

Рецензія

рецензента, д.т.н., професора Борисенко Оксани Миколаївни
на дисертаційну роботу Лігезіна Станіслава Леонідовича
«Стінові керамічні матеріали з використанням вуглецьвмісної сировини та
енергозберігаючих технологічних процесів»
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія

Детальний аналіз дисертаційної роботи Лігезіна Станіслава Леонідовича на тему «Стінові керамічні матеріали з використанням вуглецьвмісної сировини та енергозберігаючих технологічних процесів», що представлена для захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут», дає змогу зробити комплексний висновок щодо її актуальності, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності та значущості отриманих результатів, наукової новизни, теоретичної та практичної цінності, надати загальну оцінку дисертації.

1. Актуальність теми та зв'язок з науковими планами і програмами

Розвиток виробництва стінової кераміки в Україні відбувається в умовах зростання екологічних вимог та нестабільного енергозабезпечення, що зумовлює необхідність комплексного підходу до підвищення ефективності технологічних процесів. Ключовими завданнями у цьому напрямку є: зниження питомих витрат палива та електроенергії на найбільш енергоємних етапах виробництва, зменшення залежності від імпортного палива, активне використання місцевої некондиційної сировини та техногенних відходів, а також впровадження інноваційних технічних рішень для покращення енергоефективності та цифровізації процесів виготовлення керамічних матеріалів.

Одним із перспективних напрямів вирішення зазначених завдань є застосування вуглевідходів як паливної добавки або енергетичної сировини у складі керамічної маси. Це дозволяє не лише ефективно утилізувати великі обсяги відходів, а й використовувати їх енергетичний потенціал. Особливу увагу заслуговує концепція «самовипалу», що передбачає використання теплоти, яка утворюється під час горіння вуглевідходів, для забезпечення випалу виробів. Такий підхід відкриває нові можливості для впровадження енергоощадних інновацій у технології стінової кераміки.

Висока енергоємність процесів виготовлення керамічних виробів стимулює пошук нових технологічних рішень, зокрема у сфері формування виробів напівсухим способом. У цьому контексті перспективним є метод

магнітно-імпульсного пресування, який вже застосовується в технологіях технічної кераміки та вогнетривких матеріалів, але ще не досліджувався в будівельній кераміці. Цей метод дає змогу покращити якість пресованих виробів, скоротити тривалість та енерговитрати виробництва, що є надзвичайно актуальним в умовах сучасних вимог до ефективності.

Таким чином, удосконалення наявних і розробка нових технологічних рішень у виробництві стінової кераміки, формування науково обґрунтованих підходів до управління технологічними процесами та впровадження синергетичних принципів є важливим науковим завданням. Реалізація таких підходів сприятиме створенню енергоефективних, економічно доцільних і екологічно безпечних технологій, які відповідатимуть сучасним вимогам промисловості та національній екологічній політиці.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана на кафедрі технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» у рамках двох науково-дослідних держбюджетних тем: «Розроблення наукових основ ефективного використання енергоносіїв і техногенних ресурсів в технологіях композиційних, керамічних та скломатеріалів для сучасних технічних об'єктів» (№ ДР 0120U001009), «Розробка складів для створення високоефективних неметалічних матеріалів з використанням структурно-фазового моделювання та енергозберігаючих технологічних процесів» (№ ДР 0117U004888), в яких здобувач був виконавцем окремих етапів робіт.

3. Наукова новизна одержаних результатів

У результаті виконання дисертаційної роботи теоретично обґрунтована та експериментально підтверджена можливість отримання стінової кераміки за новою ресурсо- та енергоощадною технологією, що базується на застосуванні комплексу технічних рішень, які включають використання вуглевідходів як енергозберігаючих добавок та енергетичної сировини разом з окисниками, динамічного методу формування та модернізацію процесу випалу. В дисертаційній роботі вперше:

розроблений підхід до вибору окисників або їх сумішей для інтенсифікації вигорання органічного компонента різного складу в паливовмісних керамічних масах, заснований на комплексному теоретичному аналізі фізико-хімічних процесів вигорання вуглецю і термічної деструкції окисників, що дає змогу активізувати

процес випалу мас за рахунок узгодження інтервалів окиснення вуглецю і розкладу окисників;

запропоновано використання магнітно-імпульсного пресування як нового способу консолідації в технології стінової кераміки, яке, на відміну від статичного пресування, має посилену механоактивуючу дію, що забезпечує повноту формування структури керамічних матеріалів за нижчих температур випалу і покращує їх фізико-механічні характеристики;

розроблена архітектура штучної нейронної мережі, адаптована до виконання задачі достовірного прогнозування властивостей стінової кераміки, отримуваної на основі паливовмісних шихт, різних видів вуглецьвмісної сировини та речовин-окисників.

4. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що на основі комплексу проведених досліджень розроблено ресурсо- та енергоощадна технологія виготовлення стінових керамічних матеріалів з марками за міцністю і морозостійкістю M75–100 і F35 (ДСТУ Б В.2.7-61: 2008). Запропонована розрахункова методика і прикладна програма для визначення оптимальних речовин-окисників та їх сумішей для інтенсифікації вигорання вуглецю паливної добавки за заданих умов випалу виробів. Створено програмне забезпечення «CeramMath» на базі штучних нейронних мереж для прогнозування межі міцності при стиску керамічних матеріалів з урахуванням введення в масу різних видів окисників і вуглецьвмісних паливних добавок. Розроблені номограми для оцінки енергетичного потенціалу різних видів вуглецьвмісної сировини, які дозволяють визначити економію газу на одиницю продукції, а також різницю в економії газу на різних типах вуглецьвмісної сировини за її заданого вмісту в масі.

Результати дисертації впроваджені у навчальний процес кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей Національного технічного університету «ХПІ» при підготовці бакалаврів і магістрів, а також використані при виконанні держбюджетних науково-дослідних робіт кафедри.

5. Повнота викладення матеріалів дисертації в наукових працях, які опубліковані автором.

Основні положення і результати дисертаційних досліджень, які виносяться на захист, опубліковані у 18 наукових працях, з них: 6 статей – у наукових

періодичних фахових виданнях України категорії «А» і «Б»; 1 розділ колективної монографії (у співавторстві), 9 матеріалів апробаційного характеру, 1 стаття і 1 патент України. Результати дисертаційного дослідження знайшли повне і всебічне відображення у наукових публікаціях автора. Опубліковані праці охоплюють основні положення, наукову новизну та практичну значущість отриманих результатів, що засвідчує відповідність дисертації вимогам до наукової кваліфікаційної роботи.

6. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Дисертація є довершеною науково-дослідною роботою, яка складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації становить 181 сторінок. Оформлення дисертації відповідає встановленим до відповідного рівня кваліфікаційних робіт вимогам. Зміст дисертації відповідає темі дослідження та у достатньому обсязі розкриває сутність вирішення поставлених завдань.

Дисертаційна робота спрямована на розробку нових та удосконалення існуючих технологічних процесів у виробництві стінової кераміки, розробку науковообґрунтованих способів управління виробничими процесами, реалізацію синергетичного підходу в технології стінової кераміки.

Об'єкт дослідження – фізико-хімічні та технологічні процеси отримання стінової кераміки з використанням енергозберігаючих і паливних добавок.

Предмет дослідження – фізико-хімічні закономірності перебігу і способи прискорення реакцій вигорання вуглецю добавок, технологічні параметри виготовлення стінової кераміки при використанні різних методів консолідації.

Метою дисертаційної роботи є розробка нової ресурсозберігаючої та енергоощадної технології стінової кераміки на основі комплексного підходу, що включає інкорпорацію вуглевідходів і впровадження енергозберігаючих хіміко-технологічних процесів на стадіях формування і випалу.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено об'єкт і предмет досліджень, сформульовано мету та задачі досліджень, викладено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, охарактеризовано особистий внесок здобувача, наведено відомості про апробацію результатів роботи та публікації за темою дисертації.

У першому розділі проаналізовано сучасні тенденції у виробництві будівельної кераміки з використанням вуглецевмісної сировини. Розглянуто фізико-хімічні особливості таких добавок та їх вплив на технологічні процеси.

Показано перспективність застосування відходів вугільної промисловості як енергетичної сировини. Оцінено актуальні розробки в сфері енергозбереження, зокрема щодо зниження витрат ресурсів і впровадження енергоефективних рішень. Визначено напрями подальших досліджень для вдосконалення технологій стінової кераміки.

У другому розділі подана інформація про використані сировинні матеріали, а також методики виготовлення зразків для проведення лабораторних досліджень. Надана характеристика методів, методик і обладнання для реалізації експериментів.

У третьому розділі обґрунтовано вибір хімічних речовин із каталізаторною дією для реакцій газифікації вуглецю. На основі термодинамічного аналізу визначено рівноважні параметри та окисний потенціал різних добавок. Розраховано склад газових продуктів при випалі вуглецевмісних матеріалів, зокрема співвідношення CO і CO₂ залежно від температури. Запропоновано авторську методику розрахунку констант рівноваги для термічного розкладу окисників в діапазоні температур 700–1300 К. Визначено температури початку їх розкладу та динаміку процесів, що дозволяє обґрунтувати вибір ефективних добавок для інтенсифікації вигорання вуглецю. За допомогою штучних нейронних мереж виявлено найбільш результативні комбінації окисників, а також розроблено програмне забезпечення для прогнозування складу та кількості продуктів розкладу залежно від температури.

Четвертий розділ присвячено експериментальному дослідженню вуглевідходів як енергозберігаючих добавок у виробництві стінової кераміки. Вивчено їх хіміко-мінеральний склад, температурні межі вигорання органічної частини, радіаційні та технологічні характеристики. Встановлено функціональну роль вуглевідходів у керамічних масах залежно від їх енергетичного потенціалу. Експериментально визначено оптимальні кількості окисників для посилення вигорання паливного компонента. Окрему увагу приділено застосуванню магнітно-імпульсного пресування як новітнього способу ущільнення, що позитивно впливає на структуру, активує фазові перетворення та дозволяє знижувати температуру випалу. Також підтверджено можливість реалізації процесу «самовипалу» на стадії ізотермічної витримки виробів, що, у поєднанні з динамічним пресуванням і застосуванням комбінованих окисників, формує ресурсо- та енергоощадну технологію виробництва. Розроблено методику прогнозування властивостей керамічних матеріалів і програму «CeramMath» на основі штучних нейронних мереж.

У п'ятому розділі наведено рекомендації щодо практичного використання

технології і здійснений її техніко-економічний аналіз. Представлена технологічна схема виробництва виготовлення стінової на основі типової глинистої сировини і відходів вуглезабагачення. Створені номограми для оцінки енергетичного потенціалу різних видів вуглецьвмісної сировини при її заміні на підприємстві, зміні вмісту в масі, зміні режиму випалу.

Висновки за результатами дисертаційної роботи сформульовано лаконічно та чітко у відповідності до завдання дисертаційного дослідження.

Список використаних джерел з 146 найменувань охоплює сучасні вітчизняні та зарубіжні публікації.

У додатках наведено акти, що підтверджують позитивні результати впровадження наукових положень та експериментальних розробок за темою дисертації. Окремо надано список публікацій здобувачки за темою дисертації.

7. Достовірність отриманих результатів та висновків

Дисертаційна робота Лігезіна С.Л. виконана на високому науковому рівні, із проведенням широкого кола експериментальних досліджень та використанням теоретичного фізико-хімічного аналізу, при чому теоретичні положення гармонійно поєднуються з експериментальними даними. Відтворюваність одержаних експериментальних даних та узгодженість з результатами теоретичних досліджень дозволяє зробити висновок про достовірність та обґрунтованість наукових положень викладених у дисертаційній роботі. Достовірність висновків дисертаційної роботи підтверджується також апробацією результатів досліджень на міжнародних науково-технічних конференціях, публікаціях у відкритому друці та актами впровадження.

8. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень та результатів в опублікованих працях

Дисертаційна робота має логічну структуру. Загальні висновки повністю відповідають поставленим завданням дослідження та логічно витікають з отриманих результатів.

Порушень академічної доброчесності (академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації, фальсифікації) в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації не виявлено, про що свідчить аналіз перевірки дисертації на плагіат. Використання результатів, отриманих іншими науковцями супроводжується посиланнями на відповідні джерела.

Матеріали дисертації були надані для широкого ознайомлення фахівцям і спеціалістам, а результати та основні її положення повністю висвітлені у друкованих виданнях, пройшли відповідну апробацію на міжнародних науково-практичних конференціях. Наведені публікації містять результати безпосередньої роботи здобувача на окремих етапах дослідження, повною мірою відображають основні положення та висновки роботи. Авторська участь здобувача в опублікованих наукових працях погоджена зі співавторами.

9. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. В дисертаційній роботі не вказано хімічний склад основного сировинного матеріалу – суглинку.

2. У табл. 4.18 здобувач вказує кількість окисників (NaNO_3 – 0,489 мас. %, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ – 0,462 мас. % і т.д.), які входять до складу шихти. Не зрозуміло, як рівномірно таку кількість окисника розподілити у складі шихти. Здобувач вказав, що доцільно окисник вводити сухим способом з наступним зачиненням водою, але цього пояснення не достатньо.

3. У табл. 4.35 вміст комбінованих окисників складає 1,8 мас. %. Доцільно було б вказати у якому співвідношенні додавали окремі окисники.

4. Здобувачу доцільно було б навести порівняльний аналіз запропонованих матеріалів з відомими аналогами, що дозволило б краще розкрити переваги запропонованих рішень та підкреслити їхню конкурентоспроможність.

5. У тексті дисертації наявні окремі редакційні неточності, зокрема друкарські, пунктуаційні та стилістичні.

Втім вказані зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Лігезіна С.Л.

10. Висновки

Представлена дисертація є довершеною науково-дослідною роботою, яка містить нові науково-обґрунтовані результати. У дисертації розв'язано актуальну науково-прикладну задачу, яка має важливе значення для галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія». Тема і зміст дисертації повною мірою відповідають спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія».

З огляду на актуальність теми дисертації, яка виконана на високому науковому рівні, наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, рівень досліджень та їх достовірність, апробацію та публікації, відсутність порушень академічної доброчесності, вважаю, що дисертація здобувача Лігезіна Станіслава Леонідовича «Стінові керамічні матеріали з використанням

вуглецевмісної сировини та енергозберігаючих технологічних процесів» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія», повністю відповідає вимогам пп. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та «Вимогам до оформлення дисертацій», затвердженими наказом МОН України від 12.01.2017 р. № 40, а її автор, Лігезін Станіслав Леонідович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія».

Рецензент – професор кафедри технології
кераміки, вогнетривів, скла та емалей
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»,
д.т.н., професор

