

СТРАТЕГІЯ СТВОРЕННЯ ТА РОЗРОБКА АНТИБАКТЕРІАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ КЕРАМОГРАНІТНИХ СТІЛЬНИЦЬ

С.В. Картишев¹, М.Ю. Халіман², Д.Ю. Вінник², О.Ю. Федоренко³

¹ аспірант кафедри технології кераміки, скла та емалей, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

² студент кафедри технології кераміки, скла та емалей НТУ «ХПІ», Харків, Україна

³ професор кафедри технології кераміки, скла та емалей, докт. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

kartyshev@ukr.net

В конкурентній боротьбі матеріалів, які використовують для виготовлення стільниць керамограніт є беззаперечним лідером завдяки своїй довговічності, стійкості до механічних, теплових та хімічних впливів. Завдяки великому розміру плит не лише значно прискорюється процес укладання, але й досягається візуальна однорідність та підвищується гігієнічність облицьованої поверхні. Одним з їх недоліків є відсутність антибактеріальних властивостей, що уповільнює розширення областей їх використання керамогранітних плит саме як стільниць. Необхідність антибактеріального захисту поверхонь, які використовуються в нашому житті повсюдно і повсякчасно, є нагальною задачею, враховуючи той факт, що хвороботворні віруси і бактерії легко поширюються і з часом набувають резистентності до антибіотиків, а отже можуть зробити смертельно небезпечними незначні поранення і звичні інфекції. У зв'язку з цим, необхідною є розробка бактерицидних полив для кераміки та пошук альтернативних антимікробних агентів, які характеризуються високою бактерицидною та фунгіцидною активністю по відношенню до широкого спектру патогенних мікроорганізмів та грибів, та не мають побічної негативної дії на живі організми.

Наразі існує кілька стратегій для створення антибактеріальних поверхонь (рис.1). Аналіз переваг та недоліків різних способів надання бактерицидних властивостей поверхням керамічних виробів дозволили визначити найбільш перспективний напрямок, який полягає у розробці покриттів з використанням як наповнювача або спрямованого синтезу сполук, що виконують роль біоцидів та забезпечують пролонговану антибактеріальну дію.

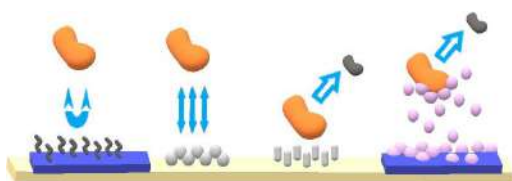


Рис. 1 Стратегії розробки антибактеріальних поверхонь на основі:

- стеричного ефекту,
- електростатического ефекта,
- контактного знищення,
- вивільнення біоциду

Для великоформатних керамогранітних плит реалізація такої стратегії можлива на етапі приготування поливи, формування якої має відбуватись в умовах швидкісного випалу за максимальної температури до 1220°C. Основними вимогами до таких полив є сталість експлуатаційних характеристик, які визначають якість керамогранітних плит (мікротвердість, термостійкість, плямостійкість), пролонгований антибактеріальний ефект відносно патогенних мікроорганізмів з позицій як біоцидної, так і біостатичної дії, висока хімічна стійкість фазових складових покриття до органічних та неорганічних розчинників та безпечна концентрація біоцидних компонентів з урахуванням допустимих кількостей міграції (ДКМ) для живих організмів. Вибір біоцидних складових полив ґрунтувався на аналізі властивостей наступних критеріїв: висока активність відносно шкідливих біофакторів; широкий

спектр мікроорганізмів- мішеней, пролонгований бактерицидний та бактериостатичний ефект; безпека використання (відсутність алергічних реакцій та нездатність накопичуватись в організмі, мала токсичність для людини і тварин, негативного впливу на навколишнє середовище); інертність (відсутність руйнуючої дії та негативного впливу на експлуатаційні властивості матеріалів); стійкість до дії миючих засобів та агресивних побутових рідин; доступність і невисока вартість. За комплексом цих критеріїв, а також з урахуванням допустимих (тобто безпечних) концентрацій міграції хімічних сполук як біоцидні компоненти у складі нефритованих полив використовували оксиди TiO_2 , ZnO і SnO_2 , ДКМ яких складає 0,1, 5,0 та 7,0 мг/л відповідно. Використання цих оксидів є необхідною умовою утворення в поливах таких біоцидних фаз як рутил, каситерит, цинкіт, ганіт, вілеміт, здатних також ефективно непрозорювати покриття як глушники, що також є важливим чинником.

Розробку складів антибактеріальних полив двох серій здійснювали на основі композицій систем $SiO_2-Al_2O_3-ZnO-SnO_2$ та $SiO_2-Al_2O_3-SnO_2-TiO_2$. З використанням комплексу прогнозних розрахунків для модельних оксидних композицій визначені температуру розливу поливи, показники в'язкості та поверхневого натягу розплаву, що обумовлюють процеси формування склокристалічного покриття в умовах випалу керамогранітних плит, а також властивості покриття, які визначають їх міцність та термостійкість. Виготовлення нефритованих полив проводили мокрим сумісним помелом нерозчинних у воді сировинних матеріалів (кварцового піску, пегматиту, доломіту, глинозему, карбонату барію, цинкових і титанових білил, а також оксиду стануму марки ХЧ). Після помелу до залишку 1 % на ситі №0063, поливи наносили на відпресовані зразки керамограніту і випалювали в щільовій печі при температурах 1150 і 1200 °С за швидкісним режимом (загальна тривалість 60 хв). Визначення оптимального складу нефритованих полив виконували з використанням повнофакторного планованого експерименту. Як незалежні фактори використовували співвідношення бактерицидних компонентів в комбінаціях $ZnO+SnO_2$ та TiO_2+SnO_2 , а також температуру випалу покриттів. Як відгуки досліджували експлуатаційні властивості покриттів: кислотостійкість і мікротвердість. Визначені залежності дозволили обрати раціональні параметри отримання покриттів.

Оцінку антибактеріальних властивостей розроблених покриттів проводили з використанням методики кількісного аналізу їх здатності пригнічувати ріст та знищувати мікроорганізми, зокрема кишкової палички *Escherichia coli* (E. Coli) та золотистого стафілококу *Staphylococcus aureus* (S. Aureus). Як відомо, E. Coli є грамнегативними бактеріями, які поширені в кишківнику теплокровних організмів. Вірусний штам цієї бактерії викликає гастроентерит, інфекції сечовивідних шляхів, перитоніт, мастит, септицемія, неонатальний менінгіт та інші захворювання людини. В свою чергу S. Aureus є найбільш поширеними грампозитивними бактеріями, які спричиняють як ендогенні, так і екзогенні хвороби, в т.ч. інфекційні запалення шкіри та слизових оболонок, здатні спричинити абсцеси та некроз тканин. Потраплянні інфекції в кров створює умови для стафілококової інвазії різних органів, в т.ч. мозку, клапанів серця, кісток та суглобів. Стафілококова інфекція також викликає респіраторні хвороби (ангіна), захворювання дихальних шляхів (інфекційних плеврит та пневмонія), а також харчові отруєння. Штами цих бактерій резистентні до факторів навколишнього середовища: вони здатні зберігатись на часточках пилу, витримують висушування, є стійкими до дії прямого сонячного світла та нагрівання (витримують сухий жар до 2 год) та знакозмінних температур.

За результатами комплексних досліджень отримано склокристалічні покриття з комплексом високих експлуатаційних властивостей (мікротвердість 7500-7800 МПа, кислотостійкість 99,6-99,9 %, термостійкість 10 циклів), які значно знижують вірогідність біологічної контамінації, пригнічують ріст мікроорганізмів та попереджають утворення біоплівки на поверхні керамогранітних стільниць, а отже знижує імовірність біоураження організму людей.