

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ КОМПОЗИЦІЇ ЖАРОСТІЙКОГО В'ЯЖУЧОГО НА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Визначено актуальність та мету магістерської кваліфікаційної роботи. Поставлені задачі подальших досліджень. Виконаний аналіз оптимальної композиції жаростійкого в'язучого на портландцементі.

Ключові слова: в'язуче, жаростійкість, житлове будівництво, промисловість, жаростійкі бетони, фізико-термічні параметри, гідравлічні цементы.

Abstract

The relevance and purpose of the master's qualification work are determined. Tasks for further research are set. The analysis of the optimal composition of the heat-resistant binder on Portland cement was carried out.

Keywords: binder, heat resistance, residential construction, industry, heat-resistant concrete, physical and thermal parameters, hydraulic cements.

Вступ

Актуальність вибраної теми. Активно розвиваються машинобудівний комплекс, металургійна галузь, а також промисловість будівельних матеріалів вимагають застосування нових вогнетривких футеровальних 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-вологісного твердіння і високотемпературного.

Переваги жаростійких бетонів перед штучними керамічними вогнетривами 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 високоєфективного 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.

Основна частина

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 жаротривких 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 [1] 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%.

Інші дослідження встановили оптимальне співвідношення між портландцементом і тонкомолотим шамотом. Критерієм оптимізації став залишковий вміст вільного оксиду кальцію у складі жаростійкого цементного каменю після нагрівання (таблиця 1).

Таблиця 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 1, слід зазначити, що добавка тонкомолотого шамоту позитивно впливає 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 СаО після нагрівання каменю до 1200°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 СаО. Дослідженнями [2] встановлено, що після випалу при температурі 800° з 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 [3].

В.П. Арапов [4] 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 призвело 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 [4].

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, зола-виносу, керамзит ін [5-7].

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

На рисунку 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.

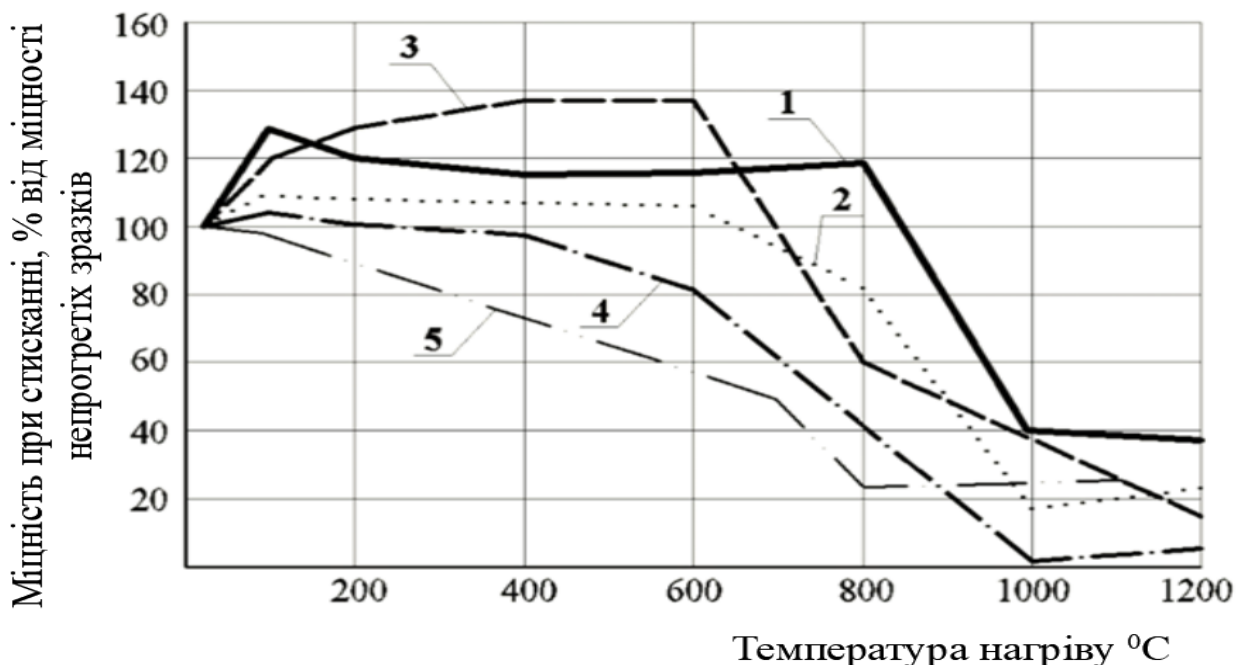


Рисунок 1 – Зміна міцності при стисканні цементного каменю при нагріванні залежно від виду тонкомолотої добавки (Співвідношення портландцемент: тонкомолота добавка - 1: 1 за вагою для всіх складів, а для складу з хромітом 1: 0,5): 1 – портландцемент із шамотом; 2 – з меленим кварцом; 3 – з меленим гранульованим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

Як видно з рисунку 1, сушіння цементного каменю при 100°C сприяє підвищенню міцності; нагрівання до 400÷600°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 SiO₂. Чудові результати показали склади жаростійких в'язучих з тонкомолотим шамотом. Очевидно, одночасна присутність у складі шамоту кремнезему SiO₂ і глинозему Al₂O₃ сприяла активному зв'язуванню вільного оксиду кальцію та отримання підвищеної міцності.

Висновок

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, що містять магнезит 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 SiO₂; Al₂O₃; Cr₂O₃.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дворкін Л. Й. Проектування складів бетону із заданими властивостями / Л. Й. Дворкін, О. Л. Дворкін, Ю. В. Гарніцький. – Рівне: РДТУ, 2000. – 215 с.
2. Дворкин Л. И. Цементно-золевые бетоны с добавками полифункциональных модификаторов (ПФМ) для покрытия полов промышленных и гражданских зданий / Л. И. Дворкин, Р. М. Макаренко, В. Р. Кизима. – Ровно: УДУВГП, 2002, – 123 с.
3. Дворкин Л. И. Проектирование составов бетона. (Основы теории и методологии) / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – Ровно: УГУВХП, 2003. – 265 с.
4. Дворкин Л. И. Бетони на основі наджорстких сумішей / Л. И. Дворкин, В. В. Житковський, В. О. Каганов. – Рівне: ЦНТЕІ, 2006, – 179 с.
5. Дворкін Л. Й. Розв'язування будівельно-технологічних задач методами математичного планування експерименту/ Л. Й. Дворкін, О. Л. Дворкін, В. В. Житковський. – Рівне: НУВГП, 2011. – 174 с.
6. Дворкін Л. Й. В'язучі, бетони і розчини в сучасному будівництві / Л. Й. Дворкін, О. Л. Дворкін. – Рівне: НУВГП. Навч. посібник, 2012. – 207 с.
7. 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.

Караюск Андрій Валерійович — студент 2-го курсу магістратури, група Б-21м, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: andreykarasyuk99@gmail.com

Науковий керівник: Меть Іван Миколайович — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. e-mail: met@vntu.edu.ua

Andriy Karayusk — 2st year master's student, group B-21m, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, andreykarasyuk99@gmail.com

Supervisor: Met Ivan Mykolayovych — candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa. met@vntu.edu.ua