

ВІДГУК

офіційного опонента

Саввової Оксани Вікторівни

на дисертаційну роботу Лігезіна Станіслава Леонідовича

«Стінові керамічні матеріали з використанням вуглецьвмісної сировини та енергозберігаючих технологічних процесів»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія»

Актуальність теми

Пріоритетність розробки нових матеріалів будівельного призначення пов'язана з цільовими задачами щодо відповідального споживання мінерально-сировинних ресурсів, енергоресурсів та розвитком інновацій в частині енергоефективних технологічних процесів. Впровадження екологічно безпечних будівельних матеріалів дозволить з урахуванням аспектів ресурсо- та енергозбереження розширити ринок конкурентоздатної вітчизняної продукції, вирішити нагальні потреби відновлення промислового та житлового будівництва в період післявоєнної відбудови. Тому дисертаційна робота Лігезіна Станіслава Леонідовича, яка спрямована на вирішення науково-практичної задачі створення стінових керамічних матеріалів з використанням вуглецьвмісної сировини та енергозберігаючих технологічних процесів, є актуальною.

У дисертаційній роботі поставлена науково-прикладна задача розробки нової ресурсозберігаючої та енергоощадної технології стінової кераміки з використанням комплексного підходу, що включає інкорпорацію вуглевідходів і впровадження енергозберігаючих процесів на технологічних стадіях формування і випалу. Впровадження запропонованих технологічних, економічних та технічних рішень щодо створення екологічно безпечної технології, орієнтованої на мінімізацію витрат мінерально-сировинних ресурсів, енергоресурсів і впровадження енергоефективних технологічних процесів, дозволить сформулювати сучасні напрямки розвитку будівельної галузі

з урахуванням екологічної стратегії держави.

Тема пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт кафедри «Технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей» НТУ «ХП». Здобувач брав участь у науково-дослідних роботах:

1) «Розроблення наукових основ ефективного використання енергоносіїв і техногенних ресурсів в технологіях композиційних, керамічних та скломатеріалів для сучасних технічних об'єктів» (№ ДР 0120U001009).

2) «Розробка складів для створення високоефективних неметалічних матеріалів з використанням структурно-фазового моделювання та енергозберігаючих технологічних процесів» (№ ДР 0117U004888).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Положення та висновки, наведені в дисертаційній роботі Лігезіна С.Л., в достатній мірі обґрунтовані як з наукового, так і з прикладного аспектів. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі, є достатньо високою та базується на аналізі наукової та патентної літератури за даною проблемою, обґрунтуванні мети й задач дослідження, зіставленні та критичному аналізі отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників, забезпечується застосуванням сучасних взаємодоповнюючих методів досліджень, відтворюваністю результатів, їх взаємоузгодженістю й відповідністю відомим даним. Обґрунтованість отриманих у роботі наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується також використанням математичного апарату програмної моделі штучних нейронних мереж з використанням ліцензійного програмного забезпечення НТУ «ХП».

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність наукових результатів забезпечена застосуванням методів класичної термодинаміки, фізико-хімічними розрахунками гетерогенних та гомогенних хімічних реакцій, результатами відповідних експериментальних досліджень, використанням сучасних приладів та устаткування, що використо-

вуються в наукових дослідженнях в галузі хімічних технологій та інженерії.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

- розроблено склади стінової кераміки за новою ресурсо- та енергоощадною технологією, що базується на застосуванні комплексу технічних рішень, які включають використання вуглевідходів та модернізацію процесів формування і випалу з урахуванням необхідності мінімізації енерговитрат;

- отримав розвиток напрямок енергоощадної консолідації будівельної кераміки із застосуванням магнітно-імпульсного пресування і «самовипалу», що дозволило за температури випалу 950 °С отримати умовно ефективні керамічні матеріали з марками за міцністю і морозостійкістю M75–100 і F35 (ДСТУ Б В.2.7-61: 2008).

- розроблено комплексний методологічний підхід щодо оцінки ефективності застосування відходів вуглезбагачення та окисників при отриманні будівельної кераміки, який включає: розробку розрахункової методики та відповідного програмного забезпечення для оптимізації виду і кількості речовин-окисників з урахуванням температурних інтервалів їх термічного розкладу та кількості газових продуктів з окислювальними властивостями; розробку спеціалізованого програмного забезпечення «CeramMath» на базі штучних нейронних мереж, а також номограм для експрес-оцінки енергетичного потенціалу різних видів вуглецьвмісної сировини;

- проведена техніко-економічна оцінка ресурсоощадної та енерго-економічної технології, яка визначає доцільність виготовлення стінової кераміки методом напівсухого пресування, адаптованої до типової глинистої сировини (суглинку) і відходів збагачення вугілля різних видів і типів.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Практична значимість виконаної дисертаційної роботи полягає у вирішенні ряду актуальних завдань будівельної промисловості України, які формують комплексне інтегроване рішення для сталого розвитку та

післявоєнного відновлення держави, а саме:

- раціонального управління природними ресурсами та скорочення обсягів промислових відходів шляхом використання вугільних відходів в технології стінової кераміки як паливної або паливно-мінеральної добавки із застосуванням інноваційних підходів;

- забезпечення доступного, екологічного і безпечного житла для сталого розвитку міст та спільнот при впровадженні конкурентоздатної вітчизняної стінової кераміки;

- впровадження ресурсощадних та енергоекономічних технологій шляхом залучення відходів у виробництво та заощадження енергоресурсів за рахунок скорочення енерговитрат на виготовлення стінової кераміки, використання місцевої сировини на виробництвах в різних регіонах України.

Результати дисертаційної роботи мають важливе значення для розвитку сучасної хімії та технології тугоплавких неметалевих та силікатних матеріалів, а також будівельних матеріалів, зокрема у таких аспектах:

1. Розвиток технологічних процесів консолідації керамічних матеріалів:

- застосування магнітно-імпульсного пресування для забезпечення механоактивуючої дії, що забезпечує повноту формування структури керамічних матеріалів за нижчих температур випалу і покращує їх фізико-механічні характеристики;

- реалізації «самовипалу» на етапі ізотермічної витримки з повною заміною технологічного палива енергетично еквівалентною кількістю вуглецьвмісної сировини.

2. Оцінка ефективності використання вуглевідходів як енергозберігаючих добавок та енергетичної сировини, а також речовин-окисників для інтенсифікації вигорання органічного компоненту з паливної добавки на основі аналізу термічного розкладу речовин-активаторів та визначення кількості та динаміки утворення продуктів розкладу.

3. Оцінка енергетичного потенціалу різних видів вуглецьвмісної сировини, яка дозволяє визначити економію газу на одиницю продукції, а також різницю в економії газу на різних типах вуглецьвмісної сировини за її

заданого вмісту в керамічній масі.

Важливе практичне значення мають результати дисертаційної роботи в частині впровадження нових розробок у сфері хімічних технологій керамічних будівельних матеріалів, а саме хіміко-технологічних розрахунків з використанням штучних нейронних мереж для достовірного прогнозування властивостей стінової кераміки, отримуваної на основі паливовмісних шихт, різних видів вуглець-вмісної сировини та речовин-окисників.

Практична значимість результатів роботи підтверджується їх використанням в навчальному процесі кафедри «Технологія кераміки, вогнетривів, скла та емалей» НТУ «ХП» та при виконанні 2-х науково-дослідних бюджетних робіт кафедри по лінії Міністерства освіти і науки України, про що в дисертації є відповідні довідка та акти впровадження. Участь здобувача у цих роботах – виконавець.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Результати досліджень 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, які додатково відображають результати дисертації. Участь здобувача в роботах, що опубліковані у співавторстві, зазначена у дисертаційній роботі.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. № 44.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Лігезіна Станіслава Леонідовича складається з анотацій, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, показана її наукова і

практична цінність, сформульовані мета і задачі дослідження, які необхідно вирішити для її досягнення, описано зв'язок дисертації з науковими планами та темами, приведена апробація дисертаційної роботи та інформація про авторський внесок здобувача в публікації.

В першому розділі комплексно розглянуто розвиток ресурсо- та енергоощадних керамічних технологій, показані шляхи підвищення їх конкурентоспроможності на європейському і світовому ринках, а також існуючі технологічні рішення та новації в технології стінової кераміки.

У другому розділі наведено опис сировини та приготування зразків, а також методики дослідження складу і властивостей сировинних компонентів і керамічних матеріалів

В третьому розділі наведено теоретичне обґрунтування вибору хімічних речовин з функцією каталізаторів реакції газифікації для оцінки ефективності різних речовин-окисників, їх впливу на зниження температури початку реакцій газифікації та підвищення активності агентів-окисників на основі термодинамічного аналізу реакцій термічного розкладу ряду речовин-окисників та прогнозування динаміки термічного розкладу двокомпонентних сумішей речовин-окисників із застосуванням штучної нейронної мережі.

В четвертому розділі наведені дослідження з отримання стінової кераміки з використанням енергозберігаючих добавок і новітніх технологічних процесів. Експериментально визначені оптимальні кількості окисників для інтенсифікації вигорання органічного компоненту з паливної добавки, досліджений їх вплив на властивості матеріалів. Наведені результати з дослідження ефективності магнітно-імпульсного пресування як нового способу консолідації матеріалів в технології стінової кераміки. Встановлена принципова можливість використання «самовипалу» напівфабрикатів на етапі їх ізотермічної витримки. Наведений опис методики прогнозування властивостей стінових керамічних матеріалів і створеної програми «CeramMath» на базі штучних нейронних мереж.

В п'ятому розділі наведені рекомендації щодо впровадження технології та її техніко-економічний аналіз.

Висновки до розділів за результатами роботи сформульовані чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел із 146 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

Академічна доброчесність

Усі результати, які винесені автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків. Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено. Коефіцієнт подібності тексту КП2 згідно з протоколом антиплагіатної перевірки дисертації на платформі StrikePlagiarism, становить 5,01 %.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. Автором роботи зазначено, що технологія може бути адаптована до масштабного виробництва. Однак не розглянуті можливі проблеми, пов'язані з впровадженням нових технологій на промислових підприємствах, таких як економічна доцільність (наприклад, додаткові витрати на закупівлю окисників і обладнання для МПП), технічні труднощі при інтеграції в існуючі виробничі лінії. Необхідно було б провести більше досліджень щодо оптимізації вартості й ефективності цих інновацій у реальних виробничих умовах, що може вплинути на перспективи їх масштабування.

2. Автором слабо висвітлена валідація моделі ШНМ, наведеної в підрозділі 4.6. Не зовсім зрозуміло, наскільки точно модель CeramMath передбачає властивості виробів, і як її валідували. Для збалансованої оцінки даних необхідно проаналізувати можливі обмеження методу чи умов, за яких він малоефективний.

3. У розділі 2 бажано було б навести методологію прогнозного розрахунку комбінацій речовин-окисників за допомогою штучних нейронних

мереж та технологічні параметри магнітно-імпульсного пресування керамічних виробів.

4. Чому для перевірки ефективності застосування магнітно-імпульсного пресування було обрані тонкі ($n < 63$ мкм) безглинисті порошки, що містили тонкомелений кварцовий пісок, технічний глинозем і стронціаніт (SrCO_3) у співвідношенні, необхідному для синтезу славсоніту ($\text{SrAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)? Як вказані результати можуть бути використані?

5. З якою метою були проведені розрахунки для окисників $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KNO_3 , якщо попередні розрахунки за допомогою штучних нейронних мереж показали ефективність застосування інших комбінацій речовин окисників: $\text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ та $\text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{NaNO}_3$?

6. Чому спеціалізоване програмне забезпечення «CeramMath» на базі штучних нейронних мереж створено для прогнозування лише межі міцності при стиску керамічних матеріалів з урахуванням введення в масу різних видів окисників і вуглецьвмісних паливних добавок?

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Дисертація є актуальною і має високу наукову цінність та практичну значимість.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Лігезіна С. Л. «Стінові керамічні матеріали з використанням вуглецьвмісної сировини та енергозберігаючих технологічних процесів» за своїм змістом відповідає спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія». Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу, яка полягає у розробці нової технології стінової кераміки, що базується на використанні промислових відходів та енергозберігаючих технологічних процесів формування і випалу.

Подана дисертаційна робота «Стінові керамічні матеріали з використанням вуглецьвмісної сировини та енергозберігаючих технологічних процесів» Лігезіна С.Л. відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення

разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. № 44, а здобувач Лігезін Станіслав Леонідович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія».

Офіційний опонент

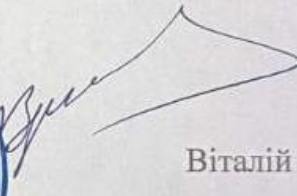
Завідувач кафедри хімії та інтегрованих технологій Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова



Оксана САВБОВА

Підпис засвідчую:

Проректор з науково-педагогічної роботи ХНУМГ імені О.М. Бекетова



Віталій ВОРОНЬКО

05.05.2025 р.