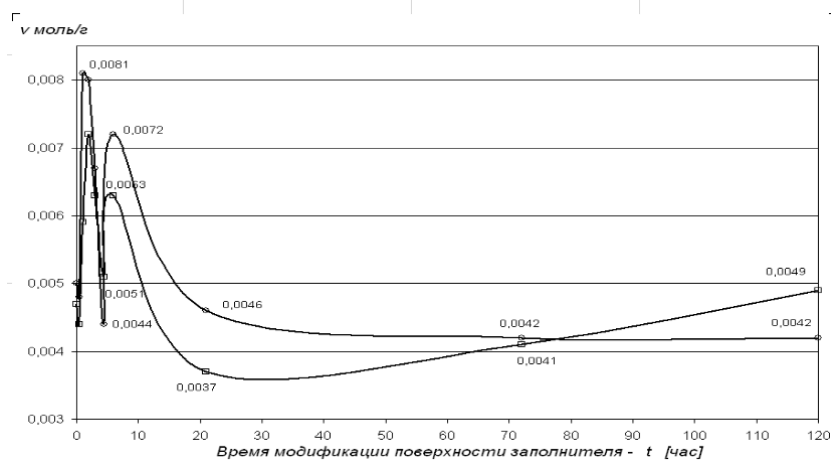
титрування витратилося значно більше HCl , ніж для інших зразків.



Розрахунок обмінної активності заповнювача за даними потенціометричного титрування проводився для різних рівнів рН. При рН=7,5; 8; 8,5; 9; 9,5; 10 значення активності змінювались залежно від часу замочування піску (рисунки 36 і 37 для NaOH , рисунки 38 і 39 для Ca(OH)_2). В цілому, напрямки кривих є здебільшого паралельним. Для детальнішого аналізу поведінки кривих можна розглянути будь-який перетин на рівнях рН=7,5; 8; 8,5; 9; 9,5; 10.

Як приклад було взято перетин при рН=7,5. Використання потенціометричного титрування підвищило точність визначення обмінної активності, оскільки обчислення проводились при точно визначених значеннях рН.

На рисунку 5.15 показано, як змінюється обмінна активність, розрахована при рН=7,5 для піску №1 і №2 (для NaOH) залежно від часу контакту заповнювача з водою.

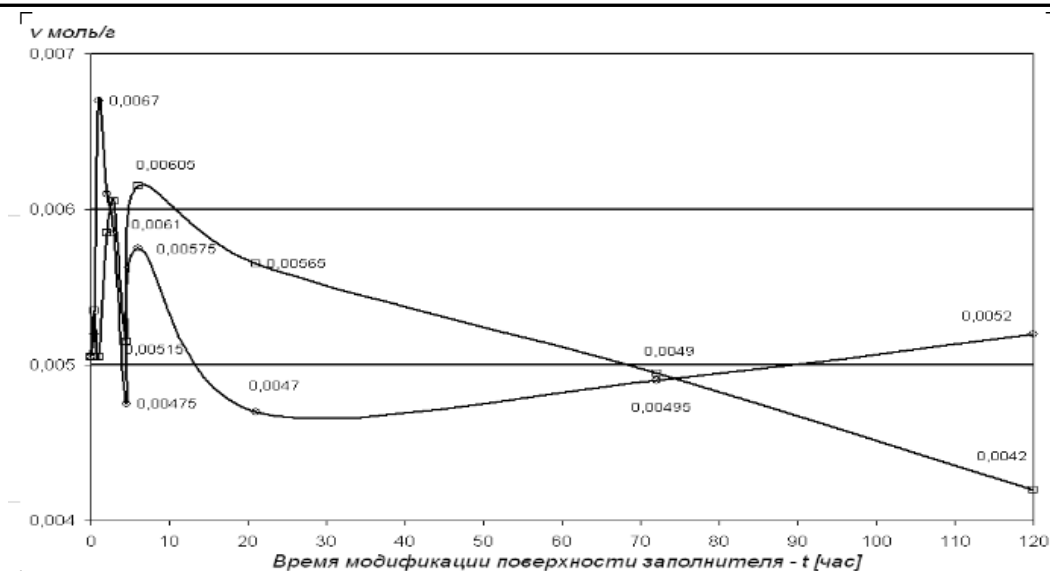


При замочуванні піску впродовж 0 до 6 годин активність змінюється нерівномірно: спочатку падає, потім зростає і досягає максимального значення через 1 годину для піску №2 і через 2 години для піску №1. З подальшим збільшенням часу замочування активність поступово знижується, але потім знову підвищується. Значення активності для всього діапазону досліджених модифікованих пісків змінюються приблизно вдвічі та перебувають у таких межах:

— для піску №1: $\nu = 0,0037 - 0,0072$ [моль/г]

— для піску №2: $\nu = 0,0042 - 0,0081$ [моль/г]

На рисунку 5.16 наведено, як змінюється обмінна активність при $pH=7,5$ для піску №1 і №2 (для $Ca(OH)_2$) залежно від часу контакту з водою. Залежність, представлена на цьому рисунку, аналогічна попередній (рисунок 5.17).



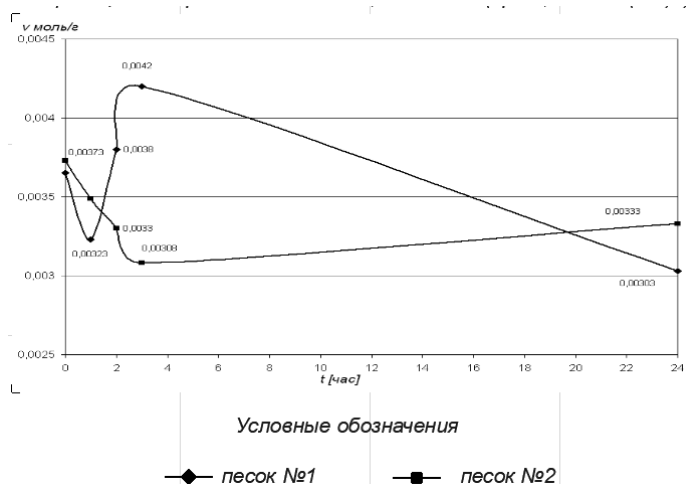
Значення активності для пісків коливаються у таких межах:

— для піску №1: $v = 0,0042 - 0,0061$ [моль/г]

— для піску №2: $v = 0,0047 - 0,0067$ [моль/г]

Аналізуючи графіки на рисунках 26, 27, 28, 29, 40, 41, видно, що зменшення активності заповнювача супроводжується збільшенням міцності.

На рисунку 5.18 показано залежність міцності цементно-піщаних зразків у віці 7 і 14 діб від обмінної активності пісків (для складів 1, 2, 3 при застосуванні розчинів NaOH і Ca(OH)₂). Графіки демонструють чіткий зв'язок, де зі зростанням обмінної активності спостерігається зниження міцності.



Для складу 1 (Ц : П = 1 : 1) помітно, що зі зростанням обмінної активності відбувається різке зниження міцності — від максимального значення до мінімального. У складі 3 (Ц : П = 1 : 5) така залежність менш

виражена, і міцність майже не змінюється зі збільшенням активності.

Зміна міцності через 7 діб виглядає так:

Пісок №1:

- Склад 1:

- $R_{ст.} = 36,2 \text{ МПа}$ при $v = 0,0049 \text{ [моль/Г]}$

- $R_{ст.} = 21,72 \text{ МПа}$ при $v = 0,0072 \text{ [моль/Г]}$

- Склад 3:

- $R_{ст.} = 6,08 \text{ МПа}$ при $v = 0,0049 \text{ [моль/Г]}$

- $R_{ст.} = 3,14 \text{ МПа}$ при $v = 0,0072 \text{ [моль/Г]}$

Пісок №2:

- Склад 1:

- $R_{ст.} = 34,12 \text{ МПа}$ при $v = 0,005 \text{ [моль/Г]}$

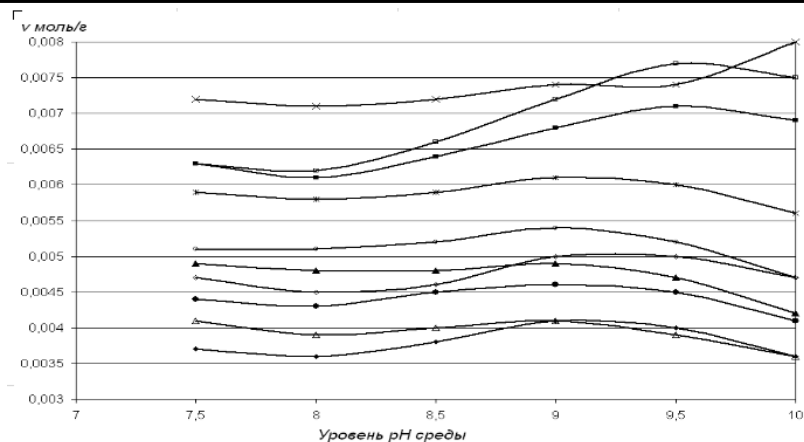
- $R_{ст.} = 18,06 \text{ МПа}$ при $v = 0,0081 \text{ [моль/Г]}$

- Склад 3:

- $R_{ст.} = 4,78 \text{ МПа}$ при $v = 0,0046 \text{ [моль/Г]}$

- $R_{ст.} = 2,64 \text{ МПа}$ при $v = 0,0080 \text{ [моль/Г]}$

На рисунку 5.19 показано, як змінюється міцність цементно-піщаних зразків у порівнянні з міцністю зразків із немодифікованим заповнювачем. Ця залежність виражена у відсотках: $\Delta R_{ст}/R_0 * 100\%$, де $\Delta R_{ст} = (R_{ст} - R_0)$ — різниця між міцністю зразків із модифікованим і немодифікованим заповнювачем, в МПа.



R_0 — це міцність зразків з немодифікованим заповнювачем, виміряна в МПа. Представлені результати у відносних одиницях змін міцності та обмінної активності для пісків із різним гранулометричним складом. Виявлено, що загальний вплив обмінної активності заповнювача на міцність зразків виявляється майже однаковим для різних типів пісків.

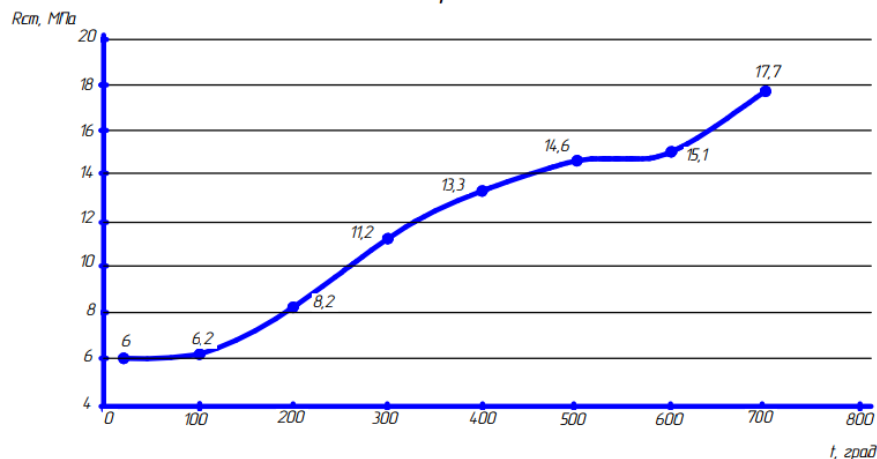
5.2.3. Модифікація поверхні заповнювача термообробкою

У лабораторії досліджували, як термообробка піску впливає на міцність цементно-піщаних зразків. Пісок засипали в сталеву ємність і нагрівали протягом 1 години при різних температурах: 100, 200, 300, 400, 500, 600 °С. Після нагрівання пісок охолоджували в ємності близько години, а потім ще 2 години в повітряно-сухих умовах, розклавши шаром товщиною 5–10 мм.

Щоб оцінити вплив термообробленого піску на властивості цементно-піщаної суміші, виготовили зразки з піском, обробленим різними температурами (склад суміші: Ц : П = 1 : 3, В / Ц = 0,7).

На рисунку 5.20 показано, як міцність зразків у віці 28 діб змінюється залежно від температурної обробки піску. Із підвищенням температури обробки відзначається значне зростання міцності зразків. Межі міцності на стиск для зразків змінюються від 6 до 17,7 МПа, що свідчить про майже триразове підвищення міцності при використанні термомодифікованого піску.

Залежність міцнісних характеристик цементно-піщаних зразків у віці 28 днів від умов термообробки заповнювача (при $t=20 - 700\text{ }^{\circ}\text{C}$)



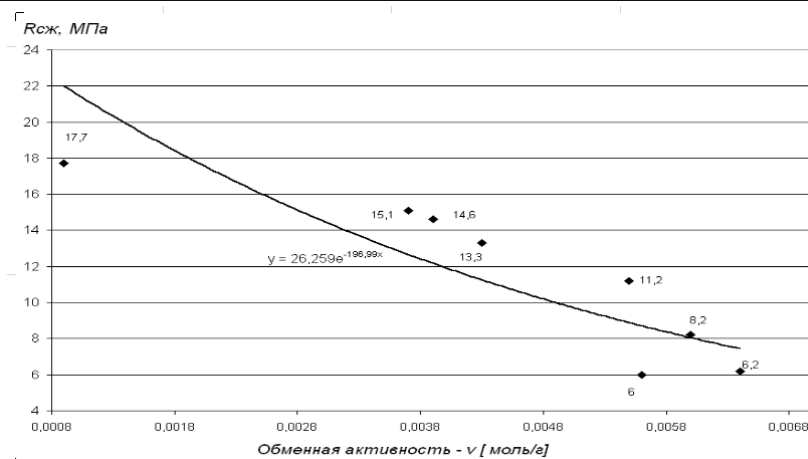
Для перевірки активності піску провели потенціометричне титрування. Спочатку взяли 30 грамів піску, який попередньо нагріли до потрібної температури. Далі додали 20 мл розчину $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і 10 мл води, все перемішали і процідили через спеціальний фільтр. Потім набрали 1 мл цієї суміші і почали титрувати 0,005 Н розчином HCl .

У процесі титрування (тобто додавання кислоти) після того, як луг осів на обробленому піску, знадобилось різна кількість кислоти для досягнення нейтрального рівня $\text{pH} = 7$ — від 3,14 до 5,34 мл. Кількість кислоти змінювалась залежно від значень pH .

Криві розташовані в порядку з найменшою ємністю поглинання піску в лужному середовищі при $\text{pH} = 7$ і для температур обробки 100, 200, 20, 300, 400, 500, 600, 700°C, а також для контрольного зразка $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Максимальне значення активності спостерігалось при нагріванні піску до 100°C, де $v = 0,0064$ моль/г. Значення активності піску змінюються в межах від 0,0009 до 0,0064 моль/г.

На графіку 5.21 показано, як залежить активність піску, що оброблений термічно, від міцності зразків на стиск через 28 діб. Чітко видно, що зі збільшенням активності заповнювача міцність зразків знижується.



— при $v = 0,0009$ [моль/г] значення міцності склало $R_{ст.} = 17,7$ МПа

— при $v = 0,0064$ [моль/г] значення міцності склало $R_{ст.} = 6,2$ МПа

ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ:

1. Дослідження показали, що міцність будівельних сумішей залежить не лише від складу суміші цементу і піску (витрати цементу, В/Ц відношення, властивості в'язучого), а й від того, в якому стані знаходиться поверхня піску.

2. У роботі проаналізовано, як час обробки заповнювача водою впливає на міцність цементно-піщаних зразків різних складів. Виявилось, що від тривалості замочування піску залежить міцність зразків: для складу 1 міцність варіюється від 21 до 36 МПа, для складу 2 — від 14 до 30 МПа, для складу 3 — від 3 до 6 МПа. Крім цього, обробка піску водою змінює технологічні властивості суміші: чим довше пісок змочують, тим менше рухливість суміші (ПК знижується з 4,5 до 2,4 см при стабільному В/Ц = 0,63).

3. Досліджено також обробку піску високими температурами. Результати підтвердили, що міцність матеріалу залежить від активності піску: зі збільшенням активності піску міцність знижується. Наприклад, при активності $n = 0,004$ моль/г міцність дорівнювала 15 МПа, а при $n = 0,0064$ моль/г — знизилась до 6 МПа.

CONCLUSIONS ON THE WORK:

1. Studies have shown that the strength of construction mixtures depends not only on the composition of the cement and sand mixture (cement consumption, C/C ratio, binder properties), but also on the condition of the sand surface.

2. The paper analyses how the time of aggregate water treatment affects the strength of cement-sand samples of different compositions. It turned out that the strength of the samples depends on the duration of sand soaking: for composition 1, the strength varies from 21 to 36 MPa, for composition 2 - from 14 to 30 MPa, for composition 3 - from 3 to 6 MPa. In addition, the treatment of sand with water changes the technological properties of the mixture: the longer the sand is wetted, the lower the mobility of the mixture (PC decreases from 4.5 to 2.4 cm with a stable V/C = 0.63).

3. The sand treatment with high temperatures was also investigated. The results confirmed that the strength of the material depends on the activity of the sand: with an increase in sand activity, the strength decreases. For example, with an activity of $n = 0.004$ mol/g, the strength was 15 MPa, and with $n = 0.0064$ mol/g, it dropped to 6 MPa.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гладишев, Д. Г. Бетонні та залізобетонні конструкції : підручник / Д. Г. Гладишев. – Київ : КНУБА, 2019. – 356 с.
2. Малишев, В. М. Будівельні конструкції та їх розрахунок : навчальний посібник / В. М. Малишев. – Харків : ХНУМГ, 2020. – 284 с.
3. Бабич, Є. М. Технологія бетонних робіт : підручник / Є. М. Бабич, В. П. Корзун. – Рівне : НУВГП, 2017. – 423 с.
4. Грищенко, Ю. В. Технологія будівельного виробництва : навчальний посібник / Ю. В. Грищенко. – Одеса : ОДАБА, 2018. – 310 с.
5. Кривенко, П. В. Будівельне матеріалознавство : підручник / П. В. Кривенко, К. К. Пушкарьова, М. О. Геляс. – Київ : ТОВ "ІД "Інжиніринг", 2017. – 624 с.
6. Азаров, В. М. Основи будівництва : навчальний посібник / В. М. Азаров, А. Р. Гурвіц. – Дніпро : Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, 2019. – 198 с.
7. Демченко, В. Ф. Архітектурні конструкції : навчальний посібник / В. Ф. Демченко. – Харків : Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 2018. – 275 с.
8. Кажан, К. І. Сучасні будівельні матеріали : навчальний посібник / К. І. Кажан, В. В. Павлюк, Т. О. Нищота. – Полтава : Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2017. – 200 с.
9. Марченко, Д. М. Технологія будівельного виробництва : навчальний посібник / Д. М. Марченко. – Одеса : Одеська державна академія будівництва та архітектури, 2020. – 372 с.
10. Гарбар, Г. А. Конструкції будівель і споруд : підручник / Г. А. Гарбар, Д. В. Федосов. – Житомир : Житомирський національний агроекологічний університет, 2018. – 526 с. Mehta P. K. Concrete: Microstructure, Properties,

and Materials / P. K. Mehta, P. J. Monteiro. – New York : McGraw-Hill Education, 2014. – 659 p.

11. Mindess S. Concrete / S. Mindess, J. F. Young, D. Darwin. – Upper Saddle River : Prentice Hall, 2003. – 644 p.
12. Neville A. M. Properties of Concrete / A. M. Neville. – Harlow : Pearson, 2011. – 844 p.
13. Skalny J. Sulfate Attack on Concrete / J. Skalny, J. Marchand, I. Odler. – London : Spon Press, 2002. – 216 p.
14. Hewlett P. C. Lea's Chemistry of Cement and Concrete / P. C. Hewlett. – Oxford : Butterworth-Heinemann, 2004. – 1092 p.
15. Ramachandran V. S. Concrete Admixtures Handbook: Properties, Science, and Technology / V. S. Ramachandran. – Park Ridge : Noyes Publications, 1995. – 626 p.
16. Malhotra V. M. High-Performance, High-Volume Fly Ash Concrete / V. M. Malhotra, P. K. Mehta. – Supplementary Cementing Materials for Sustainable Development Inc., 2002. – 101 p.
17. Aïtcin P. C. Binders for Durable and Sustainable Concrete / P. C. Aïtcin. – Boca Raton : Taylor & Francis, 2016. – 591 p.
18. Shi C. A review on the use of waste glasses in the production of cement and concrete / C. Shi, K. Zheng, D. Li // Resources, Conservation and Recycling. – 2006. – Vol. 52, № 2. – P. 234–247.