

## Рецензія

рецензента, д.т.н., ст. досл. Корогодської А.М.

на дисертаційну роботу **Картишева Сергія Вікторовича**

**«ВЕЛИКОФОРМАТНІ КЕРАМОГРАНІТНІ ПЛИТИ**

**З ПІДВИЩЕНОЮ МІЦНІСТЮ»**

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161-Хімічні технології та інженерія

### **1. Актуальність теми.**

У теперішній час руйнування житлового та промислового фонду набувають загрозливих перспектив. Відновлення споруд у воєнний та повоєнний періоди стануть першочерговою задачею будівельної галузі України. Швидке відновлення інтер'єрів можливе за допомогою одного з найсучасніших оздоблювальних матеріалів – керамогранітної плитки. До недавнього часу одним з недоліків такої продукції були невеликі розміри виробів. Однак сучасні дослідження спонукали виробників розробляти плити великого формату, що обумовлює їх вагомі переваги – мінімум швів, що сприяє зменшенню антисанітарного навантаження; ефект простору; можливість облицювання приміщень з великою площею поверхонь. Можливість нанесення на поверхню плит покриттів різноманітного призначення також дає можливість розширення сфери їх застосування. З цієї точки зору дисертаційна робота **Картишева С.В.**, спрямована на підвищення міцності великоформатного керамограніту, та надання поверхні виробів бактерицидних властивостей, адаптування технології до альтернативної кварц-польовошпатової сировини, розповсюдженої на теренах України, є актуальною та відповідає вимогам сучасного матеріалознавства.

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

Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей НТУ «ХП» у рамках завдань прикладної держбюджетної НДР МОН України: «Розроблення наукових основ ефективного використання енергоносіїв і техногенних ресурсів в технологіях композиційних, керамічних та скломатеріалів для сучасних технічних

об'єктів» (№ ДР 0120U001009), в якій здобувач був виконавцем окремих етапів.

### **3. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації.**

Дисертація є довершеною науково-дослідною роботою, яка містить анотацію, зміст, перелік умовних скорочень та позначень, п'ять розділів, висновки до розділів і загальні висновки, список використаних джерел та додатки.

Дисертаційна робота спрямована на розробку рецептурно-технологічних параметрів отримання високоміцних великоформатних керамогранітних плит з антибактеріальним покриттям.

*Об'єкт дослідження* – технологія великоформатних керамогранітних плит; принципи отримання і процеси формування антибактеріальних покриттів.

*Предмет дослідження* – фізико-хімічні закономірності формування керамограніту композитного типу з високою міцністю на основі альтернативних плавнів; рецептурно-технологічні параметри отримання нефритованих знепрозорених полив для створення антибактеріальних покриттів для керамогранітних плит.

В дисертаційній роботі вирішено важливе науково-практичне завдання, яке характеризується науковою новизною і має практичне значення, а саме – розв'язано науково-практичну задачу підвищення міцності великоформатних керамогранітних плит та розробки нефритованих полив для отримання антибактеріальних покриттів для керамограніту.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, зазначено зв'язок роботи з науковими темами, сформульовано мету та задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень, показано наукову новизну та наведено інформацію про практичне значення та використання отриманих результатів, вказано особистий внесок здобувача, апробацію результатів дослідження та їх висвітлення у публікаціях. Наведено відомості про структуру та обсяг дисертаційної роботи здобувача.

В *першому розділі* розглянуто сучасні тренди споживання і тенденції виробництва керамограніту та відзначено особливості технології великоформатного керамограніту. Встановлено, що залежність «склад – структура – властивості» є основою підвищення якості великоформатних керамогранітних плит та визначено особливості формування фазового складу керамограніту в умовах швидкісного випалу і вплив фазового складу на міцність керамограніту. Досконало розглянуто способи поліпшення механічної міцності керамогранітних плит та окреслено перспективні напрямки розширення сфери використання великоформатних керамогранітних плит. Щодо теоретичних основ створення антибактеріальних покриттів визначено основні способи знищення та пригнічення патогенних мікроорганізмів, розглянуто механізми біоцидної дії іонів металів, обґрунтовано критерії вибору біоцидних компонентів та встановлено вимоги до антибактеріальних покриттів для керамограніту. Визначено основні напрямки проведення досліджень.

У *другому розділі* наведено характеристику використовуваних сировинних матеріалів, методів виготовлення зразків, а також надана характеристика методів для теоретичних та обладнання для експериментальних досліджень, здійснених в роботі.

У *третьому розділі* наведено теоретичні засади проектування складів керамічних мас, а саме: визначено характерні ознаки складу керамогранітних плит, проведено аналіз хімічного складу промислових зразків керамограніту, проаналізовано вплив фазового складу на властивості керамограніту дослідної вибірки, надано характеристику хіміко-мінерального складу та виконано прогностичну оцінку флюсуючої здатності альтернативних плавнів.

В *четвертому розділі* представлено результати розроблення рецептурно-технологічних параметрів отримання зміцненого композиційного керамограніту. У роботі докладно досліджено пегматитову сировину Кіровоградського родовища, обрано матричні та армуючі компоненти, досліджено процес подрібнення муліто-кремнеземних волокон. З урахуванням проведених досліджень розроблено склади мас та виготовлено

зразки композитного керамограніту і досліджено їх структурно-фазові особливості.

У *п'ятому розділі* представлено результати розроблення антибактеріальних полив для великоформатних керамогранітних плит. Зпроектовано склади знепрозорених антибактеріальних покриттів для керамогранітних плит, спрогнозовано та експериментально доведено отримання антибактеріальних покриттів із заданими властивостями і структурними особливостями.

*Висновки* сформульовано чітко, вони повністю висвітлюють отримані результати та відповідають поставленим завданням дослідження. За своїм рівнем висновки повністю відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

*Список використаних джерел* достатньо повно охоплює предметну галузь та відображає опрацювання автором значної кількості сучасних вітчизняних та закордонних джерел.

*Додатки* до роботи містять список праць здобувача, протокол випробувань антибактеріальної здатності зразків покриттів керамогранітних плит, виконаний в НДУ «УКРНДІЕП» та довідку пров провадження результатів дослідження у навчальний процес НТУ «ХП».

#### **4. Наукова новизна отриманих результатів.**

У дисертаційній роботі здобувачем теоретично обґрунтовано і експериментально доведено зміцнення великоформатних керамогранітних плит за рахунок армування керамічної матриці мулліто-кремнеземними волокнами, які виконують роль армуючого наповнювача і прекурсора муллітової фази. Визначено технологічні принципи одержання антибактеріальних покриттів на основі нефритованих полив, при швидкісному випалі яких відбувається утворення фаз, що мають виражену біоцидну дію та поліпшують їх експлуатаційні властивості.

Здобувачем вперше:

- доведена ефективність використання визначених комбінацій альтернативних плавнів на основі досліджень кількісних і якісних

характеристик плавлення пегматитової сировини Кіровоградського родовища та продуктів збагачення майдан-вільських лужних каолінів;

– показана доцільність використання муліто-кремнеземних волокон як армуючого наповнювача керамічної матриці, та визначено оптимальну кількість та дисперсність добавки, що дозволяють підвищити міцність керамогранітних плит до 57,1 МПа (на ~30 %);

– обґрунтовано та реалізовано методологію розробки нефритованих полив для отримання знепрозорених покриттів шляхом спрямованої кристалізації цільових фаз ( $\text{SnO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$ ,  $\text{ZnAlO}_4$ ); доведено, що формування такого фазового складу забезпечує достатній ступінь знепрозорення покриттів (білизна 77–84 %) та комплекс високих експлуатаційних властивостей: мікротвердість (7500–7800 МПа), кислотостійкості (99,6–99,9 %) і термостійкості (10тз);

– визначено оптимальні співвідношення фазотвірних оксидів (1:1) в комбінаціях ( $\text{ZnO}+\text{SnO}_2$ ) та ( $\text{TiO}_2+\text{SnO}_2$ ), що забезпечило отримання склокристалічних покриттів, здатних пригнічувати ріст мікроорганізмів та попереджати утворення біоплівки на поверхні керамогранітних плит за рахунок формування в умовах швидкісного випалу фаз касситериту, ганіту і віллеміту та касситериту і рутилу відповідно.

### **5. Достовірність отриманих результатів та висновків.**

Достовірність наукових положень підтверджується взаємоузгодженістю і відтворюваністю результатів, відсутністю протиріч з даними відомих наукових шкіл, вітчизняних та іноземних вчених в галузі технології тугоплавких неметалічних матеріалів.

Аргументованість і конкретність наукових положень та висновків перевірено у дослідно – експериментальних випробуваннях, значний обсяг експериментальних даних належним чином аналізується з використанням методів математичної статистики і моделювання, адекватність розрахункових залежностей ретельно перевірено, що надає виваженості та коректності висновкам і рекомендаціям, які стисло відбивають наукову новизну і практичну значущість роботи.

## 6. Практична цінність отриманих результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання.

Розроблені рецептурно-технологічні параметри виготовлення композиційного керамограніту забезпечують підвищення міцності виробів на ~30 % без суттєвих змін існуючого виробничого процесу. В свою чергу розробка нефритованих полив дозволяє виключити з технології високоенергоємну операцію фриткування, що забезпечить скорочення виробничих енерговитрат та зниження собівартості виробів. За комплексом властивостей розроблені матеріали відповідають вимогам європейських і міжнародних стандартів.

Проведені дослідження технологічних властивостей пегматитів Кіровоградського пегматитового поля та лужних каолінів Майдан-Вільського родовища сприятимуть розширенню сировинної бази та скороченню імпорту польовошпатових матеріалів для потреб вітчизняних виробників керамограніту.

Практична цінність застосування розроблених антибактеріальних покриттів для керамогранітних плит обумовлена їх здатністю інгібувати розмноження патогенних мікроорганізмів. Застосування таких покриттів дозволить розширити сферу використання великоформатних керамогранітних плит за рахунок випуску продукції, здатної попереджати розповсюдження інфекцій та підвищити якість життя, знижуючи рівень захворюваності населення.

Нові технічні рішення та надані рекомендації щодо їх використання при виготовленні великоформатних керамогранітних плит сприятимуть підвищенню конкурентоздатності продукції вітчизняних виробників.

Теоретичні та практичні результати, отримані під час проведення дисертаційних досліджень, впроваджені в навчальний процес кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей НТУ "ХП".

Напрацювання, отримані здобувачем при виконанні дисертаційної роботи, можуть бути рекомендовані для впровадження у будівельній галузі.

## **7. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень і 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 положення її 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.

За темою дисертаційної роботи опубліковано 15 наукових праць, в тому числі: 1 стаття в журналі, який включений до наукометричної бази Scopus з індексом Q3, 3 статті, що входять до фахових видань України категорії «Б» та 11 – у матеріалах апробаційного характеру.

## **8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

1. Аналітичний огляд літератури є надмірно докладним, деякі загальні відомості можна було б виключити, наприклад, підрозділ «Способи знищення та пригнічення патогенних мікроорганізмів»

2. Технологія великоформатних керамогранітних плит має певні відмінності, які стосуються переважно способу їх формоутворення. Зокрема для формування плит, розміри яких перевищують 600×1000 мм,

застосовується безформове пресування. З тексту роботи не зрозуміло, чи враховувались ці особливості при розробці рецептур мас?

3. В результаті теоретичних досліджень зроблено висновок щодо доцільності використання альтернативних плавнів при виготовленні керамограніту та надано рекомендації щодо застосування комбінацій кіровоградських пегматитів і продуктів збагачення лужних каолінів Майда-Вільського родовища (п. 3.3, с. 78-79), але не зазначено, у яких співвідношеннях.

4. Традиційні підходи до дослідження процесів формування виробів в умовах швидкісного випалу спираються на методи диференційно-термічного, рентгенофазового і дилатометричного методів аналізу. В дисертаційній роботі при визначенні структурно-фазових особливостей керамограніту та антибактеріальних покриттів наведені лише результати РФА, петрографії та скануючої електронної мікроскопії, що обмежило можливості визначення механізмів формування розроблених матеріалів.

5. Як відомо, антимікробні засоби можуть мати бактерицидну, фунгіцидну, вірусцидну, спороцидну дію. Доцільно було б приділити більше уваги дослідженню механізму дії розроблених покриттів, що дозволило б точніше обмежити сферу використання виробів.

6. В роботі не наведений порівняльний аналіз розробок з існуючими аналогами. Також відсутній розрахунок економічного ефекту від їх впровадження, що дозволило б здобувачеві комплексно обґрунтувати переваги отриманих ним практичних результатів.

Слід відмітити, що зазначені вище недоліки та зауваження не є суттєвими, істотно не впливають на зміст дисертаційної роботи та не знижують її наукової і практичної цінності.

## **9. Висновки.**

Представлена дисертація є довершеною науково-дослідною роботою, яка містить нові 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 Картишева Сергія Вікторовича «Великоформатні керамогранітні плити з підвищеною міцністю» 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, Картишев Сергій Вікторович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія».

Рецензент

Доктор технічних наук, старший дослідник,  
завідувач кафедри загальної та неорганічної хімії

Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут»

Алла КОРОГОДСЬКА

