

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Впровадження жаростійких в'яжучих та бетонів із застосуванням високоглиноземистих шламових відходів в житлових будівлях після воєнного стану в Україні

Виконав: студент 2-го курсу, групи Б-21м
за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Карасюк А.В.

(підпис, ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н., доц. І.М. Меть

(науковий ступінь, вчене звання, ініціали та прізвище)

«21» 12 2022 р.

Опонент к.т.н. доц. Н.М. Сидорук

(науковий ступінь, вчене звання, кафедра) (підпис, ініціали та прізвище)

«21» 12 2022 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри БМГД
к.т.н., доц. В.В. Швець
(ініціали та прізвище)
«21» 12 2022 р.



Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, теплоенергетики та газопостачання
Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Напрямок підготовки 19 Архітектура та будівництво
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)
Освітня програма Промислове та цивільне будівництво
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри БМГА

Швець В.В.

"13" 09 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Карасюка Андрія Валерійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Впровадження жаростійких в'язучих та бетонів із застосуванням високоглиноземистих шламових відходів в житлових будівлях після воєнного стану в Україні

керівник роботи Меть І. М., к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від "14" вересня 2022 року № 203

2. Строк подання магістрантом роботи 06.12.2022р.

3. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту проектування, результати інженерно-геологічних вишукувань, результати огляду літературних джерел. Секція житлової будівлі 9-ти поверхова з розміри в плані 25.7x14.4м. Конструктивна схема – безкаркасна, з несучими зовнішніми та внутрішніми цегляними стінами на жаростійкому в'язучому. Будівля має підвал, та технічний поверх, відмітка верху будівлі +30,120м.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація)

1. Науково-дослідна частина (огляд літературних джерел, дослідження можливості впровадження жаростійких в'язучих при зведенні житлових будівель). Дослідити можливість впровадження жаростійких в'язучих та бетонів із застосуванням високоглиноземистих шламових відходів промисловості в житлових будівлях

2. Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту (розробка планувальних та конструктивних рішень секції житлової будівлі).

3. Основи та фундаменти (аналіз інженерно-геологічних умов, прорахунок різних варіантів влаштування фундаментних конструкцій та прийняття найбільш економічно вигідного варіанту).

4. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту.

6. Економічна частина (визначення економічного ефекту від впровадження результатів наукової розробки на прикладі технічного об'єкту).

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Науково-дослідний розділ – 6 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи, а саме застосування жаростійких в'язучих та бетонів в житлових будівлях після воєнного стану в Україні).
 2. Архітектурно-будівельні рішення – 3 арк. (генплан, плани, розрізи).
 3. Технологічні рішення – 1 арк. (Технологічна карта на влаштування монолітного перекриття, календарний графік виконання робіт, ТЕП, організація робочого місця).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Науковий розділ	к.т.н. доц. кафедри БМГА Метель Т.М.		
Економічна частина	к.т.н. доцент Лисюк О.І.		
УП та УЗ	к.т.н. доцент Кобилецький Т.М.		

7. Дата видачі завдання 25.09.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прізвище
1	Оформлення завдання та вступу до МКР	02.09-06.09.22	
2	Науково-дослідна частина	07.09-30.09.22	
3	Архітектурно-будівельні рішення	01.10-09.10.22	
4	Основи та фундаменти	10.10-06.11.22	
5	Охорона праці та цивільний захист	07.11-15.11.22	
6	Економічна частина	16.11-20.11.22	
7	Оформлення МКР	21.11-26.11.22	
8	Подання МКР на кафедру для перевірки	27.11-29.11.22	
9	Попередній захист	30.11-04.12.22	
10	Рецензування	07.12-11.12.22	

Магістрант

(підпис)

Карасюк А.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Метель Т.М.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 666.942

Карасюк А.В., Впровадження жаростійких в'язучих та бетонів із застосуванням високоглиноземистих шламових відходів в житлових будівлях після воєнного стану в Україні. Магістерська кваліфікаційна робота за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма – «Промислове та цивільне будівництво». Вінниця: ВНТУ, 2022. 149 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 42 назв; рис.:17; табл. 21.

В даній магістерській кваліфікаційній роботі запропоновано впровадження жаростійких в'язучих та бетонів із застосуванням високоглиноземистих шламових відходів промисловості в житлових будівлях.

У ході роботи було проаналізовано результати вітчизняних та зарубіжних досліджень, було виявлено що промисловість будівельних матеріалів вимагають застосування нових вогнетривких футерувальних композитів з підвищеними експлуатаційними характеристиками.

Для підвищення експлуатаційних характеристик було введено в традиційні в'язучі речовини (портландцемент, глиноземистий цемент, рідке натрієве скло і силікатглиба) нанотехногенну сировину, яка здатна брати участь у процесах формування спрямованої структури цементного каменю на стадіях нормально-влагностного твердіння і високотемпературного.

У ході експериментальних досліджень було виявлено оцінку впливу високоглиноземистих шламових відходів промисловості на жаростійкі в'язучі та бетони.

В технічній частині роботи виконане проектування дев'ятиповерхового житлового будинку в м. Вінниця. Конструкторська документація розроблялась у складі, достатньому для впровадження результатів наукової розробки у конструктивне рішення будівлі. Розроблено та впроваджено жаростійкий змішаний бетон у монолітне перекриття та жаростійкий розчин у кладку зовнішніх та внутрішніх цегляних стін.

Було запропоновано рекомендації по охороні праці та безпеці в надзвичайних ситуаціях, пов'язаних з будівельно-монтажними роботами.

В даному розділі необхідно визначити техніко-економічне порівняння різних варіантів виконання перекриття.

У розділі економіки визначено техніко-економічне порівняння різних варіантів виконання перекриття та обрано найкращий варіант.

МКР містить 10 аркушів графічної частини.

Ключові слова: жаростійкі в'язучі, бетони, високоглиноземисті шламові відходи, жаростійкі заповнювачі.

ANNOTATION

UDC 666.942

Karasiuk A.V., Introduction of heat-resistant binders and concretes using high-alumina sludge waste in residential buildings after martial law in Ukraine. Master's thesis on specialty 192 - "Construction and civil engineering", educational program - "Industrial and civil construction". Vinnytsia: VNTU, 2022. 145 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 42 titles; Fig.: 17; table 21.

In this master's qualification work, the introduction of heat-resistant binders and concretes with the use of high-alumina sludge waste from industry in residential buildings is proposed.

In the course of the work, the results of domestic and foreign research were analyzed, it was found that the building materials industry requires the use of new fire-resistant lining composites with increased operational characteristics.

In order to improve operational characteristics, nanotechnological raw materials were introduced into traditional binders (portland cement, alumina cement, liquid sodium glass, and silicate clay), which can participate in the processes of forming the directional structure of cement stone at the stages of normal-moisture hardening and high-temperature hardening.

In the course of experimental research, an assessment of the impact of high-alumina sludge waste from industry on heat-resistant binders and concrete was revealed.

In the technical part of the work, the design of a nine-story residential building in the city of Vinnytsia was completed. Design documentation was developed in a composition sufficient to implement the results of scientific development into the structural solution of the building. Heat-resistant mixed concrete in the monolithic floor and heat-resistant mortar in the masonry of external and internal brick walls were developed and implemented.

Recommendations on occupational health and safety in emergency situations related to construction and installation work were proposed.

In the economy section, a technical and economic comparison of various options for the implementation of the overlap is defined and the best option is selected.

MKR contains 10 sheets of the graphic part.

Key words: heat-resistant binders, concrete, high-clay sludge waste, heat-resistant aggregates.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ (МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ)	10
1.1 Заповнювачі у складах жаростійких бетонів	10
1.2 Жаростійкі бетони із застосуванням відходів промисловості	15
1.3 Стандартні методики, що використовуються в роботі	19
1.4 Висновок по розділу 1	33
2 РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІШАНОГО ЖАРОСТІЙКОГО В'ЯЖУЧОГО З ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРАВЛІЧНИХ ЦЕМЕНТІВ І ШЛАМУ ЛУЖНОГО ТРАВЛЕННЯ АЛЮМІНІЮ	35
2.1 Вибір оптимальної композиції жаростійкого в'язучого на портландцементі	35
2.2 Жаростійкі в'язучі на глиноземистому цементі зі зниженою водопотребою	46
2.3 Висновки до розділу 2	51
3 АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	53
3.1 Висновок до розділу 3	63
4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	64
4.1 Архітектурно-будівельні рішення	64
4.1.1 Загальні відомості	64
4.1.2 Об'ємно-планувальні рішення	65
4.1.3 Опис генерального плану	66
4.1.4 Благоустрій та озеленення території	68
4.1.5 Архітектурно-планувальні рішення	69
4.1.6 Конструктивні рішення	71
4.1.7 Зовнішнж і внутрішнє оздоблення	74
4.1.8 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни	76
4.1.9 Протипожежні заходи	78
4.1.10. Санітарні умови і вимоги	79

4.1.11 Опалення та вентиляція	79
4.1.12 Водопостачання та каналізація	80
4.1.13 Електропостачання	80
4.2 Технологія будівельного виробництва	82
4.2.1 Технологічна карта на монтаж будівельних конструкцій та цегляну кладку	82
4.2.2 Номенклатура робіт	83
4.2.3 Обґрунтування до схеми організації робіт	84
4.2.4 Визначення основних об'ємів робіт	85
4.2.5 Вказівки по прийманню, складуванню і зберіганню матеріалів і конструкцій	90
4.2.6 Вказівки з технології виконання робіт	91
4.2.7 Калькуляція трудовитрат та заробітної плати	102
4.2.8 Вказівки по забезпеченню безпеки праці і екології	103
4.2.9 Вказівки по забезпеченню якості	108
4.2.10 Матеріально-технічні ресурси, оснащення і устаткування	111
4.2.11 Техніко-економічні показники	116
4.3 Висновки до розділу 4	117
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	117
5.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта	118
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	122
5.1.2 Електробезпека	123
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	123
5.2.1 Мікроклімат	124
5.2.2 Склад повітря робочої зони	124
5.2.3 Виробниче освітлення	126
5.2.4 Виробничий шум	127
5.2.5 Виробнича вібрація	128
5.2.6 Психофізіологічні фактори	130

	10
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	130
5.3.1 Дія іонізуючих випромінювань на організм людини	
5.3.2 Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту кутової квартири першого поверху	131 136
5.4 Висновки до розділу 5	136
6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	137
6.1 Техніко-економічне порівняння варіантів монолітного перекриття	137
6.2 Висновки до розділу 6	137
ВИСНОВКИ	146
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	147
ДОДАТКИ.....	
ДОДАТОК А - Протокол перевірки магістерської кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	157
ДОДАТОК Б – ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ	

ВСТУП

Актуальність вибраної теми. Активно розвиваються машинобудівний комплекс, металургійна галузь, а також промисловість будівельних матеріалів вимагають застосування нових вогнетривких футерувальних композитів з підвищеними експлуатаційними характеристиками. Такі матеріали у вигляді жаростійких композитів можливо отримати в результаті введення в традиційні в'язучі речовини (портландцемент, глиноземистий цемент, рідке натрієве скло і силікатглиба) нанотехногенної сировини, здатної брати участь у процесах формування спрямованої структури цементного каменю на стадіях нормально-влажностного твердіння і високотемпературного.

Переваги жаростійких бетонів перед штучними керамічними вогнетривками полягають у наступному:

- футеровка, виконана із застосуванням жаростійких бетонів, має мінімальну кількість швів – «найвужчих» місць будь-яких футеровок, звідки починається руйнування;

- жаростійкі бетони можна одержувати як на гідравлічних, так і на хімічних сполучних, що дозволяє використовувати їх у футеровках з різними агресивними середовищами;

- рахунок скорочення числа швів у футеровках печей знижується витрата теплових ресурсів, підвищується продуктивність праці обслуговуючого персоналу і збільшується міжремонтний цикл роботи теплових агрегатів.

Незважаючи на значні переваги жаростійких бетонів, у сучасній вітчизняній практиці більшість футеровок теплових агрегатів зводиться поки що з використанням штучних керамічних вогнетривів. Ця обставина пояснюється низкою причин, одна з яких – невелика кількість спеціалізованих ділянок, баз та заводів із випуску блоків та інших виробів із жаростійких бетонів. Низький обсяг випуску блоків та виробів із жаростійкого бетону стримує розробку типових проектів футеровок теплових агрегатів із застосуванням індустріальних бетонних елементів.

Дуже актуальним є застосування високоглиноземистої шламової сировини – відходу кольорової металургії, як поліфункціональної добавки у складах жаростійких в'язучих, що дозволяє знизити водоцементні та рідинно-тверді відносини та сприяти утворенню високотемпературних сполук у процесі їх нагрівання.

Мета та завдання роботи. Метою роботи є розробка широкої гами жаростійких бетонів з підвищеними фізико-термічними параметрами на основі гідравлічних цементів та рідинноскляних композицій з використанням нанотехногенної сировини високоглиноземистого складу.

Завдання поставленої мети вирішувалися такі:

- обґрунтування можливості використання нанотехногенної сировини високоглиноземистого складу в якості високоефективного наповнювача поліфункціональної дії в цементних та рідинноскляних композиціях;
- виявлення оптимального вмісту молекулярно-дисперсного наповнювача у складах жаростійких композицій з метою підвищення їх фізикомеханічних, теплотехнічних та термічних властивостей;
- дослідження впливу нанорозмірного наповнювача з техногенної сировини на процеси структуроутворення жаростійких композицій на початкових етапах твердіння та при впливі підвищених та високих температур;
- розробка складів важких та легких жаростійких бетонів на основі змішаних в'язучих з підвищеними фізико-термічними характеристиками;
- впровадження результатів досліджень шляхом дослідно-промислових випробувань в умовах діючого виробництва;
- визначення техніко-економічної ефективності застосування жаростійких бетонів на основі змішаних жаростійких в'язучих.

Об'єкт дослідження є аналіз та впровадження жаростійких в'язучих та бетонів із застосуванням високоглиноземистих шламових відходів.

Предмет дослідження – застосування жаростійких в'язучих та бетонів в житлових будівлях після воєнного стану в Україні.

Наукова новизна роботи.

1. Науково обґрунтовано та експериментально встановлено можливість отримання змішаних жаростійких в'язучих та бетонів на їх основі за рахунок використання нанотехногенної сировини у вигляді шламу лужного травлення алюмінію, здатного при оптимальному вмісті (10 % від маси в'язучих) брати активну участь у створенні штучних композицій з підвищеними фізико-механічними показниками.

2. Виявлено, що введення шламу лужного травлення алюмінію сприяє інтенсифікації процесів фазо- та структуроутворення з формуванням тугоплавких сполук за рахунок присутності активних компонентів глиноземистого та кремнеземистого складу в наповнювачі, які в результаті термообробки формують фази муліту (Al_2SiO_5), наявність яких покращує термостійкість та вогнетривкість композицій.

3. Показано, що застосування нанорозмірного наповнювача поліфункціональної дії дозволяє регулювати реологічні та технологічні властивості жаростійких композицій на різних в'язучих.

Особистий внесок магістранта: усі результати, наведені у магістерській дипломній роботі, отримані самостійно. У роботах, опублікованих у співавторстві, автору належать такі: [10] – обробка результатів зібраної інформації та виведення напрямів, які націлені на удосконалення розвитку міст.

Апробація результатів роботи. За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 теза конференцій.

Виступ на Міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві-2022», який відбувся 23-25 листопада 2022 року

Публікації:

1. Карасюк А. В. Вибір оптимальної композиції жаростійкого в'язучого на портландцементі [Електронний ресурс] / А. В. Карасюк, І. М. Меть // Матеріали LI Науково-технічної конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2022), 23-25 листопада 2022 р. – Електрон. текст. дані. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – Режим доступу:

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2022/paper/view/16799/14090>

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ (МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ)

1.1 Заповнювачі у складах жаростійких бетонів

Заповнювачами в жаростійких бетонах найчастіше служать матеріали, що мають підвищену вогнетривкість, одержувані з природних та штучних мінеральних матеріалів певного зернового складу. До заповнювачів для жаростійких бетонів пред'являються додаткові вимоги, які полягають у тому, що при тривалому впливі на них максимально високих температур вони не повинні розм'якшуватися або руйнуватися, крім цього, при нагріванні в бетоні не повинні виникати великі внутрішні напруги. Виходячи з цього, непридатні для жаростійкого бетону матеріали, що містять вільний кварц (кварцовий пісок, граніт, піщаник, кварцити та інші матеріали), оскільки під впливом підвищених температур відбувається збільшення його в обсязі за рахунок модифікаційного (поліморфного) перетворення β -кварцу в α -кварц, як і призводить у результаті руйнації заповнювача.

За вогнетривкістю заповнювачі класифікуються наступним чином: заповнювачі, що володіють вищою вогнетривкістю понад 2000°C ; високовогнетривкі з вогнетривкістю понад 1770°C до 2000°C ; вогнетривкі понад 1580°C до 1770°C ; тугоплавкі понад 1350°C до 1580°C ; легкоплавкі нижче за 1350°C .

За крупністю зерен заповнювачі поділяються на дрібні та великі. До дрібного заповнювача відноситься пісок із зернами крупністю від 0,14 до 5 мм, при цьому вміст дрібних частинок (менше 0,14 мм) у заповнювачах не повинен перевищувати 15 % за масою. До великого заповнювача належить щебінь із розмірами зерен від 5 мм до 40 мм. Як відомо, величезний вплив на основні властивості жаростійкого бетону надає зерновий склад заповнювачів, а точніше - оптимальний склад суміші дрібного і великого заповнювачів (масове співвідношення) [1], тим самим забезпечуючи найменшу міжзернову порожнечу.

Добре характеризує все вищевикладене проведена робота [2] з дослідження гранулометричного складу заповнювача на основі техногенної сировини на фізико-механічні властивості жаростійкого бетону. Встановлено, що значний вплив оптимальний склад жаростійкого заповнювача робить на механічну міцність бетонних зразків. Досягнення низькопористої (18,6 %) та міцної (33,2 МПа) структури жаростійкого бетону стало можливим за рахунок підбору гранулометричного складу з використанням узагальненого рівняння (1.1), отриманого в результаті аналізу рівнянь Фуллера, Андреасена та Боломе:

$$X_i = \left[\alpha + (1 - \alpha) * \left(\frac{d_i}{D_{\max}} \right)^n \right] * 100 \quad (1.1)$$

де X_i - вміст фракції з розміром зерен менше d_i %;

D_{\max} - максимальний розмір зерна, мм;

α – коефіцієнт, що залежить від типу бетону та характеру зерен заповнювача;

n – показник ступеня, що залежить від форми зерен, їх взаємного зчеплення, умов здійснення упаковки

У жаростійких бетонах, що застосовуються при температурах включно до 700 °С, як заповнювачі можна використовувати вивержені безкварцеві гірські породи (діабаз, діорит, вулканічні туфи, попели та ін.). Якщо бетон працює при температурі в діапазоні від 700 °С до 900 °С, то зазвичай застосовується бій глиняної цегли і доменні шлаки (відвальні, литі, гранульовані). Але найбільше застосування як жаростійкого заповнювача отримав шамот (кусковий або бій шамотних виробів). На шамотному заповнювачі [3-5] можна одержувати жаростійкі бетони з робочою температурою до 1300 °С. Для жаростійких бетонів з температурою застосування понад 1400 °С використовують наповнювачі з бою високоглиноземистої цегли, з хромітової руди та шлаків алюмінотермічного виробництва.

У роботі [5] досліджено напрям переробки відходів вогнетривких матеріалів, таких як брухт динасової та шамотної цегли, що утворюється в процесі виконання ремонтних робіт футеровок промислових печей та агрегатів. За класом небезпеки даний вогнетривкий брухт є нетоксичною сировиною (V клас), а характером освіти може бути віднесений до синтетичного техногенного сировини. Виходячи з встановленого хімічного складу шамотного і динасового брухту і отриманих технічних показників (вогнетривкість брухту шамотного склала – 1690 °С, а динасового – 1710 °С), були зроблені висновки про те, що дані вогнетривкі техногенні відходи. Таким чином, брухт шамотної та динасової цегли може бути використаний як вогнетривкий заповнювач для отримання жаростійких матеріалів.

Про високу ефективність застосування бою шамотної цеглини в жаростійких композиціях свідчать і інші наукові дослідження. Так у роботі [6] шляхом введення бою шамотної цегли як жаростійкий заповнювач істотно вдалося підвищити термомеханічні показники жаростійких композитів. При цьому необхідно відзначити, що сильний вплив на термостійкість композитів мало кількість заповнювача та його гранулометричний склад. Згідно з отриманими даними, оптимальний вміст шамотного бою фракції 1,25÷2,5 мм знаходиться у вузьких межах близько 80÷100 % від маси в'язучого. Таким чином, був отриманий новий композит, що має високі жаростійкі показники, призначений для теплових агрегатів як футерувальний матеріал.

З метою застосування місцевих сировинних ресурсів і високоглиноземистих відходів як вогнетривкі заповнювачі в роботі [6] наводяться дослідження про можливість отримання методом спікання високоглиноземних вогнетривких заповнювачів. Як місцеву сировину було взято проби збагаченого каоліну (АКФ-78, АКС-30) та аргілітової породи, а також високоглиноземисті відходи газохімічних комплексів. Мінералогічний склад відходів представлений фазами γ -глинозему, корунду та муллиту. Склади дослідних шихт були розроблені з підвищеним вмістом глинозему Al_2O_3 , що забезпечує підвищену спека зразків. Результати рентгенофазового аналізу показали, що синтезовані зразки в основному складаються з переважанням фаз корунду та муллиту. При цьому в роботі

ззначається, що зразки ряду складів характеризуються гарною спекаемостью і за отриманими фізико-хімічними значеннями можуть бути запущені в серійне виробництво як вогнетривкі заповнювачі, тому що відповідають всім вимогам, які пред'являють до високоглиноземистих промислових заповнювачів різного призначення.

У жаростійких бетонах необхідно контролювати такий показник як міцність після нагрівання до $800\text{ }^{\circ}\text{C}$, так як саме він може показати: застосовується те чи інше в'язуче або заповнювач в умовах температур, що експлуатуються. Так, авторами роботи [7] вивчався вплив термообробки до $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ на міцність випробуваних зразків, виготовлених на основі портландцементу ПЦ 400 і меленого шлаку, що вводиться до складу в кількості від 10 до 50 % в якості жаростійкого заповнювача. Аналізуючи отримані дані, авторами було виявлено, що зниження міцності після нагрівання до $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ склало: максимальне при 10% вміст шлаку - 54%, а мінімальне зниження міцності при вмісті 28% відбулося у складах, в яких вміст шлаку становив 50%. Такий вплив кількості шлаку зниження міцності пов'язані з його активністю стосовно вільного окису кальцію.

Як відомо, отримання нових матеріалів потребує іноді нестандартних та спеціальних рішень. Даний підхід можна побачити в роботі [8] німецьких вчених, які запропонували нові склади вогнетривких бетонів, в основі яких були закладені нові синтетичні компоненти у вигляді алюмінієво-кальцієвих вогнетривких наповнювачів. Дані заповнювачі створені на основі гексаалюмінату кальцію ($\text{CaO}\cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$) – це легкий заповнювач SLA-92 з пористістю 70-75% і щільно спечений Bonite. Результати випробувань показали, що заповнювачі можуть бути застосовані як комбінації, так і окремо. Крім того, фізико-механічні параметри (міцність, теплопровідність та ін) розроблених бетонів можуть змінюватись у досить широких межах. Створення таких спеціальних властивостей стало можливим лише за рахунок поєднання синтетичних алюмінієво-кальцієвих заповнювачів в одному складі, що дає можливість відмовитися від багатошарових футеровок і перейти до одношарових.

Відповідно до [9-11], певний науково-практичний інтерес становлять

розробки в галузі малокомпонентних жаростійких бетонів, в яких як заповнювач застосовується місцева техногенна сировина на основі вуглецевого ферохромового шлаку, при цьому особливість таких бетонів полягає в тому, що в'язка і заповнювач однорідні за фазовим складом. Така відмінна особливість сприяла при термообробці бетону значному зниженню усадкових деформацій та підвищенню тріщиностійкості, що позитивно в цілому позначилося і на його міцності. В результаті проведених досліджень було встановлено, що при проектуванні малокомпонентних складів жаростійких бетонів необхідно використовувати максимально близькі за своїми основними показниками сировинні матеріали.

В іншій роботі [12] були виявлені закономірності отримання технологічного та ефективного пористого жаростійкого заповнювача, одержуваного шляхом низькотемпературного випалу. У ході експериментів були виявлені закономірності впливу тонкомолотої глиноземовмісної добавки на характеристики жаростійкого заповнювача. Як мінеральний наповнювач (добавки) в експериментальних складах використовувався техногенний відхід нафтохімічного виробництва - відпрацьований каталізатор ІМ-2201. З отриманих складів формувалися гранули, які потім у пічному грануляторі піддавалися термічній обробці при заданій температурі 300 °С. Випробування оптимальних складів показали, що легкий жаростійкий заповнювач має наступні фізико-механічні властивості: міцність при розколюванні склала 0,95 МПа; коефіцієнт водостійкості – 0,9 %, а вогнетривкість перебувала в межах 1400 °С. Відповідно до даних показників, авторами роботи зроблено висновок про те, що отриманий заповнювач може бути використаний для виробництва жаростійких бетонів з температурою застосування до 1350 °С.

Крім заповнювачів істотний вплив на якості жаростійких бетонів надають тонкомолоті добавки, які є дрібнозернистим матеріалом певної тонкощі помелу. Так, за зерновим складом прохід через сито №008 має бути не менше 70%. Так було в роботах [12-14] були покращені склади жаростійких бетонів на основі портландцементу та заповнювачів з бою штучних вогнетривів за допомогою тонкомолотої шамотної добавки з нанорозмірністю частинок в діапазоні від 50 до 200 нм. Витрата нанодобавки варіювалась у межах 10÷25 %, у своїй слід зазначити,

що її введення здійснювався з допомогою зниження у складах витрати заповнювача. Аналіз отриманих даних показав, що 15% вміст тонкомолотої шамотної нанодобавки в жаростійких складах можна вважати оптимальним, так як саме при такому вмісті приблизно вдвічі збільшується міцність бетонів і в два-три рази зростає термостійкість у порівнянні з матеріалами, отриманими із застосуванням звичайних тонкомолотих добавок.

1.2 Жаростійкі бетони із застосуванням відходів промисловості

Близькість багатьох промислових відходів за хімічним складом з класичними в'язучими матеріалами відкриває перед дослідниками в галузі створення жаростійких матеріалів і конструкцій широкий діапазон розробки та проектування нових ефективних жаростійких бетонних композицій із заданими фізико-термічними властивостями [13-15].

Цікавий науковий підхід щодо класифікації промислових відходів відображений у роботах [14;16]. Запропоновано класифікацію, сформовану на інших принципах систематизації загальних властивостей (дисперсність, хімічний та фазовий склад), найбільш значущих у технології жаростійких бетонів. Розширення критеріїв класифікації дозволяє більш раціонально здійснювати застосування промислових відходів у жаростійких бетонах на всіх видах в'язучих, у тому числі повітряного твердіння, глиноземістом (ГЦ), високоглиноземістом (ВГЦ) та ін. якості.

Значне місце у виробництві жаростійких бетонів займають промислові відходи, серед яких особливо виділяються металургійні шлаки [3;8;9;11]. За даними авторів робіт [18-23], найбільш перспективною сировиною є феросплавні металургійні шлаки. Результати проведених досліджень показали, що на основі шлаків можливо в промислових масштабах отримувати високоякісні в'язучі, вогнетривкі заповнювачі, а також затверджувачі для виробництва легких і важких жаростійких і вогнетривких бетонів з температурою застосування від 800 до 1800 °С. Високі фізико-термічні показники бетонів дозволяють їх використовувати в

особливо відповідальних місцях футерування. Окремо слід зазначити роботи [6;7], в яких були розглянуті питання модифікації глиноземистих в'язучих з метою підвищення міцності та жаростійких властивостей. Так на основі глиноземистого цементу, шлаку алюмінотермічної виплавки феротитану та добавок суперпластифікаторів на основі ефірів полікарбоксилатів (PCE) розроблено модифіковане глиноземисте в'язуче з підвищеною вогнетривкістю (1520÷1550 °C). Виявлено добавки, що найменше уповільнюють твердіння, встановлені їх оптимальні дозування. Показано, що застосування суперпластифікаторів на основі PCE забезпечує в'язучому, що містить шлак алюмінотермічної виплавки феротитану, високі показники міцності.

Використання металургійних шлаків як компоненти для виготовлення жаростійких бетонів знайшло своє відображення і в інших роботах. Так, у роботі [8] авторами були запроєктовані склади дрібнозернистого жаростійкого бетону з максимальною робочою температурою 1050 ° C, де як заповнювачі виступали відходи виробництва чорної та кольорової металургії. У ході досліджень було підтверджено, що їхній хімічний склад і фізико-механічні показники відповідають основним вимогам до заповнювачів для жаростійких бетонів. Виробництво такого дрібнозернистого жаростійкого бетону на місцевих нетипових заповнювачах дозволило збільшити сферу застосування шлакових відходів та зменшити енерговитрати при виробництві матеріалів із жаростійкого бетону.

За даними [20-24], авторами встановлено взаємозв'язок процесів фазоутворення при нагріванні та термомеханічних властивостей жаростійкого бетону з металургійних шлаків. Для дослідження фізико-хімічних перетворень, які у зразках шлакових виробів, використовувалися методи РФА і диференціально-термічного аналізу (ДТА). На підставі цих методів було запропоновано способи прогнозування високих термомеханічних властивостей жаростійких матеріалів на основі металургійних шлаків.

У роботі [25-28] встановлено можливість використання алюмогелю, побічного продукту виробництва алюмінієвої стрічки на Воронежському заводі будівельних алюмінієвих конструкцій, для виготовлення жаростійкого бетону з

залишковою міцністю, що значно перевищує мінімальне значення, що нормується, 0,3. При використанні алюмогелю потрібно значно менше наповнювача для зв'язування вільного вапна в порівнянні зі звичайними складами.

Є відомості про отримання важкого жаростійкого бетону на основі рідинноскляної в'язучої та периклазохромітової техногенної сировини з максимальною температурою застосування 1400 °З підвищеними фізико-механічними властивостями [29].

В роботі [30-35] вивчено можливість отримання жаростійких бетонів із суміші, що складається з 8-15 % портландцементу (М400), 8-15 % тонкомолотої добавки з матеріалу заповнювачів з розмірами частинок 30-200 нм, 3 % тонкомолотої добавки з бою високоглиноземистих вогнепорів. розмірами частинок 30-200 нм, 24,5-26,4% піску з бою шамотних вогнетривів фр. 0-5 мм, 35-36,3% щебеню з бою шамотних вогнетривів фр. 5-20 мм, 0,2-0,35 % рідкого натрієвого скла, 10,6-11,6 % води. Застосування у розроблених складах жаростійких бетонів заповнювачів та нанорозмірного наповнювача з бою вогнетривів дозволило значно підвищити їх основні фізико-термічні показники порівняно з прототипом. Отриманий жаростійкий бетон має малу вогневу усадку при температурі застосування в 1300 °С, при цьому також зменшується скидання залишкової міцності в 1,5-2 рази. Межа міцності при стисканні у досліджених складів бетону становила 41,4-45,8 МПа, а термічна стійкість перебувала в межах 22-27 циклів (водних теплосмін). Крім вище сказаного, авторами даного наукового дослідження вирішуються економічні та екологічні питання, пов'язані з використанням, зберіганням та утилізацією промислових відходів.

Для отримання жаростійких бетонів широке застосування знайшли відходи, що містять зол, які у великій кількості утворюються в результаті роботи теплоелектроцентралей (ТЕЦ). Так у роботі [35-40] розроблений жаростійкий конструкційно-теплоізоляційний золовмісний вермикулітобетон, що забезпечує високий клас у межах І9-І10 за температурою застосування. Основні його властивості такі: щільність у сухому стані – 600 кг/м³, міцність на стиск понад 1,5 МПа, залишкова міцність склала 36,9 % після нагрівання до 800 °С, термостійкість

– 60 повітряних теплоступів, деформація під навантаженням – 3,6 % після нагрівання до 1000°C. Встановлено високу ефективність використання золівідходів як жаростійку добавку в бетон на портландцементі, при цьому відходи, що використовуються, за даними рентгенографічних досліджень, активно пов'язують СаОсв при 800-1000 °С. Отриманий тип бетону ефективно може використовуватися виготовлення виробів, використовуваних у сфері високотемпературної ізоляції теплових агрегатів (міксерів, печей, котельного устаткування тощо.).

У зарубіжних джерелах [41] також наводяться теоретичні та практичні дані щодо отримання жаростійких композицій з використанням промислових відходів, при цьому за кордоном, як і в Україні, є широкий спектр робіт, пов'язаних з використанням техногенної сировини як вогнетривка складова.

В Індії було проведено експериментальне дослідження з метою вивчення механічних та мікроструктурних властивостей бетону, підданого впливу підвищеної температури [42]. Експериментальні зразки склалися з портландцементу, дрібного і великого заповнювача, піску і природного каменю, відповідно, при частині зразків великий заповнювач з каменю був замінений на лабораторні відходи бетонних кубів розміром 150×150×150 мм з межею міцності на стиснення 23,5 МПа. Також частина в'язучого в ряді зразків була замінена на відхід - золу-віднесення в межах 10% і 20% маси цементу. Досліджувані зразки піддавалися різному рівню температури (200°C, 400°C, 600°C, 800°C, 1000°C) протягом 6 годин у печі. Залишкова міцність зразків відзначається в діапазоні від 21 до 61%. Дані дослідження показали, що найбільшу міцність і найменшу лінійну деформацію мають зразки з 10% добавкою в цемент золи-винесення, крім того, скануюча електронна мікроскопія показала щільніший стан мікроструктури даних зразків після нагрівання до 800 ° С порівняно з іншими зразками. За висновком авторів дослідження, позитивному результату основних властивостей зразків з 10% добавкою золи-винесення сприяла знижена загальна пористість бетону.

Позитивний вплив золи-винесення на вогнетривкі композиції також відзначається в роботах [43-44] вчених із Сербії. У цих дослідженнях авторами вивчалася ефективність механічної активації золи-винесення як компонент у

виробництві теплоізоляційних матеріалів та вогнетривких бетонів. Механічна активація відходу досягалася завдяки тонкій та ультратонкій обробці матеріалу у спеціально високоенергонапружених млинах. Було вивчено вогнетривкий бетон на основі вторинної сировини, який при порівнянні зі стандартним вогнетривким бетоном показав поліпшення механічних і термічних властивостей внаслідок зменшення пористості випробуваних бетонних зразків.

У Словенії проведено дослідження можливості застосування побічного продукту металургійної промисловості сталевих шлаків як заповнювач у вогнетривких бетонах. Авторами дослідження [45] було встановлено, що при нагріванні шлаку до температури 1000 ° C він стає термічно стійким і виявляє механічні властивості, які можна порівняти зі звичайними вогнетривкими заповнювачами.

У Литві в інституті термоізоляції ВТУ ім. Гедимінасу провели дослідження жаростійкого бетону в композиції з відпрацьованим каталізатором, відходом, що у великій кількості накопичується на підприємствах нафтопереробки. В результаті отриманих даних встановлено, що при взаємодії відпрацьованого каталізатора з алюмінатним цементом Gorkal-40 прискорюється схоплювання бетонної суміші та твердіння. Також дана добавка позитивно впливає на термостійкість бетону жаростійкого, в результаті утворення в матриці бетону анортиту [46].

Внаслідок вивчення сучасної вітчизняної літератури [41-49] та зарубіжних джерел [50-53] було сформовано основний напрямок роботи: одержання змішаних жаростійких в'язучих на основі широко поширених в'язучих: портландцементу, глиноземистого цементу, рідкого натрієвого скла, силікат-брили (напівфабрикату рідкого скла).

1.3 Стандартні методики, що використовуються в роботі

Методологічно експериментальні дослідження проводилися за наступною схемою: шлам лужного травлення алюмінію ($2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$) → змішані жаростійкі

в'яжучі із застосуванням портландцементу, глиноземистого цементу, рідкого скла та силікат-брили → пластичні розчинні суміші → бетонні суміші.

Дослідження складів та структур, що утворюються при твердінні змішаних жаростійких композицій, а також після їх сушіння та випалювання, проводили із застосуванням комплексу сучасних фізико-хімічних методів аналізу: хімічного, рентгенофазового (РФА), дериватографічного та петрографічного.

Дериватографія – термічний метод дослідження фізико-хімічних перетворень, що відбуваються у зразку. Дослідження проводилися на установці Q-1500Д, що працює за схемою дериватографа системи І. Паулік - Л. Ердей - Ф. Паулік (Угорщина, 1955) [48-50]. При цьому методі дослідження знімалися чотири криві: Т (проста крива нагрівання), ДТА (диференціальна крива зміни вмісту тепла), ДТГ (диференційна крива зміни швидкості втрати маси), ТГ (термогравіметрична крива зміни маси). Послідовність проведення дослідження зводилася до таких дій:

- досліджуване та еталонне речовини подрібнені на порошок поміщалися в тиглі;
- потім тиглі встановлювалися в нагрівальний пристрій (піч);
- за допомогою регулятора нагріву здійснювався підйом температури в печі до 1000°C зі швидкістю 10°C/хв. При цьому установка автоматично з інтервалом 100 °С проводила позначки температури в печі та фіксувала втрати у вазі досліджуваної речовини;
- всі фізико-хімічні перетворення речовини реєструвалися як кривих через дзеркальні гальванометри на фотопапір.

Рентгеноструктурний аналіз проводився з використанням дифрактометра ДРОН-3 (рисунок 1.1) у випромінюванні Cu-K α за загальноприйнятою методикою [52]. У дифрактометрі детектором рентгенівського випромінювання служив лічильник типу СРС - лічильник рентгенівський сцинтиляційний амплітудною дискримінацією з максимальною швидкістю рахунку до 107 імп/с, що забезпечувало можливість зйомки рентгенограми з певним кроком, автоматично переміщуючи лічильник на 1; 0,1 або 0,01° з одночасним записом інтенсивності на

стрічці реєструючого приладу. На дифрактометрі встановлено гоніометр ГУР-5, який забезпечував швидкість обертання лічильника $1/32 \div 16$ град/хв, з радіусом роботи 180 мм.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд установки ДРОН-3

Перед проведенням аналізу матеріал розтирався до проходження через сито 10000 отв/см². Фазовий склад випробуваних зразків, тобто їх ідентифікацію, встановлювали шляхом порівняння міжплощинних відстаней d та інтенсивності ліній I за довідковими таблицями [53-55]

Петрографічні дослідження виконували методом мікроскопічного аналізу структури зразків на поляризаційному мікроскопі МІН-8 та USB Digital Microscope. Ця методика є загальноприйнятою для петрографічних досліджень. Зразки виготовлялися у вигляді сколотих плоских препаратів і порошків.

У роботі було використано звичайні стандартні методи проведення імічного аналізу, за допомогою яких визначали вміст основних оксидів (силікатний аналіз), що становлять значний інтерес.

Сучасні дослідження жаростійких матеріалів неможливі без оцінювання їх фізико-механічних та теплофізичних основних показників, насамперед, механічної міцності, термостійкості, вогнетривкості та ін.

Нормальну густоту цементного тесту визначають з метою встановлення кількості води, необхідного для отримання цементного тесту необхідної консистенції за ГОСТ 310.3-76, при цьому тонкість помелу цементу знаходять ГОСТ 310.2-76 розсівом і зважуванням навішування. Визначають нормальну густоту, використовуючи прилад Віка з кільцем, чашку та лопатку для приготування цементного тіста. При визначенні нормальної густоти тіста в нижню частину стрижня вставляють металевий пестик циліндр. Маса стрижня з маточкою дорівнює 300 г.

Перед початком випробування перевіряють вільний рух стрижня з маточкою і нульове положення покажчика на шкалі приладу при зіткненні маточки зі склом. Потім готують цементне тісто. З цією метою відважують 400 г цементу і поміщають його в сферичну чашку, в цементі роблять поглиблення, яке вливають воду (орієнтовно 22-28 % від маси цементу). Після прилипання води засипають поглиблення цементом, фіксують час і перемішують цемент з водою.

Перемішування ведуть спочатку обережно, потім енергійно розтирають тісто у взаємно перпендикулярних напрямках, періодично повертаючи чашу на 90°. Тривалість перемішування цементу з водою 5 хв, рахуючи з моменту приливання води.

Приготовлене тісто поміщають у кільце приладу, змащене машинним маслом і встановлене на скляній пластинці, і 5-6 разів струшують, постукуючи платівкою об стіл. Поверхню тесту вирівнюють, зрізуючи надлишок ножем. Потім кільце встановлюють на приладі, підводять маточка до поверхні тіста в середині його і закріплюють гвинтом. Після цього звільняють гвинт, що закріплює, і стрижень з пестиком вільно занурюють в тісто. Через 30 с відраховують глибину занурення маточка за шкалою.

Якщо маточка не дійшла до дна на 5-7 мм, взята для замішування кількість води відповідає нормальній густоті цементного тіста. Якщо глибина занурення

маточки виявиться іншою, випробування повторюють, зменшуючи або збільшуючи кількість води для замішування цементу.

При визначенні міцності зразків жаростійкого цементного каменю і бетону на стиск після нагрівання до контрольних температур використовувалася методика, описана в [56] і яка полягає в наступному: зразки виготовлялися у формах, що відповідають усім вимогам ГОСТ 22685-89, при цьому властивостей каменю із замісу заданого складу вивчалися на зразках у вигляді кубів з розміром ребер 20 мм, а бетону – на кубах з розмірами 100×100×100 мм. Для кожної з контрольних температур було виготовлено по три куби. Після звільнення від форм зразки витримувалися в нормальних умовах: для зразків на портландцементі при температурі 18-22 °С та відносній вологості не менше 90% протягом семи діб, а на глиноземистому – три доби; для зразків на рідкому склі при температурі 18-22 °С та відносній вологості не більше 60 % протягом трьох діб. Потім три зразки в природному стані (не піддавалися сушінню) випробовувалися на стиск з використанням гідравлічного пресу П-10, а інші зразки протягом 32 годин висушувалися при температурі 100÷110 °С в сушильній шафі ШС-80-01СПУ – по ТУ 9 010-00141798-2005. Підйом температури до 100÷110 °С при сушінні зразків проводився зі швидкістю 20 °С на годину. Після сушіння три зразки випробовувалися на стиск, а зразки, що залишилися, поміщалися в муфельну піч типу СНОЛ для випалу до контрольних температур в режимі нагрівання - охолодження. Зразки нагрівалися в печі зі швидкістю 150 °С на годину до контрольної температури, витримувалися за цієї температури 4 години і охолоджувалися разом з піччю до температури приміщення. Після того, як куби остигали, їх випробовували на стиск. Усі зразки перед сушінням, випалом і випробуванням на стиск зважували і вимірювали відповідні сторони штангенциркулем. За отриманими даними, які оформлялися в табличній формі, визначалася залишкова межа ($R_{ост.пр., \%}$) міцності при стисканні зразків-кубів після охолодження з використанням формули

$$R_{\text{ост. пр.}} = \frac{R_{bt}^{c.t}}{R_b^{100}} * 100\% \quad (1.2)$$

$R_{bt}^{c.t}$ – межа міцності при стисканні зразків, після випалу до контрольної температури, МПа;

R_b^{100} - межа міцності при стисканні зразків, висушених при температурі 100÷110 °С, МПа.

Якщо в процесі випробувань у зразках з'являються тріщини, дутики або околиці, то їх вважають випробування, що не витримали, і після усунення дефекту випробування повторюють. При цьому поверхневі волосяні тріщини до уваги не беруться.

Гранично допустима температура застосування жаростійких в'язучих і бетонів визначалася відповідно до вимог [18] і приймалася за показником температури 4% деформації під навантаженням, випробуваної за методом визначення температур, відповідних 4 і 40% деформаціям під навантаженням [22]. У даному методі випробування статичним навантаженням в умовах впливу високих температур піддаються зразки, що мають форму циліндра діаметром 36 мм та висотою 50 мм. Виготовлений зразок поміщали в спеціальну електричну піч, де в умовах рівномірно безперервного нагрівання на нього прикладалося навантаження, що відповідає його середній щільності. Під час експерименту реєструвалися такі температури: початок розм'якшення; 4% та 40% деформації під навантаженням. Випробування закінчували в період досягнення зразком 40% стиснення або коли наставала його повна руйнація.

Під термічною стійкістю розуміється здатність жаростійкого бетону витримувати багаторазові різкі коливання температури без порушення структури матеріалу. Для визначення термічної стійкості жаростійкого бетону була використана наступна методика: із жаростійкої бетонної суміші виготовлялися зразки розмірами 70×70×70 мм у необхідній кількості. Перед випробуванням готові

куби висушувалися при температурі $100 \div 110$ °С до постійної маси, а потім проводилося зважування та огляд, у разі відсутності дефектів та інших несприятливих факторів робили поперемінне нагрівання та охолодження зразків до втрати 20 % ваги або повної руйнації. Зразки нагрівали до 800 °С, поміщаючи в муфельну піч і витримуючи там 40 хвилин. Далі зразки витягувалися з печі та охолоджувалися. Залежно від в'язучого або середньої щільності зразки охолоджувалися повітряним струменем з вентилятора до температури 20 °С, або у воді кімнатної температури протягом 4÷5 хвилин, після чого витягувалися з води і витримувалися 10 хвилин на повітрі. Кожне нагрівання та охолодження становили одну теплотміну. Число теплотмін, що спричинили руйнування зразків або втрату бетоном 20% первісної маси, приймають за термічну стійкість бетону у водних або повітряних теплотмінах.

Коефіцієнт термічного розширення (КТР) зразків, підданих нагріванню, визначали, використовуючи мікрометричний дилатометр, що складається з катетометра КМ-8 та електричної печі. При проведенні експериментів виготовлялися зразки у вигляді циліндрів заввишки 50-60 мм та діаметром 20 мм, які встановлювалися в електропіч на термopідставку, попередньо перед цим усі зразки вимірювали. За допомогою спеціальних стрижнів та катетометра проводилася чітка фіксація нижньої та верхньої грані досліджуваного зразка. Фіксацію здійснювали спочатку при кімнатній температурі, а потім кожні 100 °С в режимі безперервного нагріву. За зафіксованими результатами розраховувався коефіцієнт термічного розширення (α). Розрахунок КТР зразка проводився за середнім подовженням у температурному інтервалі $(t-t_0)$ за формулою [44]

$$\alpha = \frac{l_{t_0} - l_t}{l_{t_0} (t - t_0)} \quad (1.3)$$

l_{t_0} - початкова довжина зразка, мкм;

l_t - довжина зразка при температурі вимірювання, мкм

Здатність зразків (вогнетривів) проводити теплоу визначається коефіцієнтом теплопровідності за допомогою стаціонарного методу за [18-22], заснованого на принципі теплового стану системи, що встановився. Сутність методу полягає у проходженні теплового потоку через плоский зразок, що має форму прямокутного паралелепіпеда, товщиною 32-65 мм, при цьому напрям теплового потоку має бути перпендикулярно до лицьових граней зразка. У ході проведення випробувань застосовували прилад, що складається з «нагрівача» та «холодильника», між якими розміщували випробуваний вогнетривкий зразок. Різницю температур зразка з боку «нагрівача» та «холодильника» фіксували за допомогою заздалегідь встановлених термодатчиків та тепломірів після того, як було досягнуто стаціонарного теплового стану. Потім за отриманими результатами вимірювань розраховували теплопровідність (λ , Вт/(м·К)) вогнетривкого матеріалу, використовуючи формулу:

$$\lambda = \frac{Q^* \delta}{S^* (t_{\text{гар.}} - t_{\text{хол.}})} \quad (1.4)$$

де Q - тепловий потік, що проходить через зразок, Вт;

δ – відстань між центрами спаїв термоперетворювачів у зразку, м;

S – площа калориметра, м²;

$t_{\text{гар.}}$, $t_{\text{хол.}}$ – температури на гарячій та холодній сторонах зразка, °С.

Вогнетривкість – найважливіша властивість матеріалу (вогнеупору), що дозволяє йому витримувати в умовах тривалого впливу високих температур, не розплавляючись. Вогнетривкість випробуваного матеріалу визначали за [43], використовуючи метод пірометричних конусів. Даний метод заснований на порівнянні температур падіння виготовлених конусів випробуваного матеріалу та керамічних піроскопів заводського виготовлення. Випробувані піроскопи є тригранною усіченою пірамідкою висотою 30 мм з розмірами сторін нижньої основи 8 мм, а верхньої 2 мм. Для отримання піроскопів випробуваний матеріал

попередньо розтирали у ступці до проходження без залишку через сито 0,2 мм. Потім порошок зволожували та з отриманої маси формували піроскопи у формах малого формату (рисунок 1.2). Після підготовлені піроскопи на підставці поміщали піч, при цьому піроскопи розміщували однаково, щоб їх деформація в результаті впливу високих температур проходила через коротке бічне ребро. Випробування закінчували в момент дотику вершин випробуваних конусів з підставкою.

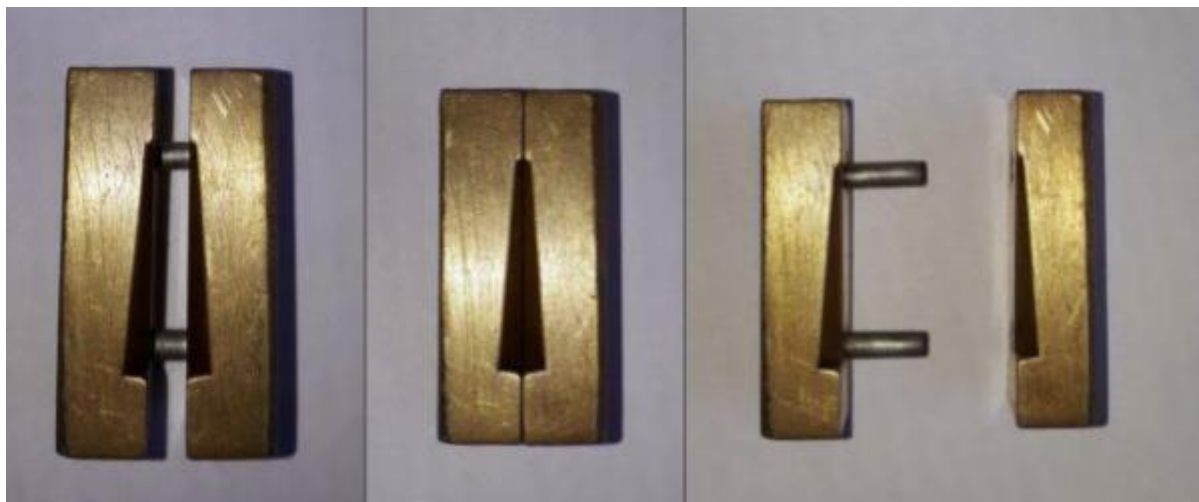


Рис. 1.2 – Форма малого формату для виготовлення піроскопів

Величину усадки або розширення визначали шляхом виготовлення певного складу трьох бетонних зразків-кубів з ребром 7 см. Потім зразки-куби витримували за умов нормально-влагночного твердіння. Після витримання випробувані зразки розпалублювали та робили необхідні виміри з використанням мікрометра. Виміри виконували у трьох місцях у взаємно перпендикулярних напрямках і потім обчислювали середнє арифметичне значення. Зразки потім висушували при температурі 110 °С до постійної маси. Після цього зразки піддавали термообробці при максимальних температурах застосування і витримували в цих умовах 4 години. Охолоджені зразки знову вимірювали за тією самою методикою. Отримавши підсумкові необхідні дані, за формулою визначали величину усадки або розширення (E_y , %) всіх зразків:

$$E_y = \frac{l_1 - l_2}{l_1} * 100\% \quad (1.5)$$

де l_1 - Середнє значення розміру зразка після твердіння, мм;

l_2 – середнє значення розміру зразка після нагрівання до максимально допустимої температури застосування, мм.

Міцність зчеплення жаростійких розчинів з вогнетривом в умовах нормальних температур та після нагрівання їх до певних температур оцінювали за міцністю на відрив (рисунок 1.3).

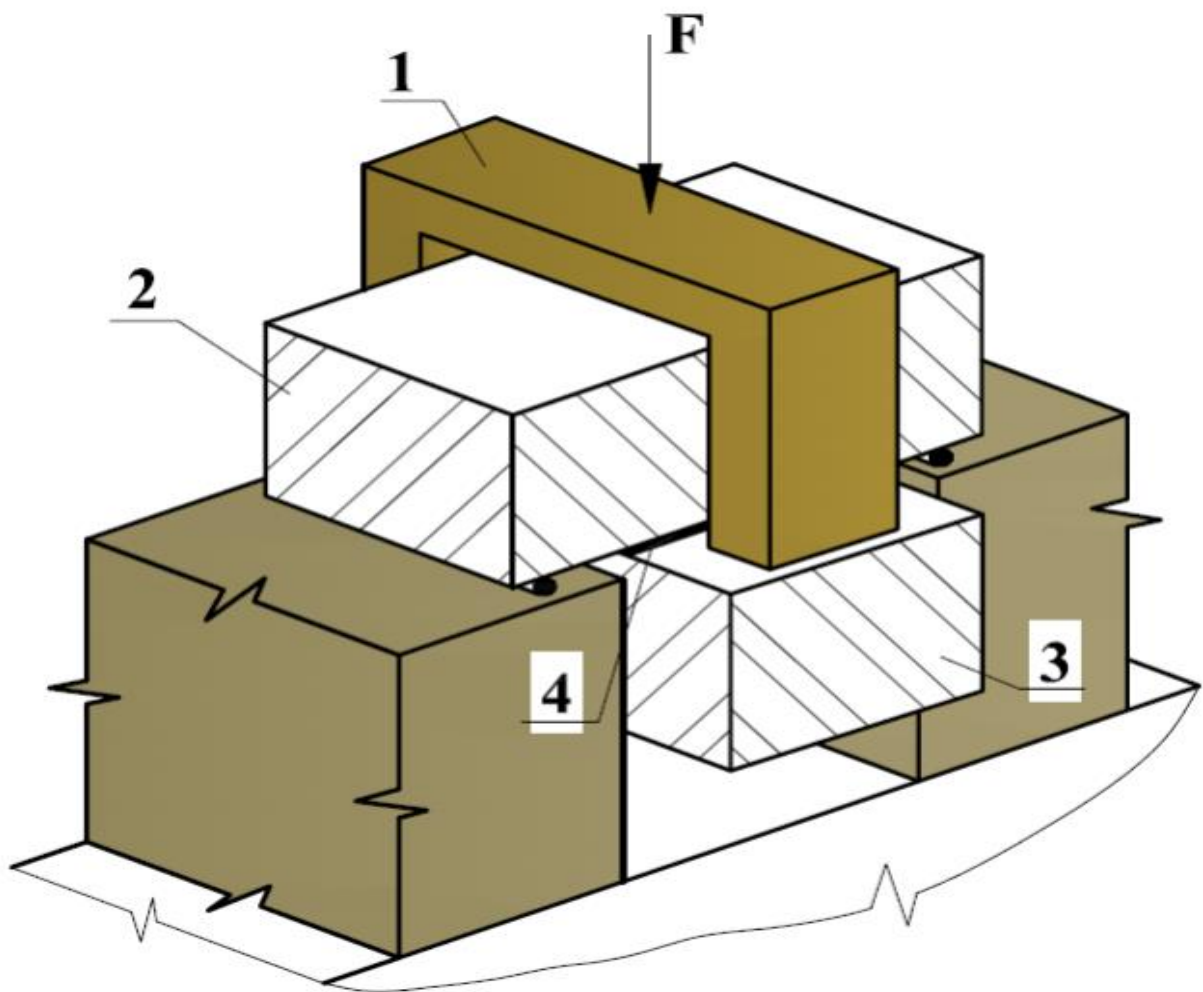


Рис. 1.3 – Схема випробування жаростійких розчинів на міцність зчеплення: 1 – скоба; 2 – верхня балочка; 3 – нижня балочка; 4 – жаростійкий розчин

Для цих випробувань виготовляли з цегли спеціальні балочки розміром $65 \times 65 \times 120$ мм, які потім склеювали жаростійким розчином хрест на хрест. При

цьому на нижню цегляну балочку в центрі прольоту укладали металеву роз'ємну рамку, за допомогою якої здійснювали фіксацію заданої товщини шва жаростійкого розчину кладки. Після комірку рамки заповнювали з невеликим надлишком жаростійким розчином і потім під кутом 90° укладали верхню балочку. Витримку склеєних зразків-балочок здійснювали на повітрі протягом трьох годин, після чого рамочку видаляли, і проводили випробування зразків при нормальній температурі 20°C та після їх випалу при заданих температурах 400, 800, 1000, 1300, 1400 $^\circ\text{C}$. При проведенні випробувань передачі необхідного навантаження на нижню балочку застосовували сталеву скобу, а верхню балочку хрестовини спирали на опори преса.

Визначення змочуваності поверхні жаростійкого бетону розплавом алюмінію та флюсів, силікатними розплавами виробляли, використовуючи метод утворення крайового кута змочування [13-19] (метод краплі, що лежить). Для порівняння показників із зразками бетону на модифікованому сполучному використовувалася традиційна вогнетривка – шамотна цегла. Крайовий кут змочування поверхні агресивними розплавами визначався в такий спосіб. Розплавлюваний матеріал у формі кубика з ребром 4 мм (рисунок 1.4) встановлювався на досліджувану поверхню підставки і потім нагрівався в електропечі з підвищенням швидкості $10^\circ\text{C}/\text{хв}$ до розплавлення та перетворення на краплю. В такому стані отриманий зразок витримувався протягом 20 хв і охолоджувався електропечі.

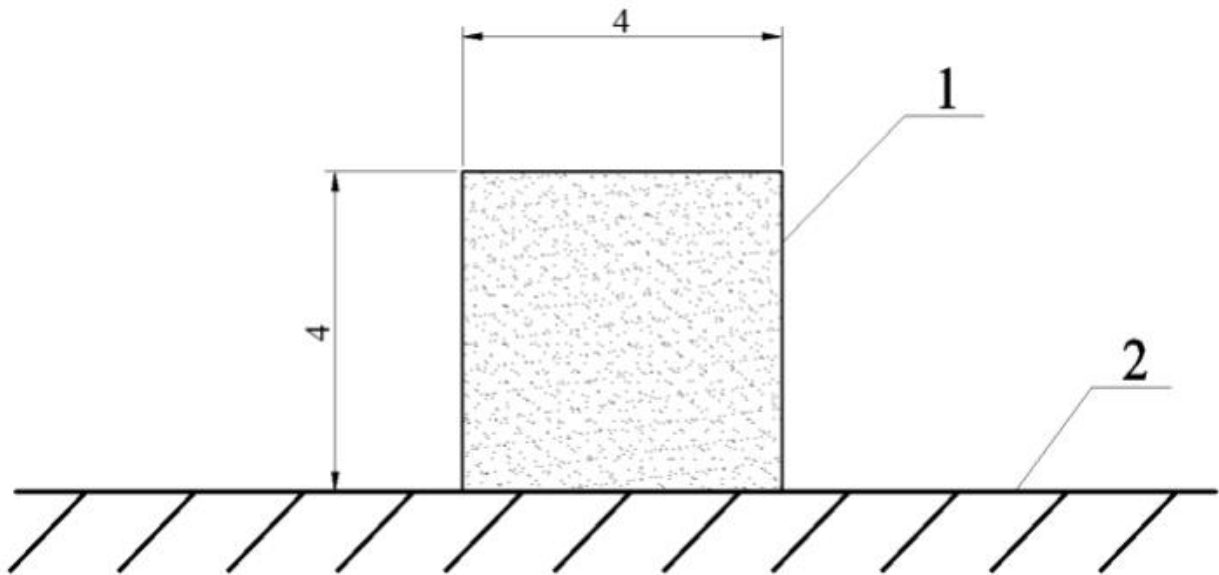


Рис. 1.4 – Геометричні розміри кубика-розплаву: 1 - матеріал, що розплавляється; 2 – поверхня досліджуваного зразка, виконаного у вигляді підставки

За допомогою цифрової камери Levenhuk DEM 130 з підвищеною роздільною здатністю (550 нм) зображення зразка з краплею фіксували і потім переносили в електронному форматі JPG в спеціалізований графічний комплекс проектування AutoCAD, де, провівши дотичну, визначали крайовий кут змочування. Крайовий кут змочування ($\cos \theta$) утворюється векторами поверхневих сил 1, 2, 12, спрямованих по дотичній до поверхонь. Значення косинуса крайового кута характеризує, чи змочується розплавом поверхню чи ні. При змочуванні поверхні крайовий кут θ менше 90° (рисунок 1.5, а), а при незмочуванні - θ більше 90° (рисунок 1.5, б).

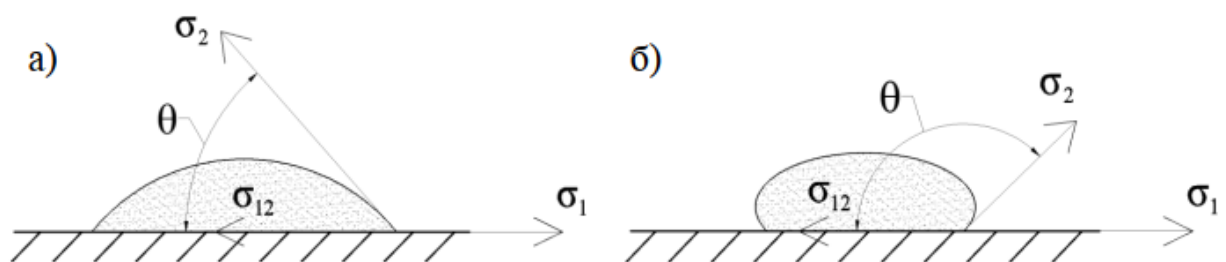


Рис. 1.5 – Схеми утворення крайового кута θ :

а) - розплав змочує досліджувану поверхню $\theta < 90^\circ$;

б) – розплав не змочує досліджувану поверхню $\theta > 90^\circ$

З метою створення математичної моделі поведінки жаростійких бетонів при нагріванні наводиться опис методики математичного планування експерименту, що використовується в даній роботі. Сутність планування експерименту полягає у виявленні оптимального складу жаростійкого в'язучого з добавкою лужного шламу травлення алюмінію. Для побудови математичної моделі використовували матрицю повного факторного експерименту (ПФЕ) за типом 2^k ($k=2$ – кількість факторів, що варіюються) [7-14].

Планування, проведення та обробка отриманих результатів повного факторного експерименту складається з низки обов'язкових етапів. Початковим етапом планування в ПФЕ є кодування факторів варіювання у двофакторному завданні, тобто переведення натуральних факторів у безрозмірні величини, що значно спрощує розрахунки. Координатами -1 та +1 позначаємо рівні факторів X_1 та X_2 у дослідях, а значення функції відгуку позначаємо через y_1, y_2 тощо. Після кодування дослідних змінних складається матриця планування експерименту з наслідками дослідів. Потім для кожного рядка складеної матриці визначаємо середньоарифметичну величину функції відгуку y_i за формулою:

$$y_i = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n y_{iu} \quad (1.6)$$

де y_{iu} – значення оптимізації;

u – номер паралельного досвіду;

n – кількість дослідів (паралельних).

Далі обчислюємо розрахункові значення дисперсій експерименту s_i^2 , використовуючи формулу:

$$s_i^2 = \frac{\sum_{u=1}^n (y_{iu} - y_i)^2}{n-1} \quad (1.7)$$

Після знаходження значень дисперсій, визначаємо їх однорідність, тобто перевірку відтворюваності дослідів за критерієм Кохрена G_p :

$$G_p = \frac{s_{\max}^2}{\sum_{i=1}^N s_i^2} \quad (1.8)$$

де s_{\max}^2 - максимальне значення з отриманих дисперсій;

$\sum_{i=1}^N s_i^2$ - сума дисперсій;

Якщо виконується умова $G_p \leq G_t$, то в цьому випадку розраховуємо дисперсію відтворюваності s^2 у за формулою:

$$s_y^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N s_i^2 \quad (1.9)$$

Розраховуємо коефіцієнти рівняння регресії та складаємо рівняння регресії з урахуванням оптимізації відповідних факторів, у тому числі з огляду на ефект взаємодії кількох факторів. Для ПФЕ за типом 2^2 рівняння регресії з елементами взаємодії можна як формули:

$$y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{12} X_1 X_2 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 \quad (1.10)$$

де $b_0, b_1, b_2, b_{12}, b_{11}, b_{22}$ – коефіцієнти рівняння регресії.

При цьому значущість усіх коефіцієнтів регресії визначається відповідно до t-критерію Стюдента, за якого має дотримуватися умова значущості $t_p > t_t$.

На останньому етапі перевіряємо адекватність рівняння регресії за розрахунковим значенням F-критерію Фішера F_p :

$$F_p = \frac{s_{ад.}^2}{s_y^2} \quad (1.11)$$

де $s_{ад.}^2$ - дисперсія адекватності.

Якщо $F_p < F_t$, то рівняння регресії вважатимуться адекватним

1.4 Висновок до розділу 1

Жаростійкі композиції, отримані на основі техногенної сировини, мають підвищені термічні та фізико-механічні властивості.

Застосування в жаростійких бетонах і залізобетонних конструкціях техногенної сировини, що утворюється з відходів різних галузей промисловості, насамперед підприємств чорної та кольорової металургії, металообробки, електроенергетики, а також нафтопереробки та нафтовидобутку дозволяє істотно знизити їх вартість і в більшості випадків поліпшити основні жаростійкі властивості конструкцій та матеріалів завдяки якісним показникам у відходів, які близькі до природної сировини.

Використання промислових відходів у поєднанні з традиційною сировиною надає пролонговану дію на властивості жаростійких матеріалів як на стадії їх отримання, так і в умовах подальшої експлуатації.

Серед відходів промисловості на сьогоднішній день широко вивчені шлаки та золи, але водночас меншою мірою вчені та практики надають увагу такому виду техногенної сировини як шламові відходи.

З цього всього можна зробити висновок, що додаванням промислових відходів ми і знижуємо в принципі витрати самого звязуючого що є досить

затратним, а також підвищуємо жаростійкі властивості конструкцій та матеріалів завдяки якісним показникам у відходів, які близькі до природної сировини.

2 РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІШАНОГО ЖАРОСТІЙКОГО В'ЯЖУЧОГО З ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРАВЛІЧНИХ ЦЕМЕНТІВ І ШЛАМА ЛУЖНОГО ТРАВЛЕННЯ АЛЮМІНІЮ

2.1 Вибір оптимальної композиції жаростійкого в'язучого на портландцементі

Жаростійкі бетони складаються з цементного каменю та заповнювача. Цементний камінь є композицією гідравлічного або повітряного в'язучого з вогнетривкими тонкомолотими добавками. Великий та дрібний заповнювачі готуються шляхом дроблення в основному бою вогнетривких виробів та деяких керамічних матеріалів.

Склад та властивості жаростійких бетонів повинні відповідати загальним правилам:

- наповнювачі, тонкомолоті добавки і в'язучі не повинні утворювати між собою легкоплавкі евтектики. Кількість рідкої фази має бути мінімальною;
- в'язучі речовини необхідно вводити в жаростійкі бетони мінімальної кількості, т.к. вони викликають усадкові деформації;
- як і в звичайних бетонах, верхня межа крупності вогнетривкого наповнювача визначається габаритними розмірами виробів.

Цементний камінь на основі портландцементу набуває жарозривких властивостей за рахунок присутності тонкомолотих мінеральних добавок, які повинні:

- хімічно зв'язувати вільний оксид кальцію, усуваючи цим можливість його взаємодії з вологою;
- тонкомолоті добавки не повинні утворювати з мінералами портландцементу легкоплавких евтектик;
- добавки повинні мати високу вогнетривкість;
- добавки не повинні впливати на активність портландцементу.

У роботі [11] доведено, що вільний оксид кальцію активно взаємодіє при високих температурах з речовинами, що містять глинозем (Al_2O_3) та кремнезем (SiO_2).

Традиційною вогнетривкою тонкомолотою добавкою є шамот. Вміст Al_2O_3 у шамоті коливається в межах 30÷34%, а SiO_2 може досягати 60%.

Е.Г. Оямаа [11-14] встановив оптимальне співвідношення між портландцементом і тонкомолотим шамотом. Критерієм оптимізації став залишковий вміст вільного оксиду кальцію у складі жаростійкого цементного каменю після нагрівання (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Вміст вільного оксиду кальцію в залежності від добавки тонкомолотого шамоту та температури нагрівання

Співвідношення портландцементу та шамоту	Вміст вільного оксиду кальцію у % від ваги						
	100	200	400	600	800	1000	1200
80:20	13	13,2	13,5	12	10,5	4	4
70:30	10,5	10,2	10	9,5	9,2	3,9	2
60:40	10,5	10,2	9	9	8	3,2	1
50:50	10,1	9,1	7,9	7	6,1	2	1
40:60	7,8	7	6	7,5	6	2	0,5
30:70	6,5	6	5,5	6,5	4	1,5	0

Аналізуючи дані таблицю 2.1, слід зазначити, що добавка тонкомолотого шамоту позитивно впливає на зниження вільного оксиду кальцію в цементному камені у процесі нагрівання. Збільшення тонкомолотого шамоту у складі жаростійкого в'язучого на основі портландцементу до 70 % призводить практично до зникнення вільного CaO після нагрівання каменю до $1200^\circ C$. Ефективність тонкомолотої добавки необхідно оцінювати також зростання або зниження міцності жаростійкого цементного каменю після випалу при високих температурах.

Присутність у суміші з портландцементом добавок, що містять активний аморфний кремнезем, наприклад трепелу, забезпечує активне зв'язування CaO .

Дослідженнями [11-12] встановлено, що після випалу при температурі 800 °С оксид кальцію у зразках цементного каменю був відсутній. Ця обставина призвела до різкого зниження міцності. Аналогічні результати отримані при використанні вогнетривкої глини у складах жаростійких в'язучих на портландцементі [11-12].

В.П. Арапов [11-12] пропонує як тонкомолоті добавки до портландцементу застосовувати горілі породи Кузбасу, які утворилися в результаті високотемпературного випалу в надрах землі сировини алюмосилікатного складу. Так, випалення порід алюмосилікатного складу при 1000÷1200 °С призводило до збільшення вмісту Al_2O_3 до 22 %. Це дозволило горілу породу застосувати у складі жаростійкого в'язучого на основі портландцементу. Такий критерій як зниження вільного СаО дав позитивний результат.

Відомо застосування тонкомолотого хроміту ($Fe_2O_3 \cdot Cr_2O_3$) у складі жаростійкого в'язучого на основі портландцементу. Однак міцність цементного каменю знижується після випалу незалежно від виду тонкомолотої добавки [11-12].

Був випробуваний цілий ряд тонкомолотих добавок: глинозем, кремнезем і окис хрому, а саме: шамот, хроміт, кварцовий пісок, вогнетривка глина, пемза, трас, гранульований доменний шлак, туф, лёс, зола-унос, керамзит ін [17-19].

На мій погляд, велике значення з метою отримання підвищеної міцності цементного каменю гратиме водоцементне відношення. Його зниження позначиться отриманні підвищеної міцності цементного каменю як після нормально-влагностного твердіння (НВТ), а й після термообробки і випалення.

На рисунку 2.1 наведено графік зміни міцності при стисканні цементного каменю в залежності від виду застосовуваної тонкомолотої добавки. Наведено також криву зміни міцності зразків цементного каменю з чистого (бездодаткового) портландцементу. Цими дослідженнями займалися К.Д. Некрасов, Г.Д. Салманов та Е.Г. Оямаа [22-25].

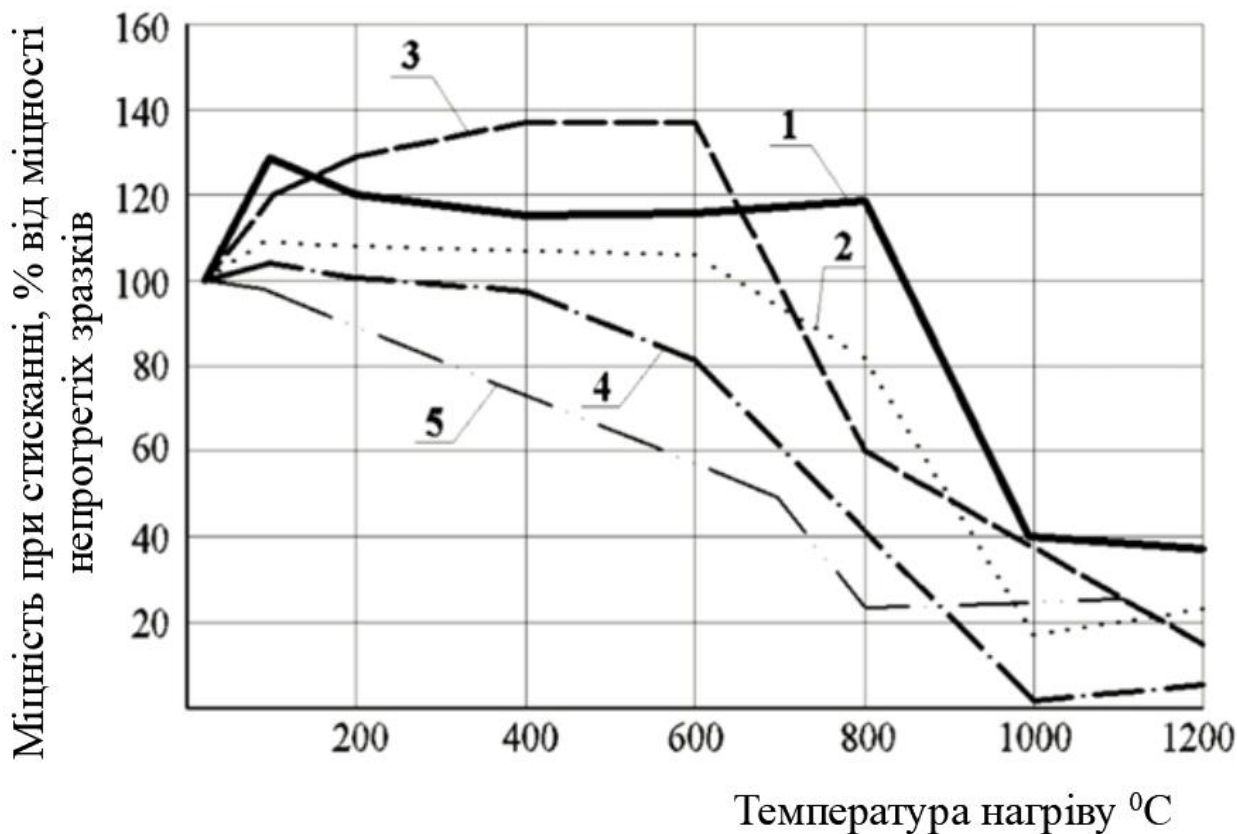


Рисунок 2.1 – Зміна міцності при стисканні цементного каменю при нагріванні залежно від виду тонкомолотої добавки (Співвідношення портландцемент: тонкомолота добавка - 1: 1 за вагою для всіх складів, а для складу з хромітом 1: 0,5): 1 – портландцемент із шамотом; 2 – з меленим кварцом; 3 – з меленим гранульованим шлаком; 4 – без добавок; 5 – з хромітом

Як видно з рисунку 2.1, сушіння цементного каменю при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ сприяє підвищенню міцності; нагрівання до $400\div 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ викликає у деяких складах подальше збільшення міцності, а деяких призводить до зниження міцності.

Склади з тонкомолотим кварцом показують різке зниження міцності. Це, можливо, пов'язано з поліморфними перетвореннями кристалічного SiO_2 . Чудові результати показали склади жаростійких в'язучих з тонкомолотим шамотом. Очевидно, одночасна присутність у складі шамоту кремнезему SiO_2 і глинозему Al_2O_3 сприяла активному зв'язуванню вільного оксиду кальцію та отримання підвищеної міцності.

Нагрів зразків усіх складів до 800°C сприяє зниженню міцності, що пов'язано з дегідратацією новоутворень (гідросилікатів та гідроалюмінатів). Характер зміни показників міцності жаростійких змішаних в'язучих пов'язаний зі змінами таких у чистого портландцементу. Вогнетривкі добавки у складі з портландцементом підвищують їх показники міцності. Як зазначалося, найкращі результати показав у складі жаростійкого в'язучого тонкомолотий шамот. Слід зазначити, що загальний характер зміни міцності цементного каменю при нагріванні зберігається у разі застосування шамота. У складах легких жаростійких бетонів на портландцементі Масленникова М.Г. [115] були застосовані тонкомолоті добавки, отримані з діатоміту, тонкомолотого керамзиту та бою глиняної цегли. Результати випробувань показали активне зв'язування добавками. Міцність у всіх складах знижувалася після нагрівання до $600, 800$ та 1000°C .

Дослідженнями, проведеними Епштейном С.А. [27], встановлено, що залишкова міцність зразків жаростійкого в'язучого з використанням портландцементу досягла 50% після випалу при 1000°C .

Овадовським І.М. [29] встановлено, що такі гірські породи, як вулканічні пемза і туф, можуть бути застосовані як тонкомолотих складових в'язких жаростійких. Ті, що складаються з кремнезему (66-72%), глинозему (12,4-14,7%), тонкомолоті вулканічні добавки практично не поступаються традиційному тонкомолотому шамоту.

Застосування таких тонкомолотих добавок як магнезит і хромомагнезит складах жаростійких в'язучих на портландцементі не дало позитивного результату. Це з тим, що реакції зв'язування вільного оксиду кальцію магнезитсодержащими композитами немає.

Таким чином, застосування у складах жаростійких в'язучих на портландцементі вогнетривких тонкомолотих добавок основного складу небажано. Необхідно застосовувати тонкомолоті вогнетривкі добавки, взяті у тому числі з відходів промисловості, що містять у своєму складі такі оксиди як SiO_2 ; Al_2O_3 ; Cr_2O_3 .

Основним завданням експериментів був підбір процентного співвідношення між використовуваним гідравлічним цементом і шламом ЩТА. Параметром оптимізації складів змішаних жаростійких в'язучих були такі фізико-термічні показники, як вогнетривкість, термостійкість, знижене значення водоцементного фактора, межа міцності при стисканні після нормального твердіння. Як відомо, зниження водоцементного відношення у багатьох цементних композиціях веде до зростання їхньої міцності. Для отримання жаростійких в'язучих на портландцементі були вивчені змішані сполучні із застосуванням тонкодисперсного алюмохромистого відходу ІМ-2201. Композиції жаростійких в'язучих із застосуванням алюмохромистого відходу ІМ-2201 були отримані Шипуліним В.І.. При змішуванні портландцементу з алюмохромистим відходом утворюються змішані жаростійкі сполучні, що мають більш специфічні властивості, ніж чистий цемент. Вогнетривкість змішаних жаростійких в'язучих збільшується прямо пропорційно в залежності від введеної в композицію кількості алюмохромистого відходу. Час початку схоплювання жаростійких в'язучих подовжується, але навіть за наявності 60÷80% відходу зберігається їхня здатність твердіти в повітряних умовах. Криві за зміною показників міцності і термінів схоплювання жаростійких в'язучих з різним вмістом ІМ-2201 представлені на рисунку 2.2

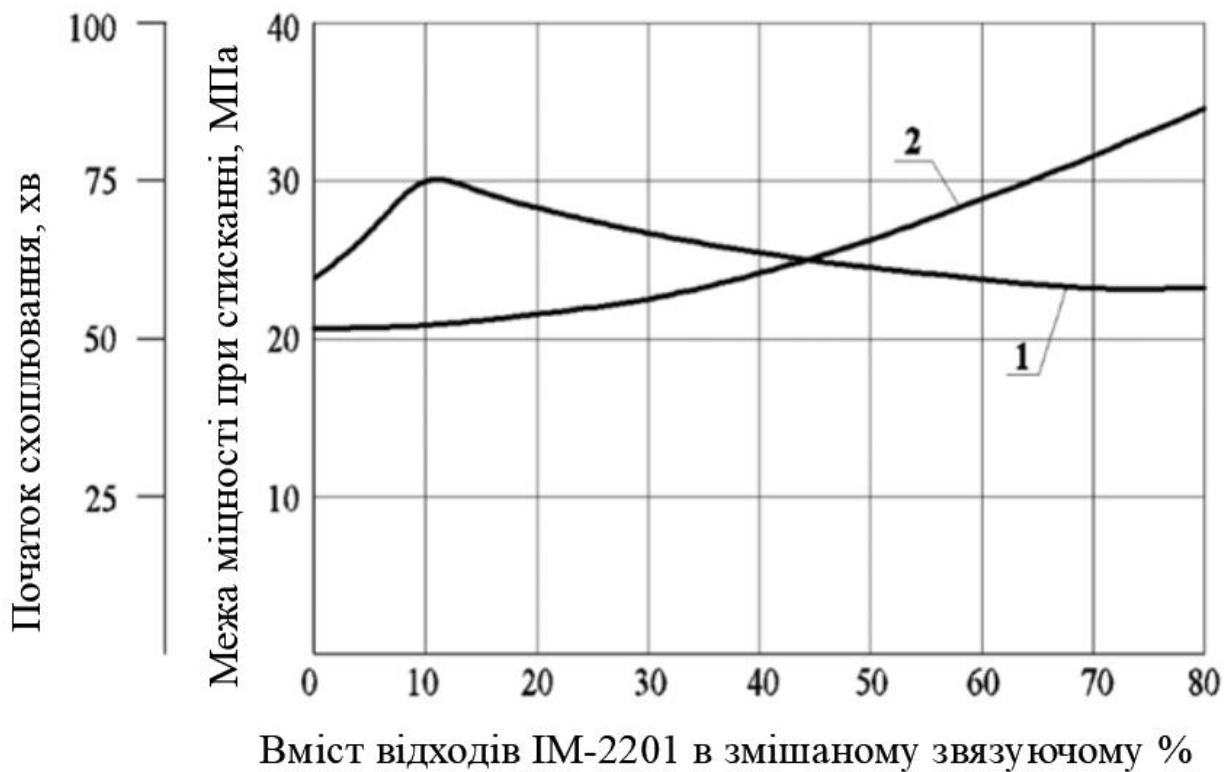


Рис. 2.2 – Вплив добавки ІМ-2201 на властивості жаростійкого в'язучого на основі портландцементу: 1 – міцність при стисканні у семидобовому віці; 2 – початок схоплювання, хв

Введення шламу ЦТА здійснювали в жаростійкі в'язучі складу портландцемент: алюмохромистий відхід = 50: 50 і варіювали в межах від 5 до 15% (рисунок 2.3).

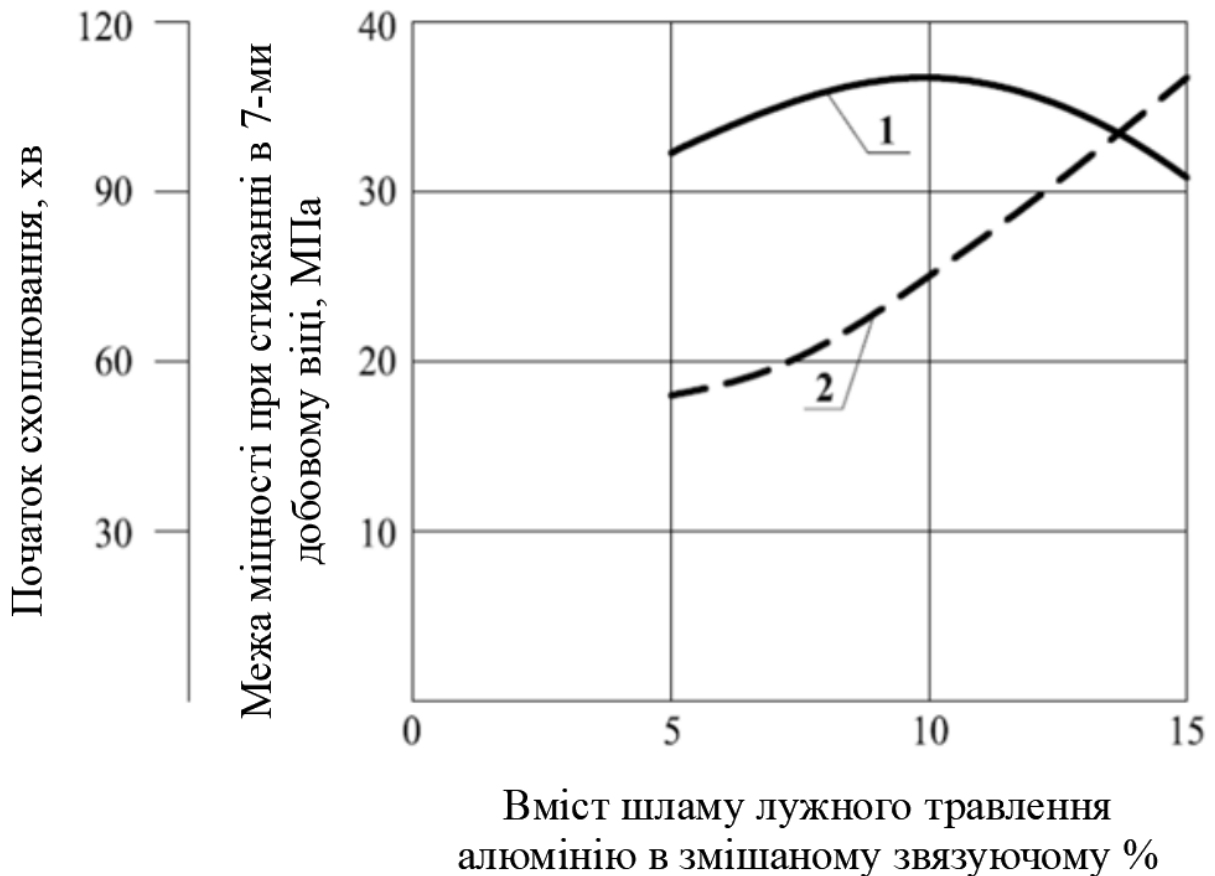


Рисунок 2.3 – Вплив добавки шламу ЩТА на властивості змішаного жаростійкого в'язучого з портландцементом: 1 – міцність при стисканні у семидобовому віці; 2 – початок схоплювання, хв.

Як видно з рисунка 2.3, оптимальна кількість шламу ЩТА, що вводиться, в змішане в'язуче знаходиться в межах 10 % від загальної маси в'язучого. Виходячи з оптимальної кількості нанорозмірного наповнювача (шламу ЩТА), що вводиться, були розроблений контрольний склад «ПЦ 500-Д0 + шамот» у співвідношенні 1:1 і відповідні склади з 10 % шламу Щ. Склади та властивості жаростійких композицій наведені в таблицях 2.2 та 2.3.

Таблиця 2.2 – Вміст вільного оксиду кальцію в залежності від добавки тонкомолотого шамоту та температури нагрівання

№ складу	Склад в'язучого, %	Межа міцності при стисканні, МПа, після нагрівання до температури, °С							Температура деформації під навантаженням		
		НВТ	100	400	800	1000	1200	1400	НР	4%	40%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Портландцемент – 50 Тонкомолотий шамот – 50 (контрольний склад)	22,3	24,2	20,1	10,2	10	14,7	32 (1300)	1190	1290	1350
2	Портландцемент – 50 ІМ-2201 – 50 (контрольний склад)	27,5	28,8	23,4	12,4	14,6	17,1	32 (1300)	1210	1320	1370
3	Портландцемент – 45 Тонкомолотий шамот – 45 Шлам ЦТА – 10	31,4	32,9	24,8	15,8	16,7	21,8	30,4	1360	1410	1470

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	Портландцемент – 45 ІМ-2201 - 45 Шлам ЩТА – 10	36,7	38,3	31,4	21,1	22,3	26,1	30,4	1360	1410	1470

Таблиця 2.3 – Властивості змішаних жаростійких композицій

Характеристики	Номер складу за таблицею 2.2			
	1	2	3	4
Водоцементне відношення (Нормальна густина, %)	28,2	26,3	24,1	23,2
Вогнетривкість, °С	1420	1435	1510	1530
Термостійкість (водні тепломіни)	12	16	20	20
Залишкова міцність після нагріву до 800 °С, %	42	43	48	55

Аналіз результатів випробувань складів жаростійких композицій, наведених у таблицях 2.2 та 2.3, дозволяє зробити висновок про те, що введення наповнювача у вигляді шламу ЩТА призводить до підвищення межі міцності при стисканні після НВТ у 1,5 рази та сприяє зниженню В/Ц на 18 % . Також встановлено, що за жаростійкими властивостями показники складів жаростійких композицій зі шламом ЩТА порівняно з контрольними мають суттєві переваги, а саме на 100 °С покращується вогнетривкість і практично вдвічі збільшується термін служби термічної стійкості. Слід зазначити, що крім нормованих характеристик довговічності (термостійкість, вогнетривкість) цементного жаростійкого каменю,

були отримані результати з випробування жаростійких композицій на деформацію під навантаженням 0,2 МПа, які показали, що композиції з нанотехногенним сировиною можна застосовувати до температури 1400 °С. Як показують дані кривих складів жаростійких композицій (рисунок 3.4) на основі портландцементу з традиційним тонкомолотим шамотом і відпрацьованим каталізатором ІМ-2201, введення 10% шламу ЩТА збільшує залишкову міцність жаростійких складів на основі змішаних жаростійких в'язучих - R_{800}/R_{100} с 42 % до 55 %.

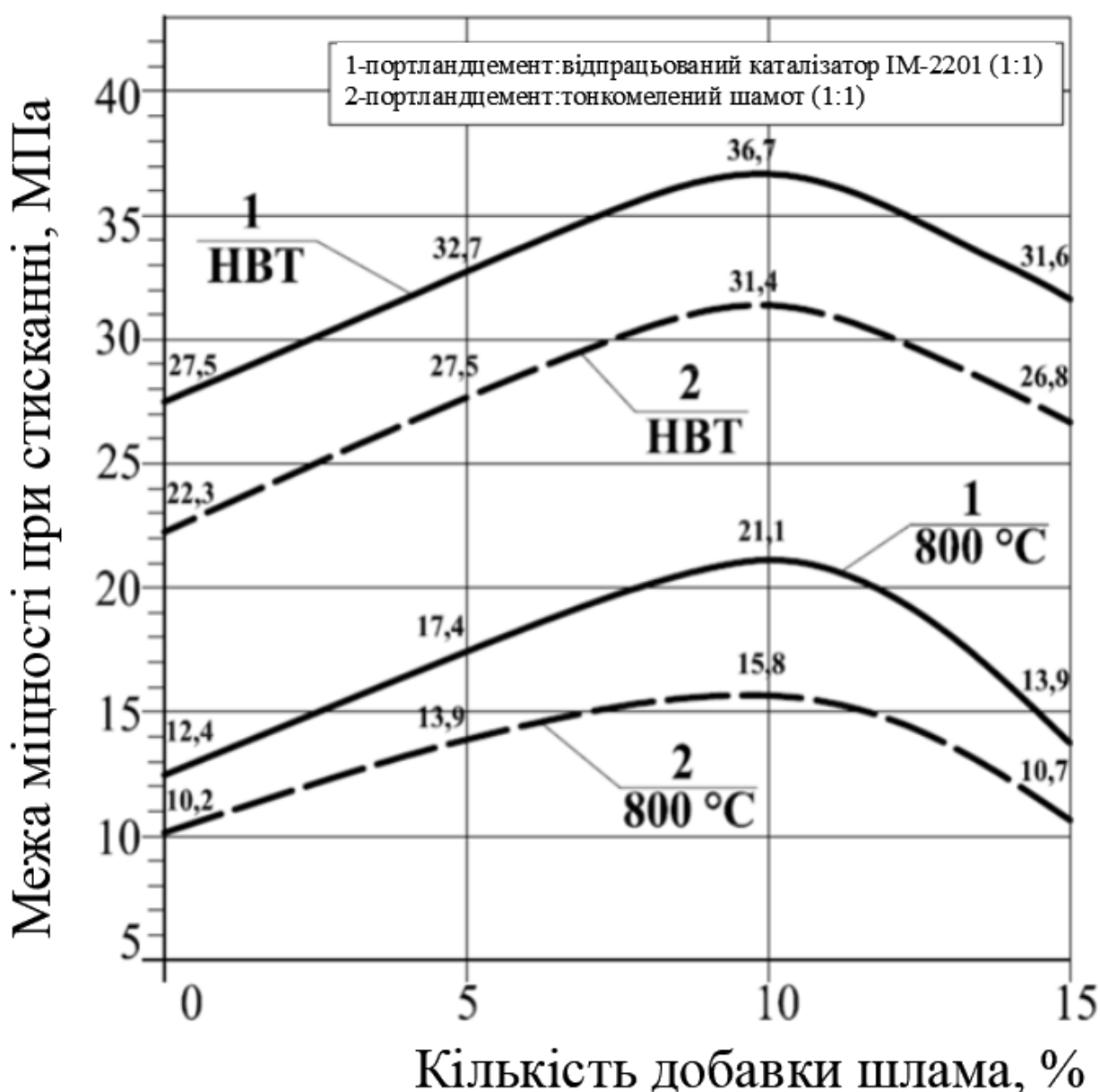


Рисунок 3.4 – Криві зміни міцності жаростійкого цементного каменю від виду тонкомолотої добавки та кількості шламу ЩТА

Необхідно відзначити, що жаростійкі склади на основі портландцементу та відпрацьованого каталізатора ІМ-2201 мають найкращі показники основних

властивостей порівняно з композиціями на основі портландцементу та тонкомолотого шамоту.

2.2 Жаростійкі в'язучі на глиноземистому цементі зі зниженою водопотребою

Для розширення області застосування жаростійких композитів на гідравлічних в'язучих та з метою ліквідації окремих недоліків у бетонів на портландцементі були проведені дослідження щодо підвищення первісної міцності цементного каменю на основі глиноземистого цементу. На відміну від портландцементних композитів бетони на глиноземистому цементі не вимагають застосування в їх складах вогнетривких тонкомолотих добавок. У процесі гідратації клінкерних мінералів глиноземистого цементу гідроксид кальцію $\text{Ca}(\text{OH})_2$ не утворюється, іноді окремі компоненти даного в'язучого виділяють гель у вигляді гідроксиду алюмінію $\text{Al}(\text{OH})_3$. $\text{Al}(\text{OH})_3$ ніякого негативного впливу на твердіння та формування основних властивостей цементного каменю на глиноземистому в'язучому не надає. Процеси гідратації мінералів глиноземистого цементу протікають аналогічно до процесів, що спостерігаються при твердінні портландцементного каменю. Однак, алюмінати кальцію – складові глиноземистого цементу є високоекзотермічними мінералами. Тепло, що виділяє при твердінні глиноземистого цементу, необхідно враховувати в технологічних процесах приготування жаростійких композитів на його основі. Оптимальною температурою, за якої має відбуватися гідратація мінералів глиноземистого цементу або процес утворення цементного каменю, становить $15\text{ }^\circ\text{C}$. Підвищена температура, при якій проходить процес твердіння глиноземистого цементного каменю, веде до зниження його показників міцності і, відповідно, недобору необхідної марки. Тому виникає питання про створення способів підвищення первісної міцності цементного каменю на основі глиноземистого в'язучого. Підвищена первісна міцність позитивно позначиться і на експлуатаційних

характеристиках жаростійких композитів (розчинів та бетонів) на глиноземистому цементі.

Як відомо, жаростійкі бетони на гідравлічних в'язучих різко знижують свої показники міцності в зоні критичних температур ($800 \div 1000$ °C). А такі температури є робітниками у футеровках теплових агрегатів багатьох галузей промисловості (металургія, нафтопереробка, керамічне виробництво тощо).

З метою збільшення первісної міцності цементного каменю на основі глиноземистого в'язучого були проведені дослідження з розробки та вивчення складів змішаних жаростійких в'язучих. Як відомо, міцність будь-яких цементних композитів залежить від водоцементного відношення В/Ц.

У зв'язку з цим було досліджено змішані жаростійкі в'язучі із застосуванням глиноземистого цементу. Для отримання змішаного глиноземистого жаростійкого в'язучого як наповнювача, що знижує водоцементне відношення, використовували добавку нанотехногенної сировини у вигляді лужного шламу травлення алюмінію – відходу з Самарського металургійного заводу. У ході проведених експериментів було виявлено, що введення шламу в цементну композицію на основі в'язучого глиноземистого супроводжується формуванням пластичної структури з підвищеними реологічними характеристиками, що пов'язано з високою адсорбційною здатністю шламу і пояснюється особливостями його молекулярно-дисперсної структури. Так, при введенні шламу ЩТА в кількості від 5 до 15 % у композицію ГЦ 40 + вода відбувається різке зниження водоцементного фактора з 28 до 23,3 % і підвищення початкової міцності при стисканні цементного каменю в процесі НВТ (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 - Склади та властивості жаростійких композицій на основі ГЦ-

40

№ складу	Тип основного гідралічного цементу та кількість у % шламу ЩТА	Водоцементне відношення (Нормальна густина, %)	Межа міцності при стисканні після НВТ, МПа	Вогнестійкість, °С	Термостійкість, водні теплотіни
1	2	3	4	5	6
1	Глиноземистий цемент ГЦ-40	28	40,5	1450	20
2	Глиноземистий цемент ГЦ-40 +5% шлама ЩТА	25,4	44,8	1530	22
3	Глиноземистий цемент ГЦ-40 +10% шлама ЩТА	23,3	48,4	1555	25
4	Глиноземистий цемент ГЦ-40 +15% шлама ЩТА	26,2	44,4	1580	28

За отриманими результатами таблиці 2.4 видно, що вогнетривкість змішаних в'яжучих на основі глиноземистого цементу зростають зі збільшенням кількості нанорозмірного наповнювача. Це пов'язано в цілому зі збільшенням вмісту Al_2O_3 у складі змішаного жаростійкого в'яжучого. Результати випробувань із застосування змішаних в'яжучих на основі ГЦ-40 та шламу ЩТА як жаростійких цементів наведено на рисунках 2.5 та 2.6.

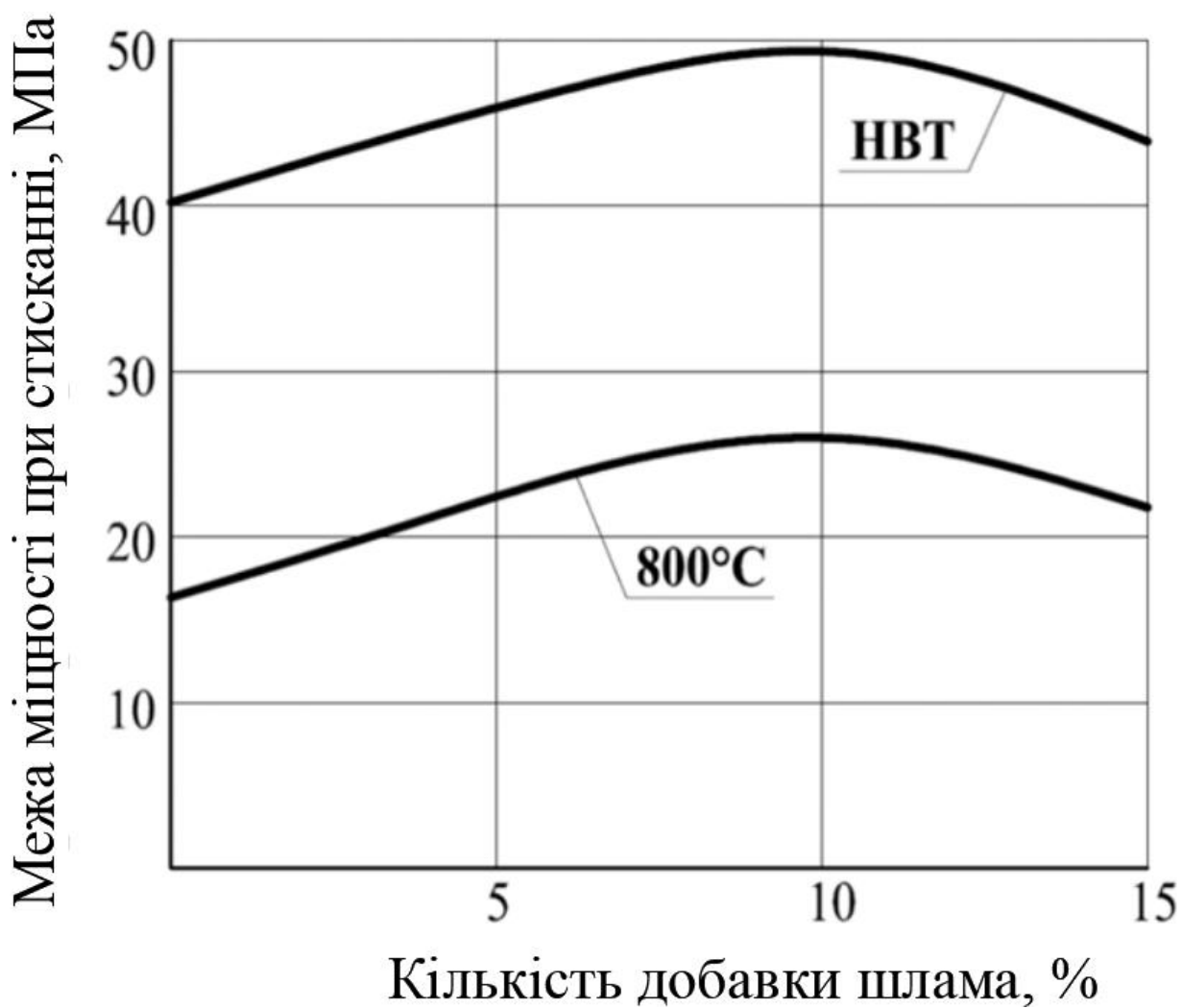


Рисунок 2.5 – Криві зміни міцності жаростійкого цементного каменю на основі змішаного глиноземистого в'язучого

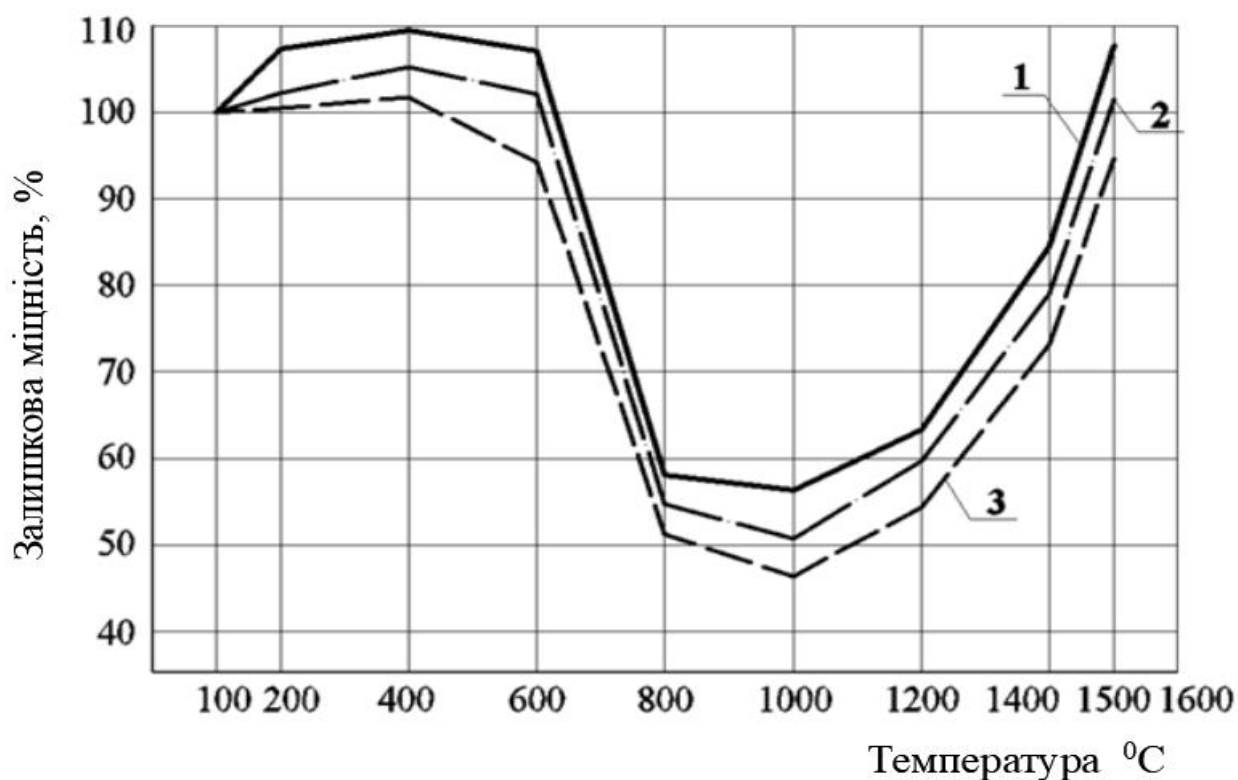
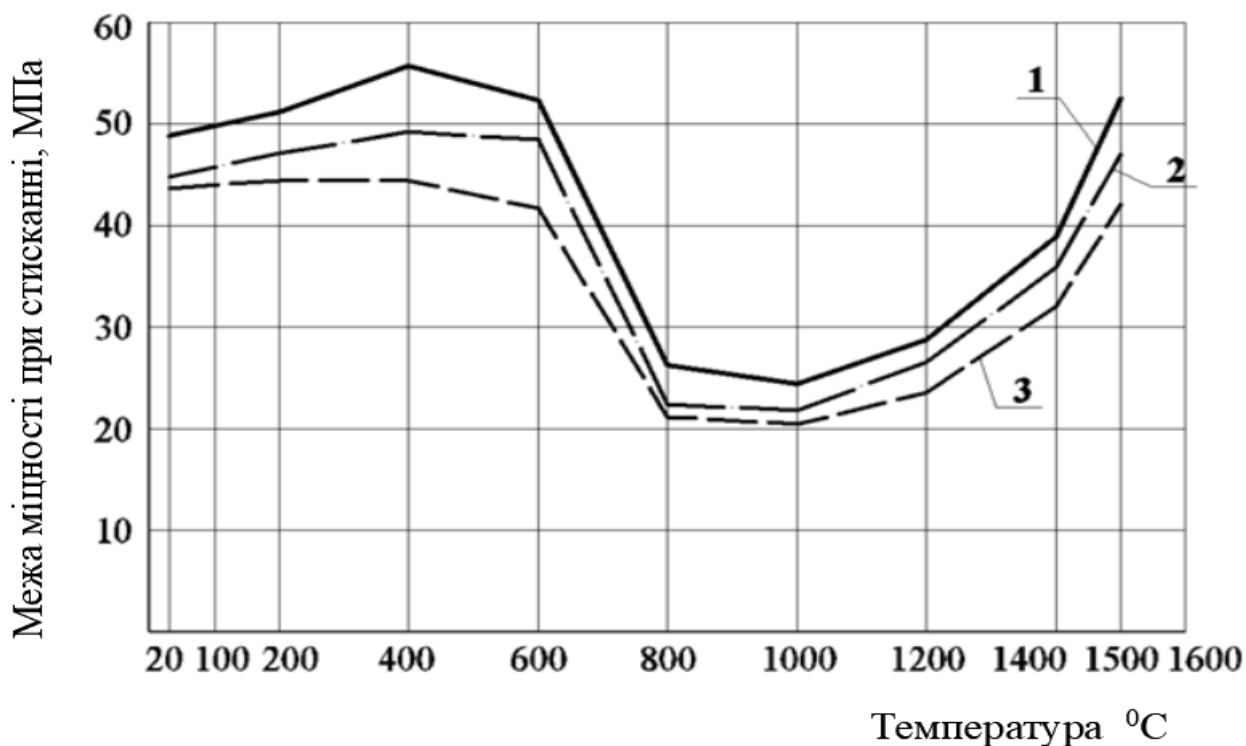


Рисунок 2.6 – Залежність міцності при стисканні жаростійкого цементного каменю на основі змішаного глиноземистого в'язучого від температури нагрівання: 1 – вміст шламу ЩТА у складі в'язучого – 10 %; 2 – вміст шламу ЩТА у складі в'язучого – 5 %; 3 – вміст шламу ЩТА у складі в'язучого – 15 %

Результати випробувань жаростійкого цементного каменю на основі змішаного глиноземистого в'язучого показали, що оптимальна кількість шламу, що вводиться, лужного травлення алюмінію знаходиться в межах 10 % від загальної маси в'язучого. Аналіз результатів випробувань змішаних в'язучих, наведених у таблиці 2.4 і на рисунку 2.6, показали позитивний вплив шламу, що вводиться в композицію з глиноземистим цементом. Цей вплив позначився на таких фізико-термічних властивостях як первісна міцність, вогнетривкість та термостійкість.

Застосування шламу ЩТА у складах жаростійкого в'язучого на основі глиноземистого цементу дозволило підвищити його температуру застосування до 1500 °С. Зниження водоцементного відношення у змішаних в'язучих пояснюється пластифікуючим ефектом від шламоподібної сировини, що вводиться, що позначилося на зростанні міцності цементного каменю при твердінні в нормально-влагноостных умовах практично в 1,25 рази.

Дуже важливо відзначити зростання залишкової міцності змішаного жаростійкого в'язучого на основі ГЦ-40 і шламу ЩТА після випалу в зоні критичних температур (800-1000 ° С). Ця обставина загалом далася взнаки і на основному показнику довговічності жаростійких матеріалів – термічної стійкості.

2.3 Висновки до розілу 2

Застосування шламової нанотехногенної сировини в композиціях з гідравлічними цементами як наповнювач дозволяє отримати змішані жаростійкі в'язучі з підвищеними фізико-термічними показниками.

Встановлено, що цементний камінь на основі портландцементу тонкомолотою вогнетривкою добавкою та нанорозмірним наповнювачем має найбільшу межу міцності при стисканні при вмісті 10 % наповнювача. Спостерігається зміцнення жаростійкого цементного каменю в 1,5 рази, що обумовлено фізико-хімічними перетвореннями, у тому числі на стадії НВТ та сушіння за рахунок посиленої кристалізації $\text{Ca}(\text{OH})_2$ та зниження на 18 %

водоцементного відношення, а після випалу у зоні критичних температур йде утворення високотемпературних сполук $n\text{CaO} \cdot m\text{Al}_2\text{O}_3$; $n\text{CaO} \cdot m\text{SiO}_2$; $n\text{CaO} \cdot m\text{Cr}_2\text{O}_3$. Надалі при термообробці 1200°C і вище в цементуючій масі спостерігаються мінеральні новоутворення мулліта ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$) та силіманіту (Al_2SiO_5).

3 АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Отримані результати дозволяють зробити висновок про те, що наночастинки наповнювача у складі змішаного жаростійкого в'язучого виконують роль мінералізатора. На основі оптимальних композицій жаростійких в'язучих були підібрані склади жаростійких розчинів та бетонів із шамотним та мулітовим заповнювачами.

При проведенні досліджень для отримання змішаних жаростійких в'язучих використовували портландцемент ПЦ-500-Д0, тонкомолотий шамот, глиноземистий цемент ГЦ-40. Як наповнювач у цих жаростійких в'язучих був шлам лужного травлення алюмінію. Заповнювачами важких жаростійких бетонів служили бій шамотної цегли класу Б та бій мулітового вогнетриву МЛС-62, легких бетонів – керамзитовий гравій та вермикуліт. Підбір складів жаростійких бетонів проводився дослідним шляхом, виходячи з умови отримання суміші, що має максимальну середню щільність. Відформовані на вібромайданчику бетонні зразки тверділи у нормально-влагноостных умовах протягом трьох діб. Розпалубка зразків здійснювалася через одну добу після формування. Було визначено основні фізико-механічні та вогневі характеристики шамотного, мулітового бетонів та керамзитовермікулітобетону.

Склади бетонів та результати їх випробувань наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Склади та властивості шамотних та мулітових жаростійких бетонів на змішаних гідравлічних в'язучих

№ складу	Склад жаростійкого бетону, кг/м ³	Середня щільність бетону в сухому стані, кг/м ³	Межа міцності при стисканні, МПа після твердіння та випалу, °С				Температурне усадження при максимальній температурі випалу, %	Термостійкість, водні теплотозміни
			20 (НВТ)	100	800	1200		
1	ПЦ 500-Д0 – 200 Тонкомолотий шамот – 200 Шлам ЩТА – 40 ВЗ+МОЗ – 650+750 Вода – 260	1965	28,5	32,4	15,1	21,6	-0,39	16
2	ГЦ-40 – 400 Шлам ЩТА – 40 ВЗ+МОЗ – 650+750 Вода – 240	1946	35,1	38,4	18,9	24,3	-0,34	24
3	ГЦ-40 – 400 Шлам ЩТА – 40 Мулітовий щебінь – 690 Мулітовий пісок – 790 Вода – 270	2095	38,4	39,6	21,1	27,4	-0,26	30
4	ГЦ-40 – 360 Шлам ЩТА – 40 Вермікуліт (М125) – 100 Керамзитовий гравій (М350): фр. 5÷10 – 131; фр. 10÷20 – 121 Вода – 300	925	3,08	3,25	1,43	2,04 (1100)	-0,65	15 (повітряні теплотозміни)
Примітка КЗ – великий заповнювач, фр. 5÷10 мм; МОЗ - дрібний заповнювач, фр. 0,16÷5 мм. Заповнювачі виготовлені з шамотного вогнетривкого брухту.								

Результати випробувань жаростійких бетонів, наведені в таблиці 3.1, показують високу їхню ефективність у порівнянні з бетонами на звичайних гідравлічних в'язучих. Застосування шамотного заповнювача у складах бетонів на композиційному портландцементному в'язучому дозволило підвищити залишкову

міцність вогнетривких композитів у зоні критичних температур. Ця обставина суттєво позначилася на термостійкості портландцементних жаростійких композитів і дозволяє даним бетонам розширити сферу застосування у футеровках теплових агрегатів з температурою експлуатації від 700 до 1200 °С. Вогнева усадка у цих бетонів незначна.

Дані щодо визначення температур деформації під навантаженням розроблених складів важких та легких бетонів наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Температура деформації жаростійких бетонів під навантаженням

№ складу за таблицею 3.5	Вид бетону	Температура деформації під навантаженням, °С		
		НР	4%	40%
1	Шамотний бетон на змішаному портландцементному в'язучому	1180	1250	1370
2	Шамотний бетон на змішаному глиноземистому цементному в'язучому	1230	1305	1400
3	Муллітовий бетон на змішаному глиноземистому цементі в'язучому	1380	1455	1525
4	Керамзит вермікулітобетон на змішаному глиноземистому цементі в'язучому	930	1005	1065

Введення нанорозмірного наповнювача до складу глиноземистого цементу дозволило також підвищити практично всі експлуатаційні характеристики важких шамотного та мулітового жаростійких бетонів, збільшити температуру експлуатації до 1300÷1450 °С з одночасним зростанням їх міцних показників у зоні бетонів. Що стосується легкого жаростійкого керамзитовермікулітобетону, то застосування змішаного в'язучого на основі глиноземистого цементу дозволило також значно підвищити експлуатаційні показники (температуру застосування, термостійкість).

Криві зміни міцності при стисканні бетонів досліджуваних складів залежно від температури нагрівання представлені малюнку 3.1.

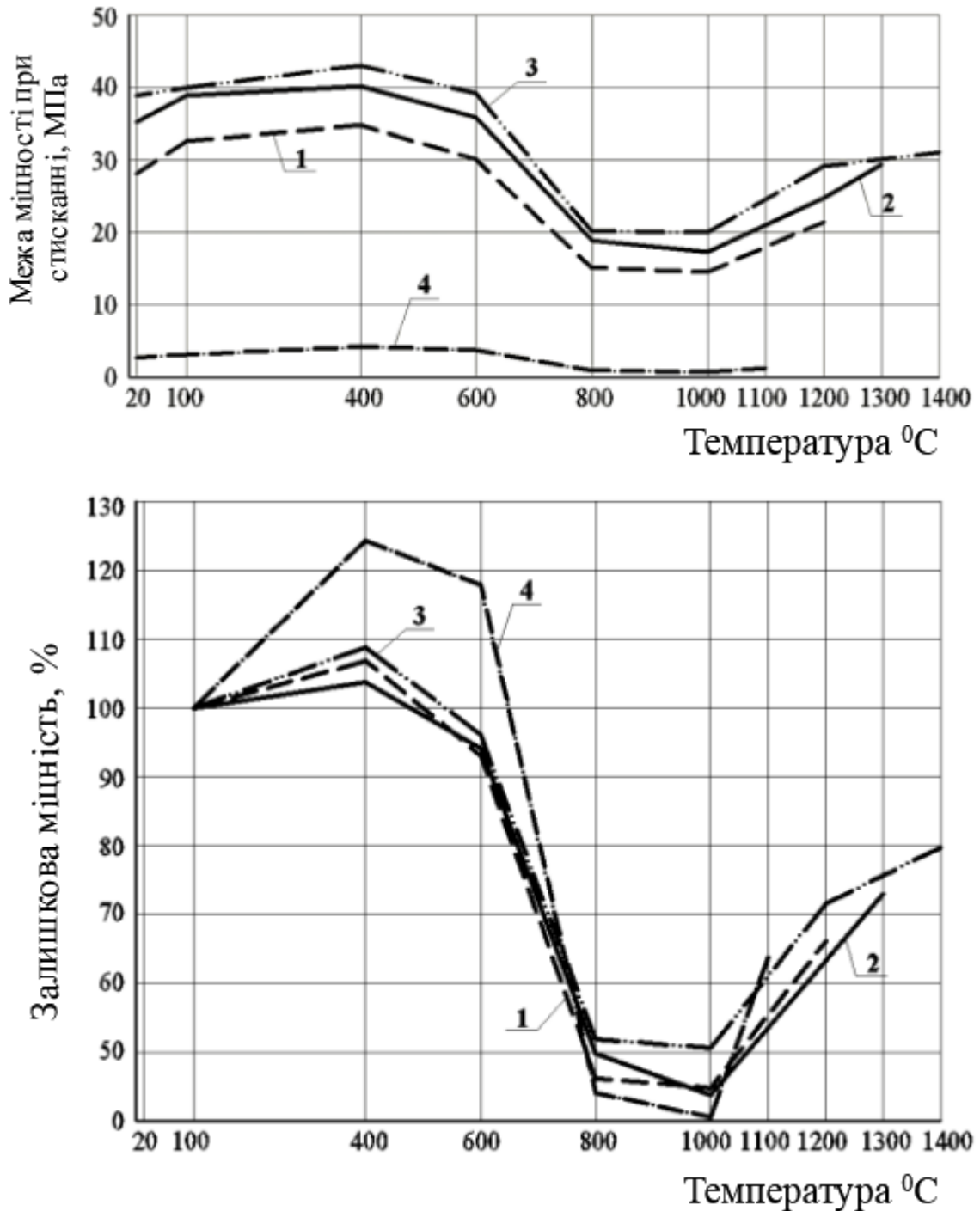


Рисунок 3.1 – Вплив температури нагріву на міцність бетонів з жаростійкістю з різними заповнювачами:

- 1 – шамотний бетон на основі змішаного портландцементного в'язучого; 2
- шамотний бетон на основі змішаного глиноземистого в'язучого;
- 3 – мулітовий бетон на основі змішаного глиноземистого в'язучого;

4 – керамзитовермікулітобетон на основі змішаного глиноземистого в'язучого

Як видно з малюнку 3.1, підйом температури до $800\div 1000$ °С веде до зниження міцності при стисканні. Залишкова міцність бетонів становить $40\div 50\%$. Це пов'язано з дегідратацією гідросилікатів та гідроалюмінатів кальцію, основних структуроутворюючих елементів цементного каменю. При подальшому підвищенні температури міцність жаростійких бетонів поступово відновлюється. Зміни усадки та втрати маси досліджуваних бетонів наведено на малюнку 3.2.

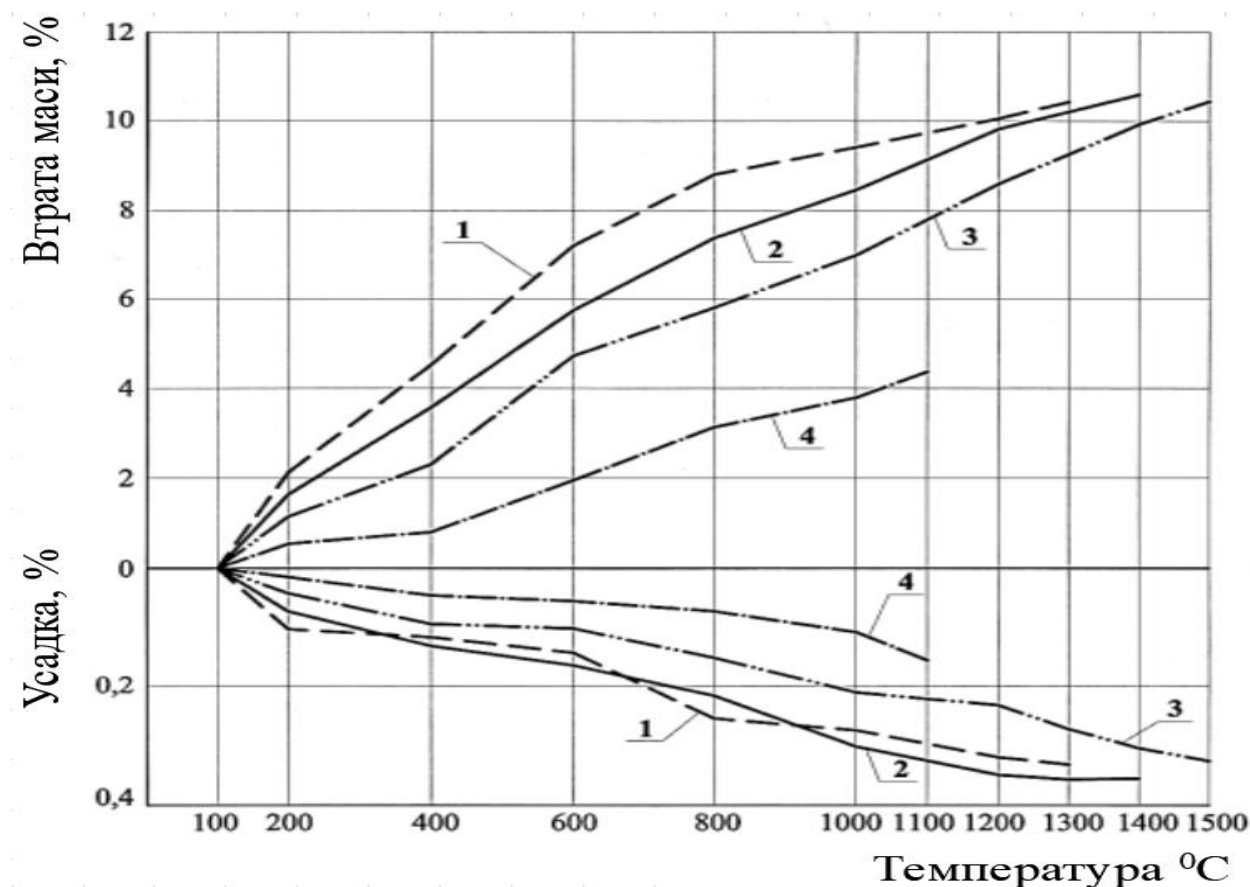


Рисунок 3.2 – Залежність усадки та втрати маси жаростійких бетонів з різними заповнювачами:

- 1 – шамотний бетон на основі змішаного портландцементного в'язучого; 2 – шамотний бетон на основі змішаного глиноземистого в'язучого;
- 3 – мулітовий бетон на основі змішаного глиноземистого в'язучого;
- 4 – керамзитовермікулітобетон на основі змішаного глиноземистого в'язучого

Для всіх складів бетону характерно рівномірне збільшення усадки зі зростанням температури нагріву, що не перевищує 0,7%. Втрати маси зразків спостерігаються до температур 1000÷1400 °С.

Результати випробувань показують, що як заповнювач у важкому жаростійкому бетоні можна застосовувати кусковий шамот, подрібнений вогнетривкий шамотний лом, а також бій муллітового вогнетриву. Температура застосування цих бетонів становить 1200-1400 °С, а легкого керамзитовермікулітобетону - 1100 °С.

Результати визначення теплотехнічних властивостей легких та важких жаростійких бетонів наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Теплотехнічні властивості бетонів

№ п/п	Вид бетону	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К)		Коефіцієнт термічного розширення $\alpha \cdot 10^{-6}$ град ⁻¹	
		Після сушки 100 °С	після нагрівання до 1000 °С	20÷800 °С	повт.
1	2	3	4	5	6
1	Шамотний бетон на змішаному портланд цементному в'язучому	2,88	2,63	6,6	5,4
2	Шамотний бетон на змішаному глиноземистому цементному в'язучому	2,86	2,61	6,3	5,1

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4	5	6
3	Муллiтовий бетон на змiшаному глиноземистому цементi в'язучому	2,96	2,89	6,1	5,8
4	Керамзит вермикулiтобетон на змiшаному глиноземистому цементi в'язучому	0,15	0,13	6,8	5,7

Як видно з таблиці 3.3, легкий бетон можна використовувати як ефективну теплоізоляцію замість дрібноштучних легковажких вогнетривких матеріалів, що підтверджується його низькими значеннями коефіцієнтів теплопровідності. Після нагрівання зразків легкого бетону до 1000 °С величина їх теплопровідності трохи знижується, що говорить про збільшення пористості досліджуваних зразків.

Після повторного нагрівання коефіцієнт термічного розширення (КТР) складів дещо зменшується (таблиця 3.3), що викликано тим, що при першому нагріванні в бетоні, у тому числі, в змiшаному сполучному, пройшли основні фізико-хімічні процеси. Загалом коефіцієнт термічного розширення бетонів на змiшаному глиноземистому в'язучому значно нижчий за коефіцієнт термічного розширення штучних шамотних та інших вогнетривів, що позначається на термостійкості розроблених складів жаростійких бетонів та їхній службі в різних футеровках.

Таким чином, отримані дані свідчать про високі фізико-механічні та термічні властивості розроблених бетонів. Перевагою бетонів слід визнати їх підвищені показники міцності в ранні терміни твердіння. Це дозволяє виготовляти великорозмірні вироби та деталі, а також застосовувати бетон у монолітних конструкціях різної конфігурації.

З метою розширення галузі застосування матеріалів на змiшаних жаростійких гiдравлiчних в'язучих були проведені дослідження з розробки та вивчення складів жаростійких розчинів на їх основі, призначених для кладки штучних вогнетривів. Традиційні шамотно-глиняні розчини, що застосовуються в даний час для кладки штучних вогнетривів, значно ускладнюють технологію

футерувальних робіт через необхідність тривалого сушіння або термічної обробки. Крім того, в процесі експлуатації за високих температур розчинний камінь руйнується, порушуючи цілісність кладки. Для усунення зазначених недоліків було підібрано склади розчинів на змішаних жаростійких гідравлічних в'яжучих.

Як сировинні матеріали використовувалися подрібнений шамотний пісок, муллітовий пісок, приготований на основі вогнетриву МЛС-62.

Для захисту металевих поверхонь бортів вагонеток тунельних печей був розроблений склад теплоізоляційного жаростійкого розчину на керамзитовому піску, отриманому шляхом дроблення керамзитового гравію великих фракцій. Зразки з розчинів випробовували на міцність при стисканні після нагрівання, визначення температури деформації під навантаженням і термічної стійкості. Склади та деякі властивості розчинів представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Основні фізико-механічні властивості жаростійких розчинів

кладок

№ п/п	Склад	Витрата матеріалів на 1 м ³ суміші, кг	Середня густина суміші, кг/м ³	Межа міцності при стисканні зразків залежно від температури нагрівання в °С, чисельник – МПа, знаменник – %						
				20	100	400	800	1000	1200	1300
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Портландцемент ПЦ500-Д0 Тонкомолотий шамот Шлам ЩТА Шамотний пісок Вода	210 210 45 1080 380	1925	26,1 90,3 (7 дн.)	28,9 100	30,2 104,4	12,9 44,6	11,8 40,8	20,1 69,5	22,8 78,9
2	Глиноземний цемент ГЦ-40 Шлам ЩТА Шамотний пісок Вода	420 45 1080 370	1915	32,9 95,9	34,3 100	36,1 105,2	16,2 47,2	15,1 40,8	21,9 44	26,7 77,8

Продовження табл. 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	Глиноземний цемент ГЦ-40 Шлам ЩТА Керамзитовий пісок Вода	200 20 720 275	1215	5,6 98,2	5,7 100	5,8 101,8	2,7 47,4	2,6 45,6	-	-

Випробування показали, що показники міцності (таблиця 3.4) розроблених складів змінюються без погіршення і відповідають величинам змішаних в'язучих. Разом з тим, щоб говорити про повну придатність розчинів до застосування як кладки у футеровках, були досліджені їх адгезійні властивості за міцністю зчеплення з вогнетривом.

Визначення міцності зчеплення розчинів проводилося за методикою, розробленою в Самарському державному архітектурно-будівельному університеті, з використанням спеціальних балок, які склеювалися з товщиною шва від 2 до 8 мм.

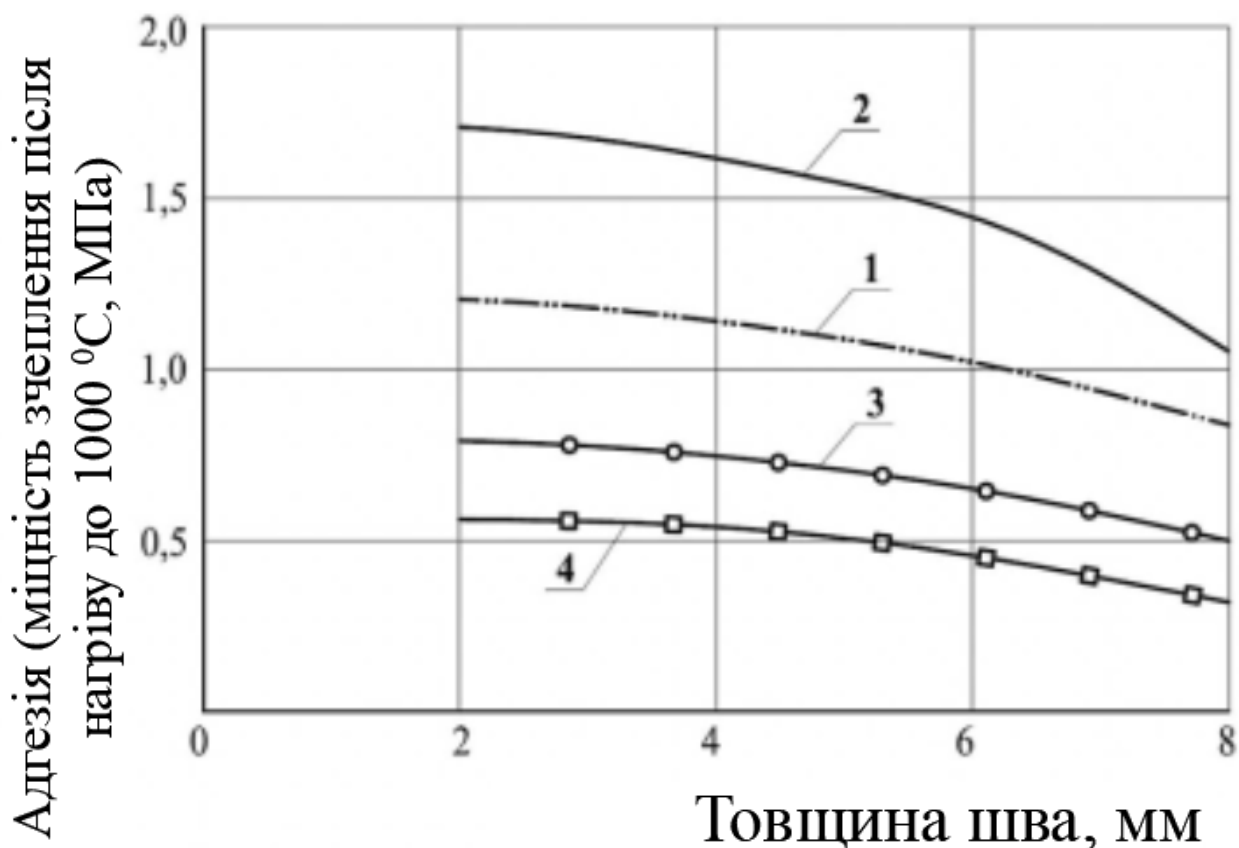


Рисунок 3.3 – Залежність міцності зчеплення розчинів на змішаних жаростійких в'язучих від товщини шва:

1 – склад №1 за таблицею 3.4; 2 – склад №2 за таблицею 3.4; 3 – склад №3 за таблицею 3.4; 4 – склад №4 – шамотно-глиняний розчин складу: тонкомолота вогнетривка глина: шамотний пісок = 1:3 за обсягом

Для порівняння адгезійних властивостей на рисунку 3.3 побудовано криву зміни традиційного шамотно-глиняного розчину складу: тонкомолота вогнетривка глина: шамотний пісок = 1:3 за обсягом. За міцністю зчеплення розчини кладки на змішаних жаростійких в'язучих значно перевершують шамотно-глиняний розчин (склад №4) незалежно від товщини склеювання. Це пояснюється зміною фазового складу вогнетривку шамотного за рахунок проникнення цементного «молочка» розчинів в його поверхневі шари. При цьому коефіцієнти термічного розширення вогнетривку шамотного і розчину на основі змішаних жаростійких в'язучих практично стають ідентичними. Ці фактори визначають підвищені адгезійні властивості розчинів і збільшений термін служби футеровок.

Результати досліджень зразків розчинів при визначенні температури деформації під навантаженням і термостійкості показали, що шамотні розчини кладки можна застосовувати при виконанні футерувальних робіт в різних теплових агрегатах, так як температура застосування даних розчинів досягає 1300÷1400 °С. По термічній стійкості отримані розчини повністю відповідають усім вимогам, які пред'являють до вогнетривких футерувальних матеріалів, що працюють в умовах поперемінного нагрівання та охолодження.

Дослідження адгезійних і фізико-механічних показників легкого жаростійкого розчину на керамзитовому піску показали, що даний розчин з нанорозмірним наповнювачем (шлам ШЦГА) за основними характеристиками має підвищені величини в порівнянні з тим же шамотно-глиняним розчином.

3.1 Висновк до розділу 3

Застосування шламової нанотехногенної сировини в композиціях з гідравлічними цементами як наповнювач дозволяє отримати змішані жаростійкі в'язучі з підвищеними фізико-термічними показниками.

На основі змішаних в'язучих розроблені склади жаростійких розчинів для кладки штучних вогнетривів та захисту металевої поверхні фартухів вагонеток, які мають швидке зростання міцності в повітряних умовах і мають підвищену міцність зчеплення (адгезію) в зоні критичних і робочих температур порівняно з традиційними складами.

4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Архітектурно-будівельні рішення

4.1.1 Загальні відомості

Перший етап будівництва дев'ятиповерхового житлового будинку в м. Вінниця включає зведення торцевої секції на 36 квартир та кутової секції на 18 квартир. Проектований будинок має несучі цегляні стіни на жаростійкому вяжучому на портландцементі із застосуванням тонкодисперсного алюмохромистого відходу ІМ-2201 та шламом ЦТА. Будівля має зовнішнє утеплення та монолітні перекриття із застосуванням жаростійкого бетону. Проектом передбачено 9 житлових поверхів, техпідпілля, технічний поверх. Входи запроектовані в рівні першого поверху через тамбури. Відведення поверхневих вод виконується по спланованій поверхні до понижених місць рельєфу.

Житловий будинок призначений для подальшого продажу квартир місцевому населенню.

Будинок запроектовано зважаючи на інженерно-геологічні вишукування та інші вихідні данні.

Рельєф ділянки забудови спокійний. Відмітки поверхні землі змінюються в межах 259,0 – 260,0 м.

За значенням ваги снігового покриву район будівництва відноситься до 4-го району, а за значенням вітрового тиску – до 3-го району, згідно з [1].

Характеристичне снігове навантаження - 1360 Па.

Характеристичне вітрове навантаження - 470 Па.

Температура найбільш холодної п'ятиденки – 25°C, згідно з [2].

Середня максимальна температура найбільш жаркого місяця + 24,6 0C [2].

Сейсмічність району – менше 6 балів [5].

4.1.2 Об'ємно-планувальні рішення

Перші дві секції будівництва дев'ятиповерхового житлового будинку запроектовано на території житлової забудови в м. Вінниця. Будинок

запроектовано з несучими цегляними стінами на жаростійкому вяжучому на портландцементі із застосуванням тонкодисперсного алюмохромистого відходу ІМ-2201 та шламом ЩТА, із зовнішнім утепленням. Також проектом передбачено технічне підпілля та технічний поверх. Висота технічного підпілля складає 2,3 м, першого поверху – 3,0 м, типових поверхів – 3,0 м.

За допомогою пандусів передбачено можливість відвідування будинку людей з обмеженими можливостями. В сходово-ліфтових вузлах розміщено: гідравлічний ліфт, сходову клітину, сміттєпровід. Будинок передбачає одно-, дво-, та трикімнатні квартири. Основні принципи внутрішньопланувальних рішень прийняті відповідно до вимог регламенту з забезпеченням комфортного проживання мешканців, а також архітектурно-просторових рішень на основі зовнішнього вигляду будівлі. Усі квартири мають балкони та лоджії, та запроектовані згідно функціонального зв'язку приміщень (зонування). Усі приміщення поєднані між собою технологічно, що забезпечує безпечну евакуацію людей при пожежі.

Двохкімнатні квартири передбачають: передпокій, загальну кімнату, кухню, спальню, санвузол, туалет, балкон, приміщення загального користування (коридор); трьохкімнатні квартири передбачають: передпокій, загальну кімнату, дитячу кімнату, кухню, спальню, санвузол, туалет, лоджію, балкон, приміщення загального користування (коридор). В таблиці 1.1 наведено об'ємно-планувальну характеристику.

Таблиця 4.1 - Об'ємно-планувальна характеристика

Найменування	Одиниця виміру	Кількість
1. Ступінь відповідальності		СС2
2. Ступінь вогнестійкості		II
3. Кількість поверхів з житловими квартирами		9
4. Умовна висота будинку (2.18 ДБН В.1.1-7-2002 [6])		(б) - багатоповерховий
5. Кількість квартир	квартира	54
в тому числі: 1-кімнатні (I категорії)	квартира	1
2-кімнатні (I категорії)	квартира	28

Продовження таблиці 4.1

3-кімнатні (I категорії)	квартира	25
6. Площа забудови	м ²	666,3
7. Житлова площа квартир	м ²	2326,4
8. Загальна площа квартир	м ²	4055,5
9. Будівельний об'єм	м ³	19602,6

4.1.3 Опис генерального плану

Генеральний план - частина проекту з комплексним вирішенням питань планування та благоустрою об'єкта будівництва, розміщення будівель, споруд, транспортних комунікацій, інженерних мереж, організацій і систем господарського та побутового обслуговування. Генеральний план розроблено в масштабі 1:1000 з перерізом горизонталей 0.5 м з урахуванням особливостей ділянки, відповідно до існуючих будівельних і санітарних норм, а також з урахуванням захисту навколишнього середовища та забудови, що склалася і проектної забудови. За рахунок правильного розташування елементів генерального плану було забезпечено нормальні умови природного освітлення і провітрювання будинків та зелених насаджень.

Земельна ділянка, відведена для будівництва житлової забудови, розташована в м. Вінниця, в житловій зоні. Рельєф ділянки - спокійний, ділянка не заболочена та не підтоплюється паводковими водами.

Будівля розташована з дотриманням протипожежних та санітарних розривів відповідно до [3, 10].

Планування об'єкту забезпечує комфортні умови для його експлуатації.

В'їзд на територію житлового будинку здійснюється з прилеглих вулиць.

Поверхневі води з покриття та території будівлі відводяться на місцевий проїзд. Покриття доріг на території будинку виконується з асфальтобетону, тротуарів - тротуарнодекоративної плитки та асфальтобетону.

Вертикальна посадка будівлі виконана з урахуванням відміток існуючих будівель та рельєфу прилеглої місцевості. Вертикальне планування виконане суцільне з мінімально можливим об'ємом земляних робіт. Мінімальний нахил спланованої поверхні 0.003.

Чорні відмітки визначають згідно з топографічним планом інтерполяцією між чорними горизонталями:

$$H_x = H_A + (H_A - H_B) \times (l/L). \quad (4.1)$$

де: H_B - відмітка , нижче лежачої горизонталі;

H_A - відмітка , вище лежачої горизонталі ;

L - відстань між горизонталями ;

l – відстань від шуканої точки до горизонталі.

$$H_1 = 259,5 + (0,5 \cdot 13,5) / 29,3 = 259,73 \text{ (м);}$$

$$H_2 = 259,5 + (0,5 \cdot 13,5) / 29,3 = 259,69 \text{ (м);}$$

$$H_3 = 259,0 + (0,5 \cdot 44,1) / 58,6 = 259,38 \text{ (м);}$$

$$H_4 = 259,0 + (0,5 \cdot 46,0) / 62,3 = 259,30 \text{ (м);}$$

$$H_5 = 259,0 + (0,5 \cdot 41,5) / 62,7 = 259,25 \text{ (м).}$$

Розрахунок червоних позначок:

$$H_{\text{черв.}} - H_{\text{чорн.макс.}} + 0,14; \quad (4.2)$$

$$H_{\text{черв.1}} = 260,00 \text{ м;}$$

Наступні червоні :

$$H_{\text{черв.}} - H_{\text{черв.попер.}} \pm i \times d; \quad (4.3)$$

де: $i = 0,003$;

d = довжина , ширина будинку.

$$H_{\text{черв.2}} = 260,00 - 0,003 \cdot 15,4 = 259,95 \text{ (м);}$$

$$H_{\text{черв.3}} = 260,00 - 0,003 \cdot 29,6 = 259,80 \text{ (м);}$$

$$H_{\text{черв.4}} = 259,95 - 0,003 \cdot 29,6 = 259,70 \text{ (м);}$$

$$H_{\text{черв.5}} = 259,80 - 0,003 \cdot 17,3 = 259,70 \text{ (м);}$$

$$H_{\text{черв.6}} = 259,70 - 0,003 \cdot 11,4 = 259,60 \text{ (м).}$$

Знайдемо позначку на місцевості чистої підлоги першого поверху :

$$H_{\pm 0,000} = \sum H_{\text{черв.}} / 4 + 1.000; \quad (4.4)$$

$$H_{\pm 0,000} = (260,00 + 259,95 + 259,70 + 259,80) / 4 + 1,00 = 260,80 \text{ (м).}$$

Передбачається благоустрій прилеглої території, що включає в себе влаштування майданчиків для відпочинку, занять фізкультурою, сушіння білизни, розташування контейнерів для сміття, стоянки автомобілів та ігрові майданчики

для дітей, також проектом передбачено улаштування на території ділянки пандусів та понижених бордюрів для можливості доступу людям з обмеженими можливостями, встановлення малих форм архітектури: урни, лавки. Інженерні мережі і комунікації існуючі.

Площа території – 18040 м² – 100 % – в межах благоустрою;

Площа автодоріг – 4390,06 м² – 24,3 % – в межах благоустрою;

Площа тротуарів – 9603,22 м² – 53,2 % – в межах благоустрою;

Площа озеленення – 2082,08 м² – 17,4 % – в межах благоустрою.

4.1.4 Благоустрій та озеленення території

Для придання території будинку більш привабливого вигляду та за вимогами екологічних та санітарно-гігієнічних норм передбачаються заходи, до яких входять: посадка дерев, посадка кущів, влаштування газонів, квітників, збереження існуючих насаджень. Розташування чагарників застосовується з урахуванням архітектурно-планувального рішення. В межах майданчику відпочинку, ігрового та майданчику для сушки білизни влаштовується газон звичайного типу. Влаштування газонів проводиться після закінчення будівництва і проведення вертикального планування.

4.1.5 Архітектурно-планувальні рішення

Габаритні розміри торцевої секції дев'ятиповерхової будівлі в осях складають 29,6×14,4 м, висота поверхів 2,3 м та 3,0 м. Висота будівлі 30,12 м.

Кутова секція представляє собою дев'ятиповерхову будівлю з розмірами в осях 22,4×12,6 м, висота поверхів 2,3 м та 3,0 м. Висота будівлі 30,12 м.

Входи у секції розташовані зі сторони двору на рівні першого поверху через тамбури.

У таблицях 1.2 - 1.5 наведені експлікації приміщень для торцевої та кутової секцій.

Таблиця 4.2 - Експлікація приміщень першого поверху торцевої секції

Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²	Кат. приміщення
1	Кухня	10,01	
2	Санвузол	3,62	
3	Туалет	2,64	
4	Коридор	11,39	
5	Загальна кімната	16,97	
6	Коридор	30,05	
7	Спальня	17,41	
8	Кімната консьєржа	3,98	
9	Туалет	1,89	
10	Сходова клітина	10,96	
11	Спальня	15,58	
12	Коридор	9,89	
13	Загальна кімната	16,95	
14	Кухня	12,04	
15	Санвузол	3,6	
16	Туалет	2,25	
17	Кухня	11,71	
18	Туалет	2,06	
19	Коридор	14,60	
20	Загальна кімната	22,67	
21	Дитяча кімната	14,21	
22	Санвузол	4,03	
23	Санвузол	3,6	
24	Туалет	2,25	
25	Коридор	9,89	
26	Загальна кімната	16,95	
27	Кухня	12,09	
28	Спальня	15,58	
29	Спальня	17,41	

Таблиця 4.3 – Експлікація приміщень типового поверху торцевої секції

Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²	Кат. приміщення
1	Дитяча кімната	14,22	
2	Загальна кімната	22,67	
3	Кухня	12,21	
4	Санвузол	4,04	
5	Коридор	14,60	
6	Туалет	2,33	

Продовження таблиці 4.3

7	Спальня	17,41	
8	Спальня	17,41	
9	Коридор	14,36	
10	Сходова клітина	10,96	
11	Спальня	15,58	
12	Коридор	9,89	
13	Загальна кімната	16,95	
14	Кухня	12,04	
15	Санвузол	3,6	
16	Туалет	2,25	
17	Кухня	11,71	
18	Туалет	2,06	
19	Коридор	14,60	
20	Загальна кімната	22,67	
21	Дитяча кімната	14,21	
22	Санвузол	4,03	
23	Санвузол	3,6	
24	Туалет	2,25	
25	Коридор	9,89	
26	Загальна кімната	16,95	
27	Кухня	12,09	
28	Спальня	15,58	

Таблиця 4.4 - Експлікація приміщень першого поверху кутової секції

Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²	Кат. приміщення
1	Кухня	15,55	
2	Санвузол	2,61	
3	Коридор	3,72	
4	Житлова кімната	17,95	
5	Сходова клітина	15,55	
6	Коридор	26,70	
7	Коридор	9,02	
8	Тамбур	2,61	
9	Житлова кімната	31,54	
10	Кімната консьєржа	3,35	
11	Санвузол	1,70	
12	Санвузол	4,14	
13	Коридор	4,84	
14	Туалет	1,80	
15	Житлова кімната	14,44	

Продовження таблиці 4.4

16	Кухня	13,99	
17	Кладова	2,00	
18	Коридор	3,46	
19	Туалет	2,04	
20	Коридор	2,45	

Таблиця 4.5 – Експлікація приміщень типового поверху кутової секції

Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²	Кат. приміщення
1	Кухня	14,61	
2	Санвузол	3,52	
3	Коридор	4,22	
4	Житлова кімната	1,76	
5	Туалет	15,55	
6	Вітальня	12,86	
7	Коридор	5,39	
8	Кладова	2,55	
9	Сходова клітина	11,04	
10	Коридор	7,91	
11	Кухня	12,79	
12	Коридор	9,53	
13	Житлова кімната	13,12	
14	Вітальня	24,03	
15	Коридор	9,53	
16	Кладова	4,59	
17	Спальня	23,20	
18	Санвузол	4,58	
19	Туалет	1,80	

4.1.6 Конструктивне рішення

Будівництво девятиповерхового житлового будинку в м. Вінниця проектується із застосуванням монолітних та індустріальних збірних залізобетонних конструкцій. Конструктивна схема будівлі – безкаркасна. Основними несучими елементами виступають поздовжні та поперечні цегляні стіни, на які опираються залізобетонні монолітні плити перекриттів.

Просторова жорсткість будинку забезпечується сумісною роботою несучих стін з перекриттями.

Згідно інженерно-геологічних вишукувань, фундаменти будівлі запроектовані пальовими, стіни підвалу зі збірних залізобетонних блоків.

Зовнішні несучі стіни запроектовані з цегли глиняної звичайної марки 100 загальною товщиною 510 мм та ефективного утеплювача з базальтово-волокнистих плит товщиною 100 мм. При кладці стін використовується розчин марки М75, М50 із застосуванням змішаного жаростійкого вяжучого на основі портландцементу із застосуванням тонкодисперсного алюмохромистого відходу ІМ-2201 та шламом ЩТА, що забезпечує більшу вогнетривкість.

Перегородки влаштовуються по металевому каркасу з гіпсокартонних плит з заповненням звукоізоляційним матеріалом.

Перемички над віконними прорізами – залізобетонні брусківі по серії 1.038.1-1, вип. 1, 2.

Перекриття запроектовано з монолітного залізобетону товщиною 200 мм в індивідуальній опалубці. При монтажу перекриття використовувався жаростійкий бетон марки М350, класу С20/25 з використанням змішаного жаростійкого вяжучого на портландцементі із застосуванням тонкодисперсного алюмохромистого відходу ІМ-2201 та шламом ЩТА, що значно збільшує фізико-термічні показники бетону, призводить до підвищення межі міцності при стисканні після НВТ у 1,5 рази та сприяє зниженню В/Ц на 18 %, підвищує вогнетривкість та термостійкість та залишкову міцність після нагріву.

Підлога в будинку відповідає основним вимогам щодо звукоізоляції та гігієни, та проектується кількома видами в залежності від функціонального призначення приміщень. В житлових кімнатах прийнята підлога з паркету на клеючій мастиці, що складається з паркету та шарів, вирівнюючої стяжки з цементно-піщаного розчину марки М150, яка укладається по монолітній з/б плиті. В санвузлах, туалетах, приміщеннях загального користування, балконах та застелених лоджіях прийнята підлога з керамічної глазурованої плитки по ГОСТ 6787-89, що складається безпосередньо з керамічної плитки та шарів, вирівнюючої стяжки з цементно-піщаного розчину марки М150.

Вікна прийняті металопластикові з двокамерним склопакетом.

Двері прийняті дерев'яні стандартного виготовлення та металопластикові індивідуального виготовлення.

Сходові марші – збірні набірні залізобетонні сходинок, влаштовані по металевим костурам. Огородження сходових маршів прийнято металевим по серії 1.450-1.

Горизонтальна гідроізоляція складається з 2-ох шарів наплавленого гідроізолу по праймеру. Вертикальна гідроізоляція – обмазувальна, з двох шарів бітумної мастики.

Покрівля будівлі рулонна, яка складається з пароізоляції із 1-го шару руберойду на бітумній мастиці, утеплювача з мінераловатних плит, 1-го шару руберойду та армованої стяжки.

Межа вогнестійкості несучих та огорожувальних конструкцій забезпечує II ступінь вогнестійкості будівлі.

У таблицях 1.6, 1.7 наведені специфікації елементів заповнення віконних та дверних прорізів.

Таблиця 4.6 - Специфікація елементів заповнення прорізів торцевої секції

Марка поз.	Позначення	Найменування	Габаритні розміри	К-ть шт.	Примітки
Віконний блок					
Вк-1	Індивідуальне виготовлення	Вікно металопластикове з потрійним заскленням	1810×1500	35	
Вк-2	Індивідуальне виготовлення	Вікно металопластикове з потрійним заскленням	2210×1500	9	
Вк -3	Індивідуальне виготовлення	Вікно металопластикове з потрійним заскленням	1400×1500	17	
Дверний блок					
Д-1	1.136.5-19	ДГ 21-15	1500×2100	3	
Д-2	1.136.5-19	ДГ 21-8	800×2100	28	
Д-3	1.136.5-19	ДГ 21-9	900×2100	18	
Д-4	1.136.5-19	ДГ 21-9	900×2100	71	
Д-5	1.136.5-19	ДГ 21-13	1310×2100	17	
Д-6	1.136.5-19	ДГ 21-11	1100×2100	2	
Д-7	1.136.5-19	ДГ 21-10	1000×2100	17	

Таблиця 4.7 - Специфікація елементів заповнення прорізів кутової секції

Марка поз.	Позначення	Найменування	Габаритні розміри	К-ть шт.	Примітки
Віконний блок					
Вк-1	Індивідуальне виготовлення	Вікно металопластикове з потрійним заскленням	1810×1500	18	
Вк-2	Індивідуальне виготовлення	Вікно металопластикове з потрійним заскленням	1910×1500	36	
Вк -3	Індивідуальне виготовлення	Вікно металопластикове з потрійним заскленням	1600×1500	71	
Вк -4	Індивідуальне виготовлення	Вікно металопластикове з потрійним заскленням	1800×1500	1	
Дверний блок					
Д-1	Індивідуальне виготовлення	Двері металопластикові, подвійні з заскленням	1500×2100	4	
Д-2	1.136.5-19	ДГ 21-9	900×2100	52	
Д-3	1.136.5-19	ДГ 21-8	800×2100	27	
Д-4	1.136.5-19	ДГ 21-9	900×2100	4	
Д-5	1.136.5-19	ДГ 21-13	1310×2100		
Д-6	1.136.5-19	ДГ 21-7	700×2100		
Д-7	1.136.5-19	ДГ 21-9	900×2100		

4.1.7 Зовнішнє і внутрішнє оздоблення

Зовнішній вигляд фасадів вирішується оздобленням штукатуркою фірми «Артистан» з наступним пофарбуванням вологостійкими фарбами по армуючій склосітці Dryvit standart, яка наноситься на штукатурний армуючий шар з клейового розчину Ceresit СТ 190 МВ.

Цоколь оздоблено фасадною плиткою на клейовому розчині для зовнішнього застосування, металеві елементи фасадів фарбуються олійною фарбою.

Шви і раковини на стелях приміщень герметизують затиркою з подальшим фарбуванням водоемульсійними або клейовими фарбами.

Вхідні та балконні двері, вікна виконані металопластикові з подвійним склопакетом та фабричним фарбуванням.

Парапет, дощові зливи вікон оброблені оцинкованою покрівельною сталлю.

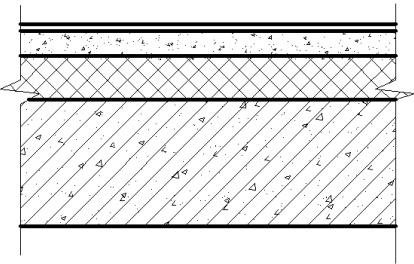
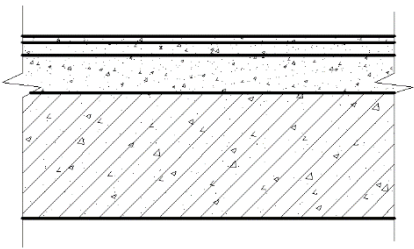
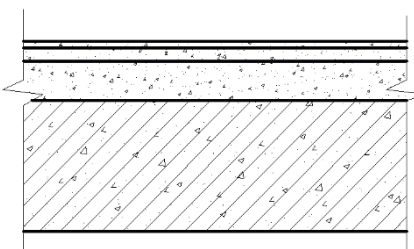
Стіни та перегородки у квартирах оштукатурюються з наступним водоемульсійним або клейовим пофарбуванням.

У санвузлах здійснюється гідроізоляція та влаштовується керамічна плитка.

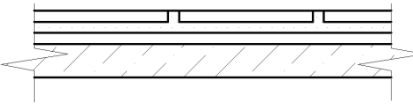
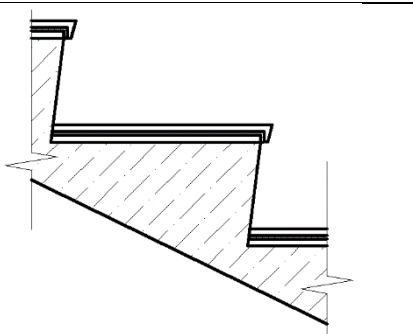
Стіни сходово-ліфтових вузлів, коридорів загального користування пофарбовані водоемульсійною фарбою.

Підлога сходових кліток – бетонна на основі змішаного жаростійкого вяжучого, ліфтових вузлів та коридорів загального користування – з лінолеума. Підлога приміщень технічного призначення керамічна та бетонна. У таблиці 1.8 наведена експлікація підлоги.

Таблиця 4.8 - Експлікація підлоги

Тип підлоги	Схема підлоги або тип підлоги за серією	Данні елементів підлоги /назва, товщина, мм/	Площа м ²
1	2	3	4
	1-9 поверхи		
1 (житлові кімнати, кухні, внутрішньоквартирні коридори, кладові, гардеробні)		Лінолеум на тканинній основі на мастиці - 5 мм; Стяжка з піщаного розчину - 57 мм; Пароізоляція 1 шар синтетичної плівки; Звукоізоляція ПСБ-С по ДСТУ Б В 2.7-8-94 - 20 мм; З/б плита перекриття - 200 мм.	3730,9
2 (ванні кімнати, туалети)		Керамічна плитка - 10 мм; Цементно-піщана стяжка М200 - 14 мм; Стяжка з легкого бетону кл. В12,5 $\gamma < 1200 \text{ кг/м}^3$ - 40 мм; Гідроізоляція 2 шари руберойду – 6 мм; З/б плита перекриття - 200 мм.	324,6
3 (загальний коридор)		Керамічна плитка - 10 мм; Цементно-піщана стяжка М200 - 20 мм; Стяжка з легкого бетону кл. В12,5 $\gamma < 1200 \text{ кг/м}^3$ - 50 мм; З/б плита перекриття - 200 мм.	104,2

Продовження таблиці 4.8

4 (сходові площадки)		Керамічна плитка - 10 мм; Клеюча суміш Ceresit CM11 - 10 мм; Самовирівнююча суміш Ceresit CN 72 - 2..10 мм; Сходові площадки	117,9
5 (сходовий марш)		Керамічна плитка сходові - 10 мм; Клеюча суміш Ceresit CM11 - 10 мм; Самовирівнююча суміш Ceresit CN 72 - 2..10 мм; Сходовий марш	127,5

4.1.8 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни



Рисунок 1.1 – Розрахункова конструкція стіни

Місце будівництва м. Вінниця. Стіна орієнтована на північний схід, виконана з цегли загальною товщиною 510 мм, $\lambda_1 = 0,64$ Вт/(м·К) утеплюється базальтово-волокнистими плитами, $\lambda_2 = 0,039$ Вт/(м·К), внутрішній шар оздоблення - штукатурка цементно-вапняна (20 мм), $\lambda_2 = 0,81$ Вт/(м·К).

Розрахункова температура внутрішнього повітря $t_n = 20^\circ\text{C}$. Згідно з [6] визначаємо, що м. Вінниця знаходиться в нормальній зоні вологості, відноситься до I температурної зони, нормативний опір теплопередачі становить $R_n = 4,0$ м²·К/Вт.

Загальний опір теплопередачі визначається як:

$$R = \frac{1}{\alpha_v} + R_K + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (4.5)$$

де - α_v – коефіцієнт тепловіддачі, прийнятий незалежно від призначення для внутрішніх поверхонь огорожувальної конструкції і дорівнює $\alpha_v = 8,7 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{К}$;

α_3 – коефіцієнт тепловіддачі для зовнішніх поверхонь огорожувальної конструкції і дорівнює $\alpha_3 = 23 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{К}$;

$R_K = R_1 + R_2$, де $R_{1...2}$ - термічний опір кожного шару огорожувальної конструкції.

Опір теплопередачі конструкції стіни визначається наступним чином:

$$R^{norm} \leq \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,64} + \frac{\delta_{ym}}{0,039} + \frac{1}{23} \quad (4.6).$$

Звідси товщина шару утеплювача складає:

$$\delta_{ym} = 0,039 \left(3,3 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{0,81} - \frac{0,51}{0,64} - \frac{1}{23} \right) = 0,09(\text{м}), \text{ приймаємо плиту товщиною } 100$$

мм і знаходимо фактичний опір теплопередачі стіни.

$$4,0 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}} \leq \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,64} + \frac{0,1}{0,039} + \frac{1}{23} = 4,1 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}} - \text{умова виконується.}$$

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни:

$$k = 1/R_3^{\phi}, \text{ Вт/(\text{м}^2 \cdot \text{К});} \quad (4.7)$$

$$k = 1/3,5 = 0,29 \text{ Вт/(\text{м}^2 \cdot \text{К})}$$

4.1.9 Протипожежні заходи

Згідно з загальних вимог пожежної безпеки будівель [8] ступінь вогнестійкості будівлі, що проектується - II.

Згідно призначення та місткості будівлі враховані протипожежні заходи в об'ємно - планувальному та конструктивному рішенні.

При кладці стін а також при влаштуванні цементно-піщаної стяжки застосовано розчин змішаного жаростійкого вяжучого на основі портландцементу із застосуванням тонкодисперсного алюмохромистого відходу ІМ-2201 та шламом ЩТА. В конструктивному рішенні при влаштуванні залізобетонного монолітного

перекриття застосовано жаростійкий бетон на основі портландцементу із застосуванням тонкодисперсного алюмохромистого відходу ІМ-2201 та шламом ЩТА. Застосування жаростійкого бетону при монолітному бетонуванні та жаростійкого розчину при кладці стін забезпечить більшу вогнетривкість конструкцій.

В архітектурно-будівельних рішеннях передбачено використання виробів та матеріалів, що відповідають вимогам горючості, розповсюдження вогню, вогнестійкості. Планувальними рішеннями передбачено необхідну кількість евакоходів, ширину шляхів евакуації, що забезпечує евакуацію людей в разі виникнення пожежі.

Вхід до сходово-ліфтового вузла передбачено з вулиці через тамбур. Кожна сходова клітка має виходи безпосередньо назовні. Техпідпілля поділяється на секції, що відокремлюються протипожежними стінами та перегородками 1-го типу та має з кожної секції по два ізольовані виходи назовні.

Технічні приміщення відділені від інших приміщень протипожежними стінами з межею вогнестійкості 2,5 год., мають виходи назовні та віконні прорізи згідно з нормами.

Двері сходових кліток та ліфтових холів виконані протипожежними першого типу з ущільненнями в стулках та обладнані приладами самозакривання, з відкриванням по ходу руху. Вхідні двері в квартири – захисні. Двері виходу з приміщень технічного підвалу, виходи на покрівлю та на горище запроектовані протипожежними І типу, такими, що мають сертифікат відповідності.

На перепадах висот покрівлі передбачаються пожежні драбини.

Ліфт у будинку працює в режимі «Пожежа», який включається в роботу за сигналом від автоматичної системи пожежної сигналізації будинку і забезпечує незалежно від завантаження і напрямку руху кабіни зупинку (першу), відчинення дверей кабіни і шахти з наступним відключенням ліфта.

До будинку передбачається можливість під'їзду пожежних машин, що забезпечує евакуацію з кожної квартири.

4.1.10 Санітарні умови і вимоги

В даному проекті забезпечуються норми санітарії та охорони праці при експлуатації будівлі відповідно до санітарних та будівельних норм згідно архітектурно-будівельних рішень та генерального плану.

Генеральний план відповідає чинним правилам та нормам проектування.

Територія будинку освітлюється в нічний час, також обладнана водовідводом та водостоком, проїзд має покриття з асфальтобетону.

В приміщеннях технічного призначення та житлових квартирах передбачено необхідну кількість вбиралень, які оснащені туалетами та умивальниками, також передбачена гардеробна.

4.1.11 Опалення і вентиляція

Розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування систем опалення та вентиляції прийнята згідно з [6] і становить - 22 °С.

Теплопостачання - центральне водяне радіаторне від джерела тепла, що розташоване поза будівлею. Теплоносієм для системи опалення прийнята гаряча вода з параметрами $T_1 = 95^{\circ}\text{C}$, $T_2 = 70^{\circ}\text{C}$.

Проектована система опалення двотрубна тупикова з горизонтальним розведенням. Опалювальні прилади – чавунні радіатори Termo 500/130 приєднуються через термостатичні вентиляти.

На опалювальних приладах встановлюються повітровипускні крани. Розподільчі трубопроводи системи опалення виконуються з поліпропіленових труб $\text{Ø}20 - \text{Ø}25$ мм і ізолюються матеріалами “Climaflex”, товщина ізоляції – 9 мм. Стояки зі сталевих водогазопровідних чорних труб $\text{Ø}32$ мм ГОСТ 3262-75.

Відстань між зовнішніми поверхнями мереж і будівельними конструкціями повинна бути не меншою 20 мм. Зазори в отворах при проходженні труб крізь стіни заповнити еластичними негорючими матеріалами.

На попередньо нанесений шар ґрунтовки виконане фарбування опалювальних мереж олійною фарбою за 2 рази.

Повітрообмін в приміщеннях – природній приточно-витяжний. Системи механічної витяжної вентиляції передбачено з приміщень туалетів та санвузлів.

4.1.12 Водопостачання і каналізація

Згідно архітектурно-планувальних рішень прийняті рішення щодо водопроводу та каналізації.

Підключення житлового будинку передбачається до зовнішніх міських мереж водопроводу через водомірний вузол з водоміром ЕТК Ø15мм.

Внутрішні мережі холодного водопроводу прокладаються зі сталевих водогазопровідних оцинкованих труб Ø15-25 мм ГОСТ 3262-75.

Вводи водопроводу та випуски каналізації підлягають герметизації згідно з комплексом 7373-3 “Типовые детали уплотнения вводов инженерных сетей в гражданские здания”.

Гаряче водопостачання здійснюється від зовнішніх мереж.

Відведення побутових стічних вод від санітарного обладнання здійснюється в зовнішню каналізаційну мережу.

Із каналізаційних чавунних труб монтуються внутрішні мережі ГОСТ 6942.3-80 Ø50-100 мм.

4.1.13 Електропостачання

Електропостачання здійснюється від трансформаторної підстанції через електрощитову, яка знаходиться в підвальній частині.

Для обліку електроенергії використовують електролічильники.

Проектом передбачено місцеве і загальне освітлення.

В якості групових щитків для електроосвітлення прийняті щитки марки УОЩАВ з відповідними автоматами і диференційними реле РД-4, РД-2 для додаткового захисту від ураження електричним струмом. Магістральні мережі електроосвітлення виконані кабелями з мідними жилами в вінілпластових трубах.

Групові освітлювальні мережі в житлових приміщеннях приховані в конструкціях стін та запроектовані проводом ПВС-380В, а також кабелем ВВГ-660В відкрито на скобах в пожежонебезпечних та технічних приміщеннях. Управління освітленням – вимикачами по місцю.

Сходова клітина запроектована з природнім освітленням через вікна в зовнішніх стінах.

4.2 Технологія будівельного виробництва

4.2.1 Технологічна карта на монтаж будівельних конструкцій та цегляну кладку

Область застосування технологічної карти

Комплекс робіт в технологічній карті розроблено на кладку зовнішніх несучих стін, міжкімнатних перегородок з цегли з влаштуванням перемичок над дверними та віконними прорізами, роботи по укладанню бетонної суміші в монолітну залізобетонну конструкцію із застосуванням змішаного жаростійкого в'язучого на основі портландцементу з добавкою тонкодисперсного алюмохромистого відходу ІМ-2201 та шламом ЦТА, при зведенні дев'ятиповерхового житлового будинку в м. Вінниця по вул. Келецька.

Використання технологічної карти передбачено для розробки організаційно-технічної документації, проекту виробництва робіт (ПВР) та проекту організації будівництва.

ПЗ архітектурно-будівельної частини та робочі креслення являються вихідними даними данної частини роботи.

Будівництво передбачається виконувати підрядним способом з залученням спеціалізованих субпідрядних монтажних організацій.

Доставка будівельних матеріалів, напівфабрикатів та збірного залізобетону виконується централізовано з підприємств будіндустрії м. Вінниця, автотранспортом, відстань доставки до 10 км.

Для кладки зовнішніх несучих стін та внутрішніх міжкімнатних перегородок використовується розчин марки М50, М75, із застосуванням жаростійкого цементу на основі портландцементу, добавки тонкодисперсного алюмохромистого відходу ІМ-2201 та шламу ЦТА. При змішуванні портландцементу з алюмохромистим відходом утворюються змішані жаростійкі сполучні, що мають більш специфічні властивості, ніж чистий цемент. Вогнетривкість змішаних жаростійких в'язучих

збільшується прямо пропорційно в залежності від введеної в композицію кількості алюмохромистого відходу. Час початку схоплювання жаростійких в'язучих подовжується, але навіть за наявності 60÷80% відходу зберігається їхня здатність твердіти в повітряних умовах.

Введення наповнювача у вигляді шламу ЩТА призводить до підвищення межі міцності при стисканні після НВТ у 1,5 рази та сприяє зниженню В/Ц на 18 % . Також встановлено, що за жаростійкими властивостями показники складів жаростійких композицій зі шламом ЩТА порівняно з контрольними мають суттєві переваги, а саме на 100 °С покращується вогнетривкість і практично вдвічі збільшується термін служби термічної стійкості, що сприяє збільшенню довговічності будівлі.

Для монолітного бетонування перекриттів використовується розчин марки В20 із застосуванням жаростійкого цементу на основі портландцементу, добавки тонкодисперсного алюмохромистого відходу ІМ-2201 та шламу ЩТА.

Послідовне виконання бетонних робіт складає: геодезичні розмічувальні роботи, подача бетонної суміші, укладання бетонної суміші. Роботи виконуються за допомогою ведучого механізму баштового крану КБ-408.21. Бетонні розчини повинні відповідати вимогам ГОСТ 7473-94.

Роботи слід виконувати керуючись вимог нормативних документів.

Комплекс робіт в технологічній карті розроблено при двозмінному режимі, як в літній, так і в зимовий період.

У випадку зміни умов виконання робіт розроблених в технологічній карті, виконується прив'язка технологічної карти, на стадії поправки проекту виконання робіт, яка оформляється як додаткові вказівки.

4.2.2 Номенклатура робіт

До переліку робіт, що передбачені в технологічній карті, входять:

- Установлення і розбирання зовнішніх інвентарних риштувань трубчастих висотою до 10 м для мурування облицювання;
- Мурування зовнішніх середньої складності стін із застосуванням жаростійкого розчину з цегли керамічної при висоті поверху до 4 м /мурування стін криволінійного окреслення;
- Установлення й розбирання внутрішніх інвентарних трубчастих риштувань при висоті приміщень до 6 м;
- Мурування перегородок армованих з цегли керамічної товщиною на жаростійкому розчині в 1/4 цегли при висоті поверху до 4 м;
- Влаштування перегородок з гіпсокартонних плит по металевому каркасу;
- Укладання перемичок масою до 0,3 т із застосуванням жаростійкого розчину;
- Установлення сходових площадок масою до 1 т;
- Установлення сходових маршів без зварювання масою більше 1 т;
- Збір і розбір дерев'яної щитової опалубки для влаштування перекриття з площею між осями колон понад 5 м² до 10 м², товщина - понад 200 мм;
- Установлення арматури із в'язанням вузлів окремими стержнями в плити перекриття з подвійною арматурою, діаметр арматури від 8 до 12 мм;
- Подача бетонної суміші за допомогою конструкції крану в спеціальних баддях. Перекриття безбалочне, на жаростійкому бетоні, площа між осями колон, до 10 м².

Всі роботи виконуються в технологічній послідовності спочатку на першій черзі будівництва з урахуванням технологічних перерв і на всіх поверхах будівлі послідовно.

4.2.3 Обґрунтування до схеми організації робіт

При виконанні робіт по зведенню стін та перегородок з цегли повинні виконуватися вимоги [19, 20].

До початку виконання робіт повинні бути виконані наступні роботи:

- Завершені роботи по монтажу сходових маршів, вентиляційних блоків та перекриттів, що розміщені нижче;

- зроблена геодезична перевірка виконання робіт і складені виконавчі схеми;
- ділянки міжповерхового перекриття, що підлягають замонолічуванню, повинні бути огорожені;
- на будівельному майданчику, в зоні дії крана, повині бути доставлені та складовані всі необхідні матеріали та вироби;
- увесь необхідний інвентар, інструмент, засоби індивідуального захисту робітників, засоби підмоцнування повині бути підготовлені до роботи;
- усі робочі та працівники повині бути ознайомлені з проектом виконання робіт та ознайомлені з безпечними методами праці [1, 23].

4.2.4 Визначення основних об'ємів робіт

Розраховуємо об'єм кладки зовнішніх стін та перегородок користуючись планами та розрізами будівлі. Розраховуємо необхідну кількість збірних залізобетонних елементів для зведення надземної частини та необхідний об'єм монолітного бетонування.

Об'єм кладки розраховуємо як добуток довжини стіни на її висоту (відстань між відмітками поверхів) та на її товщину, залежно від типу і складності цегляної кладки стін. Якщо в стіні присутні дверні чи віконні прорізи, то об'єм кладки визначається, як різниця загального об'єму стіни та об'єму прорізів, присутніх в стіні.

Цегляні стіни в будівлі проєктовані з керамічної цегли:

- 1) для 1-2 поверхів – цегла М100, розчин М75;
- 2) для 3-5 поверхів – цегла М100, розчин М50;
- 3) для 6-8 поверхів – цегла М100, розчин М50;
- 4) для 9-тех- поверхів – цегла М75, розчин М50.

Кладка стін та перегородок виконується згідно вимог [24] за дотриманням контролю міцності цегли та розчину.

Кількість збірних залізобетонних перемичок, які влаштовуються паралельно з кладкою стін розраховується по кількості дверних та віконних отворів, зважаючи на товщину стін [25 - 27].

Розрахунок виконуємо у табличній формі (наблиця 4.1).

Таблиця 4.9 – Визначення об'ємів робіт з цегли

Вісь	Довжина стіни, м	Відмітка		Висота стіни, м	Площа, м ²			Товщина стіни, м	Об'єм кладки, м ³
		від	до		стіни	прорізу	Стіни без прорізу		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
І поверх (зовнішні стіни)									
Е	17,150	0,00	3,00	3,00	51,45	12,40	39,05	0,51	19,92
В2	11,00	0,00	3,00	3,00	33,00	8,40	24,600	0,51	12,55
VI	12,60	0,00	3,00	3,00	37,80	-	37,80	0,51	19,28
VII	12,60	0,00	3,00	3,00	37,80	-	37,80	0,51	19,28
4	14,10	0,00	3,00	3,00	42,30	-	42,30	0,51	21,57
Е	6,80	0,00	3,00	3,00	20,40	-	20,40	0,51	10,40
А	7,80	0,00	3,00	3,00	23,40	6,20	17,20	0,51	8,77
Б	4,20	0,00	3,00	3,00	12,60	-	12,60	0,51	6,43
В	16,20	0,00	3,00	3,00	48,60	5,80	42,80	0,51	21,83
Д	16,20	0,00	3,00	3,00	48,60	5,80	42,80	0,51	21,83
Е	4,20	0,00	3,00	3,00	12,60	-	12,60	0,51	6,43
Всього: 168,29 м ³									
І поверх (внутрішні стіни)									
Г	29,600	0,00	3,00	3,00	88,80	-	88,80	0,51	45,29
8	6,200	0,00	3,00	3,00	18,60	-	18,60	0,51	9,49
9	7,400	0,00	3,00	3,00	22,20	-	22,20	0,51	11,32
11	6,200	0,00	3,00	3,00	18,60	-	18,60	0,51	9,49
Г2	15,200	0,00	3,00	3,00	45,60	-	45,60	0,51	23,26
1	12,200	0,00	3,00	3,00	36,60	-	36,60	0,51	18,67
2	12,000	0,00	3,00	3,00	36,00	-	36,00	0,51	18,36
5,6, 14	12,600	0,00	3,00	3,00	37,80	-	37,80	0,250	9,45
Всього: м ³									145,33
Перегородки									
К	10,500	0,00	3,00	3,00	31,50	-	31,50	0,100	3,15
Т	68,00	0,00	3,00	3,00	204,00		204,00	0,100	20,40
Всього м ³ :									23,55
Всього об'єм кладки на І поверсі:									337,17 м ³

Продовження таблиці 4.9

І І поверх (зовнішні стіни)									
Е	17,150	3,00	6,00	3,00	51,45	12,40	39,05	0,51	19,92
В2	11,00	3,00	6,00	3,00	33,00	8,40	24,600	0,51	12,55
VI	12,60	3,00	6,00	3,00	37,80	-	37,80	0,51	19,28
VII	12,60	3,00	6,00	3,00	37,80	-	37,80	0,51	19,28
4	14,10	3,00	6,00	3,00	42,30	-	42,30	0,51	21,57
Е	6,80	3,00	6,00	3,00	20,40	-	20,40	0,51	10,40
А	7,80	3,00	6,00	3,00	23,40	6,20	17,20	0,51	8,77
Б	4,20	3,00	6,00	3,00	12,60	-	12,60	0,51	6,43
В	16,20	3,00	6,00	3,00	48,60	5,80	42,80	0,51	21,83
Д	16,20	3,00	6,00	3,00	48,60	5,80	42,80	0,51	21,83
Е	4,20	3,00	6,00	3,00	12,60	-	12,60	0,51	6,43
Всього: 168,29 м ³									
І І поверх (внутрішні стіни)									
Г	29,600	3,00	6,00	3,00	88,80	-	88,80	0,51	45,29
8	6,200	3,00	6,00	3,00	18,60	-	18,60	0,51	9,49
9	7,400	3,00	6,00	3,00	22,20	-	22,20	0,51	11,32
11	6,200	3,00	6,00	3,00	18,60	-	18,60	0,51	9,49
Г2	15,200	3,00	6,00	3,00	45,60	-	45,60	0,51	23,26
1	12,200	3,00	6,00	3,00	36,60	-	36,60	0,51	18,67
2	12,000	3,00	6,00	3,00	36,00	-	36,00	0,51	18,36
5,6, 14	12,600	3,00	6,00	3,00	37,80	-	37,80	0,250	9,45
Всього: м ³									145,33

Перегородки									
К	10,500	0,00	3,00	3,00	31,50	-	31,50	0,100	3,15
Т	68,00	0,00	3,00	3,00	204,00		204,00	0,100	20,40
Всього м ³ :									23,55
Всього об'єм кладки на І І поверсі: 337,17 м ³									
III -IX поверх (зовнішні стіни)									
Е	17,150	6,00	27,00	19,00	360,15	86,80	273,35	0,51	139,41
В2	11,00	6,00	27,00	19,00	231,00	58,80	172,20	0,51	87,85
VI	12,60	6,00	27,00	19,00	264,60	-	264,60	0,51	134,95
VII	12,60	6,00	27,00	19,00	264,60	-	264,60	0,51	134,95
4	14,10	6,00	27,00	19,00	296,10	-	296,10	0,51	150,99
Е	6,80	6,00	27,00	19,00	142,80	-	142,80	0,51	72,80
А	7,80	6,00	27,00	19,00	163,8	43,40	120,40	0,51	61,39
Б	4,20	6,00	27,00	19,00	88,20	-	88,20	0,51	45,01
В	16,20	6,00	27,00	19,00	340,20	40,6	299,60	0,51	152,81

Продовження таблиці 4.9

Д	16,20	6,00	27,00	19,00	340,20	40,6	299,60	0,51	152,81
Е	4,20	6,00	27,00	19,00	88,20	-	88,20	0,51	45,01
Всього: 1177,98 м ³									
III -IX поверх (внутрішні стіни)									
Г	29,600	6,00	27,00	19,00	621,60	-	621,60	0,51	317,03
8	6,200	6,00	27,00	19,00	130,20	-	130,20	0,51	66,43
9	7,400	6,00	27,00	19,00	155,40	-	155,40	0,51	79,24
11	6,200	6,00	27,00	19,00	130,20	-	130,20	0,51	66,43
Г2	15,200	6,00	27,00	19,00	319,20	-	319,20	0,51	162,82
1	12,200	6,00	27,00	19,00	256,20	-	256,20	0,51	130,69
2	12,000	6,00	27,00	19,00	252,00	-	252,00	0,51	128,52
5,6, 14	12,600	6,00	27,00	19,00	264,60	-	264,60	0,250	66,15
Всього: 1017,31 м ³									
Перегородки									
К	10,500	6,00	27,00	19,00	220,50	-	220,50	0,100	22,05
Т	68,00	6,00	27,00	19,00	1428,0		1428,0	0,100	142,80
Всього м ³ : 164,85									
Всього об'єм кладки на III -IX поверхах: 2360,14 м ³									
Техповерх (зовнішні стіни)									
Е	17,150	27,00	30,00	3,00	51,45	-	51,45	0,51	26,24
В2	11,00	27,00	30,00	3,00	33,00	-	33,00	0,51	16,83
VI	12,60	27,00	30,00	3,00	37,80	-	37,80	0,51	19,28
VII	12,60	27,00	30,00	3,00	37,80	-	37,80	0,51	19,28
4	14,10	27,00	30,00	3,00	42,30	-	42,30	0,51	21,57
Е	6,80	27,00	30,00	3,00	20,40	-	20,40	0,51	10,40
А	7,80	27,00	30,00	3,00	23,40	-	23,40	0,51	11,94
Б	4,20	27,00	30,00	3,00	12,60	-	12,60	0,51	6,43
В	16,20	27,00	30,00	3,00	48,60	-	48,60	0,51	24,79
Д	16,20	27,00	30,00	3,00	48,60	-	48,60	0,51	24,79
Е	4,20	27,00	30,00	3,00	12,60	-	12,60	0,51	6,43
Всього: 187,38 м ³									
Всього об'єм кладки по будівлі : 3221,86 м ³ =1288744 штук									
Всього кладкового розчину по будівлі : 805,47 м ³									

Експлікація виробів заповнення прорізів наведена в таблиці [1.6, 1.7. Специфікація збірних залізобетонних виробів наведена в таблиці 4.2, відомість робіт монолітного бетонування в табл. 4.3.

Таблиця 4.10 – Специфікація збірних залізобетонних виробів

№	Назва елемента	марка	Кількість	Розміри конструкції, мм			Об'єм, м ³		Маса, т	
				L	b	h	На один елемент	На всю будівлю	На один елемент	На всю будівлю
1-й поверх										
1	Марші збк.	1ЛМ 30.12.15	4	3000	1200	1500	0,68	6,12	1,7	15,3
2	Сходові площадки	2ЛП 22-12-4	4	2480	1300	320	0,416	3,74	1,04	9,36
3	Перемичка 1	3ПБ13-37	31	1290	120	220	0,03	0,93	0,085	2,635
4	Перемичка 2	2ПБ13-1	52	1290	120	140	0,02	1,04	0,054	2,8
5	Перемичка 3	5ПБ21-27	13	2070	250	220	0,11	1,43	0,285	3,7
6	Перемичка 4	2ПБ17-2	26	1680	120	140	0,028	0,728	0,071	1,846
7	Перемичка 5	5ПБ25-27	2	2460	250	220	0,135	0,27	0,338	0,676
8	Перемичка 6	2ПБ22-3	4	2200	120	140	0,037	0,147	0,092	0,368
Всього									36,68 т	
Типовий поверх (кільк. пов.9)										
9	Марші збк.	1ЛМ 30.12.15	36	3000	1200	1500	0,68	24,48	1,7	61,20
10	Сходові площадки	2ЛП 22-12-4	36	2480	1300	320	0,416	14,98	1,04	37,44
11	Перемичка 1	3ПБ13-37	245	1290	120	220	0,03	7,35	0,085	20,82
12	Перемичка 2	2ПБ13-1	490	1290	120	140	0,02	9,8	0,054	26,46
13	Перемичка 3	2ПБ21-27	105	2070	250	220	0,11	11,55	0,285	29,93
14	Перемичка 4	2ПБ17-2	210	1680	120	140	0,028	5,88	0,071	14,91
Всього									207,2 т	

Таблиця 4.11 - Відомість робіт монолітного бетонування

№	Найменування елементів (вісь)	Марка бетону	Площа поверхні, м ²	Товщи на виробу, мм	Об'єм елементу, м ³	Кількість	На один елемент, м ³	На всю будівлю, м ³
Перший поверх								
Т	Перекрытия	В20	S=407,06	200	81,412	1	81,412	81,412
К	Перекрытия	В20	S=188,40	200	37,68	1	37,68	37,68
2-9 поверхи								
Т	Перекрытия	В20	S=407,06	200	81,412	8	81,412	651,30
К	Перекрытия	В20	S=188,40	200	37,68	8	37,68	301,44
Технічний поверх								
Т	Перекрытия	В20	S=410,56	200	82,11	1	82,11	82,11
К	Перекрытия	В20	S=200,20	200	40,04	1	40,04	40,04
Всього будівлі, м ³ :							1193,98	

4.2.5 Вказівки по прийманню, складуванню і зберіганню матеріалів і конструкцій

Обов'язково перевіряється наявність документів про якість при прийому будівельних матеріалів, які використовуються для будівництва (паспорт, сертифікат, висновок) та виконується перевірка даних, які представляють результати огляду, виміру, а у випадку сумніву достовірності, з даними лабораторних випробувань [1, 22].

У супровідних документах про якість доставлених матеріалів повинні перевірятися данні про:

- найменування і адресу підприємства - виготовлювача;
- номер і дату видачі документа якості;
- найменування і марку доставленої будівельної продукції;
- число продукції в упаковці (партії);
- дату виготовлення доставлених будівельних матеріалів;
- міцнісні характеристики матеріалів;
- позначення відповідно до ГОСТ або ТУ.

Вимоги до використання будівельних матеріалів:

Цегла та будівельний керамічний камінь, що використовуються для кам'яної кладки, повинні відповідати нормам ДСТУ на данні будівельні вироби. Цегла, яка використовується для мурування стін повина мати прямокутну форму, без сколених кутів та граней. Якість даних будівельних матеріалів перевіряється візуальним оглядом мулярами [1, 24].

Рухливість розчину для кам'яної кладки, повинна бути не менше 7 см. Застосування цегли, керамічного каменя, перемичок і товарного розчину, без представлених документів якості, забороняється.

Цегла розташовується на піддонах, в зоні дії крана рядами із зазором між піддонами 100+120 мм. Через 3-4 ряди піддонів повинен бути прохід шириною 0,7-

1.0 м. Дозволяється складування піддонів з цеглою і каменями штабелями на прокладках, висота штабелю не більше 2-х ярусів [20, 26].

4.2.6 Вказівки з технології виконання робіт

Виконання робіт по зведенню монолітних колон.

До початку робіт необхідно:

- Підготувати комплект щитів до установки:
- Очистити щити від сміття і налиплого цементного розчину.
- Перевірити і прийняти по акту всі конструкції та їх елементи, що закриваються в процесі бетонування.
- Змастити поверхню опалубки емульсією.
- Винести геодезичні ризики розбивки осей колон.
- Підготувати до роботи і перевірити такелажне оснащення, пристосування, інструмент.
- На майданчику укрупненого зібрання скласти опалубку з двох частин.

Розкладка щитів опалубки при бетонуванні колон, місця і вузли кріплення підкосів вказуються в проекті, розробленому власником опалубки. Приведення робіт на ділянках, які не мають надійних огорожень, робочі обов'язково повинні кріпитися страхувальним поясом щоб уникнути падіння з висоти. Мого кріплення в кожному конкретному випадку визначає виробник робіт. Усі наявні прорізи в перекритті мають бути попередньо закриті щитами, закріпленими від зміщення і перекидання.

Роботи, які мають бути виконані до початку:

- До робочої зони бетонування повинні бути розташовані тимчасові дороги і під'їзди для будівельної техніки;
- Влаштоване тимчасове електропостачання та освітлення;
- Доставлені до робочого місця і підготовлені до роботи інвентар, механізми та пристосування;

- Забезпечена придатної для використання горизонтальної поверхні, на якій буде проводитись бетонування;
- Встановлено арматурні стержні та закладні деталі згідно робочих креслень з оформленим актом на приховані роботи;
- Щитова опалубка і засоби для підмоцнення повинні бути встановлені та прийняті майстром.

Організація робочого місця та опис операцій:

– Перебуваючи на будівельному майданчику, бетоняр Б3 слідкує за вивантаженням бетонної суміші з кузова автосамоскиду до поворотного бункера. Після повного вивантаження, він стоячи на стінках бункера очищає кузов автосамоскиду за допомогою лопати з подовженою ручкою.

– Бетоняр Б3 перевіряє стропування поворотного бункера за підйомні петлі. Убезпечившись в надійності стропування, бетоняр відходить у безпечну зону, і за командою машиніст крана подає бункер до місця бетонування.

– Бетоняри Б1 та Б2 приймають бункер з бетоном, призупинивши його спуск на висоті 1 м та відводять його до місця бетонування. Бетоняр 2 підтримує бункер руками заради безпеки, бетоняр 1 відкриває затвор і вивантажує бетон.

У разі потреби бетоняр 1 вмикає вібратор, який встановлено на поворотному бункері. Впевнившись у повному розвантаженні бункера від бетону, бетоняр закриває затвор, накриває тримач рукоятки та подає сигнал машиністу крана для подачі бункера під завантаження.

Підготовка до бетонування.

Бетонна суміш укладається на заздалегіть розчищену та підготовлену підставу, вивірена згідно проектних позначок. Заздалегіть до бетонування опалубка очищається від бруду та сміття, також очищається арматура від іржі. Щілини в опалубці покриваються мастилом (дерев'яна, фанерна, металева), у випадку використання бетонної, з/б, армоцементної опалубки поверхні змочуються. Раніше укладений бетон повинен бути очищений і зволожений або покритий цементним розчином.

Подача і укладання бетонної суміші.

Бетонна суміш укладається горизонтальними шарами рівної товщини (~ 0,3 x 0,5 м) напрямом в один бік усіх шарів без розривів. Влаштування нового шару бетону потрібно виконувати до початку схоплювання бетонної суміші попереднього шару. Верхній рівень укладеного бетону повинен бути на 50-70 мм нижче за верх щитів опалубки.

Нормована висота скидання бетонної суміші приймається за [24]. Щоб заздалегіть уникнути розшарування бетону при більшій висоті скидання, потрібно узвіз її в колони здійснювати за віброжолобом, похилих лотках, що забезпечить повільне сповзання суміші в опалубку.

Дозволяється влаштування бетону без робочих швів за умов:

- Бетонування стін по ярусах, що не перевищує 3 м;
- Бетонування колон перетином більше 0,4 x 0,4 м на висоту до 5м;
- Бетонування колон перетином менше 0,4 x 0,4 м і колон будь-якого перетину з перехресними хомутами на висоту до 2 м.

Якщо висота бетонованих ділянок без робочих швів більша, потрібно влаштовувати перерви для опадання бетонної суміші. Будівельна лабораторія встановлює час перерви для забезпечення опадання укладеного бетону, повинен складати не менше 40 хвилин, але не більше 2 годин.

Під час бетонування та по завершенню потрібно вживати заходи для усунення зчеплення з бетонною сумішшю пробок, опалубки та тимчасових кріплень.

Ущільнення бетонної суміші.

Ущільнення бетону здійснюється за допомогою глибинних вібраторів. Перестановка вібратора не повина перевищувати 1,5 радіуса їх дії. Найбільша товщина укладеного шару бетону не має перевищувати 1,25 довжини робочої частини вібратора, якщо розташування вібратора знаходиться під кутом 35°, то товщина шару повинна бути рівна вертикальній робочій частині вібратора. За рахунок глибини занурення вібратора повинно забезпечуватись його занурення до раніше покладеного шару. В місцях, перешкоджаючи ущільненню бетону вібраторами, за рахунок арматурних стержнів, закладних виробів або опалубки, слід додатково ущільнити бетон штикуванням. Під час ущільнення потрібно

слідкувати, щоб вібратори не стикалися з арматурною сіткою. Спирання вібратора на арматурні стержні, закладні деталі та інші елементи опалубки забороняється.

Витримування і догляд за бетоном.

Для нормального твердіння бетону його потрібно захистити від атмосферних опадів та втрат вологи. Задля зростання міцності потрібно підтримувати температурно-вологісний режим.

Якщо бетонування виконується в зимній період, потрібно виконувати заходи для догляду за бетоном, встановити порядок і терміни їх проведення, виконувати контроль і терміни розпалубки конструкцій, що встановлюється планом виконання робіт (ПВР). Встановлення опалубки верхньої конструкції бетонування та рух людей по бетонованих конструкціях дозволяється якщо міцність бетону досягла не менше 15 кг/см.

Монтаж бетонних та з/б конструкцій потрібно виконувати згідно Будівельних норм і правил та вимог проекту виконання робіт. Технічний рівень монтажу конструкцій, їх надійність та довговічність залежить від якості виконання опалубних, арматурних та бетонних робіт.

Дотримання умов точності на виконання всіх робіт монолітного бетонування напряму пов'язане з підвищенням якості конструкції:

- Геодезичні і монтажні роботи, облік відомих допусків на виготовлення елементів і деталей, що визначають на даному етапі експлуатації оснащення;
- Монтаж арматури і точність фіксації положення робочих стрижнів;
- Пошарове укладання і ущільнення суміші;
- Режимы теплової обробки і витримування бетону.

При веденні робіт з монтажу монолітних конструкцій потрібно дотримуватись точності технологічного процесу зведення елементів і характеристик якості контролю. В залежності від виду конструкцій і впливу відхилень на точність зведення поверхів які розташовані вище призначається точність технологічних процесів при виконанні робіт. Під постійним контролем повинна бути якість опалубних робіт. Через кожні 20 обертів потрібно виконувати контроль інструментальних опалубних систем, через кожні 5 обертів для елементів з

деревини. Критерії які перевіряють при прийманні опалубки та контролю якості: правильність монтажу елементів, геометричну незмінність та жорсткість системи, наскільки щільні щити опалубки та стики сполучення між собою з раніше укладеним бетоном, положення опалубки в залежності від проектних осей конструкції.

Під час процесу бетонування потрібно постійно спостерігати за станом опалубки, підтримуючих елементів і кріплень. Якість монолітної конструкції оцінюється за точністю і незмінністю положення арматурного заповнення, за дотриманням вимог зміни технологічних властивостей укладання бетонної суміші і режимів ущільнення. Відхилення від номінальних геометричних розмірів конструкції перевищує вимоги норм та свідчить про перевищує вимоги норм та свідчить про низький рівень технології згідно аналізу стану точності. При зведенні багатопверхових житлових будинків і споруд, а також в монолітному будівництві слід призначити більш жорсткіші вимоги по допусках. Більш жорсткіші вимоги в першу чергу повині бути пред'явлені технології влаштування усадочних, деформаційних, температурних та осадкових швів. Деформаційні шви виконують матеріалами які мають властивість до легкого деформування: резино-бітумними, бітумнополімерними мастиками, герметиками.

Так як бетонування конструкцій неможливе без технологічних перерв, влаштовуються робочі шви. Вони запобігають переміщенню стикуємих поверхонь відносно один одного і не знижують несучої здатності конструкцій. Робочі шви розташовуються в місцях де найменший вигинає момент або перерізуючу силу. Якщо перерва при бетонуванні сягає більше двох годин, то то відновлюється усадка лише після набору бетоном міцності не менше 1,5 МПа, тому що при меншій міцності подальше укладання може призвести до зміни структури бетону яких був покладених раніше в результаті динамічного впливу вібраторів та інших механізмів. Перед початком нового бетонування очищують поверхню бетону. Робочі шви раніше укладеного бетону очищують від цементної плівки струменем води чи повітря, щітками по металі для кращого зчеплення зі свіже укладеним

бетоном. Після цього раніше укладений бетон покривається цементним розчином товщиною 1,5-3 см, для того щоб заповнити всі нерівності.

Бетонна суміш укладається горизонтальними шарами, також вона повинна щільно прилягати до опалубки, арматури та закладних деталей споруди. Нові шари бетонної суміші укладаються тільки після ущільнення попереднього шару. Для однакового ущільнення потрібно дотримуватись відстані між кожним встановленням вібратора. Товщина бетонованого шару встановлюється в залежності від розрахунку глибини вібраційного опрацювання, що являє собою не більше 1,25 довжини робочої частини вібратора якщо використовується ручне вібрування і до 100 см - якщо навісні вібратори.

При зведенні конструкцій великих габаритів використовується ступеневе бетонування. Тривалість укладання нового шару бетону не повина бути більшою за час схоплення попереднього шару. З врахуванням температурного режиму та характеристик бетонної суміші лабораторія визначає час укладання бетону та перекриття раніше укладених шарів.

При ущільненні шару, що укладається глибинний вібратор повинен проникати на 10-15 см в раніше покладений шар і розріджувати його. Цим досягається більш висока міцність стикового з'єднання шарів. Якщо при зануренні вібратора в раніше покладений шар утворюються незапливаючі виїмки, що свідчить про утворення кристалізаційної структури бетону, то бетонування припиняють і влаштовують робочий шов. Для ритмічної роботи по зведенню монолітних конструкцій потрібно розрахунковий нормокомплект опалубки. Для умов виконання робіт на кількох об'єктах при бетонуванні різнотипних конструкцій комплект опалубки визначають залежно від змінної виробки, співвідношення обсягів бетонованих конструкцій і модулів їх поверхні.

Бетонування перекриттів виконується з використанням переставної опалубки за захватками, після виконання колон до нижньої позначки перекриття. До початку бетонування перекриттів на кожній захватці необхідно:

- передбачити заходи щодо безпечного ведення робіт на висоті; встановити опалубку;

- встановити арматуру, закладні деталі і пустотоутворювачі для проводки;
- всі конструкції та їх елементи, що закриваються в процесі бетонування (підготовлені основи конструкцій, арматура, закладні вироби та інші), а так само правильність установки і закріплення опалубки і підтримуючих її елементів.

Перед бетонуванням поверхню фанерної опалубки слід покрити емульсійною мастилом, а поверхня бетонної, з/бетонної опалубки змочити. Поверхня раніше укладеного бетону очистити від цементної плівки і зволожити або покрити цементним розчином. Захисний шар арматури витримується за допомогою інвентарних пластмасових фіксаторів, що встановлюються в шаховому порядку. Для вивірки верхньої позначки бетонованого перекриття встановлюються просторові фіксатори або застосовують знімні маякові рейки, верх яких повинен відповідати рівню поверхні бетону. Транспортування бетонної суміші на об'єкт виробляється автобетоновозами з вивантаженням бетону в бункера на майданчику прийому бетону. Подача бетонної суміші в конструкцію перекриття виробляється в бункерах об'ємом 2,0 м³ за допомогою баштового крана.

При бетонуванні ходити по заармованому перекриттю дозволяється тільки по щитах з опорами, що спираються безпосередньо на опалубку перекриття. При розвантаженні бетонної суміші з бункера в опалубку перекриття відстань між нижньою кромкою бункера і поверхнею, на якій укладається бетон, повинен бути не більше 1,0 м.

Бетонну суміш слід укладати горизонтально шарами шириною 1.5 - 2м однакової товщини без розривів, з послідовним напрямком укладання в один бік у всіх шарах. Укладання наступного шару бетонної суміші допускається до початку схоплювання бетону попереднього шару. Тривалість перерви між укладанням суміжних шарів бетонної суміші без утворення робочого шва встановлюється будівельною лабораторією. При бетонуванні плоских плит робочі шви за погодженням з проектною організацією влаштовують в будь-якому місці по осі стіни. Поверхня робочого шва повинна бути перпендикулярна поверхні плити, для чого в намічених місцях переривання бетонування ставляться рейки по товщині плити.

Розпалубка конструкцій повинна проводитися у певній послідовності. У багатоповерхових будівлях розпалубка ведеться поповерхово, а в межах поверху окремі конструкції распалублюють в різні терміни. При демонтажі стійки опалубки нищележачого перекриття (1-го поверху) залишаються всі, якщо над ним проводиться бетонування вищележачого перекриття (2-го поверху). Стійки безпеки повинні розташовуватися на відстані не більше 3 м від опор і один від одного. Розпалубка конструкцій повинна проводитися без ударів і поштовхів. Щоб не пошкодити щити опалубки при відриванні від бетону, користуються різного виду ломиком. Відривати щити від бетону за допомогою кранів і лебідок не дозволяється. Після зняття опалубки дрібні раковини на поверхні бетону можна розчистити дротяними щітками, промити струменем води під напором і затерти жирним цементним розчином складу 1:2.

Кладка зовнішніх і внутрішніх несучих стін, а також перегородок повинна виконуватися відповідно до робочих креслень, проекту виробництва робіт і даною технологічною картою. Кладка зовнішніх несучих стін ведеться ланками мулярів "четвірка". Склад ланки, що рекомендується: К¹ - муляр 4- 5 розряду; К² - муляр 3 розряду; К³ - муляр 2 розряду; К⁴ - муляр 2 розряду.

Роботи по цегляній кладці зовнішніх несучих стін виконуються в наступній послідовності:

- розмітка місць влаштування стін, дверних прорізів і закріплення їх на перекритті;
- встановлення рейки - порядівки (при необхідності);
- укладання перемичок і окремих арматурних стрижнів над дверними і віконними прорізами по ходу кладки.

Кладка ведеться до відмітки 1200-1250мм над рівнем перекриття. Після досягнення вказаної відмітки кладка продовжується з шарнірно - панельних риштувань, встановлених на перекритті.

Під час перерв в кладці укладені в конструкцію матеріали і вироби мають бути захищені від атмосферних опадів.

Роботи по кам'яній кладці внутрішніх стін і перегородок виконуються в наступній послідовності:

- розмітка місць влаштування стін і перегородок, дверних прорізів і закріплення їх на перекритті;
- установка рейки - порядівки (при необхідності);
- натягування причалювального шнура;
- подача і розкладання керамічних каменів;
- перемішування, розстилання і розрівнювання розчину кладки;
- укладання керамічних каменів в конструкцію внутрішньої стіни і перегородки;
- перевірка правильності викладеної кладки;
- укладання перемичок над дверними прорізами по ходу кладки.

Вибір комплекту машин та механізмів для виконання робіт.

Основними даними для вибору типу монтажних кранів являються: конфігурація і розміри будівлі, габарити, ступінь укрупнення, маса та розташування елементів, які монтуються, об'єм і задані строки виконання монтажних робіт, умови виконання робіт [26, 28].

Монтажні крани вибирають в залежності від їх вантажопідйомності, вильоту стріли і висоти віднімання гака крана.

Монтажна маса конструкцій розраховується по формулі:

$$Q_M = Q + \sum q \quad (4.1)$$

де: Q – маса конструкції, т; $\sum q$ – сумарна маса монтажних пристосувань (таблиця 4.4).

Таблиця 4.12 – Технічна характеристика вантажопідйомних пристосувань

Назва пристосувань	Використовується для монтажу	Вантажопідйомність, т	Маса, т	Розрахун висота, м
Траверса конструкції «Стальмонтаж»	Баддя з бетонною сумішшю	10	0,904	6,5

Продовження таблиці 4.12

Траверса "Промстальконструкції і"	Для піднімання плит покриття 1,5х6 м	5	0,430	3,25
Строп чотиривітковий	Для монтажу фундаментних балок, сходових площадок, перекриття і покриття	5	0,044	4,5
Строп універсальний чотиривітковий	Сходові марші	4	0,250	4,0

Висота піднімання гака крану для баштових кранів розраховується за формулою:

$$H_M = h + h_z + h_e + h_c \quad (4.2)$$

де h - перевищення опори елемента, який монтується, над рівнем стоянки крана, м; h_z – перевищення нижнього торця елемента, що монтується над рівнем опори, необхідне за умов монтажу для заведення конструкції до місця установлення або перенесення через раніше змонтовані конструкції (не менше 0,5 м), м; h_e - висота монтуемого елемента, м; h_c - висота вантажозахватного пристрою (розрахункова висота, м) [26].

Таблиця 4.13 – Характеристика опалубки

Характеристика	Показник
Вертикальна опалубка серії ProfiFORM	
Гідростатичний тиск бетону на стінки опалубки, кН/м. кв.	90
Прогини щита при навантаженні 80 кН/м. кв, мм	1,5
Матеріал робочої поверхні щита	Фанера вологостійка ламінована
Найбільша відстань між зв'язками, мм	1200
Маса 1 м. кв. щита (щит 1,2х3,15 м без устаткування), кг	44
Кількість циклів формування, (для одної сторони поверхні)	50
Опалубка для формування горизонтальних перекриттів	
Найбільша товщина перекриття, мм	1000
Матеріал робочої поверхні щита	Фанера вологостійка ламінована
Кількість циклів формування, (для одної сторони поверхні)	50

Потрібний виліт стріли крану для багатоповерхових будівель розраховується за формулою:

$$l_{стр} = a / 2 + b + c \quad (4.3)$$

де a - ширина бази крану, м; b - відстань від найближчого колеса до будівлі, м.

c - відстань від центра ваги елемента, який монтується до виступаючої частини будівлі зі сторони крану, м.

Маса бадді з бетонною сумішшю місткістю $2 \text{ м}^3 - 5600 \text{ кг}$;

Визначаємо монтажні характеристики самохідного крану:

1. Визначаємо монтажну масу для підйому бадді з бетоном:

$$Q_M = 5,600 + 0,904 = 6,504 \text{ т}$$

Визначаємо монтажну масу для підйому сходового маршу :

$$Q_M = 1,5 + 0,250 = 1,750 \text{ т}$$

2. Визначаємо монтажну висоту: $H_M = 30,12 + 0,5 + 2,65 + 6,50 = 39,77 \text{ (м)}$;

Визначаємо необхідний виліт стріли крану:

$$l_{стр} = 7,5 / 2 + 2 + 14,50 = 20,25 \text{ (м)}$$

Підбираємо кран: баштовий кран КБ-408.21 (рис. 4.1).

Баштовий кран КБ-408.21 розрахований для механізації будівельних і монтажних робіт у житловому та цивільному будівництві. Має змогу зведення споруд висотою до $72,7 \text{ м}$ і переміщення монтованих елементів масою до 10 т . Баштовий кран КБ-408.21 являє собою будівельний пересувний повноповоротний кран на рейковому ході з поворотною баштою і балочною стрілою з вантажним візком, що забезпечує вертикальне і горизонтальне переміщення будівельних деталей і матеріалів. Виліт стріли - 40 м , висота підйому гака - $54,0 - 72,7 \text{ м}$, опускання - 5 м . При базі $7,5 \text{ м}$ швидкість пересування крана по рейковому шляху - $12,8 \text{ м/хв}$. Монтаж баштового крана здійснюється власними механізмами і за допомогою автомобільного крану.

Характеристики сучасних баштових кранів досягають [26]

Вантажопідйомність, т: 5-25 (до 75)

Виліт, м: 25-40 (до 80)

Висота підйому, м: до 90 для пересувних

швидкості: підйому вантажу, м/хв: 10-100 обертання,

об / хв: 0,2-1,0 пересування крана, м / хв: 10-30.

Визначаємо довжину підкранових шляхів за формулою:

$$L_{пп} = L_{кр} + 2L_{г} + 2L_{туп} = 25 + 7,5 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 0,5 = 36,50 \text{ м}$$

Приймаємо $L_{пп} = 37,50$, що кратно 6,25 м.

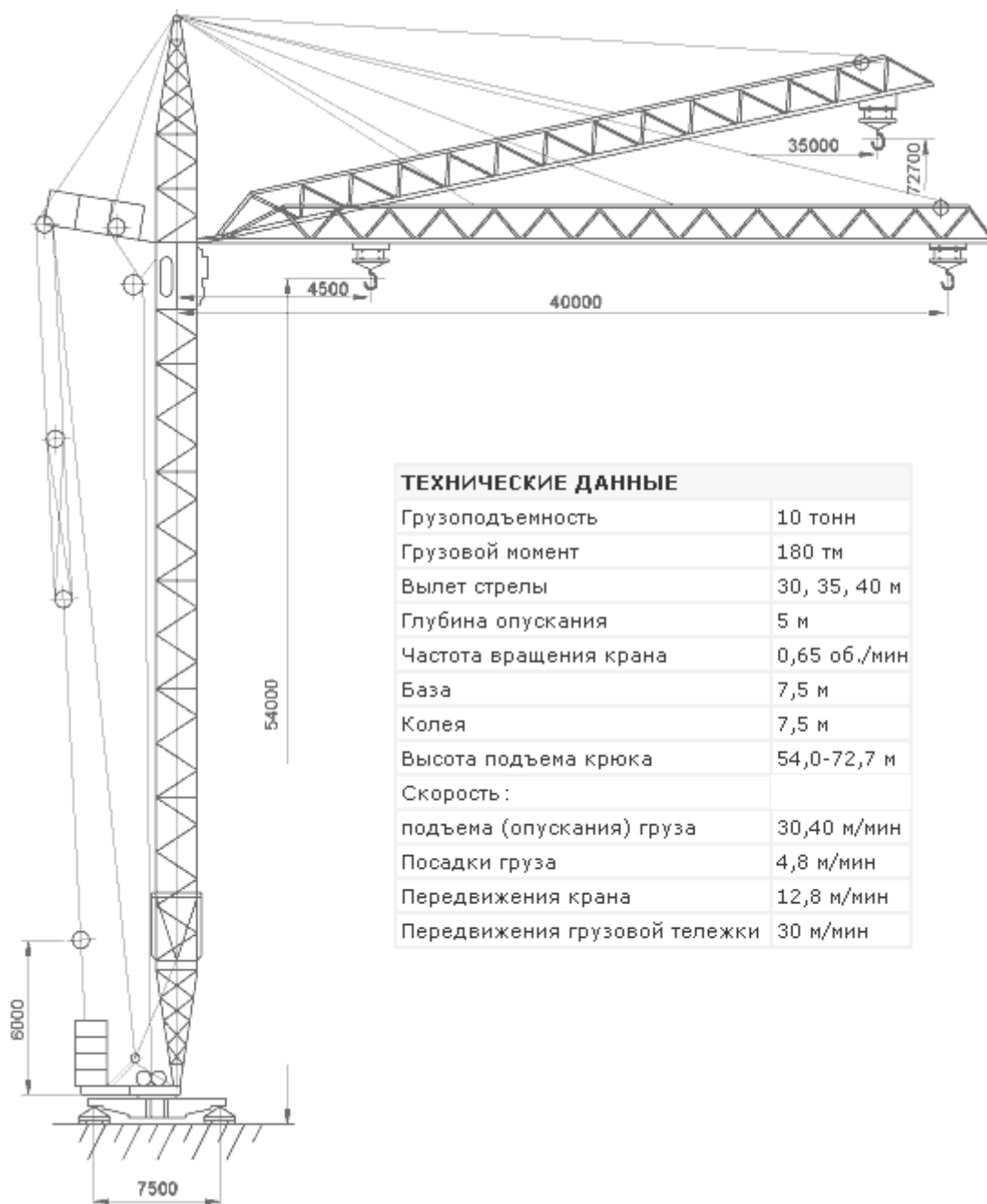


Рисунок 4.1 - Баштовый кран КБ-408.21.

4.2.7 Калькуляція трудовитрат та заробітної плати

Після підрахунку об'ємів робіт по кам'яній кладці, вибору з/б сходових маршів та площадок, перемичок, визначаємо роботи, які виконуватимуться на нашому об'єкті і розраховуємо працевитрати і заробітну плату. Ці показники вираховуємо окремо для кожного виду роботи а також на одиницю і на весь об'єм в цілому. Розрахунок ведемо для кожного поверху будівлі, незалежно від того чи являються вони типовими. Для складання калькуляції використовуємо ДБНи та РЕКНи України, які є чинними в даний період [18, 22, 29, 30].

Технологічні розрахунки складаються по даним калькуляції працевитрат та заробітної плати. Вони слугують основою для побудови графіка руху робітників.

У калькуляції повинні бути визначені працевитрати та заробітна плата робітників на виконання робіт по кожному процесу, а також по всьому комплексу робіт по зведенню будівлі.

Калькуляція працевитрат та заробітної плати складається в табличній формі (див. табл. 4.6 у додатку Д).

4.2.8 Вказівки по забезпеченню безпеки праці і екології

При виконанні робіт по зведенню зовнішніх і внутрішніх стін і перегородок необхідне суворе дотримання вимог заходів безпеки праці, викладених в [20].

Підйом будівельних матеріалів і виробів, переміщення їх на робочі місця повинно здійснюватися із застосуванням вантажозахоплювальних засобів і засобів пакування, що виключають їх падіння і пошкодження.

Робітники, що приймають вантаж на робочих місцях мулярів, мають бути навчені і мати посвідчення стропальника. Між робітниками і машиністом крану має бути налагоджений стійкий радіотелефонний зв'язок.

Забороняється скидати з поверху інструменти, пристрої, робочий інвентар, будівельні матеріали та інші предмети.

До установки столярних виробів всі віконні і дверні прорізи в зовнішніх стінах, що зводяться, мають бути захищені або закриті запобіжними щитами (гратами).

Інструмент, допоміжні пристрої та інвентар, що використовуються, повинні відповідати стандартам (технічним умовам), бути зручними, міцними, безпечними для оточуючих і міститися в справному стані.

Висота кожного ярусу кладки призначається з таким розрахунком, щоб рівень кладки після установки риштувань був не менше ніж на 0,7 м вищим за рівень робочого настилу [20].

Забороняється при веденні кладки ставати на неї ногами, або спиратися ліктем. Використовувані настили мають бути тільки інвентарного виготовлення. Використовувати як засоби підмоцнування піддони, ящики, контейнера, а також інші, не призначені для цих цілей предмети, забороняється.

Зазор між стіною (перегородкою), що зводиться, і робочим настилом не повинен перевищувати 50 мм. Настили робочих риштувань повинні регулярно (не менш 2-х разів в зміну) очищатися від сміття.

Над робочими входами в будівлю мають бути встановлені захисні навіси розміром в плані не менше 2 x 2 м.

Використовувані навісні риштування мають бути тільки інвентарного виконання і піддаватися періодичному огляду.

На ділянках кладки зовнішніх стін, мають бути встановлені зовнішні інвентарні захисні козирки у вигляді настилу на кронштейнах. Кронштейни навішуються на сталеві гаки - хомути, прикріплені до стіни, що зводиться, по ходу її кладки. Допускається застосовувати настил другого ряду з сітчастих матеріалів з чарункою не більше 50 x 50 мм [20, 26].

Бетонування конструкцій будівель і споруд здійснювати з дотриманням вимог ДБН А.3.2-2-2009 „Охорона праці і промислова безпека у будівництві“. Щодня перед початком укладання бетону в опалубку необхідно перевіряти стан тари, опалубки і засобів підмоцнування. Виявлені несправності слід негайно усувати. Перед початком укладання бетонної суміші віброхоботах необхідно перевіряти справність і надійність закріплення всіх ланок віброхоботах між собою і до

страхувального каната. Поворотні бункера (бадді) для бетонної суміші повинні задовольняти ГОСТ 21807-76.

Переміщення завантаженого або порожнього бункера дозволяється тільки при закритому затворі.

При укладанні бетону з цебер або бункера відстань між нижньою кромкою бадді або бункера і раніше укладеним бетоном або поверхнею, на яку укладають бетон, повинно бути не більше 1 м, якщо інші відстані не передбачені проектом виробництва робіт.

Відкривання бункера виконує бетоняр після зупинки стріли крана і перебуваючи не під бункером і стрілою крана. Розвантаження тари на вазі повинна виробляється рівномірно протягом не менше 5 секунд.

Миттєва розвантаження тари на вазі забороняється.

Робітники, які укладають бетонну суміш на поверхні, що мають ухил більше 20, повинні користуватися запобіжними поясами.

При ущільненні бетонної суміші електровібраторами переміщати вібратор за струмоведучі шланги не допускається, а при перервах в роботі і при переході з одного місця на інше електровібратори необхідно вимикати.

Забороняється перехід бетонників по незакріпленним в проектне положення конструкціями засобам підмоцвання, що не мають огороження або страхувального каната.

У кожній зміні повинен бути забезпечений постійний технічний нагляд з боку виконробів, майстрів, бригадирів та інших осіб, відповідальних за безпечне ведення робіт. Стежати за справним станом сходів, підмостків та огорож, а так само за чистотою і достатньої освітленістю робочих місць і проходів до них, наявністю і застосуванням запобіжних поясів і захисних касок.

Бетонувальники, що працюють з вібраторами, зобов'язані пройти медичний огляд, який має повторюватися через кожні 6 місяців.

Жінки до роботи з ручним вібратором не допускаються.

Бетонувальники, що працюють з електрифікованим інструментом, повинні знати заходи захисту від ураження струмом і вміти надати першу допомогу потерпілому.

Перед початком роботи необхідно ретельно перевірити справність вібратора і переконатися в тому, що:

- шланг добре прикріплений і при випадковому його натягу обриву решт обмотки не відбудеться;
- підвідний кабель не має обривів і оголених місць;
- заземлюючий контакт не має пошкоджень;
- вимикач діє справно;
- болти, що забезпечують непроникність кожуха, добре затягнуті;
- з'єднання частин вібратора досить герметичні і обмотка електродвигуна добре захищена від попадання вологи;
- амортизатор на рукоятці вібратора знаходиться в справному стані і відрегульований так, що амплітуда вібрації рукоятки не перевищує норм для ручного інструменту.

До початку роботи корпус електровібратора повинен бути заземлений. Загальна справність електровібратора перевіряється шляхом пробної роботи його в підвішеному стані протягом 1 хв, при цьому не можна робити наголос наконечник у тверду основу.

Для живлення електровібраторів (від розподільного щитка) слід застосовувати чотирижильного шлангові дроти або проводу, укладені в гумову трубку; четверта жила необхідна для заземлення корпусу вібратора, що працює при напрузі 127 або 220 В.

Включати електровібраторів можна тільки за допомогою рубильника, захищеного кожухом або поміщеного в ящик. Якщо ящик металевий, він повинен бути заземлений.

Шлангові проводи необхідно підвішувати, а не прокладати по укладеному бетону.

Тягти вібратор за шланговий провід або кабель при його переміщенні забороняється.

При обриві проводів, що перебувають під напругою, іскрінні контактів і несправності електровібратора слід припинити роботу і негайно повідомити про це майстра або виконавцю робіт.

Робота з вібраторами на приставних сходах, а також на нестійких риштованні, настилах, опалубці і т. п. забороняється.

При роботі з електровібраторами необхідно надягати гумові діелектричні рукавички або боти.

Щоб уникнути падіння вібратора слід прикріпити його до опори конструкції сталевим канатом.

Притискати руками переносний вібратор до поверхні ущільнюваного бетону забороняється; переміщати вібратор вручну під час роботи дозволяється тільки за допомогою гнучких тяг.

При роботі вібратором з гнучким валом необхідно забезпечити пряме напрям валу, в крайньому випадку з невеликими плавними вигинами. Не допускається утворення на валу петель щоб уникнути нещасного випадку.

При тривалій роботі вібратор необхідно через кожні півгодини виключати на п'ять хвилин для охолодження.

Під час дощу вібратори слід вкривати брезентом або прибирати в приміщення.

При перервах у роботі, а також при переходах бетонників з одного місця на інше вібратори необхідно вимикати.

При поливанні бетону або опалубки бетоняр, що працює з вібратором, не повинен допускати попадання на нього води.

При роботі виброплощадки повинен бути забезпечений ретельний нагляд за станом кінцевих вимикачів і за пристроєм для підйому віброщита. Особливу увагу необхідно звертати на надійну роботу замку затвора траверси в верхньому положенні.

Для зменшення шуму при роботі віброагрегата необхідно кріпити форми до віброуючим машинам і систематично перевіряти щільність всіх кріплень.

Спускатися в прямок віброплощадки під час її роботи не дозволяється.

Стояти на формі або на бетонованою суміші при її ущільненні, а також на віброплощадці, вібровкладишах або на рамі формувальної машини при їх роботі забороняється.

По закінченні роботи вібратори і шлангові проводи слід очистити від бетонної суміші і бруду, насухо витерти і здати в комору, причому дроти треба скласти в бухти. Очистку вібратора можна робити тільки після відключення його від мережі. Обмивати вібратори водою забороняється.

4.2.9 Вказівки по забезпеченню якості

Контроль якості робіт по цегляній кладці зовнішніх і внутрішніх стін і перегородок включає:

- приймання передуючих цегляній кладці раніше виконаних монтажних робіт;
- контроль якості використовуваних для кладки і монтованих перемичок будівельних матеріалів і виробів;
- контроль виробничих операцій, пов'язаних з виробництвом кам'яних робіт і укладання перемичок над прорізами;
- приймальний контроль виконаних кам'яних робіт з оформленням актів огляду прихованих робіт.

Приймання раніше виконаних робіт, що передували зведенню зовнішніх і внутрішніх несучих стін і перегородок, проводити відповідно до вимог [6] і робочих креслень проекту.

Контроль виробничих операцій здійснювати по схемі операційного контролю якості кам'яних робіт і робіт по монтажу перемичок над віконними і дверними прорізами стін і перегородок. Схема операційного контролю якості приводиться в

таблиці 4.7. Приймання готових кам'яних конструкцій проводити відповідно до вимог [18] до штукатурки їх поверхонь (таблиця 4.7).

Допустимі відхилення поверхні покриття від площини при перевірці контрольної двометрової рейкою не повинні перевищувати для:

- Асфальтобетонних покриттів 6 мм;
- Цементно-бетонних, цементно-піщаних та інших видів бетонних покриттів 4 мм;
- Від заданого ухилу покриттів 0,2% відповідного розміру приміщення, але не більше 50 мм;
- По товщині покриття - не більше 10% від проектної.
- Уступи між покриттями і елементами облямівки підлоги не більше 2 мм.

Таблиця 4.14 – Контроль якості виконання робіт

Контрольовані операції	Вимоги і допуски	Способи і засоби контролю	Хто і коли контролює
1.Кладка несучих стін і перегородок			
1.1.Відхилення поверхні стін і кутів від вертикалі	10мм	Вимірюванням. Через 0,5+0,6 м по висоті. Прямовис.	Майстер в процесі і після кладки.
1.2.Відхилення по ширині віконних і дверних прорізів	+15мм	Вимірюванням. По ходу виконання робіт. Рулетка, метр.	Майстер в процесі кладки
1.3. Нерівності на вертикальній поверхні кладки	5мм	Вимірюванням. 2-х метрова рейка	Майстер в процесі кладки
1.4.Відхилення окремих лав кладки від горизонталі	15мм	Вимірюванням. Рівень, сталевий метр	Майстер в процесі кладки
1.5.Товщина горизонтальних швів	12мм	Вимірюванням. Сталевий метр.	Майстер в процесі кладки
1.6.Відхилення по ширині простінків	- 15мм	Вимірюванням. Рулетка.	Майстер в процесі кладки
1.7.Зміщення від планового положення розбивочних осей	10мм	Вимірюванням. Рулетка.	Виконроб
1.8.Перев'язка вертикальних швів газобетонних блоків торцевих стін	S блоку	Вимірюванням. Сталевий метр	Майстер в процесі кладки
1.9.Відхилення висотних відміток низу віконних і дверних прорізів	+10мм	Вимірюванням. Нівелір, рейка, рівень.	Виконроб

Продовження таблиці 4.14

2. Влаштування перемичок над прорізами 2.1 Відхилення висотних відміток низу опорних поверхонь перемичок.	-10мм	Вимірюванням. Сталевий метр.	Майстер в процесі робіт
2.2. Відхилення від горизонталі укладених перемичок	10мм	Вимірюванням. Сталевий метр.	Майстер в процесі робіт.
2.2 Відхилення від симетричності (половина різниці глибини обпирання кінців перемичок)	6мм	Вимірюванням. Сталевий метр.	Майстер в процесі і по закінченню робіт.

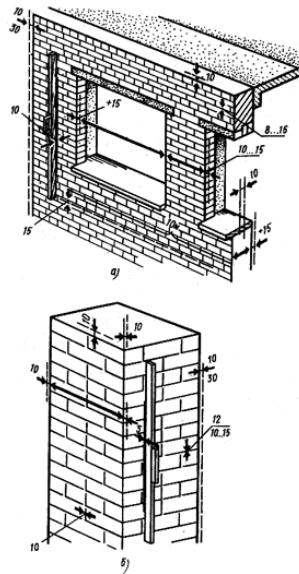


Рисунок 4.2 - Відхилення, що допускаються, при цегляній кладці (показані пунктирними лініями): а - стін, б – стовпів

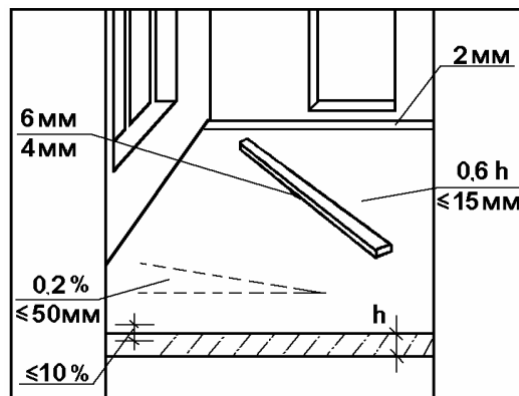


Рисунок 4.3 - Відхилення, що допускаються, при бетонуванні перекриття.

Максимальна крупність щебеню та гравію для бетонних покриттів не повинна перевищувати 15 мм і 0,6 товщини покриттів (h).

При перевірці зчеплення монолітних покриттів з нижчого рівня елементами статі простукуванням не повинно бути зміни характеру звучання.

Таблиця 4.15 – Допустимі відхилення від проектного положення збірних сходових маршів і площадок, мм.

Відхилення позначки верху сходової площадки від проектної	5
Відхилення площадок від горизонталі	5
Різниця між позначками верхньої поверхні суміжних сідців	3
Відхилення від горизонталі проступів сходового маршу	5

4.2.10 Матеріально-технічні ресурси, оснащення і устаткування

Набір нормокомплекту опалубки слід проводити з урахуванням: технічних засобів доставки сумішей, внутрішньобудівельного транспорту; засобів подачі; укладання й ущільнення; методів теплової обробки та догляду за бетоном. Організація бетонних робіт повинна передбачати повну забезпеченість комплексних бригад нормокомплект, що включають обладнання, механізований інструмент, інвентар і пристосування.

Загальна потреба в основних матеріалах, výroбах і напівфабрикатах представлена в таблиці 4.16.

Таблиця 4.16 - Будівельні матеріали, výroби і конструкції

Найменування	Одиниця виміру	Кількість
1	2	3
Цвяхи оцинковані будівельні	т	0,00115
Портландцемент напружнювальний, марка 400	т	5,06662
Наповнювач ІМ-2201	т	5,06662
Шлам ЩТА	т	1,12592
Лісоматеріали круглі хвойних порід для будівництва, довжина 3-6,5 м, діаметр 14-24 см	м3	6,0888

Продовження таблиці 4.16

Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, II сорт	м3	3,4744
Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, III сорт	м3	4,33456
Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 19,22 мм, III сорт	м3	8,9096
Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 25 мм, III сорт	м3	25,01665
Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 32,40 мм, III сорт	м3	29,66408
Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 44 мм і більше, III сорт	м3	0,41328
Дошки необрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, усі ширини, товщина 25 мм, III сорт	м3	0,03298
Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 2-3,75 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, III сорт	м3	0,3402
Паркет мозаїчний з деревини дуба, ясеня, ільма, клена	м2	2372,928
Дошки дубові, сорт II	м3	0,85171
Фіксатор пластмасовий одинарний із заціпкою діам. 16x2 мм	шт	59658,18
Плити теплоізоляційні із мінеральної вати на синтетичному зв'язувальному, марка М75	м3	247,919
Щити опалубки, ширина 300-750 мм, товщина 25 мм	м2	872,66981
Опалубка розбірна із щитів, ширина 2000 мм, товщина 40 мм	м2	55,3923
Дерев'яні деталі рихтувань	м3	0,093564
Стояки інвентарні дерево-металеві розсувні	шт	7,709538
Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А-III, діаметр 10 мм	т	36,66
Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А-III, діаметр 14 мм	т	100,39
Гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А-III, діаметр 16-18 мм	т	47,3355
Дріт біметалевий сталемідний, марка БСМ-1, діаметр 2,8 мм	т	0,000039
З'єднувачі овальні сталеві, марка СОС-25-1а	шт	0,3276
Палі квадратного та прямокутного перерізу суцільні та з круглою порожниною, довжина до 8 м, периметр боків до 800 мм	м	127,0608
Палі квадратного та прямокутного перерізу суцільні та з круглою порожниною, довжина 9-12 м, периметр боків 1201-1400 мм	м	13,1401
Щебінь із природного каменю для будівельних робіт, фракція 70-120 мм, марка М600	м3	16,5528
Щебінь із природного каменю для будівельних робіт, фракція 40-70 мм, марка М400	м3	0,00476
Щебінь із природного каменю для будівельних робіт, фракція 5[3]-10 мм, марка М200-300	м3	109,9368
Щебінь із природного каменю для будівельних робіт, фракція 10-20 мм, марка М200-300	м3	54,9684
Продовження табл. 4.8		
Щебінь із природного каменю для будівельних робіт, фракція 40-70 мм, марка М200-300	м3	610,76

Продовження таблиці 4.16

Гравій для будівельних робіт, фракція 5[3]-10 мм, марка ДР8	м3	6,79776
Гравій для будівельних робіт, фракція 5-20 мм, марка ДР8	м3	905,0992
Пісок природний, збагачений	м3	595,46
Щебінь декоративний із природного каменю, фракція 5-10 мм	т	1,1286
Цегла керамічна одинарна повнотіла, розміри 250x120x65 мм, марка М100	1000шт	1078,61964
Цегла керамічна одинарна повнотіла, розміри 250x120x65 мм, марка М100	1000шт	74,952
Суміші жаростійкі бетонні готові важкі, клас бетону В20 [М-250], крупність заповнювача більше 40 мм, марка за морозостійкістю 150	м3	1313,07
Суміші жаростійкі бетонні готові важкі, клас бетону В20 [М-250], крупність заповнювача більше 40 мм, марка за морозостійкістю 200	м3	121,4718
Суміші жаростійкі бетонні готові важкі, клас бетону В22,5 [М-300], крупність заповнювача 40-70 мм, марка за водонепроникністю 0,4 МПа, сульфатостійкі	м3	43,146
Суміші жаростійкі бетонні готові важкі, клас бетону В10 [М150], крупність заповнювача більше 10 до 20 мм	м3	2,7761
Розчин жаростійкий готовий кладковий важкий цементний, марка М25	м3	1,77
Розчин жаростійкий готовий кладковий важкий цементний, марка М100	м3	10,0901
Розчин жаростійкий готовий кладковий важкий цементно-вапняковий, марка М50	м3	739,3978
Розчин жаростійкий готовий кладковий важкий цементно-вапняковий, марка М75	м3	0,1134
Перемички з/б марки 2ПБ13-1 серія 1.038.1-1 вип.1	шт	594
Перемички з/б марки 2ПБ17-2 серія 1.038.1-1 вип.1	шт	262
Перемички з/б марки 2ПБ22-3 серія 1.038.1-1 вип.1	шт	8
Перемички з/б марки 3ПБ13-37-П серія 1.038.1-1 вип.1	шт	307
Перемички з/б марки 5ПБ21-27-А серія 1.038.1-1 вип.1	шт	131
Перемички з/б марки 5ПБ25-27 серія 1.038.1-1 вип.1	шт	4
Сходові марші залізобетонні марки 1ЛМ27.12.14-4 серія 1.151.1-6 вип.1,2	шт	32
Сходові площадки залізобетонні марки 2ЛП25.18-4-К серія 1.152.1-8 вип.1	шт	32

Загальна потреба в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі і пристосуваннях для бригад мулярів приведена в таблиці 4.17.

Таблиця 4.17 - Потреба в основних машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі

Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Поточна ціна за одиницю
Автомобілі бортові, вантажопідйомність 5 т	маш-год	1981,9138	76,83
Крани баштові, вантажопідйомність 8 т	маш-год	2946,2189	99,12

Продовження таблиці 4.17

Автовантажувачі, вантажопідйомність 5 т	маш-год	37,55372	86,41
Підіймачі щоглові будівельні, вантажопідйомність 0,5 т	маш-год	32,44472	27,06
Установка для зварювання ручного дугового [постійного струму]	маш-год	140,3068	7,85
Лебідки електричні, тягове зусилля до 5,79 кН [0,59 т]	маш-год	473,1314	
Бадді, місткість 2 м ³	маш-год	957,9156	
Вібратори для усіх видів будівництва, крім гідротехнічного	маш-год	708,9494	

Таблиця 4.18 – Технологічний комплект для кладки з цегли та виконання супроводжуючих монтажних робіт (бригада 12 чол.)

Назва	Тип, марка, індекс	Кількість в комплексі, штук
1	2	3
Засоби механізації і механізований інструмент		
Агрегат для приймання та перемішування розчину	–	1
Візок на пневмоколісному ході місткістю 0,12 м ³		2
Майстерня інструментальна пересувна	ПРИМ-2	1
Ручний і вимірювальний інструмент		
Шаблон для закладання санвузлів	–	1
Електродотримач	–	1
Рейка - порядівка	–	10
Молоток - кулачок	МКУ-2	2
Молоток - кірочка	МКУ-2	10
Шаблон для встановлення сходових маршів	–	1
Ножиці для різання арматури	–	1
Конопатка стальна	К-50	2
Лопата для розчинів	ЛР	16
Ящик монтажний	ЛМ-24	3
Лопата для копання прямокутна	ЛКП	10
Кельма	КБ	24
Розшивки стальні	РВ1 і РВ2	10
Сокира будівельна	А2	2
Ножівка столярна	–	2
Стояк для тимчасового кріплення балконних плит	–	6
Буйок з шабруванням	–	2
Домкрат для піднімання перегородок на перекриття	–	2
Захоплювач для монтажу сходових маршів і площадок	–	2
Скребок	–	4
Рейка з виском і ампулою	–	1
Рейка контрольна завдовжки 2 м	–	6
Шаблон розсувний для розмічування прорізів	–	2
Шнур для розмічування корпусів	–	4

Продовження таблиці 4.18

Висок сталевий будівельний	ОТ-600	5
Рівень будівельний	УСЗ-500	2
Кутник для кам'яних робіт	–	2
Правило дюралюмінієве	–	10
Рулетка металева вимірювальна	ЗПКЗ-20АУТ/1	1
Метр складний металевий	–	10
Шнур причальний завдовжки 15-30 м	–	8
Щиток захисний для електрозварника	–	1
Інвентар і засоби індивідуального захисту		
Захоплювач для чотирьох піддонів з цеглою	–	1
Бункер з секторним захоплювачем для подачі розчину місткістю 1 м ³		1
Захоплювач	Б-9	1
Будка монтажників	–	1
Світильник телескопічний	–	12
Ємність для зволоження пакетів з цеглою	–	1
Контейнер для будівельного сміття місткістю 1 м ³		2
Ящик для розчину місткістю 0,27 м ³	–	14
Контейнер для зберігання інструменту		1
Пенал для електродів	–	1
Відро місткістю 8-10 л	–	10
Риштування	ППУ-4а	16
Риштування двовисотні	–	16
Риштування для кладки лоджій	–	4
Риштування для кладки сходових кліток	–	2
Риштування для кладки санвузлів	–	2
Вимірювальний лавсановий пристрій для цегляного будинку		комплект 1
Огорожа для шахт ліфта	–	9
Продовження табл. 4.10		
Огорожа для сходових маршів і площадок		комплект 6
Фаловий страховий пристрій	–	1
Драбина для піднімання на поверхи	–	12
Стіл монтажника	–	2
Каска будівельника	–	24
Пояс запобіжний	–	4
Окуляри захисні	ЗП1-90	2
Прапорець сигнальний	–	2
Аптечка універсальна	–	1

4.2.11 Техніко-економічні показники

Розрахунок ТЕП календарного графіку і графіку руху робітників [26].

Оцінка графіку руху робітників:

1). Середня кількість робітників

$$R_{сер} = \frac{Q_{заг}}{T_{заг}} = \frac{5568}{247.5} = 22(\text{люди}),$$

де $Q_{заг}$ – сумарні трудовтрати по графіку при послідовному виконанні робіт, ЛЮД-ДН;

$T_{заг}$ – загальна тривалість робіт на об'єкті, дні

2). Коефіцієнт нерівномірності руху робітників

$$\alpha_1 = \frac{R_{сер}}{R_{мак}} = \frac{22}{24} = 0,92 \Rightarrow 1,$$

де $R_{мак}$ – максимальна кількість робітників, які працюють на будівництві об'єкту.

3). Коефіцієнт нерівномірності потоку по трудоватратам

$$\alpha_3 = \frac{Q_{зайве}}{Q_{заг}} = \frac{256}{5568} = 0,046 \Rightarrow 0,$$

де $Q_{зайве}$ – трудовтрати по графіку вище $R_{сер}$.

4). Коефіцієнт нерівномірності потоку в часі

$$\alpha_2 = \frac{T_{стале}}{T_{заг}} = \frac{154,5}{247,5} = 0,62 \Rightarrow 1,$$

де $T_{стале}$ – тривалість робіт (в днях) на графіку, коли працює робочих $R_{сер}$ та більше.

Загальна трудомісткість:

$$T_{фак} = 5568 \text{ (ЛЮД-ЗМ)};$$

Тривалість виконання робіт:

$$T_{заг} = 247,5 \text{ (днів)};$$

Виробіток для цегляної кладки:

$$B = \Sigma V / T_{ф}$$

$$B = 3225,6 / 3072 = 1,05 \text{ (м}^3\text{/ЛЮД-ЗМ)};$$

Для монолітних конструкцій:

$$B = 1194 / 1860 = 0,64 \text{ (м}^3\text{/ЛЮД-ЗМ)}.$$

4.3 Висновки за розділом 4

Під час розробки технічної частини магістерської кваліфікаційної роботи розроблені основні архітектурно-будівельні рішення дев'ятиповерхового житлового будинку в м. Вінниця, що включає зведення торцевої секції на 36 квартир та кутової секції на 18 квартир. Закріплені та розширені теоретичні знання, отримані практичні навички, використані сучасні обчислювальні машини та комп'ютерна техніка для рішення інженерних задач, поєднання основних принципів розрахунку та проектування інженерних споруд з комплексним рішенням розроблених архітектурно будівельних та техніко-економічних задач.

Впроваджено використання жаростійкого змішаного в'язучого у розчин для кладки зовнішніх та внутрішніх цегляних стін та при монолітному бетонування перекриттів.

При проектуванні об'єкту використовувались прогресивні технології, енергозберігаючі проектні рішення, сучасні будівельні матеріали. Архітектурно-планувальні рішення враховують вимоги чинних нормативних документів, що забезпечують функціональне призначення та протипожежну безпеку.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У розділі з охорони праці магістерської дипломної роботи стосовно впровадження жаростійких в'язучих та бетонів із застосуванням високо глиноземних шламових відходів в житлових будівлях розглянуті заходи зі створення належних умов праці: дотримання санітарно-гігієнічних норм праці, правил промислової безпеки та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Особливу увагу на об'єктах будівництва потрібно приділяти електробезпеці, отже, всі металеві неструмопровідні частини (корпуса електродвигунів, шаф, світильників, тощо), які можуть опинитися під напругою в наслідок пошкодження ізоляції, заземлюються шляхом приєднання до нульового захисного проводу живлячої мережі.

Отже, на будівельно-монтажний персонал, що здійснює бетонні роботи із застосуванням високо глиноземних шламових відходів в житлових будівлях, впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [1, 2].

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо).

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, переважно аерозолі фіброгенної дії (пил від цементу та наповнювачів).

Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Під час приготування, подавання, укладання і догляду за бетоном, заготовлення, монтажу арматури, а також монтажу та демонтажу опалубки повинні бути вжиті заходи із запобігання впливу на працюючих перерахованих вище небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Безпека виконання бетонних робіт повинна бути забезпечена відповідно до вимог проектно-технологічної документації (ПОБ, ПВР тощо). Одночасно необхідно визначити:

небезпечні зони та засоби їх позначення (огорожі);

безпечні засоби механізації для приготування, транспортування, подавання та укладання бетону;

несучу здатність, міцність та стійкість опалубки, послідовність її монтажу та демонтажу;

послідовність монтажу арматури;

заходи та засоби забезпечення безпеки робочих місць на висоті;

заходи та засоби безпеки праці під час догляду за бетоном у теплу та холодну пори року.

Робочі місця необхідно влаштовувати відповідно до вимог норм охорони праці на об'єктах будівництва [3]. Під час бетонування перекриттів опалубку необхідно огородити вздовж всього периметру. Всі отвори в робочій підлозі опалубки повинні бути закриті щитами. Якщо необхідно, щоб отвори були постійно відкритими, вони повинні бути закриті ґратами.

Місця розташування опор стояків опалубки перекриттів повинні бути огорожені та позначені заборонними знаками безпеки з пояснювальними написами. Вхід (прохід) під час виконання бетонних робіт в (через) цю зону заборонено. Перед монтажем збірної опалубки стін, колон, пілонів, що розташовані на краю перекриття, ригелів, склепінь у випадках, коли монтажник під час виконання робіт перебуває не на робочій підлозі опалубки, повинні бути улаштовані робочі настили завширшки не менше ніж 0,8 м із захисними суцільними огорожами, конструкція яких повинна бути розрахована на можливі

технологічні навантаження і бути визначена у ПВР.

Після зняття частини ковзної опалубки та підвісних риштувань торцеві сторони опалубки необхідно огородити. Для захисту працівників, що виконують роботи на підвісних риштуваннях, від предметів, що можуть падати зверху, по зовнішньому периметру ковзної опалубки повинні бути обладнані козирки шириною не менше ніж ширина риштувань.

На ділянках натягання арматури в місцях, де можуть проходити люди, повинна бути встановлена захисна огорожа висотою не менше ніж 1,8 м. Пристрої для натягування арматури повинні бути обладнані сигналізацією, що приводиться у дію під час включення приводу натяжного пристрою.

Заготівлю та складання укрупнених арматурних каркасів необхідно виконувати у спеціально призначених для цього місцях. Під час застосування бетонних сумішей з хімічними добавками необхідно використовувати захисні рукавички й окуляри.

Перед початком бетонних робіт керівник зобов'язаний:

перевірити стійкість, міцність, справність риштувань, конструкцій опалубки, огорож робочих горизонтів;

перевірити справність тари, бункерів, бетононасосів, маніпуляторів;

забезпечити працівників необхідними засобами індивідуального захисту.

Під час заготівлі арматури необхідно:

огороджувати місця, призначені для розмотування бухт (мотків) і виправлення арматури;

під час різання верстатами стрижнів арматури на відрізки довжиною менше ніж 30 см застосовувати пристрої, що запобігають їх розлітання;

огороджувати робоче місце під час обробки стрижнів арматури, що виступають за габарити верстака, а у разі використання двобічних верстаків, крім цього, розділяти верстак посередині поздовжньою металевою запобіжною сіткою висотою не менше ніж 1 м;

складати заготовлену арматуру в спеціально відведені для цього місця;

закривати щитами торцеві частини стрижнів арматури в місцях загальних

проходів, які повинні бути завширшки не менше ніж 1,0 м.

Стропування арматурних стрижнів або каркасів під час переміщення їх вантажопідіймальними кранами повинні здійснювати стропальники. Складати арматурні каркаси вертикальних конструкцій (колон, стінової огорожі тощо) необхідно з робочих настилів шириною не менше ніж 0,8 м, що мають захисну огорожу. Відстань між настилами по висоті повинна бути не більше ніж 2,0 м.

Під час виконання робіт на висоті робоче місце арматурника повинно бути огорожене. Якщо неможливо встановити огорожу, а також якщо нахил робочої поверхні більше ніж 20° , працівники повинні користуватись запобіжними поясами і страхувальними канатами, місця закріплення яких визначаються у технологічних картах.

Опалубка для зведення вертикальних елементів будівель і споруд повинна бути жорстко закріплена на робочому горизонті. Опалубка повинна бути облаштована елементами (площадки, драбини тощо), використання яких забезпечує безпечне піднімання працівників на позначки робочих місць.

Методи захисту від падіння з висоти працівників, елементів опалубки під час її улаштування та розбирання повинні бути передбачені в технологічних картах на виконання бетонних робіт.

Під час пересування секцій ковзної опалубки та пересувних риштувань повинні бути вжиті заходи, що забезпечують безпеку працюючих. Особам, що не беруть участі у цій операції, перебувати на секціях опалубки чи на риштуваннях забороняється.

Під час розроблення ПВР на зведення об'єктів будівництва з використанням системних опалубок необхідно визначити технологічну послідовність робіт, під час якої безпечність виконання робіт була б забезпечена на всіх етапах реалізації проекту. Системна опалубка, що використовується (придбана або орендована) будівельною організацією, повинна експлуатуватися відповідно до інструкції з експлуатації організації-виробника опалубки. Інструкція повинна бути адаптована до умов праці організації-користувача. Без інструкції з експлуатації виробника опалубки її використання заборонено.

Системну опалубку необхідно встановлювати відповідно до технологічних карт зведення залізобетонних конструкцій. Розкладання несучих та формувальних елементів горизонтальної опалубки необхідно здійснювати з перекриття поверху, розташованого нижче, за допомогою спеціальних пристосувань та засобів підмоцвання. Розкладання елементів горизонтальної опалубки необхідно виконувати із застосуванням засобів індивідуального захисту – поясів та страхувальних канатів. Можливість вільного руху працівників та/або в разі втрати працівником стійкості його переміщення у просторі не повинно бути нижче рівня робочого горизонту.

Під час спорудження будівель і споруд каркасно-монолітним методом із використанням дрібноштучної (системної) опалубки робочі горизонти повинні бути огорожені інвентарною огорожею:

під час зведення будівель (споруд) висотою до 20 м (або до 7 поверхів) – інвентарними захисними огорожами, що розміщуються по периметру горизонтальної опалубки та поверхів будівлі (споруди);

під час зведення будівель (споруд) висотою більше ніж 20 м (або більше 7 поверхів) – вертикальними сітчастими або суцільними системами, які захищають останніх три поверхи (включно з поверхом робочого горизонту);

понад 16 поверхів – вертикальними суцільними захисними огорожувальними системами, які захищають останніх три поверхи (включно з поверхом робочого горизонту).

Демонтаж системної опалубки необхідно виконувати після забезпечення надійної стійкості елементів опалубки для запобігання їх падінню під час демонтажу. Після розбирання системної опалубки ушкоджені елементи опалубки необхідно вилучити з подальшого використання. Норми відбракування цих елементів повинні визначатись в інструкції з експлуатації опалубки.

Прорізи шахт ліфтів, сходових кліток повинні бути накриті щитами, розрахунок і конструкція яких зазначаються в ПВР.

Складають дрібні елементи системної опалубки в контейнерах і пакетах, що переміщуються по перекриттях у вантажних візках. Подавання елементів опалубки

на наступний поверх у контейнерах і пакетах здійснюють з використанням виносних площадок.

5.1.2 Електробезпека

Живлення силового будівельного обладнання та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В).

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з виконанням робіт на відкритому повітрі. Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [4, 5]:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно:

- розміщувати неізолювані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах;
- використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки;
 - підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні закритих приміщень [6] встановлюють допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення Температура повітря, °С для відкритих територій в холодну пору року, в неопалюваних та охолоджених приміщеннях – 10 °С.

Таблиця 5.1 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт IIa

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °С	W, %	V, м/с
Теплий	Середньої важкості IIa	18-27	65 при 26°С	0,2-0,4
Холодний		17-23	До 75%	не більше 0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено [7]:

1. Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої

зони і зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні допустимих параметрів мікроклімату не повинні бути більше ніж на 2°C за діапазон норм.

2. Якщо температура поверхонь вище або нижче допустимої температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше їм.

3. Для забезпечення нормованих значень руху кисню проектом передбачається витяжна та припливна вентиляційні системи.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

В умовах даного виробництва в цехах можливим забруднювачем являється нетоксичний пил [6].

Таблиця 5.2 – Концентрація шкідливих речовин в повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимальна разова	Середня добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для видалення шкідливих домішок з повітря у виробничих приміщеннях проектом передбачено застосування вентиляції і кондиціонування повітря [7].

Природню аерацію в теплу пору року можна регулювати за допомогою фрамуг, які встановлюються у віконних пройомах і через витяжні ліхтарі, які встановлюються на даху приміщення – це безканална вентиляція. Більш активна вентиляція забезпечується пристроєм вентиляційних каналів, які споруджуються у стінах приміщення. При цьому для підсилення швидкості руху повітря на виході теплого повітря зовні, а саме на трубі, яка розташовується на даху будівлі, встановлюють спеціальні камери-патрубки.

Природна вентиляція не передбачає підігрів та зволоження повітря, яке поступає у приміщення, і очистка від пилу повітря, яке видаляється на зовні, тому для досягнення максимального рівня вентиляції ще використовують механічну вентиляцію.

5.2.3 Виробниче освітлення

Вплив світла на життєдіяльність людини вивчений досить добре. Воно впливає не лише на функцію зору, а й на діяльність організму в цілому: посилюється обмін

речовин, збільшується поглинання кисню і виділення вуглекислого газу. Відомий сприятливий вплив природного освітлення на скелетну мускулатуру. Недостатня або надмірна освітленість, нерівномірність освітлення в полі зору втомлює очі, призводить до зниження продуктивності праці; при цьому зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Раціональне освітлення – один з основних факторів створення сприятливих робочих умов праці. Недостатнє освітлення викликає передчасне стомлення працюючих, знижує продуктивність праці, може стати причиною нещасного випадку.

У приміщенні використовується штучне та природне освітлення.

Система штучного освітлення – комбінована, оскільки поряд із загальним освітленням (тип джерела освітлення – лампи світлодіодні) використовуються індивідуальні джерела світла (настільні світильники з лампами світлодіодними).

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО при природному та суміщеному освітленні (відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [8], характеристика зорової роботи – малої точності, розряд зорової роботи – V, підрозряд – в) зазначені у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Малої точності	Від 1,0 до 5,0 включно	V	в	малий середній великий	світлий середній темний	-	200	1	0,6

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі.

В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами: високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів). Разом з тим необхідно врахувати і недоліки цих ламп: висока пульсація світлого потоку та пов'язана з цим можливість стробоскопічного ефекту; для запалювання та горіння лампи необхідно включення послідовно з ним пускорегулюючих апаратів; працездатність ламп залежить від температури оточуючого середовища, до кінця часу роботи світловий потік зменшується більш ніж на половину від номінального.

Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості.

5.2.4 Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки» [9].

Основні параметри виробничого шуму на постійних робочих місцях в промислових приміщеннях наведені у таблиці 5.4.

Шум порушує нормальну роботу шлунка, особливо впливає на центральну нервову систему. Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Таблиця 5.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту – «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі.
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

5.2.5 Виробнича вібрація

Вібрація відноситься до факторів, які мають велику біологічну активність. Як загальна, так і локальна вібрація несприятливо впливає на організм людини, викликає зміну у функціональному стані вестибулярного апарату, центральної нервової, серцево-судинної систем, погіршує самопочуття та може призвести до розвитку професійних захворювань.

На об'єкті будівництва присутня вібрація типу – За [10]. Тобто технологічна вібрація, яка діє на персонал, або яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання.

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		$m \cdot c^{-2}$	ДБ	$m \cdot c^{-2} \cdot 10^{-2}$	ДБ
Загальна	Zo, Yo, Xo	0,1	100	0,2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено:

- динамічне погашення вібрації - приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи;
- зміна конструктивних елементів машин;
- застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

5.2.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої Наказом Міністерства охорони здоров'я № 528 від 27 грудня 2001 року.

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Періодичне перебування в незручній та/або фіксованій позі до 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (навпочіпки, на колінах і т. ін.) від 10% до 25% часу зміни; знаходження в позі стоячи від 60% до 80% часу зміни.

Сумарна маса вантажів, що переміщуються протягом кожної години зміни: з робочої поверхні (чоловіки): до 1500

Нахили корпусу (вимушені, більше 30), кількість за зміну: 101 –300

Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км

По горизонталі: до 12

По вертикалі: до 8

Інтелектуальні навантаження: Рішення складних завдань з вибором за відомим алгоритмом (робота за серією інструкцій)

Зміст роботи: Сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальними значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів, Обробка, перевірка і контроль за виконанням завдання, Робота в умовах дефіциту часу

Сенсорні навантаження:

Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) 51 -75

Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи 176–300

Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження 11-25

Навантаження на зоровий аналізатор (Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) 3-4

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів від 70% до 50%

Навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) 20-25

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – Несе відповідальність за функціональну якість основної роботи (завдань). Вимагає виправлень за рахунок додаткових зусиль всього колективу (групи, бригади та ін.)

Ступінь ризику для власного життя

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб

Монотонність навантажень:

Кількість елементів (приймів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово 5-2

Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (сек.) 24-2

Монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни) 91-95

Режим праці

Фактична тривалість робочого дня (год.) 10– 12

Змінність роботи Тризмінна робота (робота у нічну зміну)

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість - Перерви нерегламентовані або недостатньої тривалості до 3% часу зміни

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Оцінка безпеки перебування людей у першого поверху будівлі в разі виникнення радіаційного забруднення навколишньої території

5.3.1 Дія іонізуючих випромінювань на організм людини

Організм людини, рослинний і тваринний світ постійно зазнають дії іонізуючого випромінювання, яке складається з природної (космічне випромінювання, випромінювання радіоактивних газів з верхніх шарів земної кори) і штучної (рентгенівські апарати, телевізійні прилади, радіоізотопи, атомоходи, атомні електростанції, ядерні випробування) радіоактивності.

Усі джерела радіоактивного випромінювання становлять так званий природний радіаційний фон, під яким розуміють дозу іонізуючого випромінювання, що складається з космічного випромінювання, випромінювання природних радіонуклідів, які знаходяться у верхніх шарах Землі, приземній атмосфері, продуктах харчування, воді та організмі людини.

Радіоактивні речовини потрапляють у повітря, ґрунти, ріки, озера, моря, океани, а звідти поглинаються рослинами, рибами, тваринами і молюсками. Через листя і коріння радіоактивні речовини потрапляють у рослини, а потім в організм тварин і з продуктами рослинного та тваринного походження, з водою - в організм людини.

Основним джерелом опромінювання людини є радіоактивні речовини, які потрапляють з їжею. Ступінь небезпеки забруднення радіонуклідами залежить від частоти вживання забруднених радіоактивними речовинами продуктів, а також від швидкості виведення їх з організму. Якщо радіонукліди, які потрапили в організм, однотипні з елементами, що споживає людина з їжею (натрій, калій, хлор, кальцій, залізо, марганець, йод та ін.), то вони швидко виводяться з організму разом з ними.

Деякі речовини харчових продуктів (пектинові, барвники) утворюють нерозчинні сполуки зі стронцієм, кобальтом, свинцем, кальцієм та іншими важкими металами, які не перетравлюються і виводяться з організму. Отже, ці речовини виконують радіозахисну функцію. Тому пектин, а також пектиномісткі продукти (чорна смородина, агрус, полуниці та ін.), використовують у спеціальному харчуванні для виведення радіоактивних елементів з організму.

Первинним процесом дії радіоактивних речовин в організмі людини є іонізація. Збуджена при цьому енергія іонізуючого опромінювання передається на різні речовини організму людини. У разі дії на прості речовини (гази, метали та ін.) будь-яких змін фізико-хімічної природи у них не спостерігається. При дії на складні речовини, молекули яких складаються з багатьох різних атомів, вони розпадаються (дисоціація). Це так звана пряма дія на прості або складні речовини організму людини. Більш суттєву роль відіграє механізм непрямой дії іонізуючого випромінювання, під яким треба розуміти радіаційно-хімічні зміни у певній розчинній речовині, зумовлені продуктами радіолізу (розпаду) води.

5.3.2 Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного кутової квартири першого поверху

Оскільки приміщення, для якого проводимемо розрахунок, знаходиться на першому поверсі будівлі, коефіцієнт протирадіаційного захисту розраховуватимемо за формулою

$$K_3 = \frac{0,65 \times K_1 \times K_{CT}}{(1 - K_{III})(K_0 \times K_{CT} + 1)K_M}.$$

Початкові дані:

1. Стіни будинку з цегли (510 мм), маса $1\text{ м}^2 - 714$ кг;
2. Стіни будинку з цегли (380 мм), маса $1\text{ м}^2 - 532$ кг
3. Перегородки з цегли (250 мм), маса $1\text{ м}^2 - 350$ кг;
4. Перегородки з гіпсокартону із звукоізоляцією (100 мм), маса $1\text{ м}^2 - 50$ кг;
5. Маса 1 м^2 міжповерхового перекриття – 600 кг/м².
6. Площа віконних прорізів: Вк-1 – $2,7\text{ м}^2$; Вк-2 – $3,3\text{ м}^2$; Вк-3 – $2,1\text{ м}^2$.
7. Площа дверних прорізів: Д-1 – $3,15\text{ м}^2$; Д-2 – $1,6\text{ м}^2$; Д-3 – $1,9\text{ м}^2$; Д-5 – $2,73\text{ м}^2$; Д-7 – $2,1\text{ м}^2$.

8. Висота до вікон – $0,9$ м;

9. Площа підлоги для розрахунку приміщення – 67 м^2 ;

10. Висота приміщення – 3 м;

11. Плоскі кути:

Кут $\alpha_1 = 60^\circ$. Проти кута розташовані:

- 2 стіни з цегли (510 мм) площею $21,6\text{ м}^2$ з прорізом площею $5,4\text{ м}^2$;
- стіна з цегли (250 мм) площею $21,6\text{ м}^2$ з прорізом площею $1,6\text{ м}^2$;
- стіни з цегли (510 мм) площею $21,6\text{ м}^2$;
- стіна з цегли (380 мм) площею $21,6\text{ м}^2$ з прорізом площею $8,4\text{ м}^2$.

Кут $\alpha_2 = 120^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна з цегли (510 мм) площею $37,5\text{ м}^2$ з прорізом площею $11,4\text{ м}^2$.

Кут $\alpha_3 = 60^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна з цегли (510 мм) площею $21,6\text{ м}^2$.

Кут $\alpha_4 = 120^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна з цегли (510 мм) площею $37,5\text{ м}^2$;
- стіна з цегли (510 мм) площею $37,5\text{ м}^2$ з прорізом площею 10 м^2 .

Визначаємо зведені маси стін і перегородок, розташованих проти плоских кутів.

Кут $\alpha_1 = 60^\circ$.

Зведена маса 2-х стін з цегли (510 мм) площею 21,6 м² з прорізом площею 5,4 м²

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{5,4}{21,6} = 0,25, G_{36} = 2 \times 714(1 - 0,25) = 1071 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Зведена маса стіни з цегли (250 мм) площею 21,6 м² з прорізом площею 1,6 м²

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{1,6}{21,6} = 0,07, G_{36} = 350(1 - 0,07) = 324 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Зведена маса стіни з цегли стіна з цегли (510 мм) площею 21,6 м²

$$G_{36} = 714 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Зведена маса стіни з цегли (380 мм) площею 21,6 м² з прорізом площею 8,4 м²

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{8,4}{21,6} = 0,39, G_{36} = 532(1 - 0,39) = 325 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута α_1

$$G_{\Sigma}^1 = 325 + 324 + 714 + 1071 = 2434 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Кут $\alpha_2 = 120^\circ$.

Зведена маса стіни з цегли (510 мм) площею 37,5 м² з прорізом площею 11,4 м²

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{11,4}{37,5} = 0,3, G_{36} = 714(1 - 0,3) = 500 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута α_2

$$G_{\Sigma}^2 = 500 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Кут $\alpha_3 = 60^\circ$.

Зведена маса стіни з цегли стіна з цегли (510 мм) площею 21,6 м²

$$G_{36} = 714 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута α_3

$$G_{\Sigma}^3 = 714 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Кут $\alpha_4=120^\circ$.

Зведена маса стіни з цегли (510 мм) площею 37,5 м² з прорізом площею 10 м²

$$\alpha_{ст} = \frac{10}{37,5} = 0,27, G_{зб} = 714(1-0,27) = 524 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Зведена маса стіни з цегли (510 мм) площею 37,5 м²

$$G_{зб} = 714 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута α_2

$$G_{\Sigma}^4 = 524 + 714 = 1238 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарні зведені маси стін і перегородок

$$G_{\Sigma}^1 = 2434 \text{ (кг/м}^2\text{)}; G_{\Sigma}^2 = 500 \text{ (кг/м}^2\text{)};$$

$$G_{\Sigma}^3 = 714 \text{ (кг/м}^2\text{)}; G_{\Sigma}^4 = 1238 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Перший і четвертий кути, проти яких розташовані стіни і перегородки сумарною масою більше 1000 кг/м², при визначенні коефіцієнта K_1 , що враховує долю радіації після послаблення зовнішніми і внутрішніми стінами, виключаються, тоді

$$K_1 = \frac{360}{36 + \sum \alpha_i} = \frac{360}{36 + 180} = 1,67.$$

За мінімальною сумарною масою стін $G_{\Sigma}^2 = 500 \text{ (кг/м}^2\text{)}$ визначаємо [] коефіцієнт $K_{ст}=32$.

За шириною будівлі визначаємо коефіцієнт, який враховує долю розсіювання випромінювання $K_{ш}=0,14$ (висота приміщення складає 3 м) [].

Коефіцієнт K_0 , що враховує зниження поглинальної здатності зовнішніх стін за рахунок наявності в них віконних і дверних прорізів та проникнення в приміщення вторинного випромінювання, з врахуванням висоти від підлоги до вікон 0,9 м розрахуємо

$$K_0 = 0,8 \frac{S_0}{S_{II}} = 0,8 \frac{11,4}{67} = 0,14,$$

де $S_0 = 11,4 \text{ м}^2$ – площа віконних перерізів приміщення; $S_{\text{п}} = 67 \text{ м}^2$ – площа підлоги приміщення.

Коефіцієнт, що враховує зниження дози радіації в будівлі, розташованій в районі забудови, від екранувальної дії сусідніх споруд $K_M = 0,55$ [].

Отже коефіцієнт протирадіаційного захисту приміщення

$$K_3 = \frac{0,65 \times K_1 \times K_{CT}}{(1 - K_{III})(K_0 \times K_{CT} + 1)K_M} = \frac{0,65 \times 1,67 \times 32}{(1 - 0,14)(0,14 \times 32 + 1)0,55} = 13,4.$$

Розрахований коефіцієнт радіаційного захисту приміщення вказує на можливість нетривалого перебування людей в даному приміщенні в разі виникнення радіаційного забруднення з обов'язковим подальшим укриттям в більш захищеному приміщенні чи евакуацією в безпечні райони.

5.4 Висновки за розділом 5

У цьому розділі роботи розглянуті заходи зі створення належних умов праці: дотримання санітарно-гігієнічних норм праці, правил промислової безпеки та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

На будівельно-монтажний персонал, що здійснює бетонні роботи із застосуванням високо глиноземних шламових відходів в житлових будівлях, розглянуті такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори, як: фізичні фактори, хімічні фактори, фактори трудового процесу.

Розглянуто оцінку безпеки перебування людей у рівні першого поверху будівлі в разі виникнення радіаційного забруднення навколишньої території.

6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В даному розділі необхідно визначити техніко-економічне порівняння різних варіантів виконання перекриття.

Перший варіант. Перекриття запроєктовано з монолітного залізобетону товщиною 200 мм в індивідуальній опалубці. При монтажу перекриття використовувався бетон марки М350, класу С20/25 з використанням змішаного жаростійкого вяжучого на портландцементі із застосуванням тонкодисперсного алюмохромистого відходу ІМ-2201 та шламом ЩТА, що значно збільшує фізико-термічні показники бетону, призводить до підвищення межі міцності при стисканні після НВТ у 1,5 рази та сприяє зниженню В/Ц на 18 %, підвищує вогнетривкість та термостійкість та залишкову міцність після нагріву.

Другий варіант. Залізобетонне монолітне перекриття.

Третій варіант. Традиційне залізобетонне перекриття із плит перекриття.

Для порівняння варіантів приймаємо площу 420 м².

Для визначення кошторисної вартості розробляємо локальні кошторисні документи за допомогою програмного комплексу АВК (табл.6.1, табл.6.2, табл. 6.3).

Вони розроблялися на основі:

ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН, ДБН Д.2.2 - 99); збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції загально виробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників додатка 3 до ДСТУ Б Д.1.1 – 1 – 2013.

Кошторисна вартість влаштування конструкцій враховує трудовитрати та заробітна плата будівельників та машиністів, кількість та вартість матеріальних ресурсів, експлуатації будівельних машин та механізмів. Кошторисна вартість влаштування конструкцій визначається як сума прямих та загальновиробничих витрат.

Прямі витрати (ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій.

Загальновиробничі витрати (ЗВВ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Усі затрати, які відносяться до ЗВВ, згруповані в три групи.

**Таблица 6.1 - Локальний кошторис на будівельні роботи № 1
на перекриття монолітне 1варіант**

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 251,936 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 1,55 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 32,681 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,5 розряд

Складений в поточних цінах станом на "4 жовтня" 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
					на одиницю	всього					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ЕД6-52-10	Збирання і розбирання деревометалевої щитової опалубки для улаштування перекриттів з залізобетону висотою, мм до 400	100м3	0,84	<u>24513,69</u> 20381,59	<u>3949,19</u> 1229,80	20591	17121	<u>3317</u> 1033	<u>1035,65</u> 65,6982	<u>869,95</u> 55,19
2	ЕД6-62-31	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів в плити покриття і перекриття з одинарною арматурою, діаметр арматури, мм до 6	т	3,188	<u>24422,56</u> 922,61	<u>203,69</u> 42,96	77859	2941	<u>649</u> 137	<u>45,81</u> 2,6676	<u>146,04</u> 8,5
3	ЕД6-62-32	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів в плити покриття і перекриття з одинарною арматурою, діаметр арматури, мм понад 6 до 8	т	1,49	<u>24658,11</u> 810,23	<u>180,36</u> 36,69	36741	1207	<u>269</u> 55	<u>40,23</u> 2,246	<u>59,94</u> 3,35

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	ЕД6-66-13	Укладання бетонної суміші в конструкції пи́ти бетононасосами. бетон марки М350, класу С20/25 з використанням змішаного жаростійкого вяжучого на портландцементі із застосуванням тонкодисперсного алюмохромистого відходу ІМ-2201 та шламом ЦТА	100м3	0,84	112419,33 3613,98	8298,45 2123,01	94432	3036	6971 1783	186 100,44	156,24 84,37
		Разом прямі витрати по кошторису					229623	24305	11206 3008		1232,17 151,41
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					229623 194112 27313 22313 166,03 5368 251936				
		----- Всього по кошторису					251936				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.					1550				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					32681				

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

**Таблиця 6.2 - Локальний кошторис на будівельні роботи № 2
на перекриття монолітне 2варіант**

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 260,676 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 1,55 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 32,681 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,5 розряд

Складений в поточних цінах станом на "4 жовтня" 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ЕД6-52-10	Збирання і розбирання деревометалевої щитової опалубки для улаштування перекриттів з залізобетону висотою, мм до 400	100м3	0,84	<u>24513,69</u> 20381,59	<u>3949,19</u> 1229,80	20591	17121	<u>3317</u> 1033	<u>1035,65</u> 65,6982	<u>869,95</u> 55,19
2	ЕД6-62-31	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів в плити покриття і перекриття з одинарною арматурою, діаметр арматури, мм до 6	m	3,188	<u>24422,56</u> 922,61	<u>203,69</u> 42,96	77859	2941	<u>649</u> 137	<u>45,81</u> 2,6676	<u>146,04</u> 8,5
3	ЕД6-62-32	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів в плити покриття і перекриття з одинарною арматурою, діаметр арматури, мм понад 6 до 8	m	1,49	<u>24658,11</u> 810,23	<u>180,36</u> 36,69	36741	1207	<u>269</u> 55	<u>40,23</u> 2,246	<u>59,94</u> 3,35

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	ЕД6-66-13	Укладання бетонної суміші в конструкції бетононасосами. Плити і ребристі перекриття з одинарною арматурою і ребристе перекриття [включаючи балки і прогони] при площі між балками, м2, до 10	100м3	0,84	<u>122823,33</u> 3613,98	<u>8298,45</u> 2123,01	103172	3036	<u>6971</u> 1783	<u>186</u> 100,44	<u>156,24</u> 84,37
		Разом прямі витрати по кошторису					238363	24305	<u>11206</u> 3008		<u>1232,17</u> 151,41
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					238363 202852 27313 22313 166,03 5368 260676				
		----- Всього по кошторису					260676				
		Кошторисна трудоємність, люд.год. Кошторисна заробітна плата, грн.					1550 32681				

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

**Таблиця 6.3 - Локальний кошторис на будівельні роботи № 3
на перекриття збірне Зваріант**

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 281,236 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 0,21 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 4,348 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,6 розряд

Складений в поточних цінах станом на "4 жовтня" 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E7-45-2	Укладання панелей перекриття з обпиранням по контуру площею до 15 м2 [для будівництва в районах із сейсмічністю до 6 балів]	100шт	0,37	<u>16911,59</u> 7708,16	<u>6531,60</u> 2079,85	6257	2852	<u>2417</u> 770	<u>387,15</u> 118,7677	<u>143,25</u> 43,94
2	K584211-4665 варіант 6 C1414-7844	Панелі перекриття марки ПК63.18-3А4Т серія 1.141-1 вип.64(Ф303)х Відпускна ціна: (149,29+((12-11)х0,32+0,43-0)х28,876)х11,24	шт	37	<u>7351,07</u> -	- -	271990	-	- -	- -	- -
		Разом прямі витрати по кошторису					278247	2852	<u>2417</u> 770		<u>143,25</u> 43,94
		Разом будівельні роботи, грн.					278247				
		в тому числі:					272978				
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					3622				
		всього заробітна плата, грн.									

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					2989 22,46 726 281236				
		----- Всього по кошторису					281236				
		Кошторисна трудоємність, люд.год. Кошторисна заробітна плата, грн.					210 4348				

Склав

_____ *[посада, підпис (ініціали, прізвище)]*

Перевірив

_____ *[посада, підпис (ініціали, прізвище)]*

Результати порівняння варіантів наведені в таблиці 6.4.

Всі вищенаведені показники, окрім первісної вартості i -тої машини та нормативної тривалості роботи машини за рік, узяті з локальних кошторисів. При порівнянні варіантів приймається той варіант, який має мінімальне значення приведених витрат.

$$\Pi_i = C_i + E_n \cdot K_i \rightarrow \min, \quad (6.1)$$

Величина C і K прирівнюються за допомогою нормативного коефіцієнта ефективності капітальних вкладень E_n , який є допустимим мінімумом зниження собівартості на одиницю додаткових капітальних вкладень, за якими вони визнаються ефективними.

Собівартість робіт визначається за формулою:

$$C = ПВ + ЗВВ, \quad (6.2)$$

де $ПВ$ – прямі витрати, грн. Під прямими витратами розуміють витрати, пов'язані з виконанням будівельних робіт, які можна прямо та безпосередньо включити до собівартості конкретних будівельних робіт;

$ЗВВ$ – кошторисна величина загальновиробничих витрат, грн.

$ПВ$ та $ЗВВ$ визначаємо із локального кошторису (таблиці 6.2 – 6.4).

Капітальні вкладення у виробничі фонди:

$$K = K_{ОВФ} + K_{обігові\ кошт}, \quad (6.3)$$

де $K_{ОВФ}$ – вартість основних виробничих фондів;

$$K_{обігові\ кошти} = C_{см} / K_{обор} - \text{обігові кошти},$$

де $C_{см}$ – кошторисна вартість (всього по кошторису), грн.;

$$K_{обор} = 3-4.$$

Основні виробничі фонди визначаються за формулою:

$$K_{ОВФ} = \sum_{i=1}^n \frac{\Phi_i \cdot T_{i,об.}}{T_{i,річн.}}, \quad (6.4)$$

де Φ_i – первісна вартість i -тої машини, грн. (в даному випадку приймемо вартість експлуатації машин із кошторису);

T_i – тривалість роботи i -тої машини на об'єкті, год.;

$T_{i, \text{річн.}}$ – нормативна тривалість роботи за рік, год.

Економічний ефект

$$E = П1 - П2$$

Таблиця 6.4 - Порівняння варіантів

Показники	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Прямі витрати, тис. грн.	229,623	238,363	278,247
Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	1,55	1,55	0,21
Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	32,681	32,681	4,348
Загальновиробничі витрати, тис. грн.	22,313	22,313	2,989
Усього за кошторисом, тис. грн.	251,936	260,676	281,236
Кошторисний прибуток, грн.			
Показники (обчислені)			
Кошторисна величина ЗВВ, тис. грн.	22,313	22,313	2,989
Собівартість робіт (С), тис. грн.	251,94	260,68	281,24
Обігові кошти, тис. грн.	83,98	86,89	93,75
Основні виробничі фонди, тис. грн.	8,198	8,198	1,647
Капіталовкладення в виробничі фонди, тис. грн.	92,18	95,09	95,39
Показник приведених витрат П, тис. грн.	263,00	272,09	292,68
Економічний ефект, тис. грн.	29,69		

Економічний ефект:

$$E = П1 - П2$$

Висновки по розділу 6

В даному розділі виконано техніко-економічне порівняння різних варіантів перекриття: Варіантів 1 – монолітне пекриття із застосуванням бетону марки М350, класу С20/25 з використанням змішаного жаростійкого вяжучого на портландцементі із застосуванням тонкодисперсного алюмохромистого відходу ІМ-2201 та шламом ЩТА.

Варіант 2 - монолітне пекриття.

Варіант 3 – збірне залізобетонне пекриття

Для трьох варіантів розроблений локальний кошторис за допомогою програмного комплексу АВК. В кошторисних документах визначена кошторисна вартість виконання робіт, з урахуванням заробітної плати, вартості матеріалів, вартості експлуатації машин та трудовитрат. Усі загальні витрати зведені в порівняльну таблицю, в якій порашовані приведені витрати. Приведені витрати враховують в своєму складі майбутню вартість експлуатації влаштованих матеріалів.

Порівнюючи кожний варіант із таблиць 6.4 ми бачимо, що найбільш економічним є 1 варіант монолітне пекриття із застосуванням бетона марки М350, класу С20/25 з використанням змішаного жаростійкого вяжучого на портландцементі із застосуванням тонкодисперсного алюмохромистого відходу ІМ-2201 та шламом ЦТА. Кошторисна вартість на влаштування 420 м² перекриття становить – 251,936 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 1,55 тис. люд-год., приведені витрати - 263 тис. грн.

ВИСНОВКИ

Виконання магістерської кваліфікаційної роботи на тему «Впровадження жаростійких в'язучих та бетонів із застосуванням високоглиноземистих шламових відходів в житлових будівлях після воєнного стану в Україні» було розроблено відповідно до завдання на проектування.

Жаростійкі композиції, отримані на основі техногенної сировини, мають підвищені термічні та фізико-механічні властивості.

Застосування в жаростійких бетонах і залізобетонних конструкціях техногенної сировини, що утворюється з відходів різних галузей промисловості, насамперед підприємств чорної та кольорової металургії, металообробки, електроенергетики, а також нафтопереробки та нафтовидобутку дозволяє істотно знизити їх вартість і в більшості випадків поліпшити основні жаростійкі властивості конструкцій та матеріалів завдяки якісним показникам у відходів, які близькі до природної сировини.

Використання промислових відходів у поєднанні з традиційною сировиною надає пролонговану дію на властивості жаростійких матеріалів як на стадії їх отримання, так і в умовах подальшої експлуатації.

Серед відходів промисловості на сьогоднішній день широко вивчені шлаки та золи, але водночас меншою мірою вчені та практики надають увагу такому виду техногенної сировини як шламові відходи.

З цього всього можна зробити висновок, що додаванням промислових відходів ми і знижуємо в принципі витрати самого зв'язуючого що є досить затратним, а також підвищуємо жаростійкі властивості конструкцій та матеріалів завдяки якісним показникам у відходів, які близькі до природної сировини.

Застосування шламової нанотехногенної сировини в композиціях з гідралічними цементами як наповнювач дозволяє отримати змішані жаростійкі в'язучі з підвищеними фізико-термічними показниками.

Встановлено, що цементний камінь на основі портландцементу тонкомолотою вогнетривкою добавкою та нанорозмірним наповнювачем має найбільшу межу міцності при стисканні при вмісті 10 % наповнювача.

Спостерігається зміцнення жаростійкого цементного каменю в 1,5 рази, що обумовлено фізико-хімічними перетвореннями, у тому числі на стадії НВТ та сушіння за рахунок посиленої кристалізації $\text{Ca}(\text{OH})_2$ та зниження на 18 % водоцементного відношення, а після випалу у зоні критичних температур йде утворення високотемпературних сполук $n\text{CaO}\cdot m\text{Al}_2\text{O}_3$; $n\text{CaO}\cdot m\text{SiO}_2$; $n\text{CaO}\cdot m\text{Cr}_2\text{O}_3$. Надалі при термообробці 1200°C і вище в цементуючій масі спостерігаються мінеральні новоутворення муллита ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$) та силіманіту (Al_2SiO_5).

Застосування шламової нанотехногенної сировини в композиціях з гідравлічними цементами як наповнювач дозволяє отримати змішані жаростійкі в'язучі з підвищеними фізико-термічними показниками.

На основі змішаних в'язучих розроблені склади жаростійких розчинів на основі портландцементу, алюмохромистого відходу ІМ-2201 та шламу ЩТА, для кладки стін та монолітного перекриття де'ятиповерхової житлової будівлі, що проектується, які мають швидке зростання міцності в повітряних умовах і мають підвищену міцність зчеплення (адгезію) в зоні критичних і робочих температур порівняно з традиційними складами.

Було виконано техніко-економічне порівняння різних варіантів перекриття: Варіантів 1 – монолітне пекриття із застосуванням бетону марки М350, класу С20/25 з використанням змішаного жаростійкого в'язучого на портландцементі із застосуванням тонкодисперсного алюмохромистого відходу ІМ-2201 та шламом ЩТА.

Варіант 2 - монолітне пекриття.

Варіант 3 – збірне залізобетонне пекриття

Для трьох варіантів розроблений локальний кошторис за допомогою програмного комплексу АВК. В кошторисних документах визначена кошторисна вартість виконання робіт, з урахуванням заробітної плати, вартості матеріалів, вартості експлуатації машин та трудовитрат. Усі загальні витрати зведені в порівняльну таблицю, в якій порашовані приведені витрати.

Приведені витрати враховують в своєму складі майбутню вартість експлуатації влаштованих матеріалів.

Найбільш економічним є 1 варіант монолітне покриття із застосуванням бетону марки М350, класу С20/25 з використанням змішаного жаростійкого вяжучого на портландцементі із застосуванням тонкодисперсного алюмохромистого відходу ІМ-2201 та шламом ЩТА.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Еремін Н. Ф. Процеси і апаратів в технології будівельних матеріалів. «Вища школа», 1986.
2. Жуків В. В., Хаджішалапов Г. Н. Жаростойкий теплоизоляционный бетон і блок пристрою теплоізоляції лайнера ядерного реактора нового покоління. Бетон і залізобетон, №3. 2007.
3. Большаков В. И. Строительное материаловедение. Днепропетровск: РВА "Дніпро-VAL", 2004. 677 с.
4. Дворкін Л. Й. Випробування бетонів і будівельних розчинів. Проектування їх складів, Київ: 2014. 304 с.
5. Дворкин Л. И. Расчетное прогнозирование свойств и проектирование составов бетона. Москва: Инфра-Инженерия, 2015. 386 с.
6. Ушорова-Маршака О. В. Химические и минеральные добавки в бетон. Харьков: Колорит, 2005. 280 с.
7. V. S. Ramachandran Concrete Admixture Handbook: Properties, Science and Technology. New Jersey, USA: Noyes Publications, 1984. 340 p.
8. Dewar J.D. Computer Modelling of Concrete Mixture. London, New York: E&FN Spon, 1999. 256 p.
9. Design and Control of Concrete Mixture. Ottawa: Portland Cement Association, 1984. 120 p.
10. Dvorkin L., Dvorkin O., Ribakov Y. Multi-Parametric Concrete Compositions Design. New York, USA: Nova Science Publishers, 2013. 223 p.
11. Дворкін Л. Й. Проектування складів бетону із заданими властивостями. Рівне: РДТУ, 2000. 215 с.
12. Дворкин Л. И. Цементно-зольные бетоны с добавками полифункциональных модификаторов (ПФМ) для покрытия полов промышленных и гражданских зданий / за ред. Р. М. Макаренко, В. Р. Кизима. Ровно: УДУВГП, 2002, 123 с.
13. Дворкин Л. И. Проектирование составов бетона: Основы теории и

методологии. / за ред. О. Л. Дворкин. Ровно: УГУВХП, 2003. 265 с.

14. Дворкин Л. И. Практическое руководство по бетону. / за ред. Ю. В. Гарницкий, В. В. Житковский и др. Кривой Рог: Кривбасцемент, 2006. 240 с.

15. Дворкин Л. И., Житковский В. В., Каганов В.О. Бетони на основі надзорстких сумішей. Рівне: ЦНТЕІ, 2006. 179 с.

16. Дворкин Л. И., Дворкин О. Л. Основы бетоноведения Санкт-Петербург: Стройбетон, 2006. 682 с.

17. Дворкин Л. И., Большаков В. И., Дворкин О. Л. Основы теории и методологии многопараметрического проектирования составов бетона. Днепропетровск: ПГАСА, 2006. 360 с.

18. Дворкин Л. И., Дворкин О. Л., Горячих М. В. Проектирование и анализ эффективности состава бетона. Ровно, 2009. 173 с.

19. Дворкин Л. И., Дворкин О. Л. Справочник по строительному материаловедению. Москва: Инфра-Инженерия, 2010. 472 с.

20. Дворкін Л. И., Дворкин О. Л., Житковський В. В. Розв'язування будівельно-технологічних задач методами математичного планування експерименту. Рівне: НУВГП, 2011. 174 с.

21. Дворкин Л. И., Дворкин О. Л. Специальные бетоны. Москва: Инфра-Инженерия, 2012. 368 с.

22. Дворкін Л. Й., Дворкін О. Л. В'язучі, бетони і розчини в сучасному будівництві. Рівне: НУВГП, Навч. посібник, 2012. 207 с.

23. Дворкин Л. И., Дворкин О. Л. Строительное материаловедение. Москва: Инфра-Инженерия, 2013. 830 с.
24. Дворкин Л. И., Дворкин О. Л. Испытания бетонов и растворов. Проектирование их составов. Москва: Инфра-Инженерия, 2014. 432 с.
25. Дворкін Л. Й., Гоц В. І., Дворкин О. Л. Випробування бетонів і будівельних розчинів. Проектування їх складів. Київ : Основа, 2014. 304 с.
26. Дворкін Л. Й., Дворкин О. Л. Проектування складів бетонів. Рівне: НУВГП, 2015. 353с.
27. Дворкін Л. Й., Бордюженко О. М., Житковський В. В. Бетонознавство: питання і відповіді: навч. посібник. Рівне: Волинські обереги, 2016. 268 с.
28. Дворкін Л. Й. Бетони спеціального призначення. Київ: Кондор, 2017. 352 с.
29. Дворкін Л. Й., Бабич Є. М., Житковський В. В. Високоміцні швидкотверднучі бетони та фібробетони. Рівне: НУВГП, 2017. 331 с.
30. Дворкін Л. Й., Житковський В. В., Марчук В. В. Ефективні технології бетонів та розчинів із застосуванням техногенної сировини. Рівне: НУВГП, 2017. 424 с.
31. ДСТУ Б В.2.7-96-2000. Суміші бетонні. Технічні умови. [чинний від 2000-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держбуд України, 2000. 16 с. (Національний стандарт України).
32. ДСТУ Б В.2.7-114-2002. Суміші бетонні. Методи випробувань. [чинний від 2002-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держбуд України, 2002. 27 с. (Національний стандарт України).
33. ДСТУ Б А.1.1-5094. Добавки активні мінеральні. Терміни та визначення. [чинний від 1995-01-01]. Вид офіц. Київ: Держбуд України, 1994. 15 с. (Національний стандарт України).
34. ДСТУ Б В.2.7-100-2000. Добавки активні мінеральні для цементів. [чинний від 2000-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держбуд України, 1999. 10 с. (Національний стандарт України).

35. ДСТУ Б В.2.7-90-99. Вапно будівельне. Технічні умови. [чинний від 2000-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держбуд України, 1999. 24 с. (Національний стандарт України).
36. ДСТУ Б В.2.7-112-2002. Цементи. Загальні технічні умови. [чинний від 2002-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держбуд України, 2002. 39 с. (Національний стандарт України).
37. Виробництво залізобетонних конструкцій і виробів: довідник / Амеліна Н.О. та ін.; за заг. ред. В. І. Гоца. Київ: Основа, 2019. 464 с.
38. Гоц В. І., Павлюк В.В., Шилюк П.С. Бетони і будівельні розчини: підручник. КНУБА 2-ге вид., допов. і перероб. Київ: Основа, 2016. 567 с.
39. Волянський О.А. Технологія бетону: навчальний посібник. Київ: Вища школа, 1994. 271 с.
40. Михайлов К.В. Производство сборных железобетонных изделий: справочник / за ред. К.В. Михайлова и К.М. Королева. Москва: Стройиздат, 1989. 148 с.
41. Abdрахimov V.Z., Khlystov A.I., Semenychev V.K. Use of technogenic formations in the production of unfired refractory composites. *Refractories and Industrial Ceramics*: 2010, № 3(51), pp. 212–218.
42. Antonovic V. A Review of the possible applications of nanotechnology in refractory concrete / V.A. Antonovic and others. *Journal of civil engineering and anagement*. 2010, № 4, pp. 595–602.
43. Arundeb G., Saroj M., Somnath G. Recycled aggregate concrete exposed to elevated temperature. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2012, №1, pp. 100–107.
44. Ducman, V., Mladenovic A. The potential use of steel slag in refractory concrete. *Materials Characterization*, 2011, №7, pp. 716–723.
45. Ewais, E.M., Khalil N.M., Amin M.S., Ahmed Y.M.Z. Utilization of aluminum sludge and aluminum slag (dross) for the manufacture of calcium aluminate cement. *Ceramics International*, 2009, № 35, pp. 3381–3388.
46. Goberis, S. A., Antonovic R.M. Refractory binder based on liquid glass

and alumina cement. *Refractories and Industrial Ceramics*, 2002, № 5–6, pp. 212–218.

47. Hlystov A.I., Shirokov V.A., Vlasov A.V. Efficiency improvement of heat-resistant concrete through the use of sludge technogenic raw material. *Theoretical Foundation of Civil Engineering (24RSP) Procedia Engineering*, 2015. p. 290–296.

48. Jong-Pil Won Eco-friendly fireproof high-strength polymer cementitious composites. *Construction and Building Materials*, 2012, vol. 30, pp. 406–412.

ДОДАТКИ ДОДАТОК А

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Впровадження жаростійких в'язучих та бетонів із застосуванням високоглиноземистих шламових відходів в житлових будівлях після воєнного стану в Україні
 Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
 (БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ

(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 85,4 % Схожість 14,6 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку _____

(підпис)

Блащук Н.В.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи _____

(підпис)

Карасюк А.В.

(прізвище, ініціали)

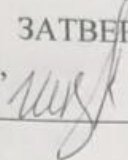
Керівник роботи _____

(підпис)

Меть І.М.

(прізвище, ініціали)

Додаток Б
Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО
зав. каф. БМГА,
к.т.н., доц.  В.В.Швець

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
НА НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**
Впровадження жаростійких в'язучих та бетонів із застосуванням
високоглиноземистих шламових відходів в житлових будівлях після
воєнного стану в Україні

ПОГОДЖЕНО
Керівник МКР
к.т.н., доц.  І.М. Меть
Відповідальний виконавець,
магістрант  А.В. Карасюк

Вінниця 2022

1. Підстава для виконання роботи

Робота проводиться на підставі наказу ВНТУ від 14.09. 2021 року №203

Дата початку роботи - 03.09.2022 р.

Дата закінчення роботи - 15.12.2022 р.

2. Мета і призначення НДР

Мета дослідження. Метою роботи є розробка широкої гама жаростійких бетонів з підвищеними фізико-термічними параметрами на основі гідравлічних цементів та рідинноскляних композицій з використанням нанотехногенної сировини високоглиноземистого складу.

Об'єкт дослідження є аналіз та впровадження жаростійких в'язучих та бетонів із застосуванням високоглиноземистих шламових відходів.

Предмет дослідження – застосування жаростійких в'язучих та бетонів в житлових будівлях після воєнного стану в Україні.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

- обґрунтування можливості використання нанотехногенної сировини високоглиноземистого складу в якості високоефективного наповнювача поліфункціональної дії в цементних та рідинноскляних композиціях;

- виявлення оптимального вмісту молекулярно-дисперсного наповнювача у складах жаростійких композицій з метою підвищення їх фізико-механічних, теплотехнічних та термічних властивостей;

- дослідження впливу нанорозмірного наповнювача з техногенної сировини на процеси структуроутворення жаростійких композицій на початкових етапах твердіння та при впливі підвищених та високих температур;

- розробка складів важких та легких жаростійких бетонів на основі змішаних в'язучих з підвищеними фізико-термічними характеристиками;

- впровадження результатів досліджень шляхом дослідно-промислових випробувань в умовах діючого виробництва;

- визначення техніко-економічної ефективності застосування жаростійких бетонів на основі змішаних жаростійких в'язучих.

Методи дослідження. Полягають у використанні системного та міждисциплінарного підходу у вирішенні поставлених завдань. У дослідженні тематики були застосовані наступні методи обробки та дослідження інформації:

- ✓ метод систематизації літературних джерел;
- ✓ метод аналізу;
- ✓ метод статистичного аналізу;
- ✓ порівняльний метод;
- ✓ метод натурного обстеження;
- ✓ метод типології;
- ✓ метод класифікації;
- ✓ метод експериментального проектування;
- ✓ метод моделювання.

3. Вихідні дані для проведення НДР

Містобудівні рішення території, кадастрові виписки, ситуаційний план. Результати огляду літературних джерел.

1. Жуків В. В., Хаджішалапов Г. Н. Жаростойкий теплоизоляционный бетон і блок пристрою теплоізоляції лайнера ядерного реактора нового покоління./Бетон і залізобетон, №3. 2007.
2. Дворкін Л. Й. Випробування бетонів і будівельних розчинів. Проектування їх складів / Л. Й. Дворкін, В. І. Гоц, О. Л. Дворкін. – К.: Основа, 2014.– 304 с.
3. Дворкин Л. И. Расчетное прогнозирование свойств и проектирование составов бетона / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – М.: Инфра- Инженерия, 2015. – 386 с.
4. Химические и минеральные добавки в бетон (Под ред. О. В. Ушерова-Маршака. – Х-в: Колорит, 2005. – 280 с.
5. Суміші бетонні. Технічні умови. ДСТУ Б В.2.7-96-2000. – [чинний від 2000-07-01]. – К.: Держбуд України, 2000. – 16 с. – (Національний стандарт України).
6. Добавки активні мінеральні. Терміни та визначення. ДСТУ Б А.1.1-5094. – [чинний від 1995-01-01]. – К.: Держбуд України, 1994. – 15 с. – (Національний стандарт України).
7. Цементи. Загальні технічні умови. ДСТУ Б В.2.7-112-2002. – [чинний від 2002-07-01]. – К.: Держбуд України, 2002. – 39 с. – (Національний стандарт України).
8. Гоц В. І. Бетони і будівельні розчини :/ підручник / В. І. Гоц, В. В. Павлюк, П. С. Шилюк; КНУБА. – [2-ге вид., допов. і перероб.]. – Київ: Основа, 2016. – 567 с.
9. Карасюк А. В. Вибір оптимальної композиції жаростійкого в'язучого на портландцементі [Електронний ресурс] / А. В. Карасюк, І. М. Меть // Матеріали LI Науково-технічної конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2022), 23-25 листопада 2022 р. – Електрон. текст. дані. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – Режим доступу:

4. Вимоги до виконання НДР

Вимоги нормативних матеріалів ДБН та ДСТУ повинні бути враховані в процесі теоретичних досліджень.

5. Етапи НДР і терміни її виконання

Етап	Назва та зміст етапу	Терміни виконання		Очікувані результати	Звітна документація
		початок	закінчення		
1	Складання технічного завдання та вступу до МКР	11.10.2022	16.10.2022	Визначення та написання теми, об'єкту та предмета дослідження	Текст ПЗ МКР, тези на конференцію
2	Науково-дослідна частина	02.09.2022	30.10.2022	Дослідження різних типів покривель	Текст ПЗ МКР, плакати,

3	Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту	17.10.2022	31.10.2022	Архітектурно-будівельні креслення	Текст ПЗ МКР, плакати, креслення
5	Технологія виконання робіт	01.11.2022	10.11.2022	Текст розділу, креслення	Текст ПЗ МКР, плакати, креслення
6	Розробка охорони праці та цивільного захисту	11.11.2022	17.11.2022	Текст розділу	Текст ПЗ МКР
7	Розробка економічного розділу	18.11.2022	23.11.2022	Текст розділу, кошториси	Текст ПЗ МКР
8	Оформлення МКР	24.11.2022	27.11.2022		Текст ПЗ МКР, плакати, креслення, тези на електронну конференцію
9	Подання МКР на кафедру для перевірки	28.11.2022	30.11.2022		
10	Попередній захист	01.12.2022	03.12.2022		
11	Рецензування	05.12.2022	10.12.2022		

6. Очікувані результати та порядок реалізації НДР

Рекомендується визначати проектувальні та економічні особливості раціонального використання технології.

Результати НДР можуть бути використані:

- в містобудівній проектній практиці;

7. Матеріали, які подаються під час закінчення НДР та її етапів

Текст пояснювальної записки МКР та ілюстраційний матеріал у вигляді плакатів.

Підготовлені доповіді на науково-технічні конференції.

8. Порядок приймання НДР та її етапів

Подання результатів кожного етапу на розгляд наукового керівника.

Представлення остаточної редакції МКР на розгляд зав. кафедри БМГА та рецензента.

Захист МКР на засіданні ДЕК.

9. Вимоги до розроблення документації

Звітна документація повинна містити: результати огляду літературних джерел, техніко-економічне обґрунтування доцільності будівництва, аналіз одержаних результатів, визначення економічного ефекту від впровадження результатів дослідження.

10. Вимоги щодо технічного захисту інформації з обмеженим доступом

У зв'язку з тим, що інформація не є конфіденційною, заходи з її технічного захисту не передбачаються.

Відомість графічної частини

Аркуш	Найменування	Примітки
1	Актуальність теми дослідження, наукова новизна теми, мета та поставлені задачі перед дослідженням, об'єкт та предмет дослідження	
2	Розробка та дослідження змішаного жаростійкого в'язучого з використанням гідравлічних цементів і шлама лужного травлення алюмінію, Таблиця 2.1 – Вміст вільного оксиду кальцію в залежності від добавки тонкомолотого шамоту та температури нагрівання, Рисунок 2.1 - Зміна міцності при стисканні цементного каменю при нагріванні залежно від виду тонкомолотої добавки	
3	Рис. 2.2 – Вплив добавки ІМ-2201 на властивості жаростійкого в'язучого на основі портландцементу, Рис. 2.3 – Вплив добавки шламу ЩТА на властивості змішаного жаростійкого в'язучого з портландцементом, Таблиця 2.2 - Вміст вільного оксиду кальцію в залежності від добавки тонкомолотого шамоту та температури нагрівання, Таблиця 2.3 – Властивості змішаних жаростійких композицій, Фото з проведених випробувань	
4	Жаростійкі в'язучі на глиноземистому цементі зі зниженою водопотребою, Таблиця 2.4 – Склади та властивості жаростійких композицій на основі ГЦ-40, Рис. 2.5 – Криві зміни міцності жаростійкого цементного каменю на основі змішаного глиноземистого в'язучого, Рис. 2.6 – Залежність міцності при стисканні жаростійкого цементного каменю на основі змішаного глиноземистого в'язучого від температури нагрівання	
5	Аналіз і узагальнення результатів дослідження, Табл. 3.1 – Склади та властивості шамотних та мулітових жаростійких бетонів на змішаних гідравлічних в'язучих, Табл. 3.2 – Температура деформації жаростійких бетонів під навантаженням, Рис. 3.1 – Вплив температури нагріву на міцність бетонів з жаростійкістю з різними заповнювачами	
6	Висновки до розділів 1, 2, 3	
7	План 1-го поверху на відм. 0,000 м. План 2-го - 4-го поверхів. Фасад 4-VIII. Генплан	
8	Розріз 1-1. План покрівлі. Вузол 1. Деталь утеплення зовнішніх стін. План 1-го поверху кутової секції на відм. 0,000 м. План 2-го - 4-го поверхів кутової секції	
9	План покрівлі кутової секції. Розріз 2 - 2. Фасад 4-VII кутової секції. Вузол конструкції дорожнього покриття. Вузол А, Б	
10	Техніко-економічні показники. Графік вантажопідйомності крану КБ-408.21. Графік руху робочих кадрів по об'єкту. Схема виконання робіт при влаштуванні монолітних ділянок. Виконання монолітного перекриття. Технологічний розрахунок за календарним графіком. Складування конструкцій. Конструктивне рішення крайових зон опалубки перекриття. Умовні позначення елементів опалубки	

АКТУАЛЬНІСТЬ

Активно розвиваються машинобудівний комплекс, металургійна галузь, а також промисловість будівельних матеріалів вимагають застосування нових вогнетривких футерувальних композитів з підвищеними експлуатаційними характеристиками. Такі матеріали у вигляді жаростійких композитів можливо отримати в результаті введення в традиційні в'язучі речовини (портландцемент) глиноземистий цемент, рідке натрієве скло і силікатглиба нанотехногенної сировини, здатної брати участь у процесах формування спрямованої структури цементного каменю на стадіях нормально-влажностного твердіння і високотемпературного.

МЕТА

Метою роботи є розробка широкої гама жаростійких бетонів з підвищеними фізико-термічними параметрами на основі гідравлічних цементів та рідинноскляних композицій з використанням нанотехногенної сировини високоглиноземистого складу.

ОБ'ЄКТ

Об'єктом дослідження є аналіз та впровадження жаростійких в'язучих та бетонів із застосуванням високоглиноземистих шламових відходів

ЗАДАЧІ

- обґрунтування можливості використання нанотехногенної сировини високоглиноземистого складу в якості високоефективного наповнювача поліфункціональної дії в цементних та рідинноскляних композиціях;
- виявлення оптимального вмісту молекулярно-дисперсного наповнювача у складах жаростійких композицій з метою підвищення їх фізико-механічних, теплотехнічних та термічних властивостей;
- дослідження впливу нанорозмірного наповнювача з техногенної сировини на процеси структуроутворення жаростійких композицій на початкових етапах твердіння та при впливі підвищених та високих температур;
- розробка складів важких та легких жаростійких бетонів на основі змішаних в'язучих з підвищеними фізико-термічними характеристиками;
- впровадження результатів досліджень шляхом дослідно-промислових випробувань в умовах діючого виробництва;
- визначення техніко-економічної ефективності застосування жаростійких бетонів на основі змішаних жаростійких в'язучих.

НАУКОВА НОВИЗНА

1. Науково обґрунтовано та експериментально встановлено можливість отримання змішаних жаростійких в'язучих та бетонів на їх основі за рахунок використання нанотехногенної сировини у вигляді шламу лужного травлення алюмінію, здатного при оптимальному вмісті (10 % від маси в'язучих) брати активну участь у створенні штучних композицій з підвищеними фізико-механічними показниками.
2. Виявлено, що введення шламу лужного травлення алюмінію сприяє інтенсифікації процесів фазо- та структуроутворення формуванням тугоплавких сполук за рахунок присутності активних компонентів глиноземистого та кремнеземистого складу в наповнювачі, які в результаті термообробки формують фази муліту (Al_2SiO_5), наявність яких покращує термостійкість та вогнетривкість композицій.
3. Показано, що застосування нанорозмірного наповнювача поліфункціональної дії дозволяє регулювати реологічні та технологічні властивості жаростійких композицій на різних в'язучих.

ПРЕДМЕТ

Предмет дослідження - застосування жаростійких в'язучих та бетонів в житлових будівлях після воєнного стану в Україні.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІШАНОГО ЖАРОСТІЙКОГО В'ЯЖУЧОГО З ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРАВЛІЧНИХ ЦЕМЕНТІВ І ШЛАМА ЛУЖНОГО ТРАВЛЕННЯ АЛЮМІНІЮ

Жаростійкі бетони складаються з цементного каменю та заповнювача. Цементний камінь є композицією гідралічного або повітряного в'язучого з вогнетривкими тонкомолотими добавками. Великий та дрібний заповнювачі готуються шляхом дроблення в основному бою вогнетривких виробів та деяких керамічних матеріалів.

Склад та властивості жаростійких бетонів повинні відповідати загальним правилам:

- наповнювачі, тонкомолоті добавки і в'язучі не повинні утворювати між собою легкоплавкі евтектики.

Кількість рідкої фази має бути мінімальною;

- в'язучі речовини необхідно вводити в жаростійкі бетони мінімальної кількості, т.к. вони викликають усадкові деформації;

- як і в звичайних бетонах, верхня межа крупності вогнетривкого наповнювача визначається габаритними розмірами виробів.

Цементний камінь на основі портландцементу набуває жарозривних властивостей за рахунок присутності тонкомолотих мінеральних добавок, які повинні:

- хімічно зв'язувати вільний оксид кальцію, усуваючи цим можливість його взаємодії з вологою;
- тонкомолоті добавки не повинні утворювати з мінералами портландцементу легкоплавких евтектик;
- добавки повинні мати високу вогнетривкість;
- добавки не повинні впливати на активність портландцементу.

У роботі [11] доведено, що вільний оксид кальцію активно взаємодіє при високих температурах з речовинами, що містять глинозем (Al_2O_3) та кремнезем (SiO_2).

Традиційною вогнетривкою тонкомолотою добавкою є шамот. Вміст Al_2O_3 у шамоті коливається в межах 30÷34%, а SiO_2 може досягати 60%.

Е.Г. Оямаа [11-14] встановив оптимальне співвідношення між портландцементом і тонкомолотим шамотом. Критерієм оптимізації став залишковий вміст вільного оксиду кальцію у складі жаростійкого цементного каменю після нагрівання (таблиця 2.1).

На мій погляд, велике значення з метою отримання підвищеної міцності цементного каменю гратиме водоцементне відношення. Його зниження позначиться отриманні підвищеної міцності цементного каменю як після нормально-влажностного твердіння (НВТ), а й після термообробки і випалення.

На рисунку 2.1 наведено графік зміни міцності при стисканні цементного каменю в залежності від виду застосовуваної тонкомолої добавки. Наведено також криву зміни міцності зразків цементного каменю з чистого (бездоаткового) портландцементу

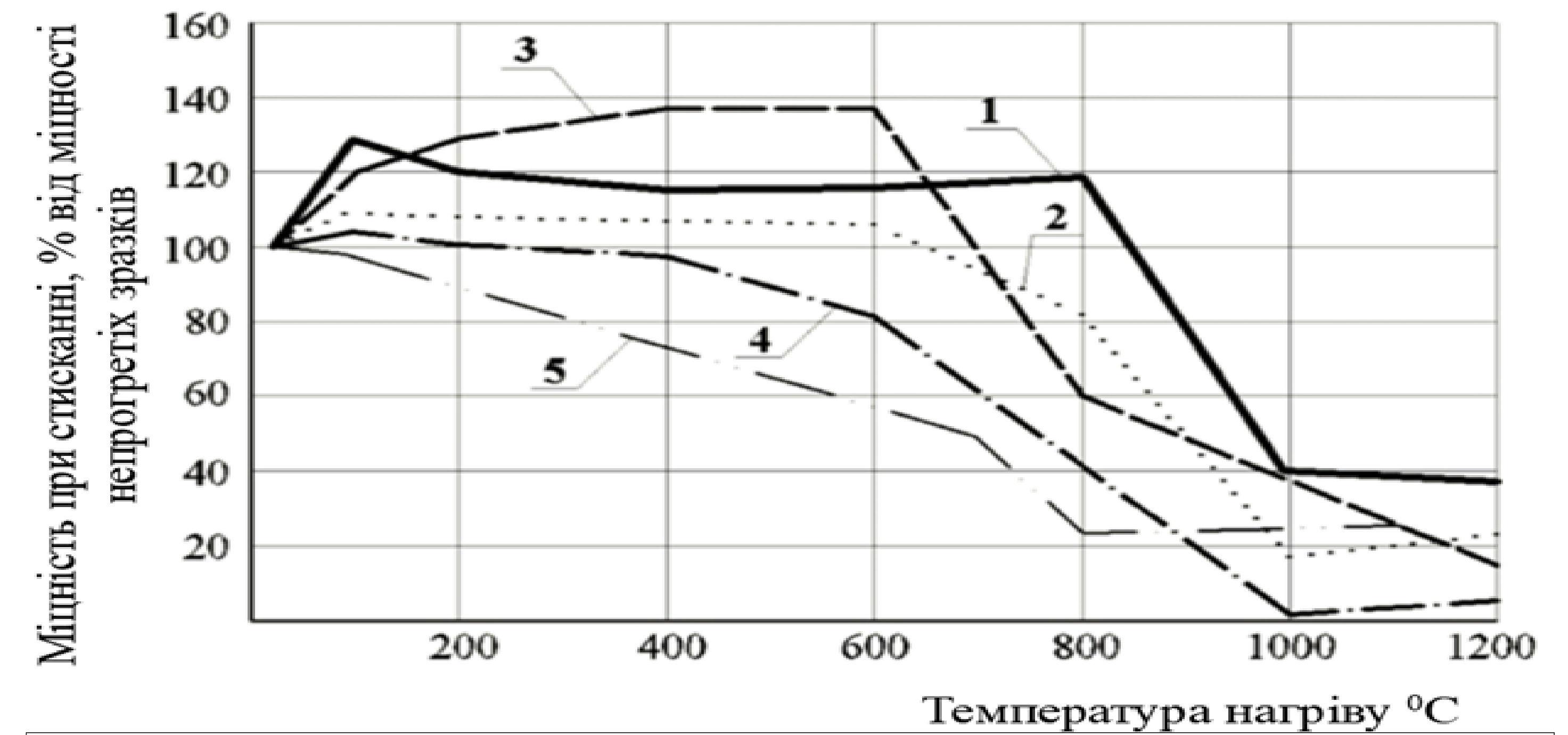


Рисунок 2.1 - Зміна міцності при стисканні цементного каменю при нагріванні залежно від виду тонкомолої добавки (Співвідношення портландцемент: тонкомолої добавки - 1: 1 за вагою для всіх складів, а для складу з хромітом 1: 0,5): 1 - портландцемент із шамотом; 2 - з меленим кварцом; 3 - з меленим гранульованим шлаком; 4 - без добавок; 5 - з хромітом

Як видно з рисунку 2.1, сушіння цементного каменю при 100 ° C сприяє підвищенню міцності; нагрівання до 400÷600 °З викликає у деяких складах подальше збільшення міцності, а деяких призводить до зниження міцності.

Склади з тонкомолотим кварцом показують різке зниження міцності. Це, можливо, пов'язано з поліморфними перетвореннями кристалічного SiO_2 . Чудові результати показали склад жаростійких в'язучих з тонкомолотим шамотом. Очевидно, одночасна присутність у складі шамоту кремнезему SiO_2 і глинозему Al_2O_3 сприяла активному зв'язуванню вільного оксиду кальцію та отримання підвищеної міцності.

Таким чином, застосування у складах жаростійких в'язучих на портландцементі вогнетривких тонкомолотих добавок основного складу небажано. Необхідно застосовувати тонкомолоті вогнетривкі добавки, взяті у тому числі з відходів промисловості, що містять у своєму складі такі оксиди як SiO_2 ; Al_2O_3 ; Cr_2O_3 .

Основним завданням експериментів був підбір процентного співвідношення між використовуваним гідралічним цементом і шламом ЩТА. Параметром оптимізації складів змішаних жаростійких в'язучих були такі фізико-термічні показники, як вогнетривкість, термостійкість, знижене значення водоцементного фактора, межа міцності при стисканні після нормального твердіння. Як відомо, зниження водоцементного відношення у багатьох цементних композицій веде до зростання їхньої міцності. Для отримання жаростійких в'язучих на портландцементі були вивчені змішані сполучні із застосуванням тонкодисперсного алюмохромистого відходу ІМ-2201.

Таблиця 2.1 – Вміст вільного оксиду кальцію в залежності від добавки тонкомолоного шамоту та температури нагрівання

Співвідношення портландцементу та шамоту	Вміст вільного оксиду кальцію у % від ваги						
	100	200	400	600	800	1000	1200
80:20	13	13,2	13,5	12	10,5	4	4
70:30	10,5	10,2	10	9,5	9,2	3,9	2
60:40	10,5	10,2	9	9	8	3,2	1
50:50	10,1	9,1	7,9	7	6,1	2	1
40:60	7,8	7	6	7,5	6	2	0,5
30:70	6,5	6	5,5	6,5	4	1,5	0

Аналізуючи дані таблицю 2.1, слід зазначити, що добавка тонкомолоного шамоту позитивно впливає на зниження вільного оксиду кальцію в цементному камені у процесі нагрівання. Збільшення тонкомолоного шамоту у складі жаростійкого в'язучого на основі портландцементу до 70 % призводить практично до зникнення вільного CaO після нагрівання каменю до 1200°C. Ефективність тонкомолої добавки необхідно оцінювати також зростання або зниження міцності жаростійкого цементного каменю після випалу при високих температурах.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІШАНОГО ЖАРОСТІЙКОГО В'ЯЖУЧОГО З ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРАВЛІЧНИХ ЦЕМЕНТІВ І ШЛАМА ЛУЖНОГО ТРАВЛЕННЯ АЛЮМІНІЮ

При змішуванні портландцементу з алюмохромистим відходом утворюються змішані жаростійкі сполучні, що мають більш специфічні властивості, ніж чистий цемент. Вогнетривкість змішаних жаростійких в'язучих збільшується прямо пропорційно в залежності від введеної в композицію кількості алюмохромистого відходу. Час початку схоплювання жаростійких в'язучих подовжується, але навіть за наявності 60÷80% відходу зберігається їхня здатність твердіти в повітряних умовах. Криві за зміною показників міцності і термінів схоплювання жаростійких в'язучих з різним вмістом ІМ-2201 представлені на рисунку 2.2

Як видно з рисунка 2.3, оптимальна кількість шламу ЩТА, що вводиться, в змішане в'язуче знаходиться в межах 10 % від загальної маси в'язучого. Виходячи з оптимальної кількості нанорозмірного наповнювача (шламу ЩТА), що вводиться, були розроблені контрольні склад «ПЦ 500-Д0 + шамот» у співвідношенні 1:1 і відповідні склади з 10 % шламу Щ. Склади та властивості жаростійких композицій наведені в таблицях 2.2 та 2.3.

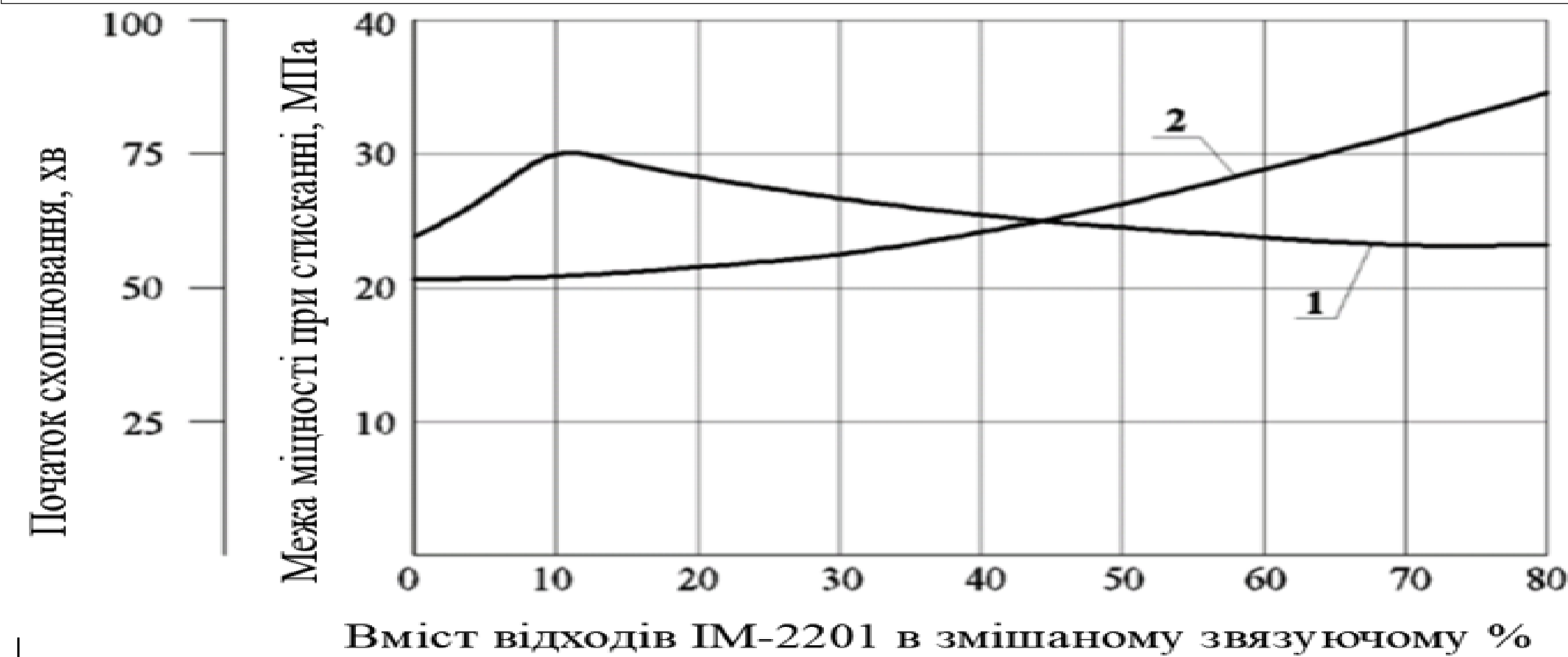
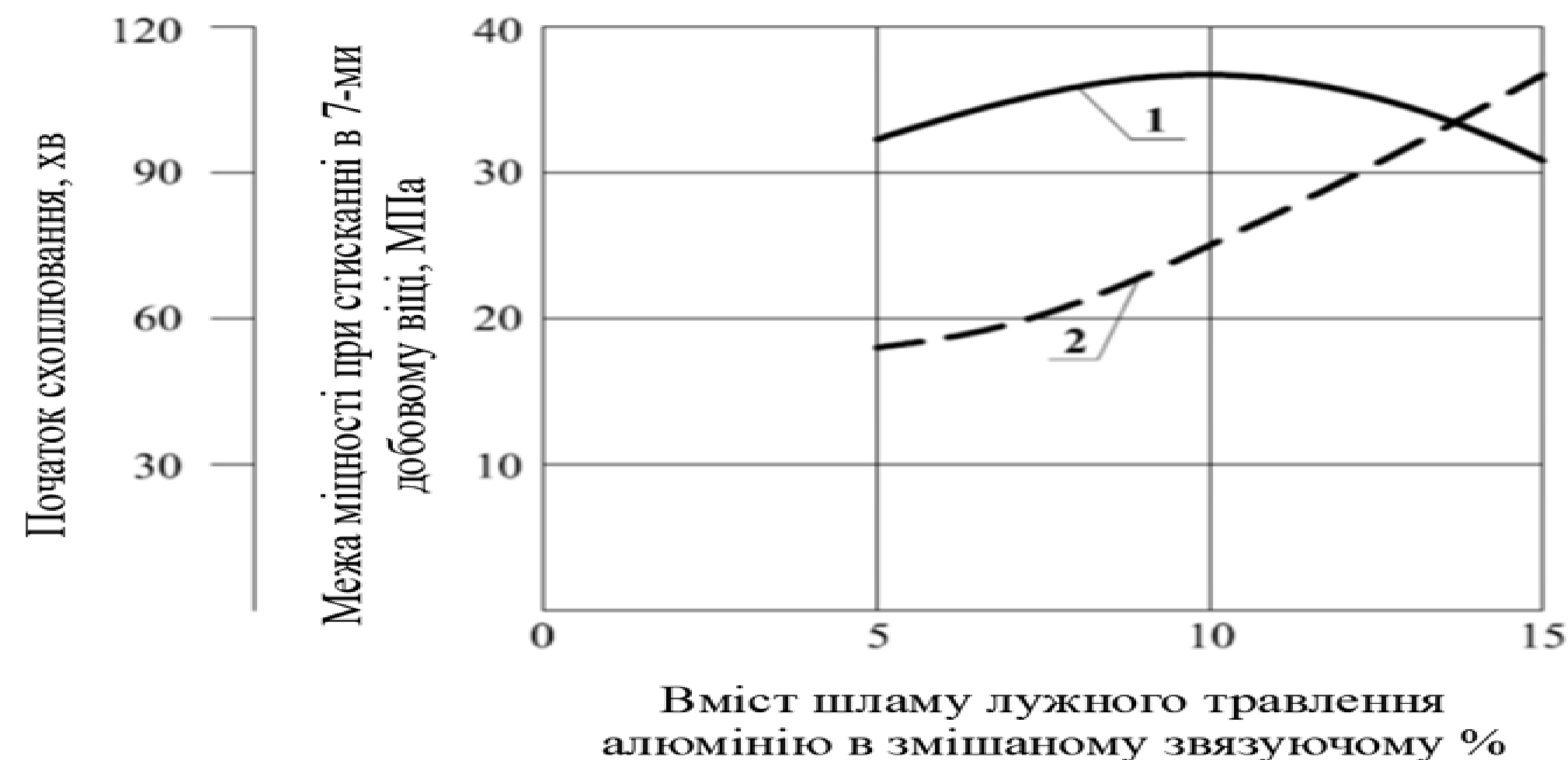


Рис. 2.2 – Вплив добавки ІМ-2201 на властивості жаростійкого в'язучого на основі портландцементу: 1 – міцність при стисканні у семидобовому віці; 2 – початок схоплювання, хв

Введення шламу ЩТА здійснювали в жаростійкі в'язучі складу портландцемент: алюмохромистий відхід = 50; 50 і варіювали в межах від 5 до 15% (рисунк 2.3).



Рисунк 2.3 – Вплив добавки шламу ЩТА на властивості змішаного жаростійкого в'язучого з портландцементом: 1 – міцність при стисканні у семидобовому віці; 2 – початок схоплювання, хв.

Таблиця 2.2 – Вміст вільного оксиду кальцію в залежності від добавки тонкомолотого шамоту та температури нагрівання

№ складу	Склад в'язучого, %	Межа міцності при стисканні, МПа, після нагрівання до температури, °С							Температура деформації під навантаженням		
		НВТ	100	400	800	1000	1200	1400	НР	4%	40%
1	Портландцемент-50 Тонкомолотий шамот-50 (контрольний склад)	22,3	24,2	20,1	10,2	10	14,7	32 (1300)	1190	1290	1350
2	Портландцемент-50 ІМ-2201-50 (контрольний склад)	27,5	28,8	23,4	12,4	14,6	17,1	32 (1300)	1210	1320	1370
3	Портландцемент-45 Тонкомолотий шамот-45 Шлам ЩТА-10	31,4	32,9	24,8	15,8	16,7	21,8	30,4	1360	1410	1470
4	Портландцемент-45 ІМ-2201-45 Шлам ЩТА-10	36,7	38,3	31,4	21,1	22,3	26,1	30,4	1360	1410	1470

Таблиця 2.3 – Властивості змішаних жаростійких композицій

Характеристики	Номер складу за таблицею 2.2			
	1	2	3	4
Водоцементне відношення (Нормальна густина, %)	28,2	26,3	24,1	23,2
Вогнетривкість, °С	1420	1435	1510	1530
Термостійкість (водні теплозміни)	12	16	20	20
Залишкова міцність після нагріву до 800 °С, %	42	43	48	55

Фото з проведення випробувань



Жаростійкі в'яжучі на глиноземистому цементі зі зниженою водопотребою

З метою збільшення первісної міцності цементного каменю на основі глиноземистого в'яжучого були проведені дослідження з розробки та вивчення складів змішаних жаростійких в'яжучих. Як відомо, міцність будь-яких цементних композитів залежить від водоцементного відношення В/Ц.

У зв'язку з цим було досліджено змішані жаростійкі в'яжучі із застосуванням глиноземистого цементу. Для отримання змішаного глиноземистого жаростійкого в'яжучого як наповнювача, що знижує водоцементне відношення, використовували добавку нанотехногенної сировини у вигляді лужного шламу травлення алюмінію - відходу з Самарського металургійного заводу. У ході проведених експериментів було виявлено, що введення шламу в цементну композицію на основі в'яжучого глиноземистого супроводжується формуванням пластичної структури з підвищеними реологічними характеристиками, що пов'язано з високою адсорбційною здатністю шламу і пояснюється особливостями його молекулярно-дисперсної структури. Так, при введенні шламу ЩТА в кількості від 5 до 15 % у композицію ГЦ 40 + вода відбувається різке зниження водоцементного фактора з 28 до 23,3 % і підвищення початкової міцності при стисканні цементного каменю в процесі НВТ (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 - Склади та властивості жаростійких композицій на основі

ГЦ-40

№ складу	Тип основного гідралічного цементу та кількість у % шламу ЩТА	Водоцементне відношення (Нормальна густота, %)	Межа міцності при стисканні після НВТ, МПа	Вогнестійкість, °С	Термостійкість, водні теплосміни
1	2	3	4	5	6
1	Глиноземистий цемент ГЦ-40	28	40,5	1450	20
2	Глиноземистий цемент ГЦ-40 +5% шламу ЩТА	25,4	44,8	1530	22
3	Глиноземистий цемент ГЦ-40 +10% шламу ЩТА	23,3	48,4	1555	25
4	Глиноземистий цемент ГЦ-40 +15% шламу ЩТА	26,2	44,4	1580	28

За отриманими результатами таблиці 2.4 видно, що вогнетривкість змішаних в'яжучих на основі глиноземистого цементу зростають зі збільшенням кількості нанорозмірного наповнювача. Це пов'язано в цілому зі збільшенням вмісту Al_2O_3 у складі змішаного жаростійкого в'яжучого. Результати випробувань із застосування змішаних в'яжучих на основі ГЦ-40 та шламу ЩТА як жаростійких цементів наведено на рисунках 2.5 та 2.6.

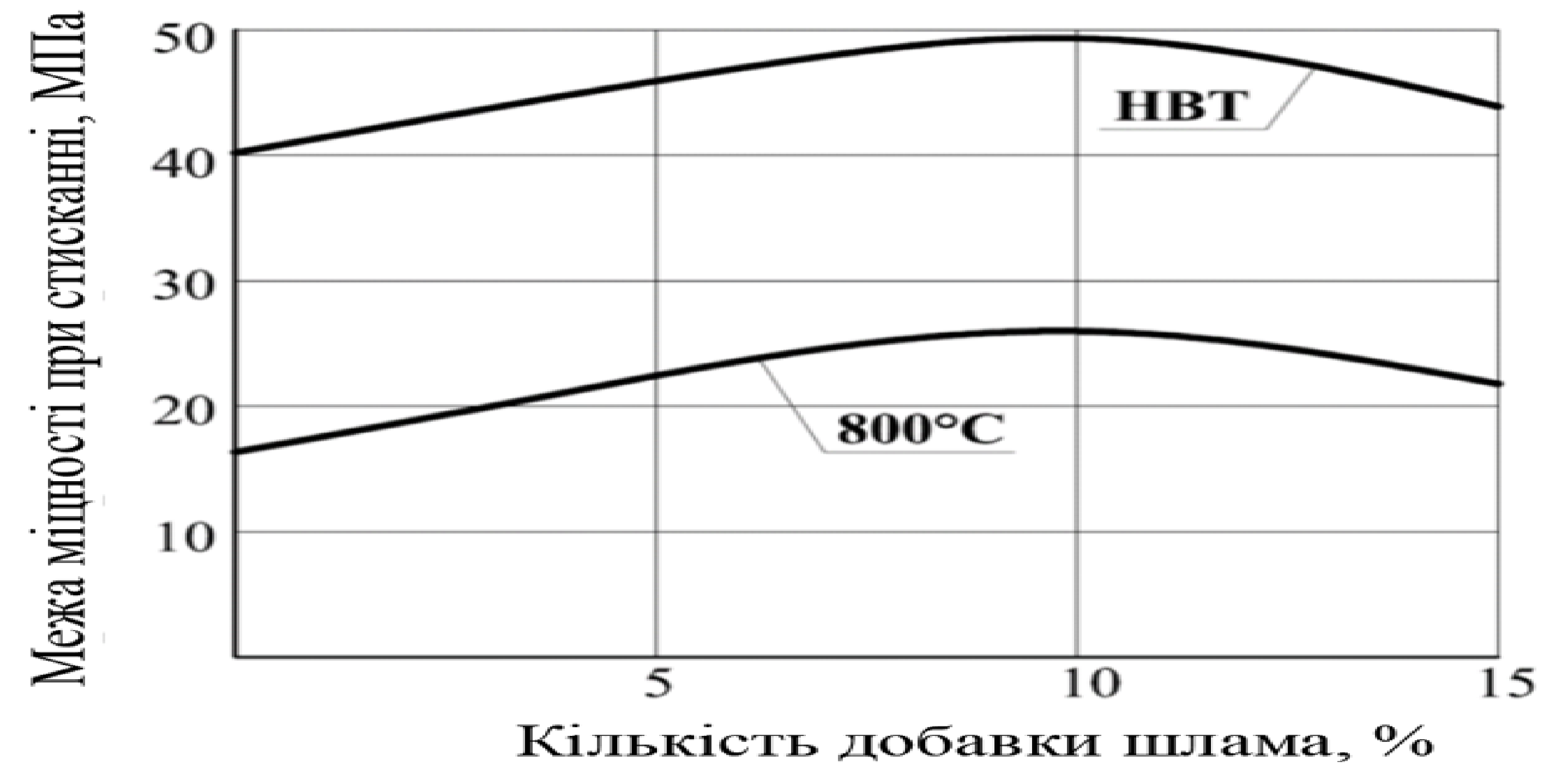


Рисунок 2.5 – Криві зміни міцності жаростійкого цементного каменю на основі змішаного глиноземистого в'яжучого

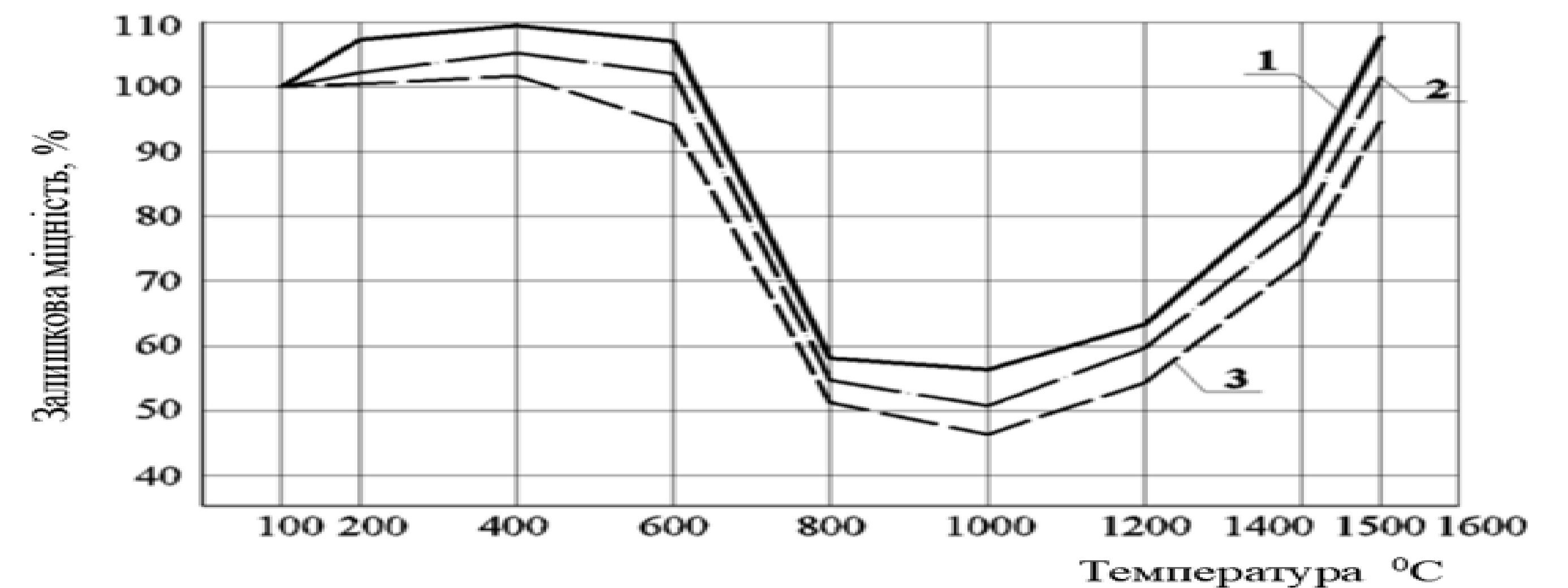
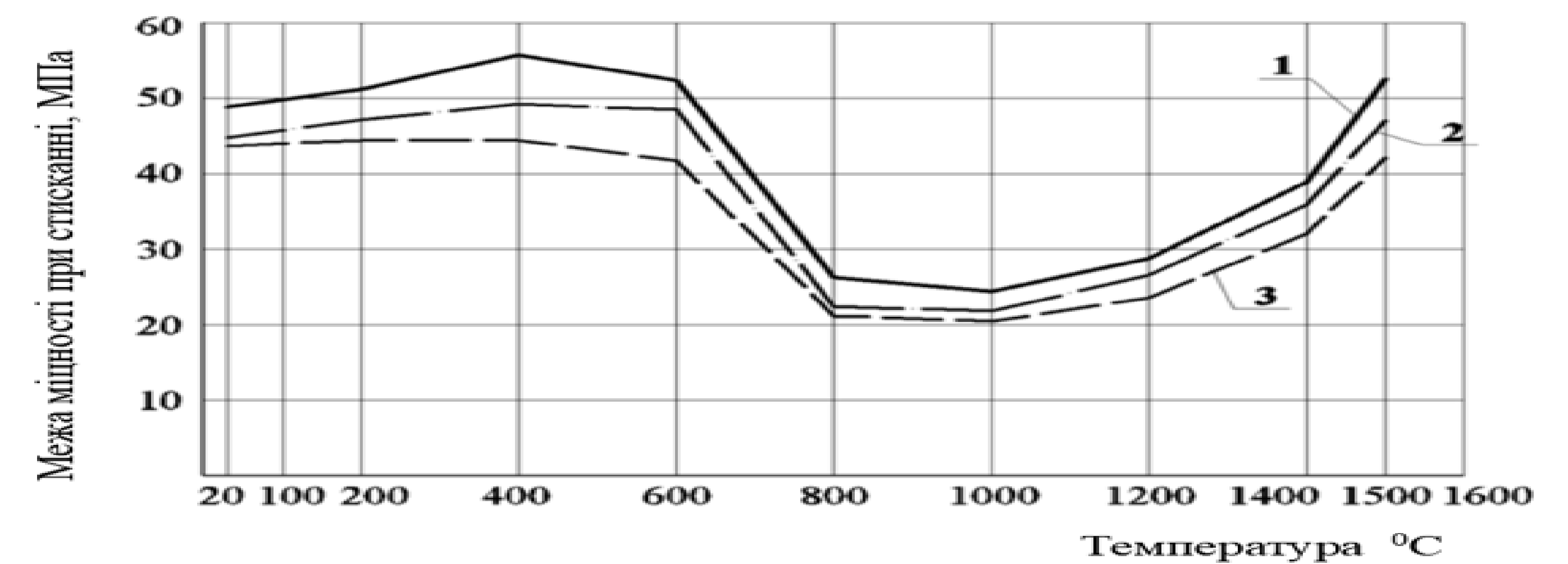


Рисунок 2.6 – Залежність міцності при стисканні жаростійкого цементного каменю на основі змішаного глиноземистого в'яжучого від температури нагрівання: 1 – вміст шламу ЩТА у складі в'яжучого – 10 %; 2 – вміст шламу ЩТА у складі в'яжучого – 5 %; 3 – вміст шламу ЩТА у складі в'яжучого – 15 %

АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Отримані результати дозволяють зробити висновок про те, що наночастинки наповнювача у складі змішаного жаростійкого в'язучого виконують роль мінералізатора. На основі оптимальних композицій жаростійких в'язучих були підібрані склади жаростійких розчинів та бетонів із шамотним та мулітовим заповнювачами.

При проведенні досліджень для отримання змішаних жаростійких в'язучих використовували портландцемент ПЦ-500-Д0, тонкомолотий шамот, глиноземистий цемент ГЦ-40. Як наповнювач у цих жаростійких в'язучих був шлам лужного травлення алюмінію. Заповнювачами важких жаростійких бетонів служили бій шамотної цегли класу Б та бій мулітового вогнетриву МЛС-62, легких бетонів - керамзитовий гравій та вермикуліт. Підбір складів жаростійких бетонів проводився дослідним шляхом, виходячи з умови отримання суміші, що має максимальну середню щільність. Відформовані на вібромайданчику бетонні зразки тверділи у нормально-влагнострних умовах протягом трьох діб. Розпалубка зразків здійснювалася через одну добу після формування. Було визначено основні фізико-механічні та вогневі характеристики шамотного, мулітового бетонів та керамзитовермікулітобетону.

Склади бетонів та результати їх випробувань наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Склади та властивості шамотних та мулітових жаростійких бетонів на змішаних гідравлічних в'язучих

№ складу	Склад жаростійкого бетону, кг/м ³	Середня щільність бетону в сухому стані, кг/м ³	Межа міцності при стисканні, МПа після твердіння та випалу, °С				Температурне усадження при максимальній температурі випалу, %	Термостійкість, водні тепломіни
			20 (НВГ)	100	800	1200		
1	ПЦ 500-Д0 – 200 Тонкомолотий шамот – 200 Шлам ЦТА – 40 ВЗ+МОЗ – 650+750 Вода – 260	1965	28,5	32,4	15,1	21,6	-0,39	16
2	ГЦ-40 – 400 Шлам ЦТА – 40 ВЗ+МОЗ – 650+750 Вода – 240	1946	35,1	38,4	18,9	24,3	-0,34	24
3	ГЦ-40 – 400 Шлам ЦТА – 40 Мулітовий щебінь – 690 Мулітовий пісок – 790 Вода – 270	2095	38,4	39,6	21,1	27,4	-0,26	30
4	ГЦ-40 – 360 Шлам ЦТА – 40 Вермикуліт (М125) – 100 Керамзитовий гравій (М350): фр. 5÷10 – 131; фр. 10÷20 – 121 Вода – 300	925	3,08	3,25	1,43	2,04 (1100)	-0,65	15 (повітряні тепломіни)

Примітка КЗ – великий заповнювач, фр. 5÷10 мм; МОЗ - дрібний заповнювач, фр. 0,16÷5 мм. Заповнювачі виготовлені з шамотного вогнетривкого брвхту.

Результати випробувань жаростійких бетонів, наведені в таблиці 3.1, показують високу їхню ефективність у порівнянні з бетонами на звичайних гідравлічних в'язучих. Застосування шамотного заповнювача у складах бетонів на композиційному портландцементному в'язучому дозволило підвищити залишкову міцність вогнетривких композитів у зоні критичних температур. Ця обставина суттєво позначилася на термостійкості портландцементних жаростійких композитів і дозволяє даним бетонам розширити сферу застосування у футеровках теплових агрегатів з температурою експлуатації від 700 до 1200 °С. Вогнева усадка у цих бетонів незначна.

Дані щодо визначення температур деформації під навантаженням розроблених складів важких та легких бетонів наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Температура деформації жаростійких бетонів під навантаженням

№ складу за таблицею 3.5	Вид бетону	Температура деформації під навантаженням, °С		
		НР	4%	40%
1	Шамотний бетон на змішаному портландцементному в'язучому	1180	1250	1370
2	Шамотний бетон на змішаному глиноземистому цементному в'язучому	1230	1305	1400
3	Мулітовий бетон на змішаному глиноземистому цементі в'язучому	1380	1455	1525
4	Керамзит вермикулітобетон на змішаному глиноземистому цементі в'язучому	930	1005	1065

Криві зміни міцності при стисканні бетонів досліджуваних складів залежно від температури нагрівання представлені малюнку 3.1.

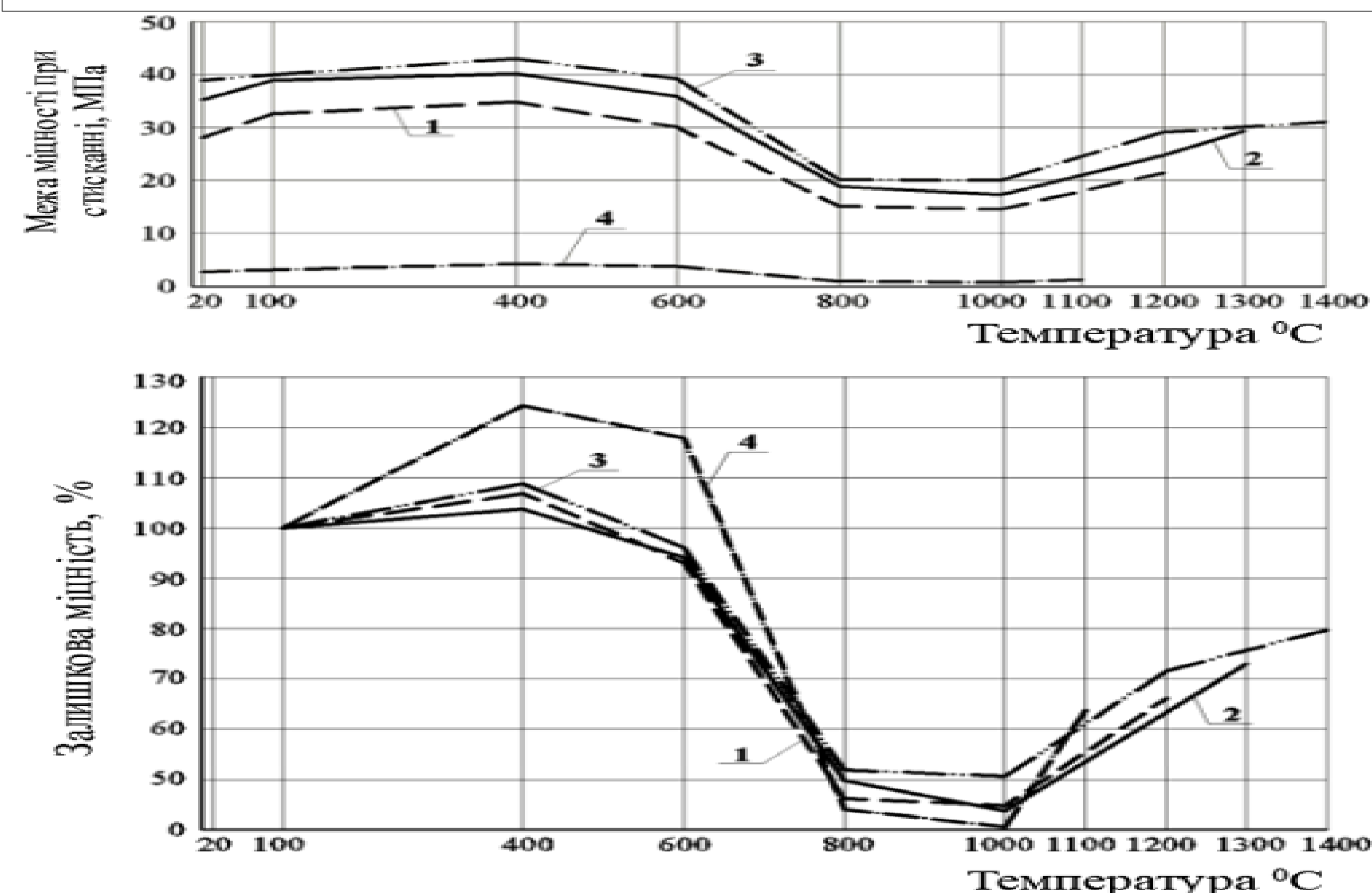


Рисунок 3.1 – Вплив температури нагріву на міцність бетонів з жаростійкістю з різними заповнювачами:

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Жаростійкі композиції, отримані на основі техногенної сировини, мають підвищені термічні та фізико-механічні властивості.

Застосування в жаростійких бетонах і залізобетонних конструкціях техногенної сировини, що утворюється з відходів різних галузей промисловості, насамперед підприємств чорної та кольорової металургії, металообробки, електроенергетики, а також нафтопереробки та нафтовидобутку дозволяє істотно знизити їх вартість і в більшості випадків поліпшити основні жаростійкі властивості конструкцій та матеріалів завдяки якісним показникам у відходів, які близькі до природної сировини.

Використання промислових відходів у поєднанні з традиційною сировиною надає пролонговану дію на властивості жаростійких матеріалів як на стадії їх отримання, так і в умовах подальшої експлуатації.

Серед відходів промисловості на сьогоднішній день широко вивчені шлаки та золи, але водночас меншою мірою вчені та практики надають увагу такому виду техногенної сировини як шламіві відходи.

З цього всього можна зробити висновок, що додаванням промислових відходів ми і знижуємо в принципі витрати самого зв'язуючого що є досить затратним, а також підвищуємо жаростійкі властивості конструкцій та матеріалів завдяки якісним показникам у відходів, які близькі до природної сировини.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

Застосування шламіві нанотехногенної сировини в композиціях з гідравлічними цементами як наповнювач дозволяє отримати змішані жаростійкі в'язучі з підвищеними фізико-термічними показниками.

Встановлено, що цементний камінь на основі портландцементу тонкомолотою вогнетривкою добавкою та нанорозмірним наповнювачем має найбільшу межу міцності при стисканні при вмісті 10 % наповнювача. Спостерігається зміцнення жаростійкого цементного каменю в 1,5 рази, що обумовлено фізико-хімічними перетвореннями, у тому числі на стадії НВТ та сушіння за рахунок посиленої кристалізації Ca(OH)_2 та зниження на 18 % водоцементного відношення, а після випалу у зоні критичних температур іде утворення високотемпературних сполук $n\text{CaO} \cdot m\text{Al}_2\text{O}_3$; $n\text{CaO} \cdot m\text{SiO}_2$; $n\text{CaO} \cdot m\text{Cr}_2\text{O}_3$. Надалі при термообробці 1200°C і вище в цементуючій масі спостерігаються мінеральні новоутворення муліта ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$) та силіманіту (Al_2SiO_5).

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

Застосування шламіві нанотехногенної сировини в композиціях з гідравлічними цементами як наповнювач дозволяє отримати змішані жаростійкі в'язучі з підвищеними фізико-термічними показниками.

На основі змішаних в'язучих розроблені склади жаростійких розчинів для кладки штучних вогнетривів та захисту металевої поверхні фартуків вагонеток, які мають швидке зростання міцності в повітряних умовах і мають підвищену міцність зчеплення (адгезію) в зоні критичних і робочих температур порівняно з традиційними складами.

План 1-го поверху на відм. 0,000 м.

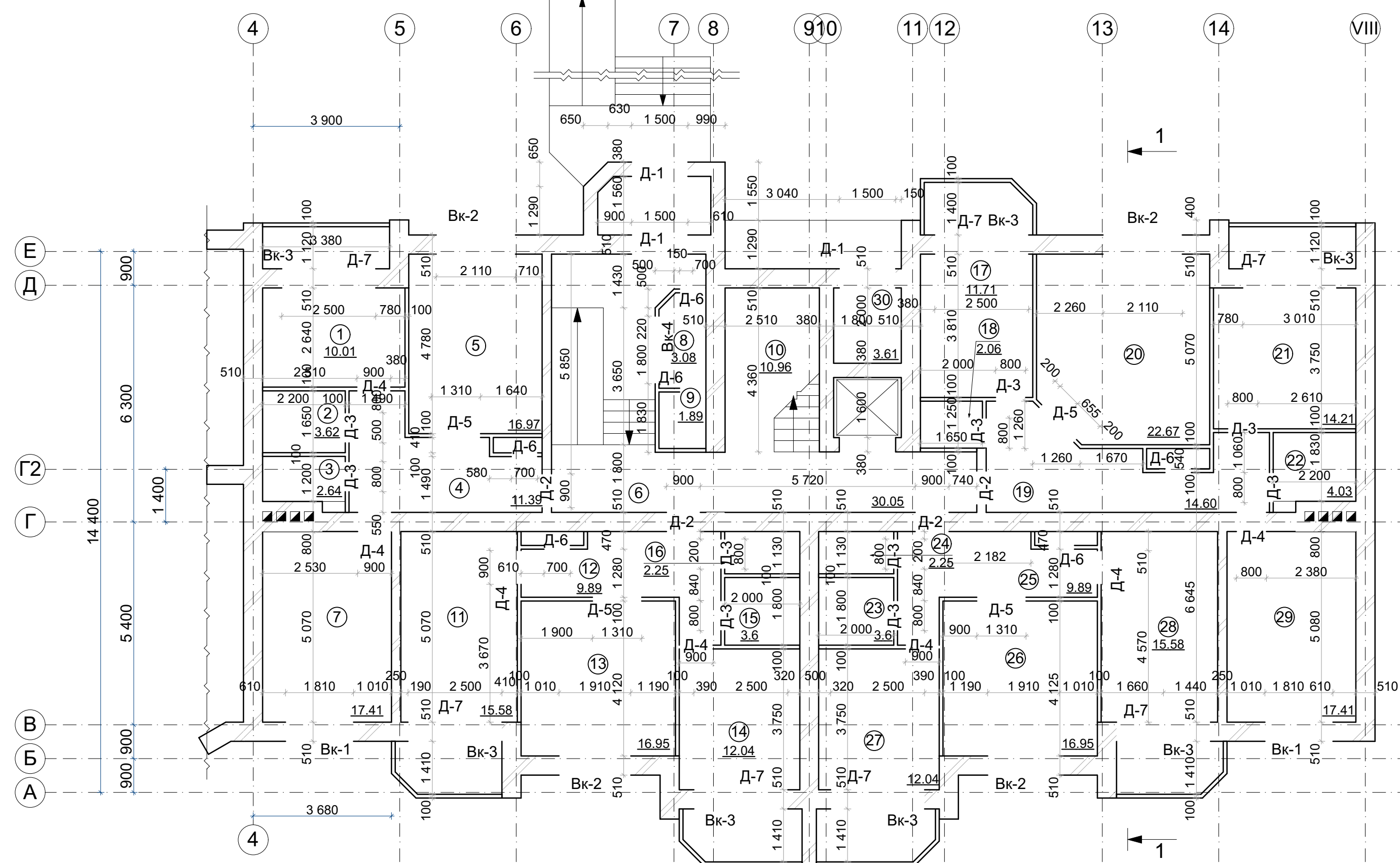
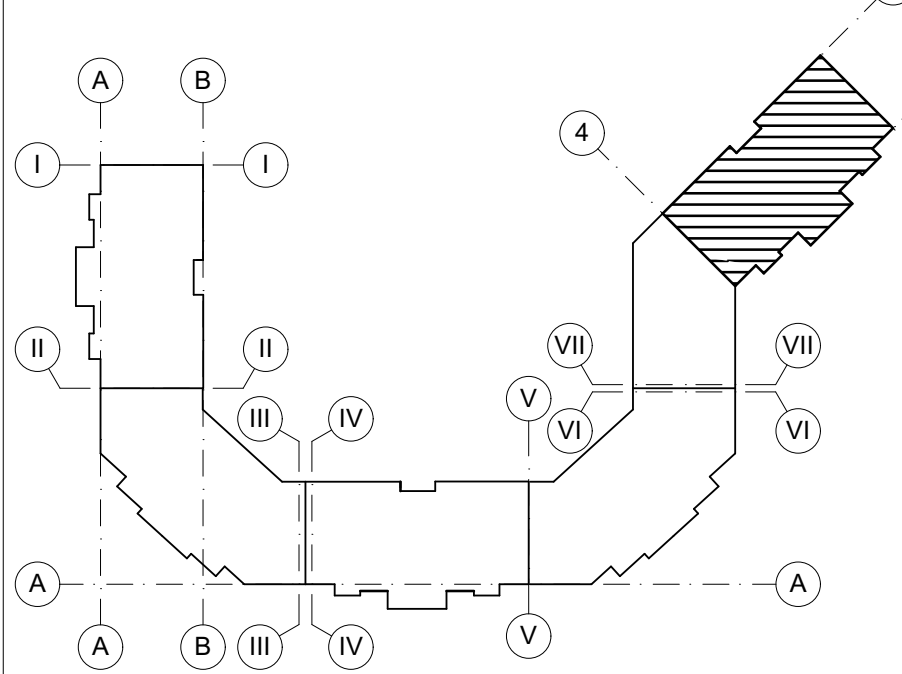
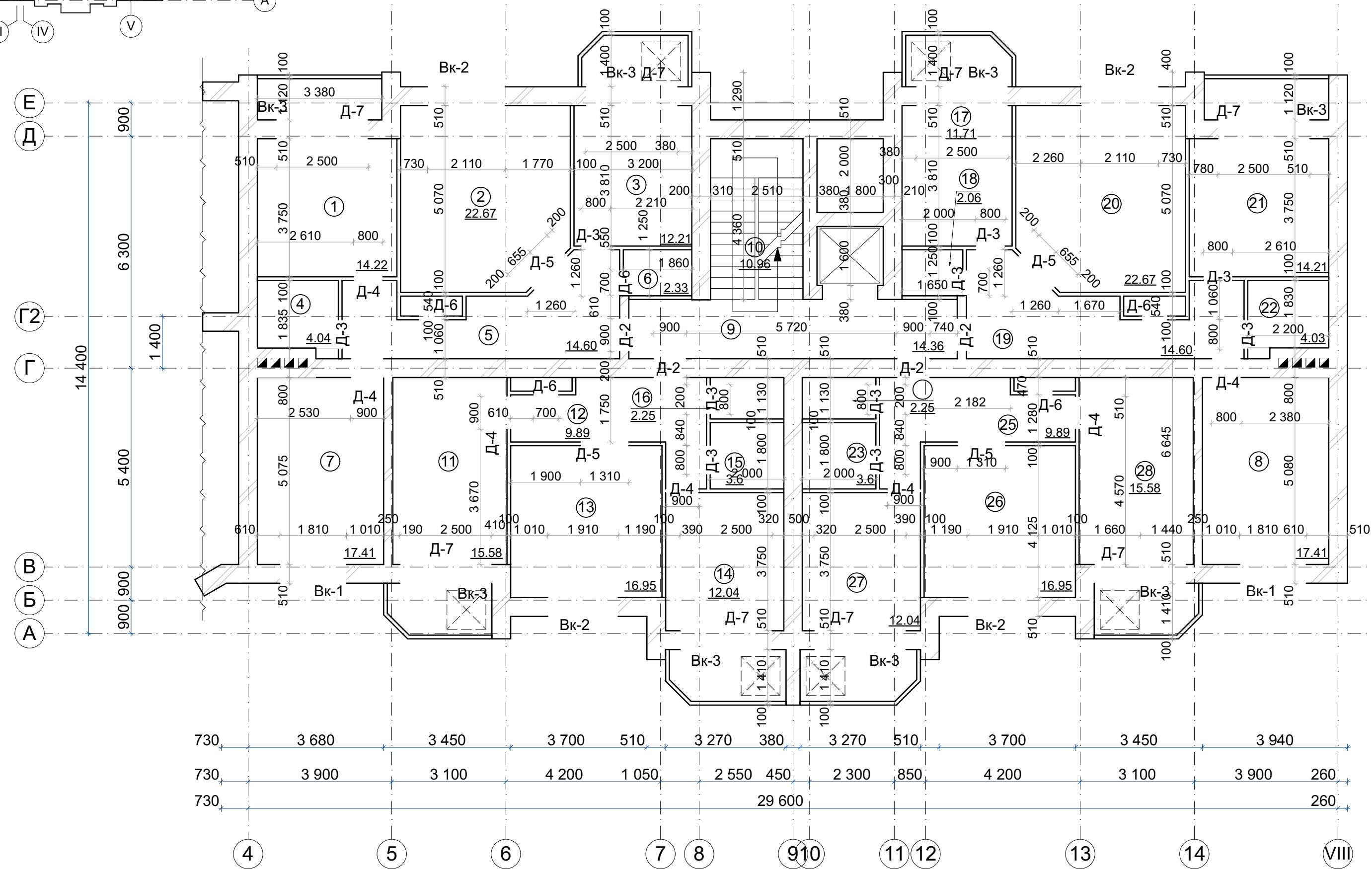


Схема блокування



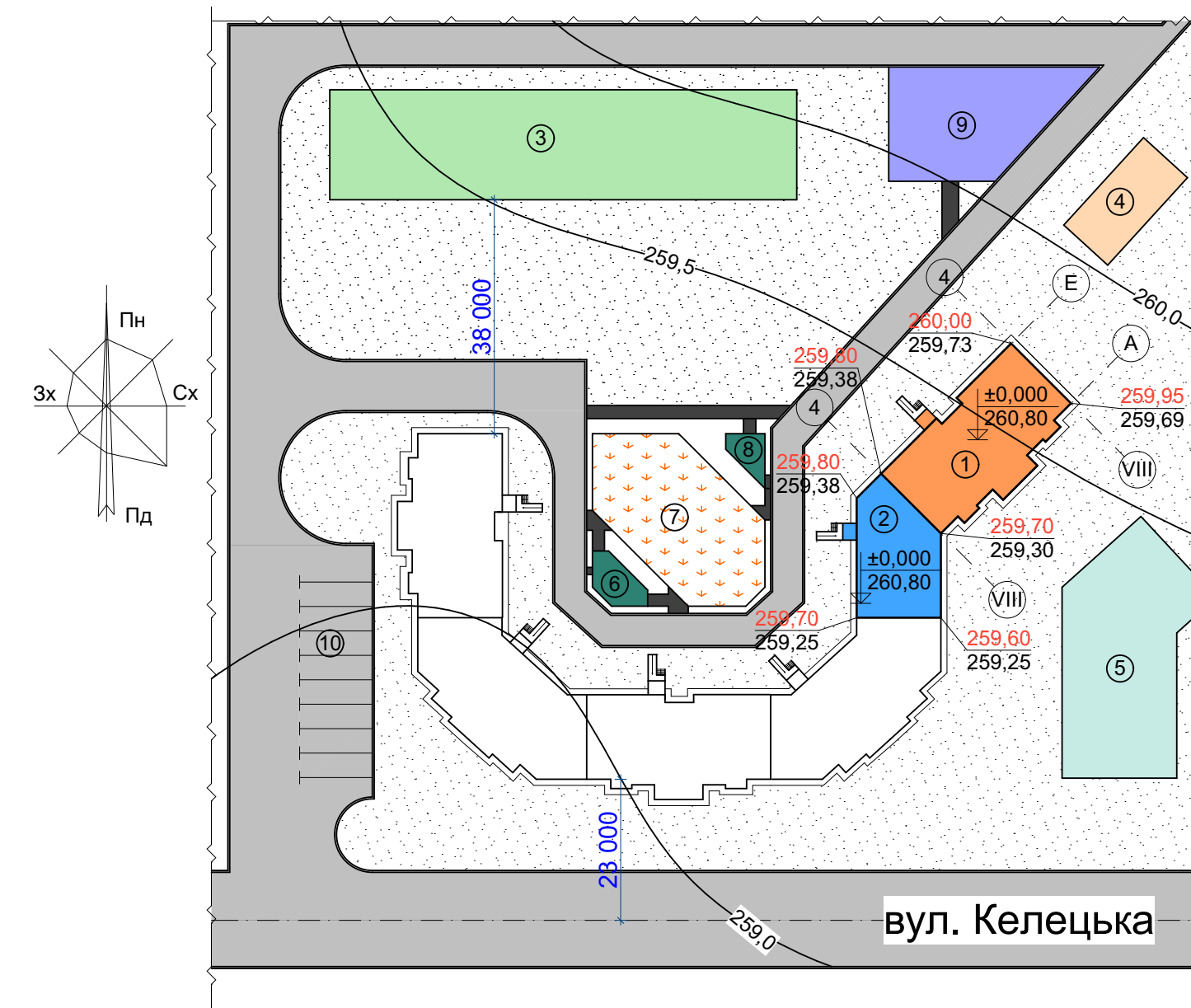
План 2-го - 4-го поверхів



Фасад 4-VIII



Генплан



Експлікація будівель та споруд

Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²	Примітки
1	Проектована будівля (торцюва секція)		
2	Проектована будівля (кутова секція)		
3	9 поверховий житловий будинок		
4	Трансформаторна підстанція		
5	Торгівельно-офісний центр		
6	Майданчик для відпочинку населення		
7	Ігровий майданчик		
8	Майданчик для сушіння білизни		
9	Майданчик для сміттєзбірників		
10	Стоянка для автомашин		

Умовні позначення

	- асфальтовані дороги	259,70	- в чисельнику - проектна відмітка
	- пішохідні лоріжки вимощені тротуарною плиткою	259,30	- в знаменнику - існуюча відмітка
	- асфальтовані пішохідні доріжки		- зелені насадження

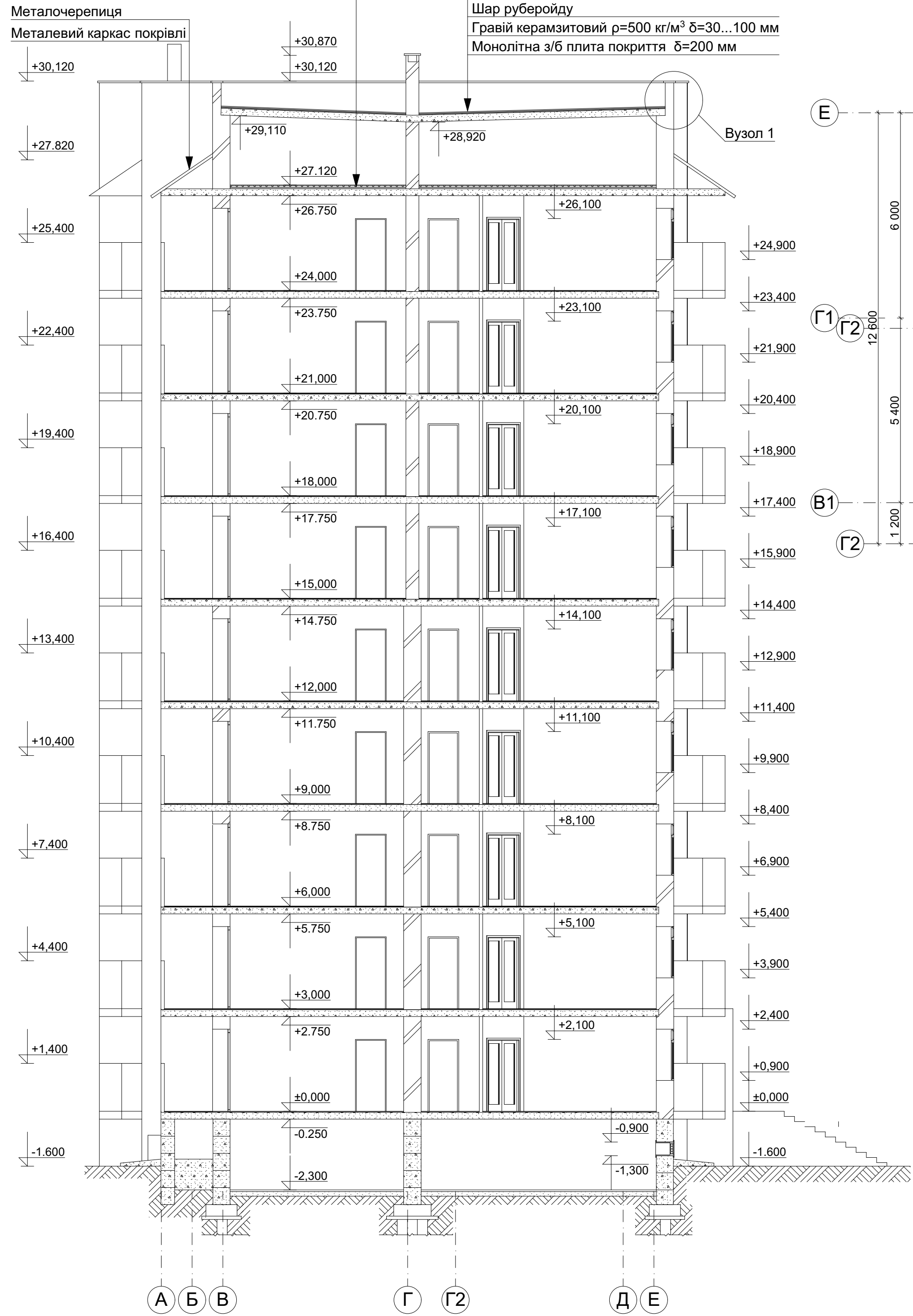
Примітки:

- За умовну відмітку ±0,000 прийнято відмітку рівня чистої підлоги першого поверху.
- На планах конструкцію утеплення зовнішніх стін умовно не показано.

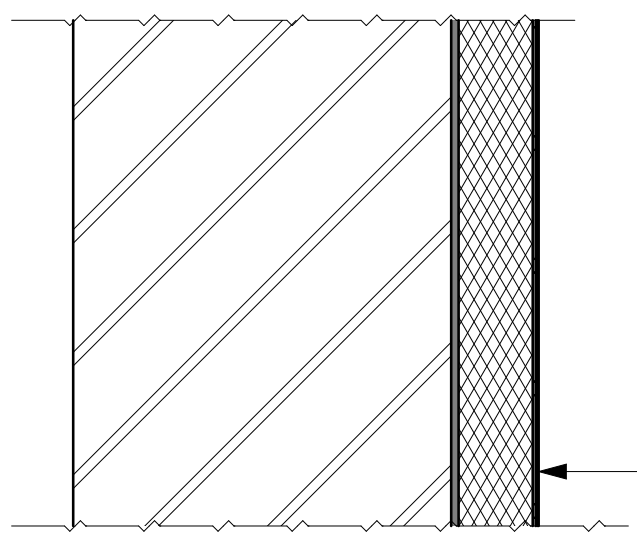
Розріз 1-1

Стяжка з цем-піщ. розчину М100 арм. сіткою
 СЗВр-1 200 ГОСТ 23279-85, δ=30 мм
 ЗВр-1 200
 1 шар руберойду
 Утеплювач - жорсткі мінераловатні плити
 ρ=150 кг/м³ δ=200 мм
 Пароізоляція - 1 шар руберойду на бітумній мастичі
 Монолітна з/б плита покриття δ=200 мм

Покрівельний шар руберойду СПОЛИЕласт
 Підкладний шар руберойду СПОЛИЕласт
 Грунтовка з бітумної мастичі
 Стяжка з цем-піщ. розчину М100 арм. сіткою
 СЗВр-1 200 ГОСТ 23279-85, δ=30 мм
 ЗВр-1 200
 Шар руберойду
 Гравій керамзитовий ρ=500 кг/м³ δ=30...100 мм
 Монолітна з/б плита покриття δ=200 мм

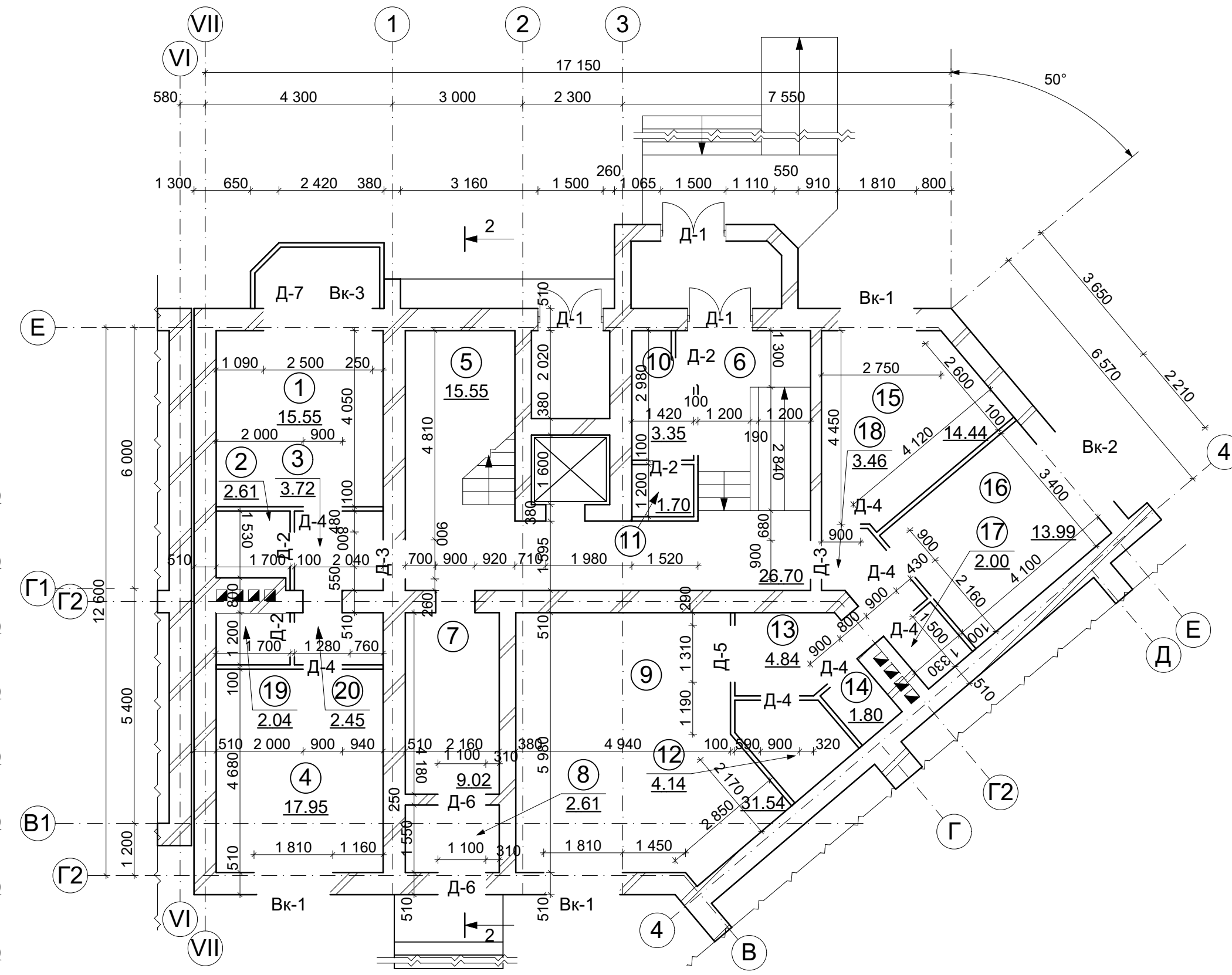


Деталь утеплення зовнішніх стін

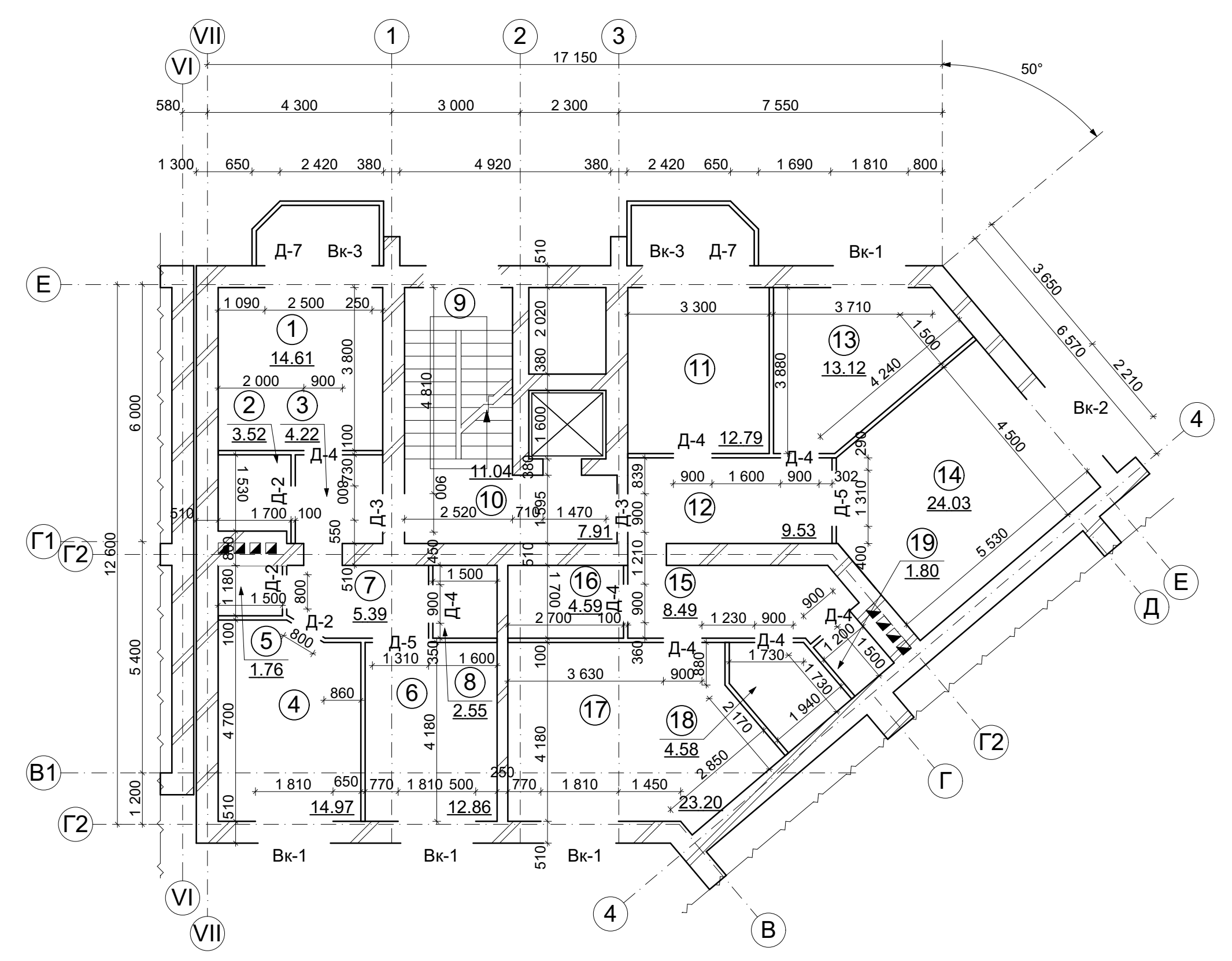


Фасадна фарба
 Мінеральна штукатурка 2мм
 Грунтовка Ceresit СТ 16 - 1 мм
 Суміш Ceresit СТ 190 MB - 2 мм
 Сітка зі скловолокна вічко 5x5 мм
 Суміш Ceresit СТ 190 MB - 4 мм
 Утеплювач - базальтово-волокнисті теплоізоляційні плити - 100 мм
 Клеючий розчин:
 Суміш Ceresit СТ 190 MB - 4-10 мм
 Цегляна стіна 510 мм

План 1-го поверху кутової секції на відм. 0,000 м.



План 2-го - 4-го поверхів кутової секції



План покрівлі

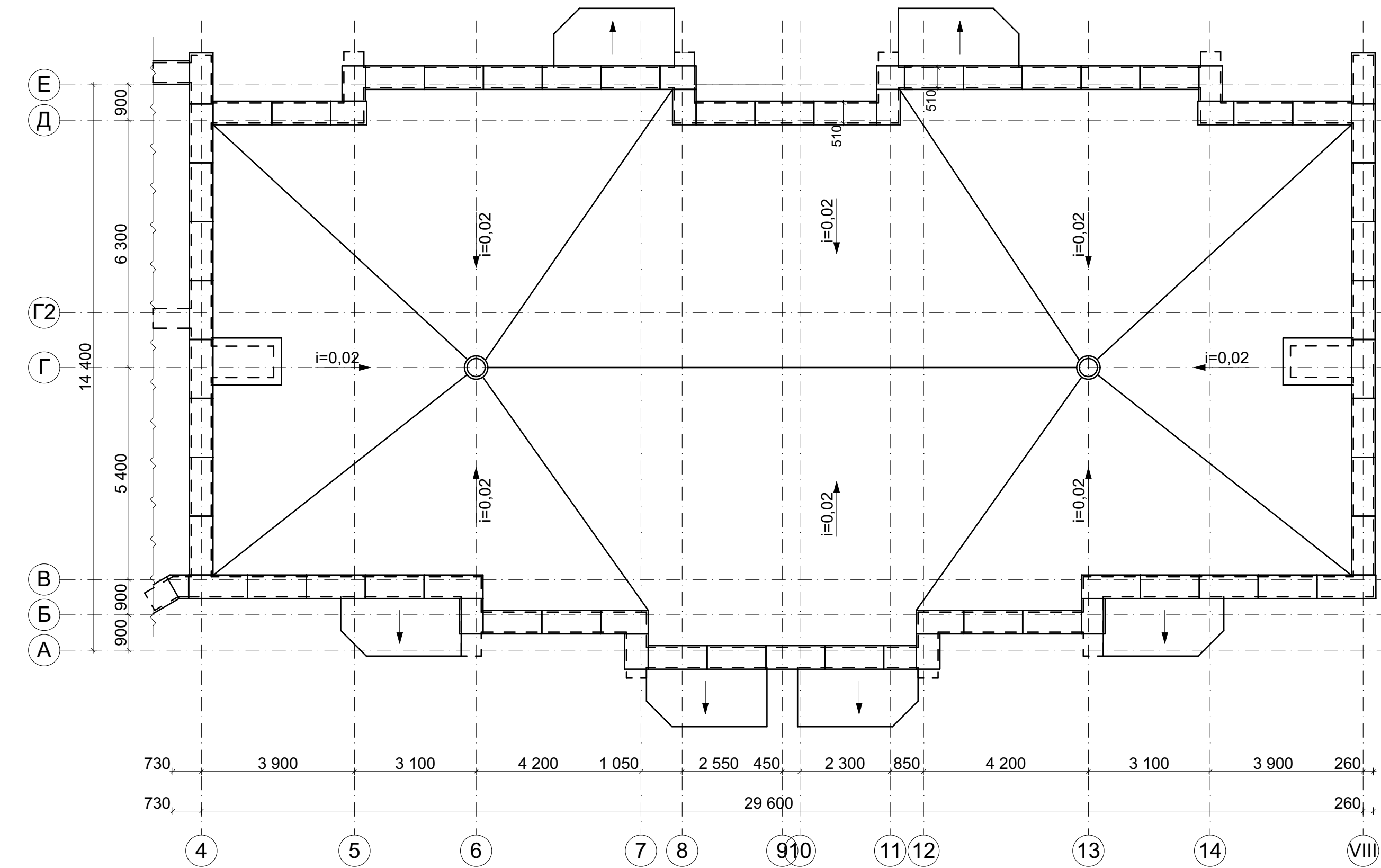
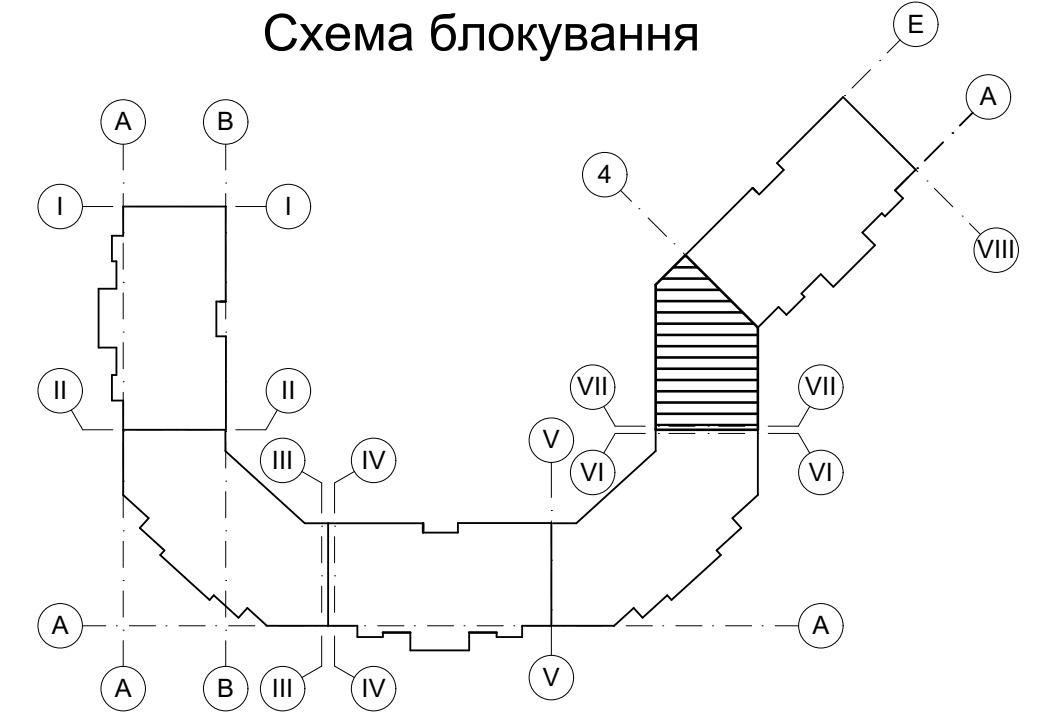
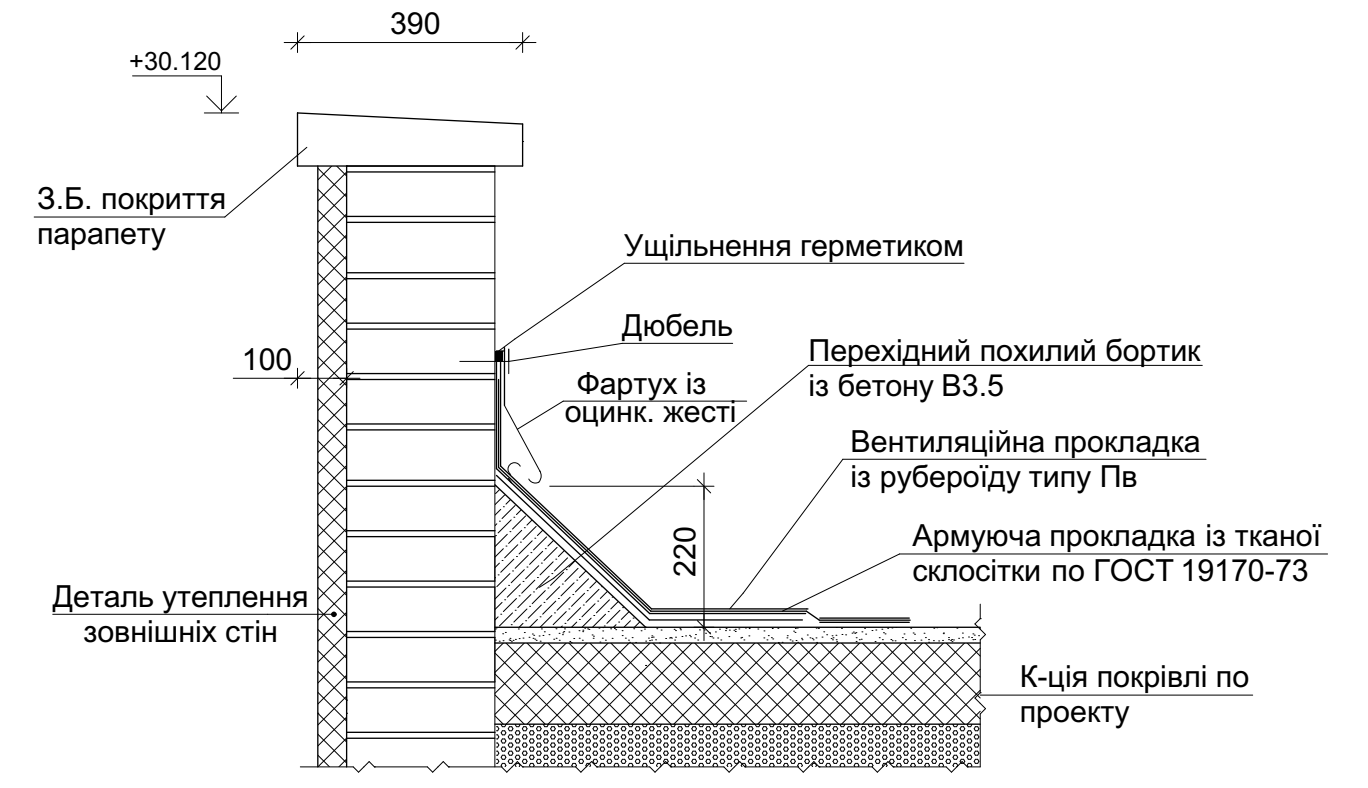


Схема блокування

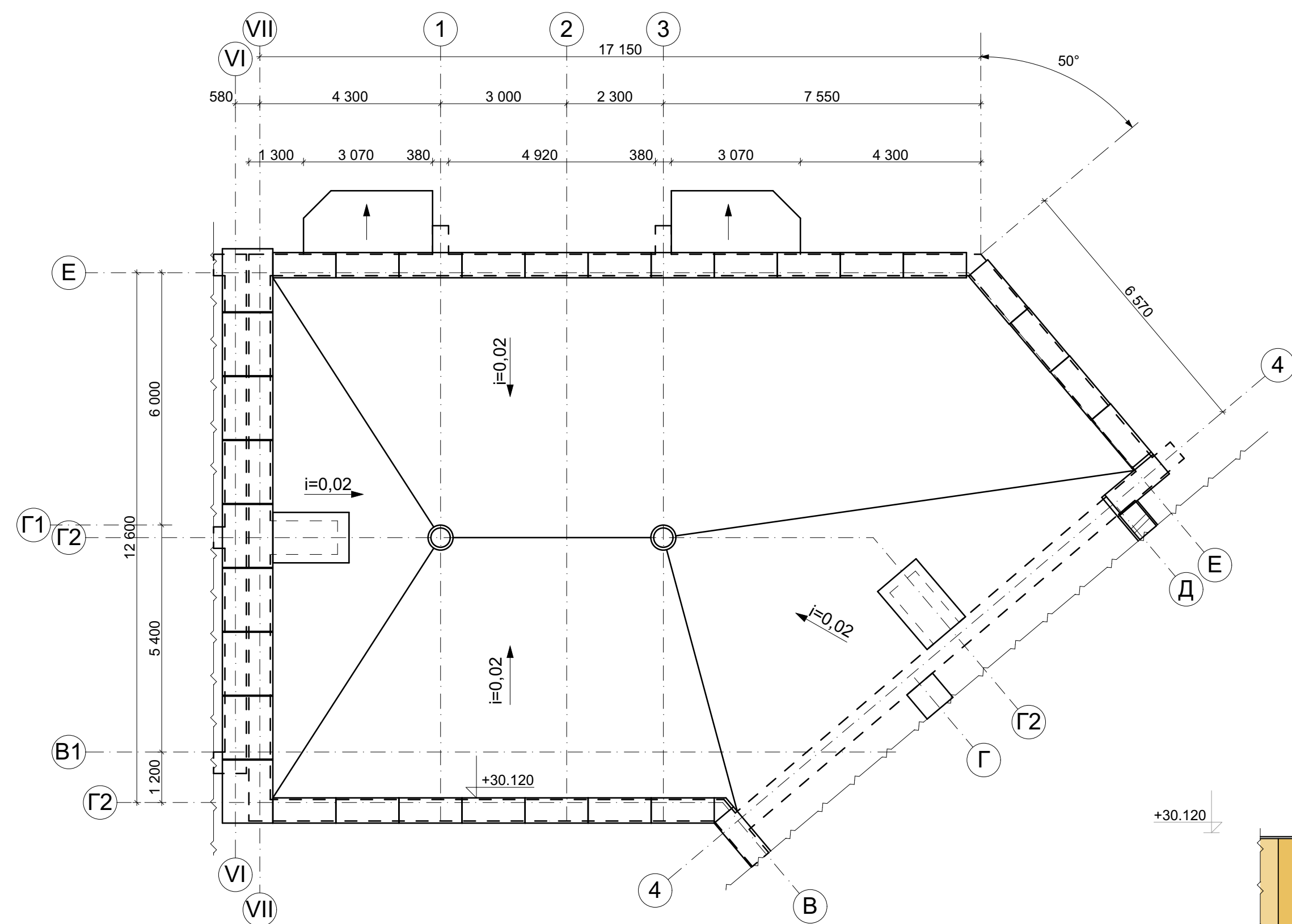


Вузол 1

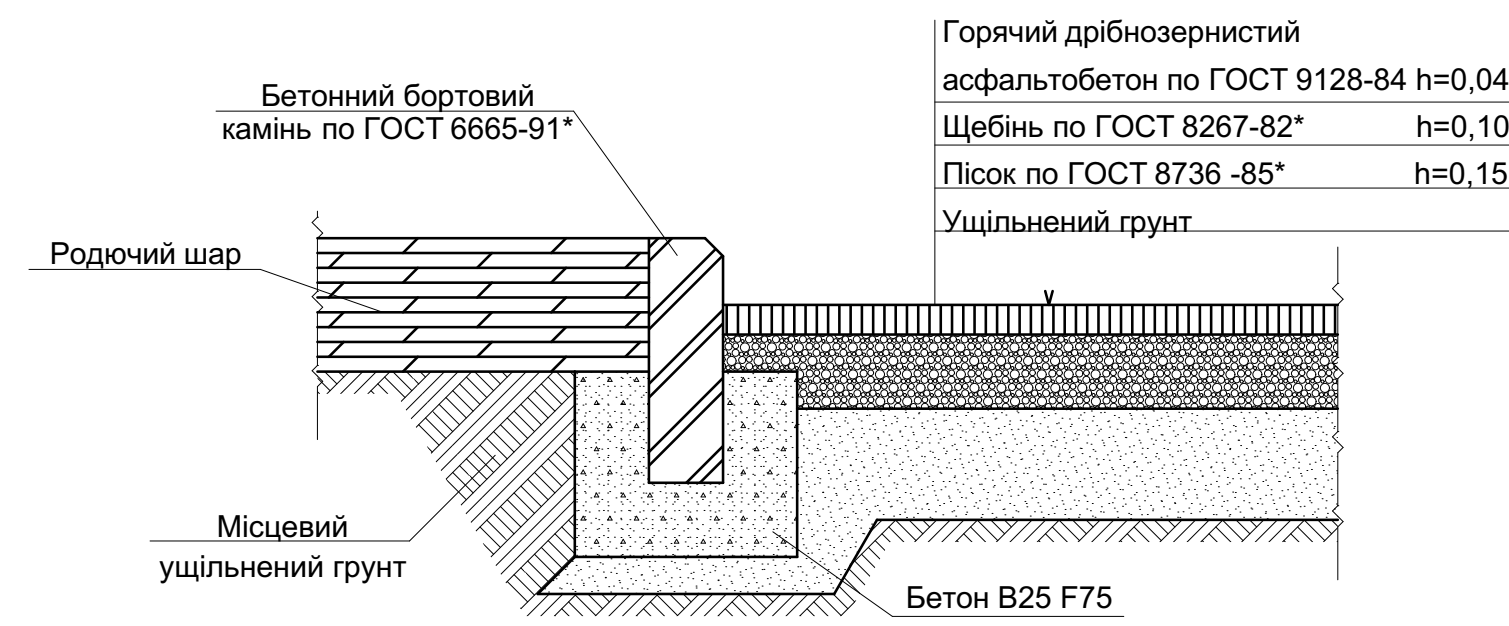


Примітки:
 1. За умовну відмітку ±0,000 прийнято відмітку рівня чистої підлоги першого поверху.
 2. На планах конструкцію утеплення зовнішніх стін умовно не показано.

План покрівлі кутової секції



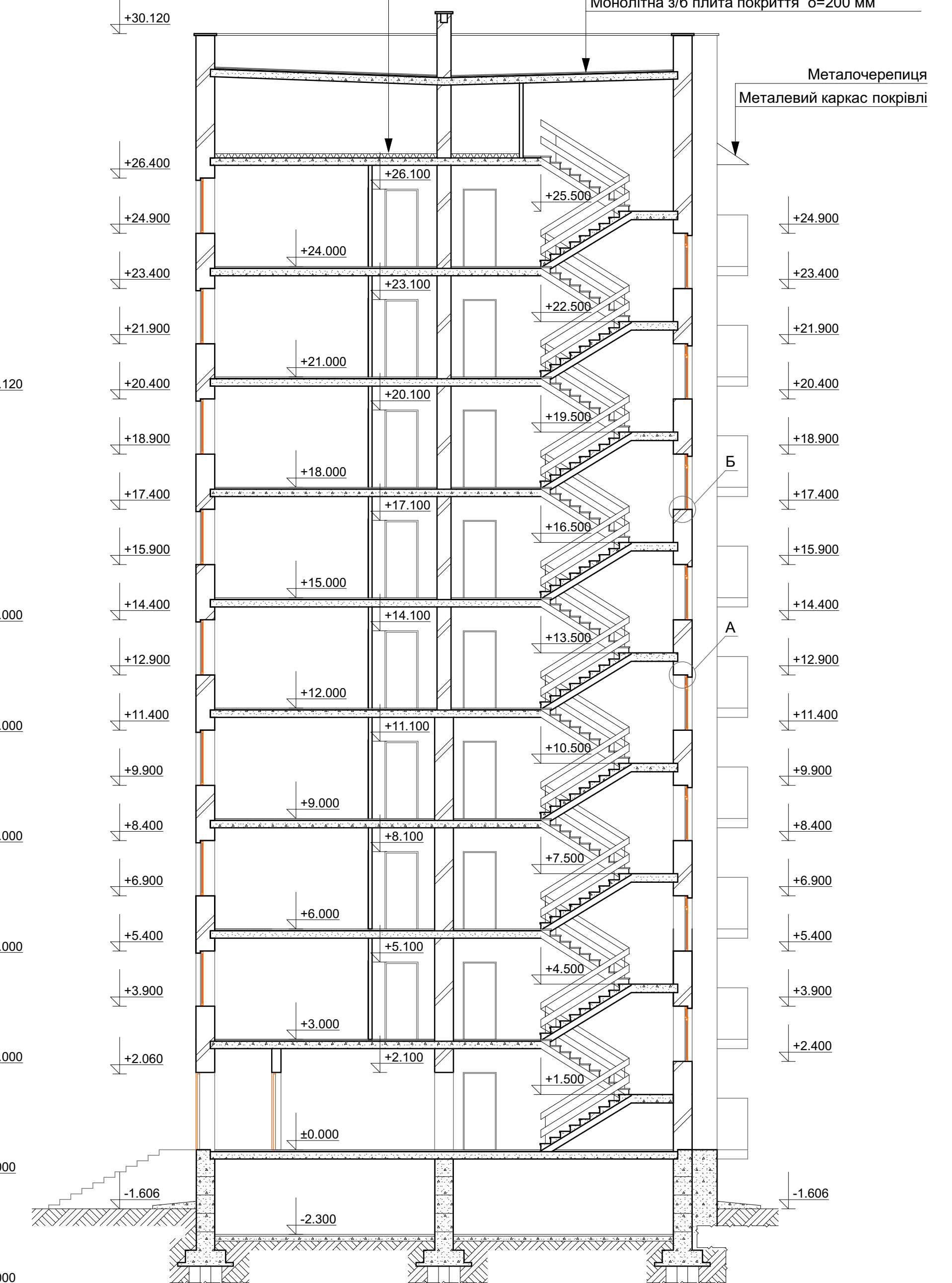
Вузол конструкції
дорожнього покриття



Стяжка з цем-піщ. розчину М100 арм. сіткою
СЗВр-1 200 ГОСТ 23279-85, δ=30 мм
3Вр-1 200
1 шар руберойду
Утеплювач - жорсткі мінераловатні плити
ρ=150 кг/м³ δ=200 мм
Пароізоляція - 1 шар руберойду на бітумній мастиці
Монолітна з/б плита покриття δ=200 мм

Покрівельний шар руберойду СПОЛІеласт
Підкладний шар руберойду СПОЛІеласт
ґрунтовка з бітумної мастиці
Стяжка з цем-піщ. розчину М100 арм. сіткою
СЗВр-1 200
3Вр-1 200
Шар руберойду
Гравій керамзитовий ρ=500 кг/м³ δ=30...100 мм
Монолітна з/б плита покриття δ=200 мм

Розріз 2 - 2



Фасад 4-VII кутової секції

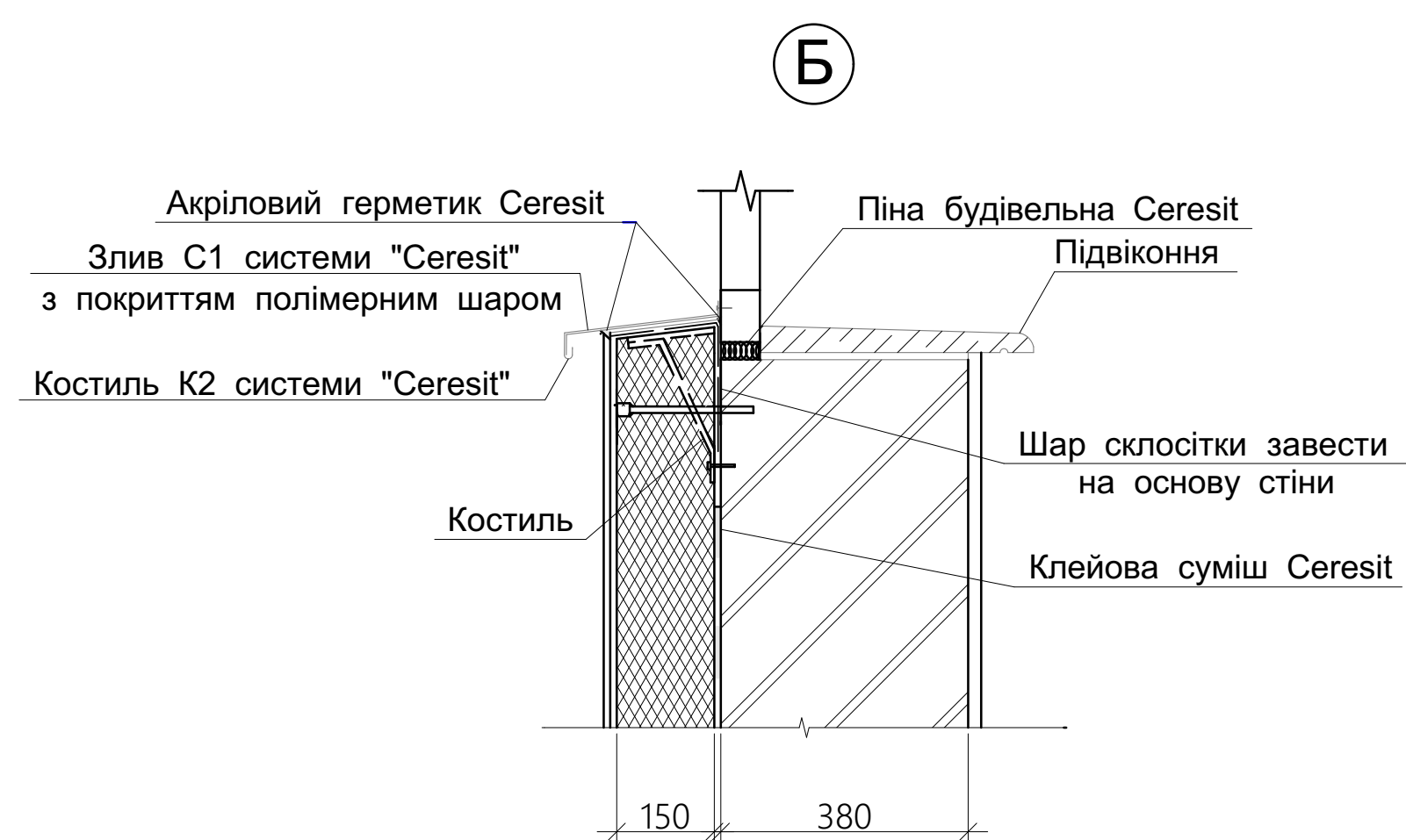
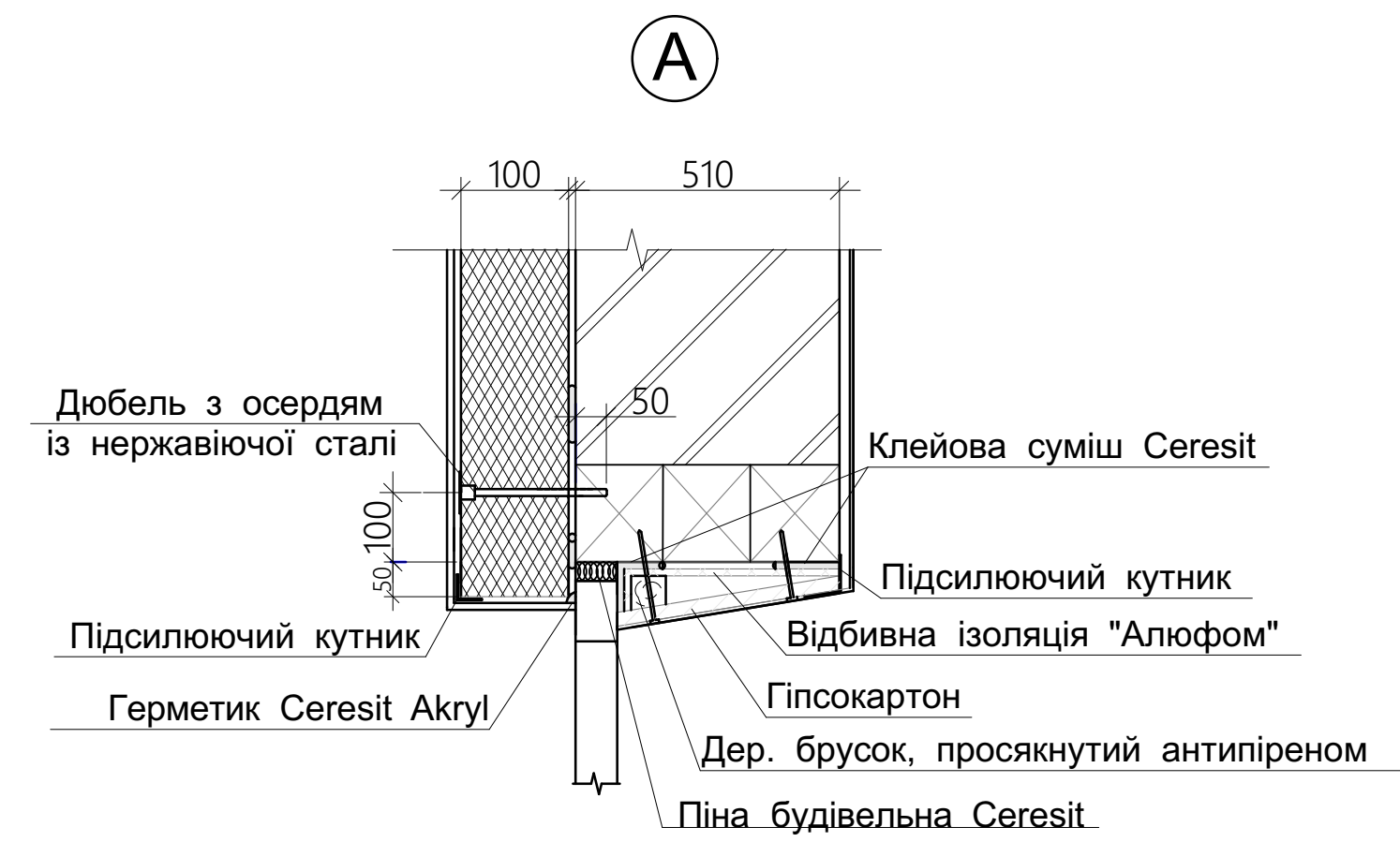
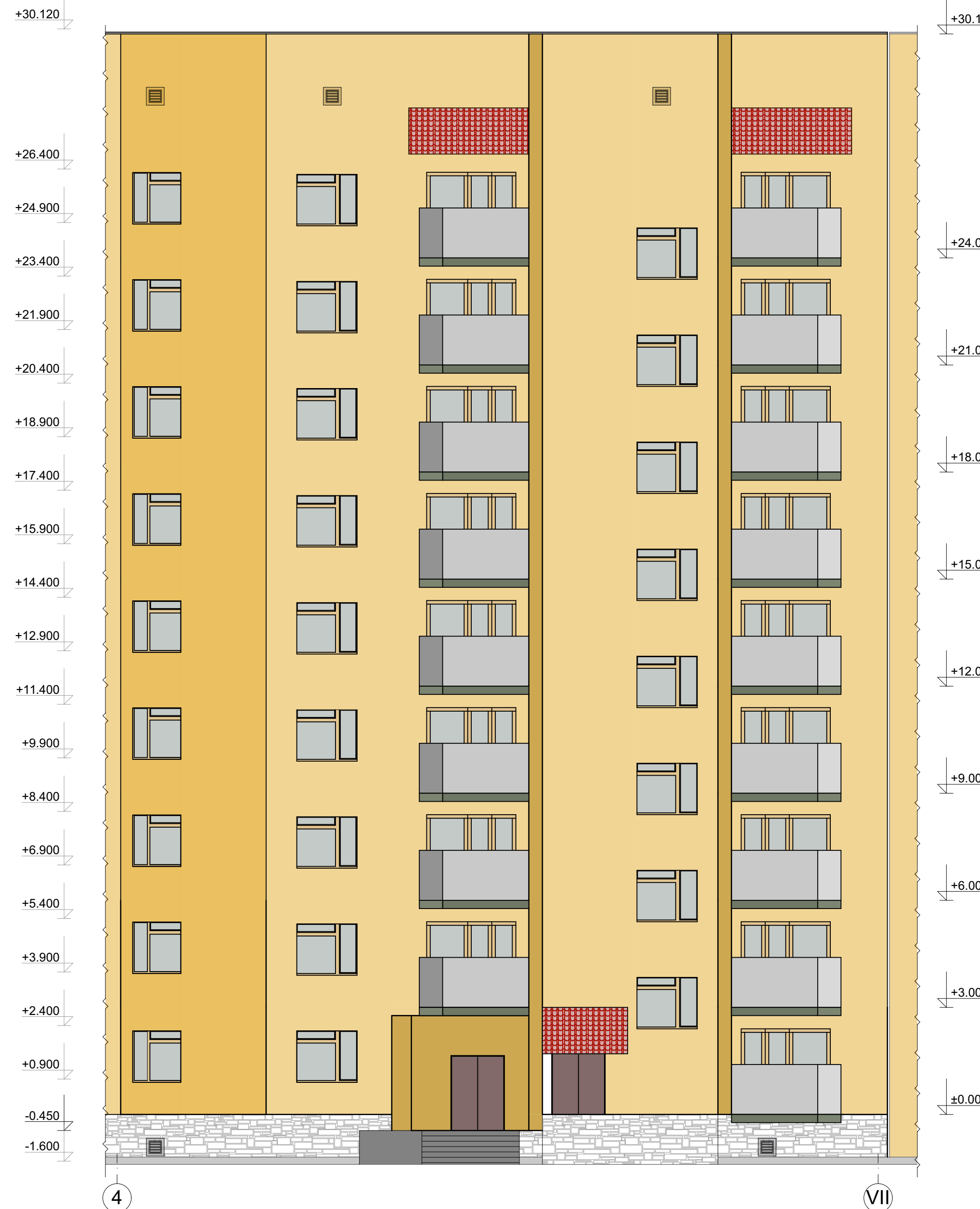
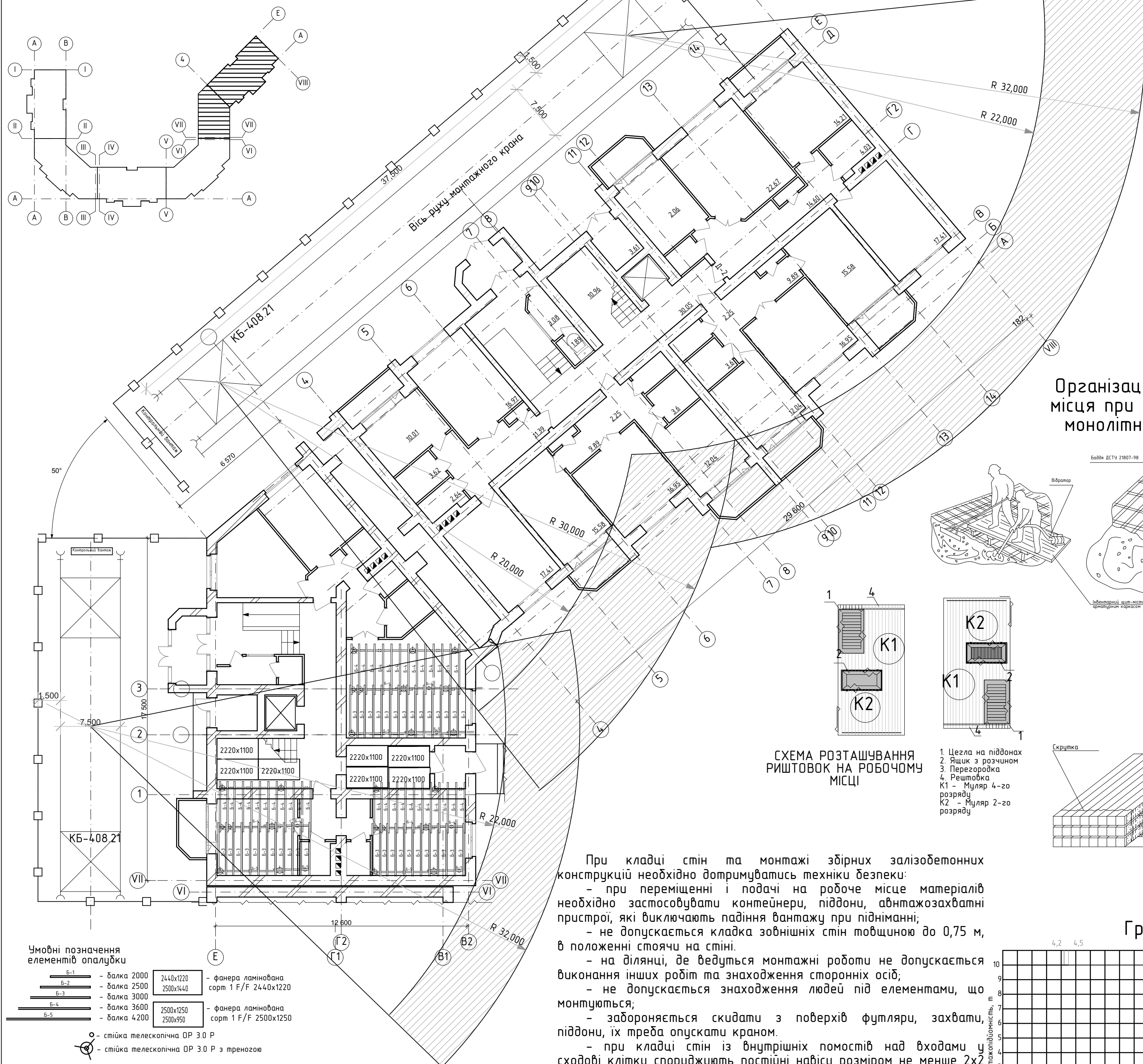
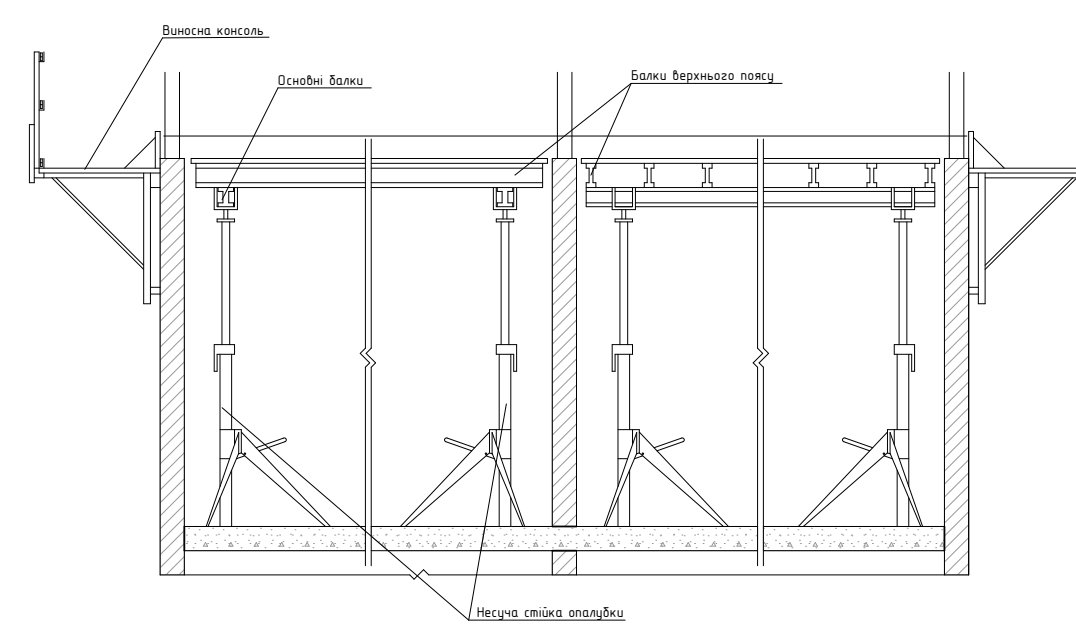


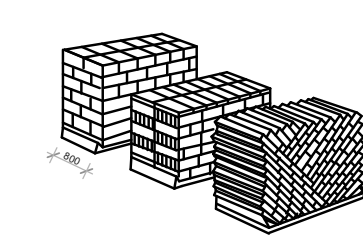
СХЕМА ВИКОНАННЯ РОБІТ ПРИ ВЛАШТУВАННІ МОНОЛІТНОГО ПЕРЕКРИТТЯ



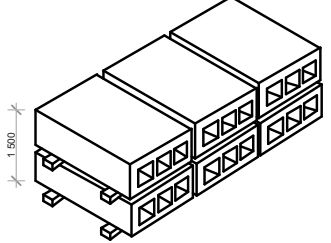
Конструктивне рішення краєвих зон опалубки перекриття



Складування цегли в піддонах



Складування з/б вентиляційних каналів



Організація робочого місця при бетонуванні монолітних ділянок

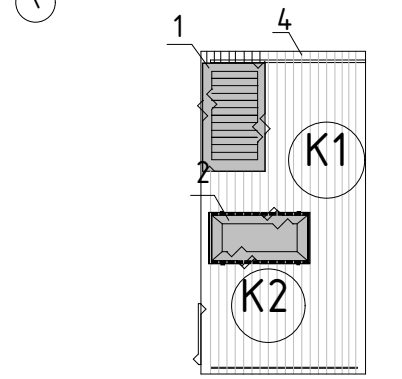
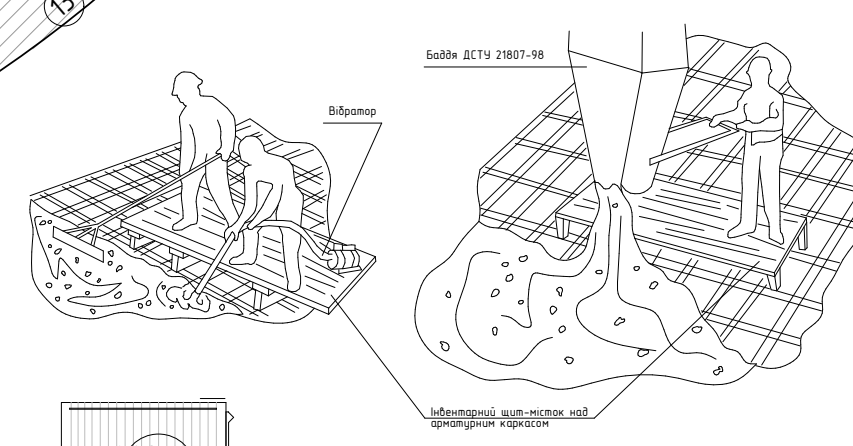
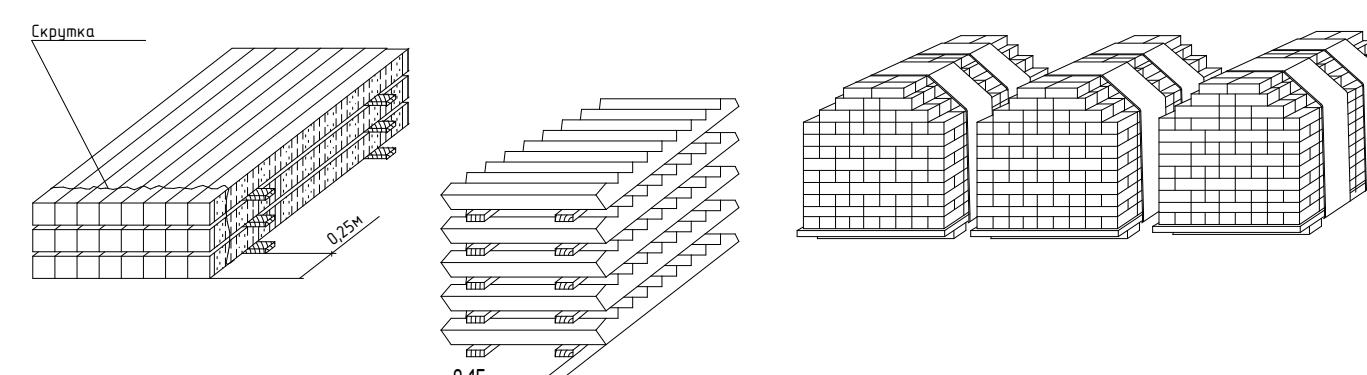


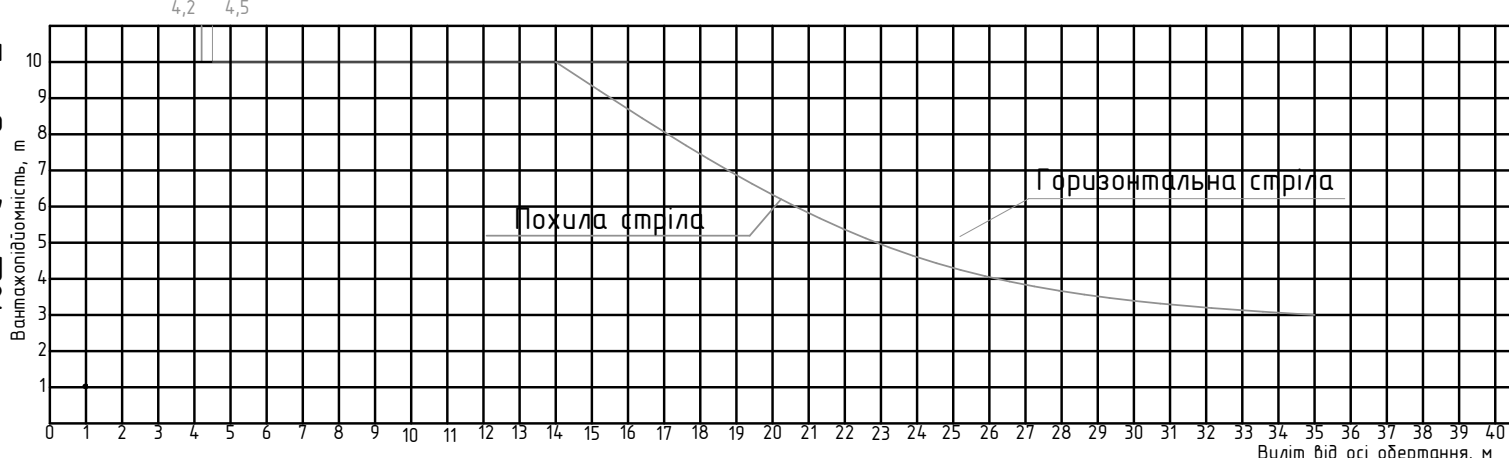
СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ РИШТОВОК НА РОБОЧОМУ МІСЦІ

1 Цегла на піддоні
2 Ящик з розчином
3 Перегородка
4 Решотка
K1 - Муляр 4-го розряду
K2 - Муляр 2-го розряду

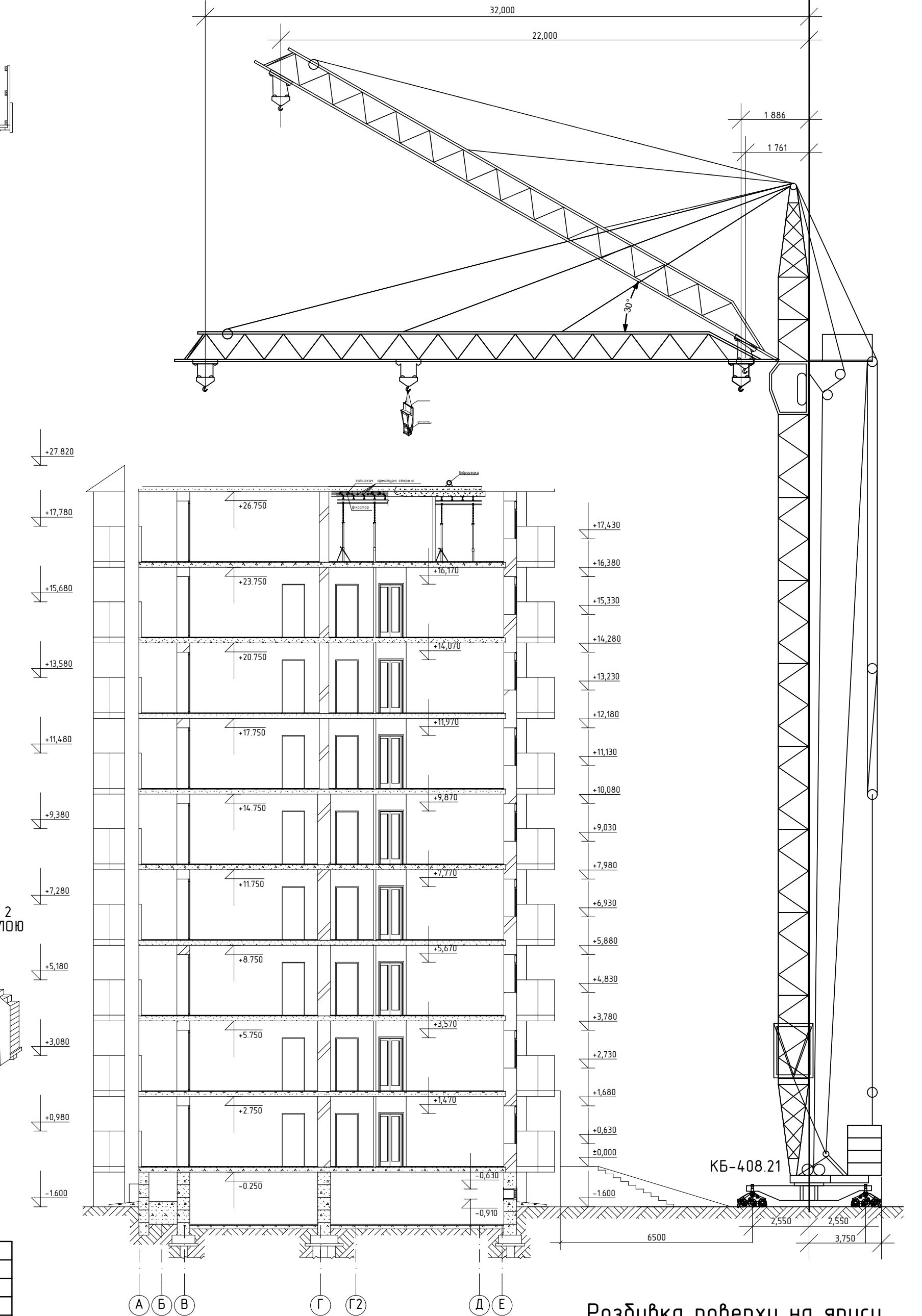
Складування конструкцій



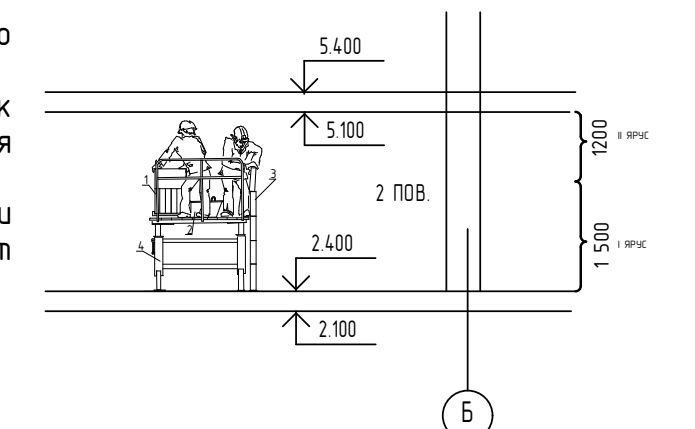
Графік грузопідйомності крану КБ-408.21



ВИКОНАННЯ МОНОЛІТНОГО ПЕРЕКРИТТЯ



Розбивка поверху на яруси



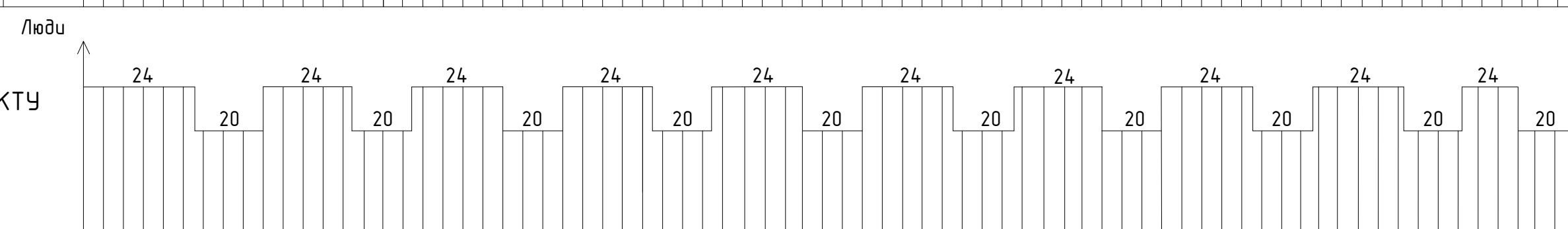
- Заготівля та обробка арматури повинна виконуватися в спеціально призначених для цього місцях;
- при приготуванні бетонної суміші з використанням хімічних добавок необхідно вжити заходів до попередження опіків шкіри й uszkodження очей працівників;
- при ушлінення бетонної суміші не дозволяється перемішати електровібратори за струмоведучі шланги, а після закінчення робіт обов'язково вимкати вимкати.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТА КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК ВИКОНАННЯ РОБІТ

№ п/п	Найменування робіт	Одн. вимір	Об'єм робіт	Трудомісткість люд.-зм. маш.-зм.		Тривалість виконання робіт, дн.	Кількість змін за добу	Кількість робітників у зміні	Робочі дні												
				нормат.	приін.				Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	
1	Мурування зовнішніх середньої складності стін з цегли керамічної при висоті поверху до 4 м Мурування перегородок армованих з цегли Мурування внутрішніх стін з цегли керамічної при висоті поверху до 4 м Укладання перемічок масою до 0,3 т	1м ³ 100шт	3009,91 12,78	3082,06 502,78	3072,0 480,0	128	2	12	12x2 15,5	12x2 12,5	12x2 12,5	12x2 12,5	12x2 12,5	12x2 12,5	12x2 12,5	12x2 12,5	12x2 12,5	12x2 12,5	12x2 12,5	12x2 12,5	12x2 12,5
2	Установлення перегородок із гіпсокартонних плит по металевому каркасу Установлення сходових площадок масою до 1 т Установлення сходових маршів без зварювання масою більше 1 т	100м ² 100шт	21,195 0,36	64,2,63 54,3,48	636,0 520,0	26,5	2	12	12x2 6,5	12x2 2,5	12x2 2,5	12x2 2,5	12x2 2,5	12x2 2,5	12x2 2,5	12x2 2,5	12x2 2,5	12x2 2,5	12x2 2,5	12x2 2,5	12x2 2,5
3	Збірвання і розбирання дерев'яної штучної опалубки для влаштування перекриттів. Встановлення арматури окремими стрижнями із в'язанням вузлів в плити перекриття. Укладання бетонної суміші в конструкції кранами в бадях. Перекриття безбалочне.	100м ³	1193,98	1862,15 310,02	1860,0 300,0	93	2	10	10x2 12	10x2 9	10x2 9	10x2 9	10x2 9	10x2 9	10x2 9	10x2 9	10x2 9	10x2 9	10x2 9	10x2 9	10x2 9

Перед початком виконання робіт по зведенню надземної частини будівлі повинні бути виконані всі роботи нульового циклу та підготовчі роботи. Роботи виконуються в дві зміни. Монтажі роботи виконують після розкладки матеріалів в зоні дії крана, перевірки стану такелажних пристосувань, якості опалубки, очищення щитів від бетону, перевірки міцності монтажних петель вантажопідійомних пристроїв, вірності монтажного горизонту. Запас матеріалів при кладці стін на робочому місці прийнято з 2 год. необхідності.

ГРАФІК РУЧУ РОБОЧИХ КАДРІВ ПО ОБ'ЄКТУ



Техніко-економічні показники

Найменування	Од. виміру	Кіл.-сть
Загальна трудомісткість	люд-зм	5568
Тривалість виконання робіт	дні	247,5
Виробіток для кладки	м ³ /люд-зм	1,05
Виробіток для монолітних конструкцій	м ³ /люд-зм	0,64

ВІДГУК
керівника магістерської кваліфікаційної роботи

студента _____

Карасюка Андрія Валерійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Впровадження жаростійких в'язучих та бетонів із застосуванням високоглиноземистих шламових відходів в житлових будівлях після воєнного стану в Україні

Робота виконана на сучасну тему, яка є актуальною для об'єктів, які потребують реконструкції та об'єктів нового будівництва. В даній магістерській кваліфікаційній роботі запропоновано впровадження жаростійких в'язучих та бетонів із застосуванням високоглиноземистих шламових відходів промисловості в житлових будівлях. Для підвищення експлуатаційних характеристик несучих конструкцій на основі жаростійких в'язучих, які було введено в традиційні в'язучі речовини (портландцемент, глиноземистий цемент, рідке натрієве скло і силікатглиба) нанотехногенну сировину, яка здатна брати участь у процесах формування спрямованої структури цементного каменю на стадіях нормально-вологісного тверднення.

Зміст роботи відповідає завданню, та отримані висновки дають вичерпні відповіді на поставлені задачі дослідження. Слід відмітити самостійність студента при написанні роботи та достатньо високий рівень підготовки, ерудиції та самостійності при прийнятті технічних рішень та висновків в наукових дослідженнях. Результати досліджень були апробовані на міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві», яка проходила 23-25 листопада 2022р.

Здобувач своєчасно виконував поставлені завдання відповідно до календарного плану. До недоліків слід віднести наявність в пояснювальній записці класичних рисунків, які не є авторською розробкою. При відповідному захисті заслуговує на оцінку В «80» та кваліфікації магістра з будівництва.

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

К.Т.Н., доц.каф. БМГА

(посада, науковий ступінь, вчене звання)



Іван МЕТЬ

(ініціали, прізвище)

ВІДГУК

опонента магістерської кваліфікаційної роботи

студента Карасюка Андрія Валерійовича на тему: «Впровадження жаростійких в'язучих та бетонів із застосуванням високоглиноземистих шламових відходів в житлових будівлях після воєнного стану в Україні»

МКР «Впровадження жаростійких в'язучих та бетонів із застосуванням високоглиноземистих шламових відходів в житлових будівлях після воєнного стану в Україні» відповідає затвердженій темі та завданню. Тема є актуальна, виконана згідно наукової тематики кафедри БМГА ФБЕЦ ВНТУ №60К1 «Впровадження жаростійких в'язучих та бетонів із застосуванням високоглиноземистих шламових відходів в житлових будівлях після воєнного стану в Україні».

Необхідно відмітити використання сучасних досягнень науки, інформаційні технології. Варіант прийнятого жаростійкого в'язучого є оригінальним, а отримані результати фізико-термічних властивостей бетону виконаного з впровадженого в'язучого добре узгоджується з даними експериментальних досліджень, що підтверджує достовірність впровадження використання жаростійкого бетону.

Якість виконаної пояснювальної записки та зроблених креслень відповідають вимогам стандартів.

Проведені в МКР дослідження підтверджують можливість таким способом вдосконалити склад жаростійких бетонів та впроваджувати в будівельну практику.

На думку опонента, захист МКР заслуговує на оцінку «добре» та надає можливість присвоєння студенту Карасюку А.В. освітньої кваліфікації «магістр» із спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Опонент магістерської кваліфікаційної роботи к.т.н., доцент кафедри ІСБ

Слободян Н.М.

