УДК 666.295 **DOI 10.33042/2522-1809-2022-1-168-12-17**

О.В. Саввова[1], Я.О. Покроєва[1,2], Г.К. Воронов[1], С.О. Коваленко[1,2]

[1]*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна*
[2]*Приватне акціонерне товариство «Харківський плитковий завод», Україна*

СУЧАСНІ РІШЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ АНТИБАКТЕРІАЛЬНОЇ КЕРАМІЧНОЇ ПЛИТКИ

Проведено аналіз тенденцій розвитку світового ринку керамічної плитки та визначено перспективність розробки антибактеріальних, нетоксичних та довговічних керамічних матеріалів. Проведені дослідження розроблених на ПрАТ «Харківський плитковий завод» антибактеріальних глазурей дозволили встановити їх високу здатність до інгібування ферментативної активності патогенних мікроорганізмів та пролонговану дію, що визначає ефективність її застосування в умовах пандемії.

Ключові слова: *антибактеріальна керамічна плитка, пандемія COVID-19, Escherichia Coli, біотест, дегідрогеназна активність.*

Постановка проблеми

Постійно зростаючий попит на конкурентоздатну високоякісну керамічну плитку у світі пояснюється значним ростом темпів будівельної галузі. На сьогоднішній день ринок керамічної плитки сегментований за продуктами (глазуровані, порцелянові та ін.), за застосуванням (плитка для підлоги, настінна плитка та інші види), за будівництвом (нове будівництво та ремонт), за кінцевим споживачем (житлові та комерційні), а також за географією (Північна Америка, Європа, Азіатсько-Тихоокеанський регіон, Латинська Америка та Близький Схід та Африка) [1].

Ринок керамічної плитки, як і більшість сфер міжнародної економіки, зазнав декількох невдач протягом 2020 року через раптову пандемію COVID-19, що призвело до дефіциту готової плитки на ринку. Однак будівельний сектор, який є ключовим споживачем керамічної плитки, також страждає через наслідки пандемії, що у свою чергу, впливає на ринок керамічної плитки з втратами доходу.

Існує кілька рушійних факторів для зростання ринку у всьому світі. Найбільш помітним є зростання будівельної діяльності, що підтримується зростаючою потребою в житлі. Підвищення наявного доходу та чисельність населення разом з іншими факторами позитивно впливають на будівельний сектор, який, у свою чергу, рухає ринком керамічної плитки. В економіках країн, що розвиваються, таких як країни Близького Сходу та Азіатсько-Тихоокеанського регіону, швидка урбанізація та зростання наявних доходів також суттєво сприяють динаміці ринку (рис. 1).

Рис. 1. Попит на світовому ринку керамічної плитки

Будівельний бізнес Китаю, Японії та Індії переживає значне зростання, що вимагає інноваційних підходів його розвитку.

У квітні 2021 р. Компанія MS International Inc (MSI), провідний постачальник керамічної плитки Північній Америці, оголосила про розширення асортименту. За прогнозами на період 2021–2026 рр. вагомий приріст ринку з домінуванням лідируючих компаній буде спостерігатися в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні (рис. 2).

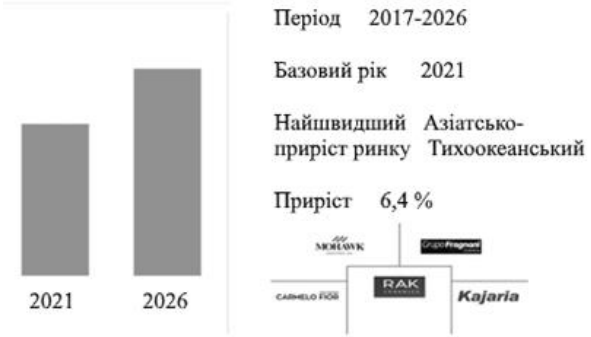

Рис. 2. Зміни ринку керамічної плитки та його лідери

 © Саввова О.В., Покроєва Я.О., Воронов Г.К., Коваленко С.О.

Однак, завдяки прагненню глобального світового ринку плитки до фрагментації шляхом реалізації технологічного прогресу та інноваціям продуктів, середні та менші компанії збільшують свою присутність на ринку, забезпечуючи нові контракти та використовуючи нові ринки.

Лідерами виробництва керамічної плитки в Україні є ТОВ «Атем» (м. Київ), ПрАТ «Харківський плитковий завод» (м. Харків), «Cersanit Invest» (Житомирська обл.) та ПрАТ «Інтеркерама» (Дніпропетровська обл.), сукупна частка яких становить більше 90 % від загального обсягу виробленої плитки [2]. Обсяги споживання оздоблювальної будівельної кераміки пов'язані не лише з обсягами нового будівництва: значна частка продукції споживається при проведенні поточних ремонтів об'єктів нерухомості. Галузь має значні обсяги як експортних, так і імпортних операцій. Внаслідок девальвації гривні вплив українських виробників на внутрішній ринок країни поступово зростає, що проявляється у поступовому збільшенні обсягів виробництва. Для забезпечення конкурентної здатності виробники використовують вдосконалення технології цифрового друку, щоб забезпечити керамічну плитку широким спектром дизайнерської естетики.

З урахуванням поширення небезпечних штамів бактерій та вірусів, зокрема COVID-19, спостерігається підвищення попиту на екологічно безпечні заходи, щодо попередження захворюваності та розповсюдження інфекцій. Тому вельми актуальною світовою проблемою забезпечення якості життя людей та збереження унікальної екосистеми є розробка антибактеріальних матеріалів, які характеризуються нетоксичністю, довговічністю та мають значний бактерицидний ефект.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проведений аналіз зарубіжних літературних та патентних даних показав, що найбільш відомим способом досягнення антибактеріального ефекту скломатеріалів, зокрема, керамічної плитки, яка вкрита антибактеріальною поливою, є використання властивостей іонів арґентуму [3]. Компанією *Biocera* (США) розроблено антибактеріальні керамічні порошки на основі фосфатів кальцію, глинозему та кварцу з іонами арґентуму [4]. Продукт має свідоцтво безпеки FDA, як нетоксичний матеріал, характеризується високим антибактеріальним ефектом (99 %) та довготривалістю, оскільки стабілізований при високій температурі.

Німецька компанія *Zahna Fliesen GmbH* [5] пропонує високоякісні та естетичні керамічні плитки *Silverzanit*®, які оброблені антибактеріальною поливою. Антибактеріальна кераміка *Silverzanit*® знижує ризик мікробного забруднення навколишнього середовища. Антибактеріальна кераміка Silverzanit® запобігає розвитку чотирьох найважливіших штамів мікроорганізмів *Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Candida albicans та Pseudomonas aeruginosa* із гарантованою надійністю 99,9 %. Японською компанією *Sumitomo Osaka Cement Co*., Ltd. [6] розроблено добавки, які здатні надавати антибактеріальні властивості цементам та гончарним виробам, таким як сантехніка та плитка. Розроблена добавка AM15 складається з неорганічної композиції, яка також включає сполуку арґентуму.

Одним з інноваційних підходів одночасного поліпшення механічних властивостей та корозійної стійкості кераміки є додавання наноматеріалів до поливи. Авторами [7] було досліджено характеристики анатазу, який було змішано з поливою та нанесено на керамічну плитку методом занурення. Анатаз нанорозміру надає високі антибактеріальні властивості порівняно з розміром мікронів через вищу реакційну здатність. Авторами [8] досліджено вплив нанорозмірних композицій на основі Ag/ZnO на твердість, білизну та структуру поливи. Результати показали, що нанокомпозит Ag/ZnO суттєво підвищує експлуатаційні властивості поливи та визначає їх бактерицидну дію.

Втім дослідження впливу арґентуму на живі організми неоднозначно вказують на наявність для нього кумулятивного ефекту, який полягає в ускладненому виведенні цього елементу з організму навіть при невеликих концентраціях. Крім цього, арґентум виявляє вибіркову активність по відношенню до збудників різних захворювань. Разом з цим, суттєве підвищення вартості продукції при введенні арґентуму вплине на конкурентну здатність виробів.

Широко відоме застосування анатазу як бактерицидного агенту на поверхні покриттів при нанесенні бактерицидної плівки. Однак застосування вказаного способу є також неекономічним та робить неможливим постійну обробку дезінфікуючими засобами поверхні покриттів, а бактерицидний ефект може бути реалізованим лише при забезпеченні процесу фотокаталізу [9].

Встановлено, що надання бактерицидних властивостей скломатеріалам та покриттям з одночасним захистом їх від біокорозії ефективним є комбіноване застосування активних наповнювачів на основі важких металів [10]. Однак у даному випадку важливим аспектом ефективності їх застосування є визначення вилуговування важких металів при обробці поверхонь дезінфікуючими засобами.

Розробка вітчизняних бактерицидних склопокриттів для керамічних плиток дозволить вирішити проблему забезпечення надійного довгострокового антибактеріального захисту об'єктів життєдіяльності людини, особливо в місцях з високим рівнем інфікування (поліклініки, лікарні, аеропорти та ін.). Це

сприятиме підвищенню ступеня санітарного обслуговування населення, а також значно знизити кошти необхідні для стерилізації та дезінфекції об'єктів життєдіяльності людини. У зв'язку з відсутністю на ринку керамічної плитки вітчизняних виробників та даних про можливість експлуатації керамічних виробів у зонах високого ризику зараження патогенними мікроорганізмами необхідною є розробка вітчизняних бактерицидних склокомпозиційних покриттів по кераміці з пролонгованою дією з використанням невартісних та екологічно безпечних компонентів у їх складі.

Постановка мети та методика дослідження

Метою роботи є дослідження бактерицидних властивостей склокомпозиційних покриттів по кераміці розроблених на основі глазурей ПрАТ «Харківський плитковий завод».

Для визначення антибактеріальних властивостей було обрано культуру бактерій *Escherichia Coli* (*E. Coli*), яка застосовується в лабораторних дослідженнях і використовується як модельний організм для вивчення бактерій, у тому числі, при санітарно-мікробіологічному контролі якості питної води (ДСанПіН 2.2.4-171-10, ДСТУ 7525:2014). Культуру бактерій *E. Coli* інокулювали в поживний бульйон і культивували в термостаті (37 °С). За 18 годин інкубування отримували суспензію з концентрацією порядку 10^8–10^9 кл/мл.

Для визначення бактерицидної дії було обрано метод оцінки токсичності речовин за дегідрогеназною активністю (ДГА) бактерій. До переваг даного методу відносять: швидкість оцінки, високу чутливість, високу продуктивність, що дозволяють мати значну кількість паралельних досліджень для статистичної обробки результатів, можливість кількісно виразити ефект дії речовини.

Метод ДГА заснований на контролі активності роботи ферментативної системи біотестів при їх контакті з дослідними зразками. Контроль активності ферментативної системи бактерій проводили за визначенням дегідрогеназ (групи окисно-відновних ферментів, що локалізуються у мітохондріях цитоплазми клітин і характеризуються високою чутливістю до дії токсинів, у присутності яких їх активність знижується).

Визначення ДГА біотестів ґрунтується на здатності дегідрогеназ відновлювати за рахунок дегідрування субстрату безбарвного трифенілтетразолійхлориду (ТТХ) до формазану (трифенілформазану), що має темно-червоний колір. Кількість утвореного формазану (показник інтенсивності забарвлення) є пропорційною активності дегідрогена: чим більше ферменту дегідрогенази, тим інтенсивніше червоний колір дослідної проби. Кількості відновлених дегідрогеназ мікроорганізмів ТТХ визначали за оптичною щільністю розчину за допомогою колориметрування і розраховували показник ДГА за калібрувальною кривою.

Мікробіологічні дослідження проводились в сертифікованій мікробіологічній лабораторії НДІ «УКРНДІЕП» (свідоцтво № 01-0076/2018 за ДСТУ ISO 10012:2005).

Дослідні зразки були отримані у вигляді пігулок з діаметром 1 см та випалені при температурі 1130–1150 °С впродовж 15 хвилин. Властивості розроблених антибактеріальних глазурей з маркуванням АГ було визначено за EN ISO 10545 в сертифікованій лабораторії вхідного контролю ПрАТ «ХПЗ» (сертифікат № 2011516 за ISO 17025:2017).

Виклад основного матеріалу

Для розробки ресурсних бактерицидних склокомпозиційних покриттів по кераміці авторами [11] попередньо були розроблені методологічні принципи одержання бактерицидних полив для керамічних плиток, які включають вибір бактерицидних агентів та скломатриці; комплексну оцінку властивостей та структурних характеристик та адаптацію стандартів мікробіологічної оцінки ефективності інгібуючої дії бактерицидних склопокриттів по кераміці.

Як основу для одержання антибактеріального склопокриття було обрано цинквмісну глазур (ПрАТ «ХПЗ»), яка застосовується як покриття керамічної плитки для внутрішнього облицювання стін санітарно-гігієнічних приміщень в місцях загального користування, та має наступний склад (мас. %): фрита – 90; каолін – 10; КМЦ, ST/25-PT – 0,25; сіль поварену – 0,93; стабілізатор – 0,2.

Властивості глазурі: залишок на ситі № 0045 – 5,0–5,5 %; щільність – 1,86–1,87 г/см^3, текучість 60–80 сек, термічний коефіцієнт лінійного розширення (ТКЛР) глазурі $5{,}5\cdot10^{-6}$ град $^{-1}$.

З метою отримання антибактеріальних глазурних покриттів як бактерицидний компонент було обрано катіон металу з другої групи Періодичної системи хімічних елементів, який інгібує ферментативну активність патогенних мікроорганізмів в концентраціях, що не перевищують допустимих кількостей міграції (ДКМ) для людини [12], і, для порівняння, катіон Ag^+, як відомий бактерицидний агент. Для введення катіону металу використовували екологічно безпечний оксид даного металу, який широко застосовується при виробництві глазурі для керамічної плитки, а для введення катіону Ag^+ застосовували розчин $AgNO_3$. Бактерицидні катіони були введені в кількості (мас. ч.): MeO – 1,0, $AgNO_3$ – 0,1 на 100 мас. ч. шлікеру

глазурі при його приготуванні з урахування попередніх досліджень та вимог до наповнювачів у складі склопокриттів [11].

Для чистоти експерименту при встановленні антибактеріального ефекту були використані лише зразки глазурі з маркуванням Г без наповнювачів та з наповнювачами MeO та $AgNO_3$ з маркуванням АГ-1 та АГ-2 відповідно, оскільки в процесі експлуатації саме глазур є контактною поверхнею при взаємодії патогенних мікроорганізмів та людини. Наявність керамічного черепку сприятиме адсорбції патогенних організмів, що призведе до викривлення результатів досліджень.

Результати досліджень ДГА біотесту *E. Coli* дозволили встановити, що зміна показнику є найвищою впродовж 6 год. (рис. 3), зважаючи на значну активність ферментативної системи бактерій, які знаходяться в експоненціальній фазі росту: відбувається процес зброджения глюкози з утворенням кислоти та газу при температурі 3±1 °С. Впродовж 24 годин інкубування для біотесту *E. Coli* спостерігається відсутність оксидазної активності, що свідчить про зниження метаболізму бактерій та їх відмирання.

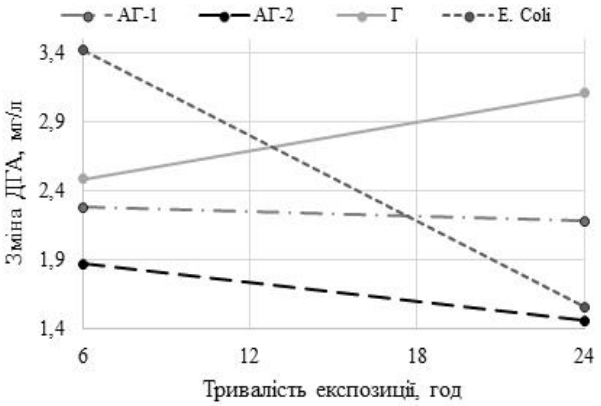

Рис. 3. Зміна ДГА для дослідних зразків глазурей за різний час експозиції

На тлі інтенсивного зниження показнику ДГА для біотесту *E. Coli* впродовж 6 годин для тестової глазурі з маркування Г (без наповнювача) спостерігається зниження показнику ДГА, який вказує на бактеріостатичність глазурі, що обумовлено її високою хімічною стійкістю. Однак, після вказаного періоду показник ДГА біотесту *E. Coli* починає збільшуватися, і, на момент інкубування впродовж 24 год. наближається до ДГА біотесту *E. Coli* впродовж 6 годин. Це свідчить про сприятливі умови для життєдіяльної даної бактерії на поверхні дослідної глазурі за вказаний період.

Значне зниження ДГА в період інтенсивної фази росту біотесту *E. Coli* (6 год.), яке спостерігається для глазурі АГ-2 з вмістом MeO, вказує на високу антибактеріальну активність покриття (рис. 3).

Це свідчить про можливість його застосування у зонах підвищеного ризику зараження, зважаючи на значну концентрацію біотесту *E. Coli* (10^8-10^9 кл/мл), яка використовується при тестуванні зразків.

Впродовж наступних 18 годин для глазурі АГ-2 також спостерігається зниження показнику ДГА біотесту *E. Coli*, що є важливим показником пролонгованої дії покриття.

Зразок АГ-1 проявляє незначний бактерицидний ефект відносно біотесту *E. Coli*, однак, його використання обмежується високою вартістю сполук арґентуму, токсичністю та його обмеженою дією відносно *E. Coli.*

Експлуатаційні властивості розробленої антибактеріальної глазурі АГ-2 знаходяться на рівні відповідному міжнародному стандарту EN ISO 10545 (водопоглинання – 12,5 %; хімічна стійкість – GLA, GHA, GA класи; стійкість до утворення плям 5 клас). Розроблена глазур застосовується на ПрАТ «ХПЗ» для виробництва керамічної плитки для облицювання внутрішніх приміщень громадських місць.

Висновки

Проаналізовано сучасний стан світового ринку керамічної плитки, характерні тенденції росту ринку керамічної плитки та його лідери, основні тенденції розвитку. Встановлено важливість забезпечення конкурентної здатності вітчизняної керамічної плитки на Європейському ринку з урахуванням тяжіння до фрагментації. З урахуванням поширення небезпечних штамів бактерій та вірусів, зокрема COVID-19, визначено ефективність застосування антибактеріальних керамічних плиток, щодо попередження захворюваності та розповсюдження інфекцій в місцях загального користування.

Розроблено антибактеріальну глазур, яка характеризується високою здатністю до інгібування ферментативної активності патогенних мікроорганізмів в умовах значного мікробного навантаження (епідемії) та має пролонговану дію.

Інноваційність розробки антибактеріальної глазурі для керамічної плитки на ПрАТ «Харківський плитковий завод» полягає у комплексному застосуванні вітчизняної сировини з урахуванням екологічності технологічного рішення та його суспільної спрямованості.

Впровадження результатів роботи є важливим аспектом вирішення важливої соціально-економічної задачі України у напрямку реалізації державної політики щодо подолання пандемії та її наслідків, розвитку вітчизняного ринку керамічної плитки та збільшення об’ємів експортованих керамічних матеріалів.

Література

1. *Ceramic Tiles Market – Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts (2021–2026) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-ceramic-tiles-market*
2. *Зелена книга – Системний перегляд якості державного регулювання ринку «Керамічні плитки та плити» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://eu4business.org.ua/uploads/20/09/02/682653bba39c2d0416b4a087f534ad48.pdf*
3. *Chen X. Nanosilver: A nanoproduct in medical application / X. Chen, H.J. Schluesener // Toxicology Letters. – 2008. – Vol. 176, Iss. 1. – P. 1–12. DOI: https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2007.10.004*
4. *Biocera-nano-silver [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.biocera.com/antimicrobial-biocera-nano-silver-agent*
5. *Інформаційний буклет фірми Silverzanit – Antibacterial ceramics [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.imageaktiv.eu/downloads/11ZA003_silverzanit_de.pdf*
6. *Sumitomo osaka cement. Antibacterial additives. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.soc.co.jp/sumitomo_e/business/advanced-materials/sanitary-material/antibacterial-additive/*
7. *Hasmaliza M. Anatase as antibacterial material in ceramic tiles / M. Hasmaliza, H.S. Fooa, K. Mohd // Procedia Chemistry. – 2016. – Vol. 19. – P. 828-834. DOI: https://doi.org/10.1016/j.proche.2016.03.109*
8. *Zhang Qian. Improvement of mechanical properties, microscopic structures, and antibacterial activity by Ag/ZnO nanocomposite powder for glaze-decorated ceramic / Qian Zhang, Lv Si Xu, Xiaoyan Guo // Journal of Advanced Ceramics. – 2017. – 6(3). – P. 269–278. DOI: https://doi.org/10.1007/s40145-017-0239-z*
9. *Savvova O.V. Use of titanium dioxide for the development of antibacterial glass enamel coatings / O.V. Savvova, L.L. Bragina // Glass and Ceramics. – 2010. – № 5–6. – P. 184–186. DOI: https://doi.org/10.1007/s10717-010-9258-8*
10. *Savvova O.V. Effect of zinc and tin oxides on the bactericidal properties of glass enamel coatings / O.V. Savvova // Glass and Ceramics. – 2014. – Vol. 71, № 5–6. – P. 254–257. DOI: https://doi.org/10.1007/s10717-014-9663-5*
11. *Саввова О. Розробка методологічного підходу при розробці бактерицидних полив для керамічних плиток / О. Саввова, Г. Воронов, О. Фесенко, Ю. Афанасенко // Комунальне господарство міст. Сер.: Технічні науки та архітектура. – 2020. – Т. 1, Вип. 154. – С. 71–76. DOI: https://doi.org/10.33042/2522-1809-2020-1-154-71-76*
12. *Wuana R.A. Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation / R.A. Wuana, F.E. Okieimen // ISRN Ecology. – 2011. – Vol. 11. – P. 1–20. DOI: https://doi.org/10.5402/2011/402647*

References

1. Ceramic Tiles Market – Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts (2021–2026) URL: https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-ceramic-tiles-market
2. Green Paper – Systematic review of the quality of state regulation of the market "Ceramic tiles and slabs". URL: https://eu4business.org.ua/uploads/20/09/02/682653bba39c2d0416b4a087f534ad48.pdf
3. Chen, X., & Schluesener, H.J. (2008). Nanosilver: a nanoproduct in medical application. *Toxicology Letters*, 176(1), 1–12. DOI: https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2007.10.004
4. Biocera-nano-silver. URL: https://www.biocera.com/antimicrobial-biocera-nano-silver-agent
5. Silverzanit – Antibacterial ceramics. URL: https://www.imageaktiv.eu/downloads/11ZA003_silverzanit_de.pdf
6. Sumitomo osaka cement. Antibacterial additives. URL: https://www.soc.co.jp/sumitomo_e/business/advanced-materials/sanitary-material/antibacterial-additive/
7. Hasmaliza, M., Fooa, H.S., & Mohd, K. (2016). Anatase as antibacterial material in ceramic tiles. *Procedia Chemistry*, 19, 828–834. DOI: https://doi.org/10.1016/j.proche.2016.03.109
8. Qian, Zhang, Lv, Si Xu, & Xiaoyan, Guo. (2017). Improvement of mechanical properties, microscopic structures, and antibacterial activity by Ag/ZnO nanocomposite powder for glaze-decorated ceramic. *Journal of Advanced Ceramics*, 6(3), 269–278. DOI: https://doi.org/10.1007/s40145-017-0239-z
9. Savvova, O.V., & Bragina, L.L. (2010). Use of titanium dioxide for the development of antibacterial glass enamel coatings. *Glass and Ceramics*, 5–6, 184–186. DOI: https://doi.org/10.1007/s10717-010-9258-8
10. Savvova, O.V. (2014). Effect of zinc and tin oxides on the bactericidal properties of glass enamel coatings. *Glass and Ceramics*, 71 (5–6), 254–257. DOI: https://doi.org/10.1007/s10717-014-9663-5
11. Savvova, O., Voronov, G., Fesenko, O., & Afanasenko, Y. (2020). Development of a methodological approach to the development of bactericidal glazes for ceramic tiles. *Municipal Economy of Cities*, 1(154), 71–76. DOI: https://doi.org/10.33042/2522-1809-2020-1-154-71-76
12. Wuana, R.A., & Okieimen, F.E. (2011). Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. *ISRN Ecology*, 11, 1–20. DOI: https://doi.org/10.5402/2011/402647

Рецензент: д-р техн. наук, професор М.К. Сухонос, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна.

Автор: САВВОВА Оксана Вікторівна
доктор технічних наук, професор, професор кафедри хімії та інтегрованих технологій
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – savvova_oksana@ukr.net
ID ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6664-2274

Автор: ПОКРОЄВА Яна Олександрівна
аспірантка, головний технолог
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
Приватне акціонерне товариство «Харківський плитковий завод»
E-mail – yana.pokroieva@kname.edu.ua

Автор: ВОРОНОВ Геннадій Костянтинович
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри хімії та інтегрованих технологій
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – voronov1976@ukr.net
ID ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1205-8608

Автор: КОВАЛЕНКО Сергій Олександрович
магістрант ННІБЦІ
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – sergii.kovalenko@kname.edu.ua

ADVANCED SOLUTIONS IN THE TECHNOLOGY OF ANTIBACTERIAL CERAMIC TILES

O. Savvova[1], Ya. Pokroeva[1,2], G. Voronov[1], S. Kovalenko[1,2]
[1]O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine
[2]Private joint stock company «Kharkiv Tile Plant», Ukraine

The growing demand for competitive high-quality ceramic tiles in the world is analyzed, due to the growth in the construction industry for 2021-2026, with the dominance of leading companies in the Asia-Pacific region. The main trends in the development of the ceramic tile market in Ukraine have been determined. The priority is given to the fragmentation of the global ceramic tile market due to technological progress and product innovations, which will allow domestic manufacturers to compete with well-known global brands.

It was determined that an urgent global problem in the context of the spread of the COVID-19 pandemic is to ensure the quality of life of people and preserve a unique ecosystem by developing antibacterial materials that are non-toxic, durable and have a significant bactericidal effect. It has been found that the most well-known way to ensure the antibacterial effect of glass materials, is to use the properties of silver ions in their composition, is not effective, given its cost and toxicity. The aim of the work is to develop ecological bactericidal glass composite coatings on ceramics with prolonged action against a wide range of pathogenic microorganisms. To study the antibacterial properties of the sclopcoats, a culture of Escherichia Coli bacteria was selected. To determine the bactericidal effect of the glass coating, a method for assessing the toxicity of substances by the dehydrogenase activity of bacteria was chosen.

The antibacterial glaze developed at private joint stock company "Kharkov Tile Plant" is characterized by a high ability to inhibit the enzymatic activity of pathogenic microorganisms and has a prolonged effect, which determines the effectiveness of its application in a pandemic. The implementation of the results of the work will allow solving an important socio-economic task of Ukraine in the direction of increasing the competitiveness of domestic ceramic tiles and implementing state policy to prevent a pandemic and overcome its consequences.

Keywords: *antibacterial ceramic tile, pandemic COVID-19, Escherichia Coli, bioassay, dehydrogenase activity.*