

# **ВОГНЕТРИВКІ БЕТОНИ НА ОСНОВІ АЛЮМОХРОМІТНИХ ЦЕМЕНТІВ**

***Корогодська Алла Миколаївна***

*канд. техн. наук, старший науковий співробітник Національного технічного  
університету «Харківський політехнічний інститут», Україна*

***Шабанова Галина Миколаївна***

*докт. техн. наук, професор Національного технічного університету «Харківсь-  
кий політехнічний інститут», Україна*

***Христич Олена Валеріївна***

*канд. техн. наук, молодший науковий співробітник Національного технічного  
університету «Харківський політехнічний інститут», Україна*

Зі зміною структури металургійного виробництва в Україні інтенсивно змінюється номенклатура використовуваних вогнетривів: зростає частка неформованих вогнетривів високої якості, оскільки при цьому виключається значна за часом і енерговитратами операція випалу штучних виробів, а також спрощується операція створення футеровочного шару. Герметичність і відсутність швів в монолітній футерівці підвищує її стійкість при високій температурі і стійкість до структурного руйнування. Крім того, більш низька теплопровідність неформованих вогнетривів приблизно на 20 – 30 % дозволяє зменшити товщину футеровки.

Невід'ємною частиною неформованих вогнетривів є в'язучий матеріал, який забезпечує міцність після твердіння і формує зносостійку структуру. Найбільш часто у вогнетривких неформованих матеріалах як зв'язку використовують цементи, що мають більш низьку вартість і підвищені технологічні властивості у порівнянні з органічними або іншими неорганічними в'язучими матеріалами. Можливість варіації фазового складу в'язучого матеріалу дозволяє досягти матричної спорідненості з основою заповнювача, що надає готовому матеріалу підвищену міцність, низьку пористість, вогнетривкість, знижене розміщення при високих температурах, термостійкість, стійкість до впливу агресив-

них середовищ. Одним з основних напрямів створення нових видів вогнетривких в'язучих є часткова або повна заміна складових глиноземистого цементу на інші оксиди. До такого типу модифікації може бути віднесена заміна оксиду кальцію на інші оксиди лужноземельних елементів з більш високою температурою плавлення, а також часткова заміна оксиду алюмінію на оксид хрому (III), що надасть отримуваним в'язучим матеріалам підвищену корозійну стійкість до дії розплавів шлаків та металів. Тому проблема створення неформованих матеріалів на основі алюмінатів і хромітів лужноземельних елементів є актуальною.

У лабораторії спеціальних в'язучих речовин і композиційних матеріалів кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей НТУ «ХП» розроблено склади спеціальних в'язучих матеріалів на основі алюмінатів і хромітів лужноземельних елементів. Фазовий склад алюмохромітних цементів представлений композиціями, що включають гідралічно активний алюмінат і гідралічно інертний хроміт лужноземельного елемента. У процесі випалу вихідних сировинних сумішей за рахунок твердофазних реакцій відбувається виникнення змішаних кристалів алюмінату і хроміту лужноземельного елемента, а також обмежених твердих розчинів заміщення внаслідок структурної подібності синтезованих фаз. В результаті цього виникають кристали з хімічними та структурними дефектами, внаслідок чого гідралічна активність системи в цілому збільшується в порівнянні з гідралічною активністю алюмінатної фази [1-3]. Встановлено, що розроблені алюмохромітні цементами у залежності від фазового складу відносяться до в'язучих матеріалів гідралічного (кальцієві), повітряного (барієві) або повітряно-вологого (стронцієві) тверднення, є швидкотужавіючими (початок тужавіння від 40 хв до 2 год, кінець тужавіння від 55 хв до 4 год 15 хв), з нормальним водоцементним співвідношенням (0,23 – 0,29), швидкотверднучими (у віці 1 доби тверднення границя міцності при стиску складає 30 – 40 МПа, границя міцності при вигині складає 5,8 – 6,4 МПа), високоміцними матеріалами (границя міцності при стиску до 28 доби тверднення досягає 57 – 75 МПа, границя міцності при вигині складає 6,2 – 6,8 МПа) з вогнетривкістю

1700 – 1900 °С та можуть використовуватись для виготовлення вогнетривких бетонів, торкрет-мас, а також мертелів для застосування їх у високотемпературних агрегатах різних галузей промисловості [4].

Основними напрямками при розробці технологічних рішень отримання тугоплавких неформованих матеріалів є підбір оптимального якісного складу заповнювача, що забезпечує формування при нагріванні до температури експлуатації необхідних фізико-механічних і технічних характеристик робочого шару футеровки.

Внаслідок неможливості співіснування основних компонентів алюмохромітних цементів з корундом необхідним є використання як альтернативного вогнетривкого заповнювача – периклазу, що відрізняється високою термічною і термодинамічною стійкістю, а також здатністю утворювати при температурах експлуатації шпінельні сполуки (алюмінатні або хромітні), які підвищують високотемпературні експлуатаційні характеристики тугоплавких неформованих матеріалів

Для отримання бетону високої міцності, щільності і однорідності проведено підбір оптимального гранулометричного складу заповнювача. Оптимізацію проводили за допомогою симплекс-ґратчастого методу планування експерименту. За результатами отриманих експериментальних даних розраховані коефіцієнти поліномів, що виражають залежність міцності ( $Y_{\sigma}$ ) і пористості ( $Y_{\Pi}$ ) від кількісного гранулометричного співвідношення фракцій заповнювача:

– для кальцієвого алюмохромітного цементу

$$Y_{\sigma} = 43,9 x_1 + 45,0 x_2 + 51,3 x_3 + 21,4 x_{12} + 10,4 x_{13} - 3,8 x_{23} + 69,0 x_{123}$$

$$Y_{\Pi} = 15,7 x_1 + 14,2 x_2 + 9,9 x_3 + 3,8 x_{12} + 8,0 x_{13} - 7,0 x_{23} - 51,3 x_{123}$$

– для стронцієвого алюмохромітного цементу

$$Y_{\sigma} = 44,4 x_1 + 47,2 x_2 + 48,8 x_3 - 1,2 x_{12} - 2,8 x_{13} + 7,6 x_{23} + 78,3 x_{123}$$

$$Y_{\Pi} = 15,3 x_1 + 14,0 x_2 + 12,2 x_3 - 5,4 x_{12} - 7,6 x_{13} - 8,6 x_{23} - 2,7 x_{123}$$

– для барієвого алюмохромітного цементу

$$Y_{\sigma} = 51,2 x_1 + 53,5 x_2 + 56,1 x_3 + 8,2 x_{12} + 12,2 x_{13} + 10,0 x_{23} + 19,5 x_{123}$$

$$Y_{\Pi} = 15,7 x_1 + 14,4 x_2 + 12,4 x_3 - 4,6 x_{12} - 9,0 x_{13} - 10,0 x_{23} - 20,1 x_{123},$$

де  $x_1, x_2, x_3$  – фракції заповнювача з розміром зерен (2,5 – 1,25) мм, (1,25 – 0,63) мм та < 0,63 мм, відповідно.

Адекватність рівняння перевірялося за допомогою критерію Ст'юдента і постановкою додаткових контрольних експериментів. За результатами виконаних розрахунків та математичної обробки результатів експерименту побудовані симплекс – діаграми «фракційний склад – міцність» та «фракційний склад – пористість» і проекції ліній рівного рівня для вогнетривких бетонів на основі алюмохромітних цементів. З результатів розрахунку встановлено, що для отримання бетону високої міцності, щільності і однорідності необхідна трифракційна суміш заповнювача з наступним кількісним співвідношенням розмірів зерен: фракція (2,5 – 1,25) мм – 0-40 мас. %, фракція (1,25 – 0,63) мм – 20-50 мас. %, фракція < 0,63 мм – 20-70 мас. %. При такому співвідношенні суміжних фракцій заповнювача будуть досягатись значення міцності – до 50 МПа і пористості – до 12 % [5-7].

Основні фізико-механічні та технічні характеристики розроблених бетонів на основі алюмохромітних цементів наведені у табл. 1.

Таблиця 1. Основні фізико-механічні та технічні властивості розроблених тугоплавких неформованих матеріалів на основі алюмохромітних цементів

Показники	Бетон на основі заповнювача периклаза та алюмохромітного цементу		
	кальцієвого	стронцієвого	барієвого
Границя міцності при стиску у віці 28 діб тверднення, МПа	52	49	56
Пористість відкрита, %	11,6	11,2	10,9
Вогнетривкість, °С	2000	1900	1800
Термостійкість 1300 °С – вода,	> 25		

теплозмін			
Температура початку деформації під навантаженням 0,2 МПа, °С	1560	1540	1510
Термічний коефіцієнт лінійного розширення, К <sup>-1</sup>	(8,4 ÷ 11,6) · 10 <sup>-6</sup>		
Ступінь розміцнення в інтервалі температур 20 – 1000 °С, %	17,6	14,3	11,4
Корозійна стійкість (по глибині просочування), мм			
– основний доменний шлак	2		
– розплав металу	–		

Тугоплавкі неформовані матеріали, розроблені з використанням алюмохромітних цементів апробовано в промислових і напівпромислових умовах з позитивним результатом.

### Список літератури:

1. Шабанова Г.Н. Физико-химические основы создания шпинельсодержащих цементов. Ч.3. Разработка составов шпинельных цементов / Шабанова Г.Н., Корогодская А.Н. // Огнеупоры и техническая керамика. – 2014. – № 7–8. – С. 6–9.
2. Корогодская А.Н. Разработка составов огнеупорных цементов на основе алюминатов и хромитов стронция / Корогодская А.Н., Шабанова Г.Н., Рыщенко И.М. // Збірник наукових праць ПАТ «УкрНДІВогнетривів ім. А.С. Бережного». – № 114. – Харків: ПАТ «УкрНДІВ», 2014. – С. 76–81.
3. Физико - механические и технические свойства цементов на основе композиций системы ВаО – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / [Корогодская А.Н., Шабанова Г.Н., Гофман В.Ю., Гамова О.А.] // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – Вип. 33. – С. 67–75.
4. Alumina cement with spinel / [Shabanova G.N., Korogodskaya A.N., Vernigora

N.K., et al.] // Tagungsbericht. – Band 1. – Weimar, Bundesrepublik Deutschland, 2009. – S. 573-578.

5. Бетоны полифункционального назначения на основе огнеупорных цементов / [Шабанова Г.Н., Тараненкова В.В., Корогодская А.Н. и др.] // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. – Київ: Знання, 2010. – Вип. 36. – С. 26-31.
6. Шабанова Г.М. Вогнетривкий бетон на основі шпінельвмісного цементу / Г.М. Шабанова, А.М. Корогодська // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. – Київ: Знання, 2012. – Вип. 43. – С. 144-149.
7. Korogodskaya A. Refractory concretes resistant to melted slag action / A. Korogodskaya // Tagungsbericht. – Band 2. – Weimar, Bundesrepublik Deutschland, 2012. – S. 696-702.