



Харибіна Ю. В.,
Пітак Я. М.

ПРО ВПЛИВ ОРТОФОСФОРНОЇ КИСЛОТИ ТА КАОЛІНУ НА ВЛАСТИВОСТІ БЕЗВИПАЛЬНОГО ВОГNETРИВКОГО МАТЕРІАЛУ

Встановлена перспектива використання ортофосфорної кислоти та каоліну у виробництві безвипальних мулітокорундових вогнетривів. Досліджено вплив кількості ортофосфорної кислоти на фізико-механічні властивості отриманих зразків. Визначено, що в високоглиноземистих системах з ортофосфорною кислотою утворюються зв'язки, які забезпечують високу механічну міцність одержаного вогнетривкого матеріалу.

Ключові слова: безвипальні вогнетриви, каолін, ортофосфорна кислота, механічна міцність, пористість, щільність.

1. Вступ

Зростання виробництва промислової продукції, у тому числі і будівельних матеріалів неминуче пов'язане з інтенсифікацією високотемпературних технологічних процесів і зростанням потреби у вогнетривких матеріалах. Створення нових та ремонт діючих промислових теплових агрегатів вимагають уваги до виробництва і застосування вогнетривких матеріалів [1–6]. У діючих економічних умовах виробництво якісних та конкурентоспроможних вогнетривів можливе лише за рахунок постійного вдосконалення технології їх виробництва, що обумовлює актуальність проведеного дослідження.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Для виготовлення безвипальних вогнетривів використовують різноманітні фосфоровмісні сполуки: ортофосфорну кислоту, алюмохромфосфатну, алюмофосфатну зв'язки та інші. Використання більшості фосфатних сполук призводить до ускладнення технологічного процесу через необхідність їх попереднього синтезу [2, 5, 7, 8]. Враховуючи витрати на приготування таких сполук ортофосфорна кислота, як фосфатна зв'язка має певні переваги. На підставі літературних даних [9, 10] було вибрано цю хімічну зв'язку для виробництва безвипальних мулітокорундових вогнетривів. Крім того, в цих роботах експериментально доведена можливість отримання вогнетривів з високими показниками властивостей без високотемпературного випалу.

Однак, розробка складів безвипальних мулітокорундових вогнетривів з використанням бою мулітокорундових виробів в якості основи їх складу потребує детальних досліджень що до впливу кількості ортофосфорної кислоти на властивості вогнетривких виробів.

3. Об'єкт, мета та задачі дослідження

Об'єкт дослідження — технологічні процеси виробництва безвипальних мулітокорундових вогнетривів на фосфатній зв'язці.

Мета дослідження — розробка принципово нового вогнетривкого матеріалу на основі відходів вогнетривкого виробництва, з використанням спеченого корунду, каоліну та ортофосфорної кислоти; дослідження фазового складу одержаного матеріалу, а також визначення фізико-механічних характеристик.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

1. Дослідити та вивчити вплив кількості ортофосфорної кислоти на властивості безвипальних вогнетривких виробів.
2. Розробити нові склади безвипальних високоглиноземистих вогнетривів з використанням ортофосфорної кислоти та технологію введення їх в шихту.

4. Методи та матеріали дослідження впливу кількості ортофосфорної кислоти на характеристики міцності високоглиноземистих композицій

Дослідження проводили з високоглиноземистими композиціями на основі бою мулітокорундових виробів, спеченого корунду СК-1, каоліну обознівського КО-1 і ортофосфорної кислоти термічної марки Б — технічної. При дослідженні впливу кількості ортофосфорної кислоти на характеристики міцності високоглиноземистих композицій кількість ортофосфорної кислоти змінювали від 5 % до 13 % (вище 100 %). Композиції були виготовлені за технологічною схемою наведеною на рис. 1.

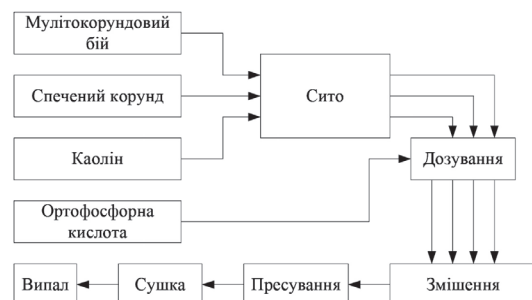


Рис. 1. Технологічна схема виготовлення зразків мулітокорундових вогнетривів

Зразки розмірами 30×30×30 мм готували напівсухим способом формування під тиском 30 МПа, після чого їх сушили при температурі 300 °С, а також випалювали при температурі 1380 °С. Після сушки та після випалу отриманих зразків досліджували такі їх властивості: межа міцності на стиск, пористість та уявна щільність.

Дослідження фазового складу зразків вогнетривів проводили на рентгенівському дифрактометрі типу ДРОН-3М.

5. Результати дослідження впливу кількості ортофосфорної кислоти на характеристики міцності високоглиноземистих композицій

Дослідженнями встановлено, що у разі додавання 7 та 9 %_{мас.} ортофосфорної кислоти були отримані зразки мулітокорундових вогнетривів з найкращими показниками властивостей: межа міцності при стисканні становить 40 МПа, уявна щільність, 2,64 та 2,66 г/см³, пористість відкрита 16 та 18 % відповідно. Додавання до суміші менше 5 %_{мас.} ортофосфорної кислоти не забезпечувало формовочні властивості. Витрата ортофосфорної кислоти понад 13 %_{мас.} спричиняла перезволоження маси і неможливість сформувати зразки.

Дані проведених досліджень розроблених композицій мулітокорундових зразків наведено на рис. 2–4.

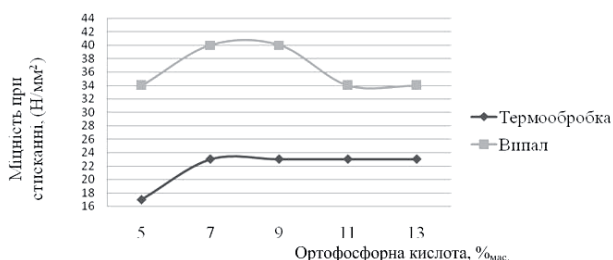


Рис. 2. Межа міцності на стиск композицій мулітокорундових зразків

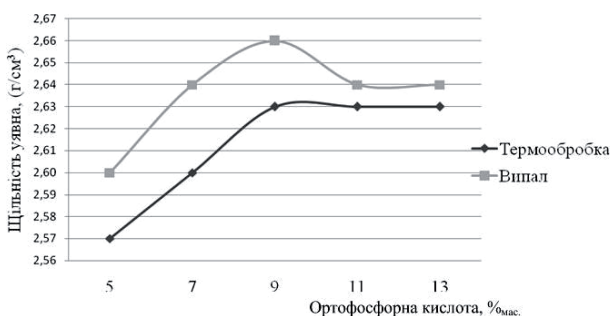


Рис. 3. Уявна щільність композицій мулітокорундових зразків

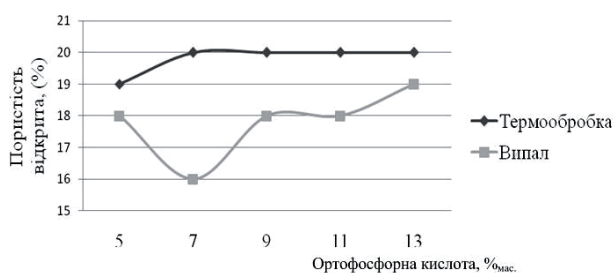


Рис. 4. Відкрита пористість композицій мулітокорундових зразків

З метою ідентифікації основних кристалічних фаз було проведено рентенофазовий аналіз композиції № 2

після термообробки 1380 °С, результати якого представлені на рис. 5.

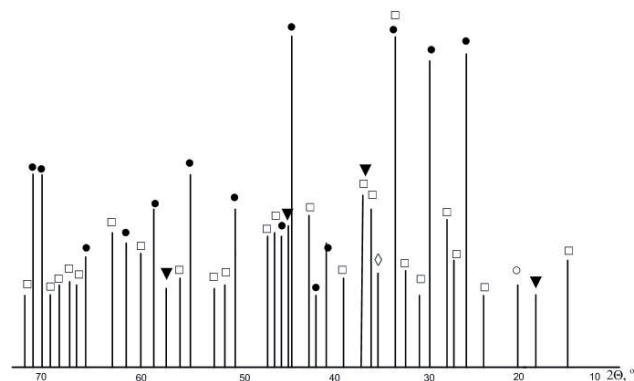


Рис. 5. Штрих-рентгенограма композиції № 2 мулітокорундового зразка: ● — корунд; □ — муліт; ◊ — кристобаліт; ▼ — шпінель; ○ — тридиміт

Із даних, наведених на рис. 5, встановлено, що розроблений вогнетривкий матеріал містить такі фази, як: муліт, корунд, кристобаліт, шпінель та тридиміт.

6. Обговорення результатів дослідження впливу кількості ортофосфорної кислоти на міцність високоглиноземистих композицій

Результати проведених досліджень показали, що застосування ортофосфорної кислоти, каоліну, спеченого корунду та бою мулітокорундових виробів відкриває можливість удосконалення вогнетривкої матриці і властивостей безвипальних мулітокорундових виробів, що дозволяє отримати авторам статті нові види конкурентоспроможних вогнетривів для металургійної промисловості та інших галузей промисловості.

Застосування ортофосфорної кислоти для виготовлення безвипальних мулітокорундових вогнетривких виробів значно спрощує технологію їх виготовлення, виключає їх високотемпературний випал, скорочує технологічні витрати і знижує собівартість матеріалу.

Напрямок подальших досліджень є розробка технології серійного виробництва безвипальних мулітокорундових вогнетривів в умовах вогнетривких або металургійних підприємств.

7. Висновки

В результаті проведених досліджень були розроблені склади безвипальних мулітокорундових вогнетривів, визначено вплив кількості ортофосфорної кислоти на властивості виробів, як після термообробки 300 °С, так і після високотемпературного випалу при 1380 °С.

Після термообробки при 300 °С із збільшенням вмісту ортофосфорної кислоти в складі композицій від 5 до 13 % спостерігаються підвищення межі міцності при стисканні зразків від 17 МПа до 22 МПа; відкрита пористість спочатку зменшується від 18 % до 16 %, а потім підвищується до 20 %, уявна щільність зростає від 2,57 до 2,63 г/см³.

Після високотемпературного випалу при 1380 °С межа міцності при стисканні композицій з вмістом від

5 до 13 % ортофосфорної кислоти спочатку становила 34 МПа, потім зросла до 40 МПа, а для композицій з вмістом ортофосфорної кислоти 11 та 13 % спостерігається зменшення межі міцності знову до 34 МПа; відкрита пористість спочатку зменшується від 18 до 16 % для композицій, де вміст ортофосфорної кислоти збільшується від 5 до 9 % а потім зростає до 19 % при її вмісті 13 %; уявна щільність зразків з вмістом зв'язки від 5 до 9 % зростає від 2,60 до 2,66 г/см³, а потім зменшується до 2,64 г/см³.

Виявлено, що оптимальні фізико-механічні властивості має вогнетривкий матеріал з вмістом: бій мулітокорундових виробів 60 %_{мас.}, спечений корунд 20 %_{мас.}, каолін 20 %_{мас.} і ортофосфорна кислота 7 %_{мас.}.

Література

1. Хлыстов, А. И. Получение эффективных огнеупорных футеровочных материалов на основе отходов производства [Текст] / А. И. Хлыстов, А. В. Божко, С. В. Соколова, Р. Т. Рязов // Успехи современного естествознания. — 2004. — № 2. — С. 131–133.
2. Meier, A. Challenges for the Refractory Future RHI [Text] / A. Meier // PIRKER Bulletin. — 2004. — № 2. — P. 6–10.
3. Pyrikov, A. N. Certain aspects in the use of refractory materials and their waste products in industry [Text] / A. N. Pyrikov, S. K. Vil'danov, A. V. Likhodievskii // Refractories and Industrial Ceramics. — 2010. — Vol. 51, № 2. — P. 126–128. doi:10.1007/s11148-010-9273-x
4. Очагов, И. Г. Направления развития мировой огнеупорной промышленности [Текст] / И. Г. Очагов // Новые огнеупоры. — 2005. — № 7. — С. 71–74.
5. Бабкина, Л. А. Высококачественные огнеупоры для футеровки различных тепловых агрегатов [Текст] / Л. А. Бабкина, Л. Н. Солошенко, И. В. Хончик // Вестник НТУ «ХПИ». — 2001. — № 19. — С. 98–102.
6. Харьбина, Ю. В. Безобжиговые огнеупоры на фосфатных связках [Текст]; тези доп. / Ю. В. Харьбина // Між. нар. наук-техн. конф. «Фізико-хімічні проблеми в технології тугоплавких неметалевих та силікатних матеріалів», 8–9 жовтня 2013 р. — Дніпропетровськ: ДВНЗ «УДХТУ», 2013. — С. 66.
7. Харьбина, Ю. В. Безобжиговые муллитокорундовые огнеупоры на фосфатных связках [Текст] / Ю. В. Харьбина, Я. Н. Питак, О. Я. Питак // Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. — 2014. — № 7(1050). — С. 141–146.
8. Примаченко, В. В. Влияние вида фосфатного связующего на свойства набивной муллитокорундовой массы [Текст] / В. В. Примаченко, Л. А. Бабкина, И. В. Хончик, Л. Н. Никулина // Зб. наук. пр. ВАТ «УкрНДІВогнетривів ім. А. С. Бережного». — 2010. — Вип. 110. — С. 211–219.
9. Соколова, С. В. Влияние структурно-энергетических характеристик гидрооксидов металлов на их химическое связывание с ортофосфорной кислотой с целью получения фосфатных связующих для жаростойких бетонов [Текст] / С. В. Соколова // Огнеупоры и техническая керамика. — 2004. — № 9. — С. 29–31.
10. Хлыстов, А. И. Повышение эффективности жаростойких композитов за счет применения химических связующих [Текст] / А. И. Хлыстов, С. В. Соколова, А. В. Власов // Технология бетонов. — М., 2010. — № 9–10. — С. 30–33.

О ВЛИЯНИИ ОРТОФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ И КАОЛИНА НА СВОЙСТВА БЕЗОБЖИГОВОГО ОГНЕУПОРНОГО МАТЕРИАЛА

Установлена перспектива использования ортофосфорной кислоты и каолина в производстве безобжиговых муллитокорундовых огнеупоров. Исследовано влияние количества ортофосфорной кислоты на физико-механические свойства полученных образцов. Определено, что в высокоглинозёмистых системах с ортофосфорной кислотой образуются связи, обеспечивающие высокую механическую прочность огнеупорного материала.

Ключевые слова: безобжиговые огнеупоры, каолин, ортофосфорная кислота, механическая прочность, пористость, плотность.

Харьбіна Юлія Вячеславівна, здобувач, кафедра технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, e-mail: hyvbyv86@mail.ru.

Пітак Ярослав Миколайович, доктор технічних наук, професор, кафедра технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, e-mail: pyarn1@mail.ru.

Харьбіна Юлия Вячеславовна, соискатель, кафедра технологии керамики, огнеупоров, стекла и эмалей, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина.

Питак Ярослав Николаевич, доктор технических наук, профессор, кафедра технологии керамики, огнеупоров, стекла и эмалей, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина.

Kharybina Yulia, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: hyvbyv86@mail.ru.

Pitak Yaroslav, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: pyarn1@mail.ru.