

В числе профессорско-преподавательского состава кафедры 2 профессора, доктора технических наук; 8 доцентов кандидатов технических наук, 2 старших преподавателя, кандидатов наук и 1 ассистент.

При кафедре созданы 2 отраслевые лаборатории и 4 филиала кафедры на ОАО «Керамин», ОАО «Гомельстекло», ОАО «Полоцк-Стекловолокно» и ОАО «Белорусский цементный завод».

С 1945 г. на кафедре действует научная школа в области физико-химии силикатов и тугоплавких неметаллических материалов, созданная профессором М. А. Безбородовым.

Студенты и магистранты также активно вовлечены в научно-исследовательскую работу через студенческую научно-исследовательскую лабораторию «Химия и технология силикатов».

УДК 666.295

И.А. Левицкий, проф., д-р техн. наук;
М.В. Дяденко, вед. науч. сотр., канд. техн. наук, доц.;
С.В. Струнец, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ЛАНТАНОСОДЕРЖАЩИЕ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ ГЛАЗУРИ ДЛЯ КЕРАМОГРАНИТА

Актуальными задачами современного материаловедения является создание материалов, обеспечивающих антибактериальное действие. Это обусловлено широким распространением микроорганизмов и ростом их количества в различных средах, причиняя не только материальный вред, но, самое важное, здоровью людей. Поиск новых антибактериальных агентов поэтому становится все актуальнее в связи с постоянным ростом резистентности бактерий к действию лекарственных препаратов, антибиотиков и антисептиков.

В целях предотвращения заболеваемости людей, животных, биокоррозии зданий и сооружений, в мировой практике в настоящее время используется большое количество химических соединений, которые применяются как биоцидные и антикоррозионные агенты. Они вводятся в составы различных материалов или применяются для обработки поверхности строительных конструкций.

В зарубежной практике в числе таковых известно использование оксида лантана La_2O_3 , который применяется в составе комплекса оксидов для получения антибактериальных покрытий керамических изделий различного назначения [1–3].

Целью исследований является установление возможности использования La_2O_3 в составе полуфриттованных глазурей для керамогранита, обжигаемых при температуре 1200 ± 5 °С, обеспечивающих необходимый комплекс физико-химических свойств и декоративно-эстетических характеристик продукции, а также надежную антибактериальную защиту.

В исследованной системе сырьевых компонентов в качестве переменных составляющих исследовались доломит, вводимый в количестве от 17,5 до 22,5 %¹, а также фритта, синтезированная в системе $\text{CaO} - \text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, характеризующаяся высоким содержанием CaO . Температура ее варки составляла 1450 ± 10 °С и процесс получения осуществлялся в газопламенной печи. Фритта характеризовалась рентгеноаморфностью, температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) ее составлял $67,2 - 67,5 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$.

Оксид лантана (III) вводился техническим продуктом и исследовался в интервале содержания от 5,0 до 15,0 %. Интервал количества переменных составляющих варьировался с шагом 2,5 %.

В качестве постоянных компонентов сырьевой смеси для получения глазурных суспензий использовались также полевой шпат, вводимый в количестве 25 % и примерно в равных количествах глинозем, кварцевый песок марки ВС-0040-1, каолин и огнеупорная глина. Общее содержание постоянных компонентов составляло 45 %.

Помол сырьевых материалов осуществлялся мокрым способом до остатка на сите №0063 (9428 отв./см^2) в количестве 0,3 – 0,5 % в течение 50 мин в лабораторной мельнице Speedy (Италия). Суспензия процеживалась сквозь сито № 02 (980 отв./см^2) и наносилась с помощью фильеры на высушенный полуфабрикат керамогранита влажностью не более 1,5 %. Плотность глазурной суспензии находилась в интервале 1640–1670 кг/м³.

Образцы проходили сушку при температуре 105 ± 2 °С с последующим обжигом в промышленной конвейерной газопламенной печи типа FMS-2590 при температуре 1200 ± 5 °С в течение 50 ± 2 мин в условиях ОАО «Керамин» (г. Минск).

Полученные покрытия характеризовались матовой бархатистой фактурой, преимущественно полузаглушенностью, с высокой степенью растекаемости. Цвет глазурей изменялся в зависимости от количества вводимого La_2O_3 и характеризовался оттенками от светло- и каменно-серого при 5,0 – 7,5 % до белого при 10,0 и 15,0 % его содержания.

¹ здесь и далее по тексту приведено массовое содержание, %

Значения блеска и белизны покрытий, измеренные с помощью блеско-белизномера фотоэлектрического ФБ–2 (Россия), составляли $(10 - 17) \pm 1 \%$ и $(30 - 55) \pm 1 \%$ соответственно. Оба показателя возрастали с ростом содержания La_2O_3 .

Микротвердость глазурей находилась в интервале от 5440 ± 5 до 6058 ± 5 МПа и определялась с помощью прибора Wolpert Wilson (Германия).

ТКЛР глазурей исследовался на электронном dilatометре DIL 402 PC (Германия) в интервале температур $20 - 300$ °С и его значения лежали в интервале $(69,61 - 75,29) \pm 0,2 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ и определялись в основном содержанием оксидов щелочных и щелочноземельных металлов.

Глазури обладали требуемыми значениями термостойкости, отвечали по истираемости 3-му классу, по устойчивости к образованию пятен – классу А, по химической устойчивости соответствовали классу GA. Данные определения свойств проводились в соответствии с ГОСТ 27180–2019 «Плитки керамические. Методы испытаний».

Опытные образцы глазурованного керамогранита отвечали требованиям ГОСТ 13996–2019 «Плитки керамические. Общие технические условия».

Исследования антибактериальной активности глазурного покрытия, содержащего 10 % La_2O_3 проводилось в Республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр гигиены», аккредитованный в Национальной системе аккредитации Республики Беларусь, в соответствии с ISO 22196:2011. Из полученных результатов следует, что образец глазури, содержащий 10 % La_2O_3 , обладал антибактериальной активностью к тест-штамму *Staphylococcus aureus* (золотистому стафилококку) ATCC 6538 составляющей 1,4, и к *Escherichia coli* (кишечная палочка) ATCC 8739 – 0,82.

Рентгенофазовым анализом поверхностного слоя глазурей с помощью дифрактометра D8 Advance (Германия), установлено, что присутствуют кристаллические фазы оксида лантана La_2O_3 и анортита ($\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$).

Дифференциальной сканирующей калориметрией с применением прибора DSC 404 F3 (Германия) установлены процессы термических процессов, происходящих при нагревании шихт глазурей. Наблюдался небольшой по интенсивности эндотермический эффект с минимумом при 363 °С, связанный с удалением гидратной влаги, содержащейся в глинистых минералах. Экзоэффект с небольшим максимумом при 561 °С обусловлен с переходом части La_2O_3 в LaO . При температуре $574,3$ °С присутствовал эндоэффект, вызванный модифи-

катионными изменениями кварца (β -кварц переходил в α -кварц). На кривой отмечается еще один эндоэффект, связанный с разложением доломита ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), который интенсивно протекал при температуре 779 °С с образованием CaCO_3 , MgO и CO_2 . В соответствии с экзоэффектом, максимум которого соответствует 886 °С, наблюдалась кристаллизация анортита. Данный экзоэффект нивелировался за счет наложения процесса декарбонизации CaCO_3 , входящего в состав доломита. Плавление фритты обусловлено эндоэффектом при температуре 1089 °С.

Электронно-микроскопическими исследованиями, выполненными с помощью электронного сканирующего микроскопа JSM-5610 LV (Япония), определено, что структура покрытий, содержащих 10 и 15 % La_2O_3 значительно отличается по типу кристаллических образований, что иллюстрирует рисунок.

При содержании 7,5 % La_2O_3 кристаллы на поверхности глазури располагались сравнительно неравномерно. Стекловидная фаза составляла здесь примерно 25 %.

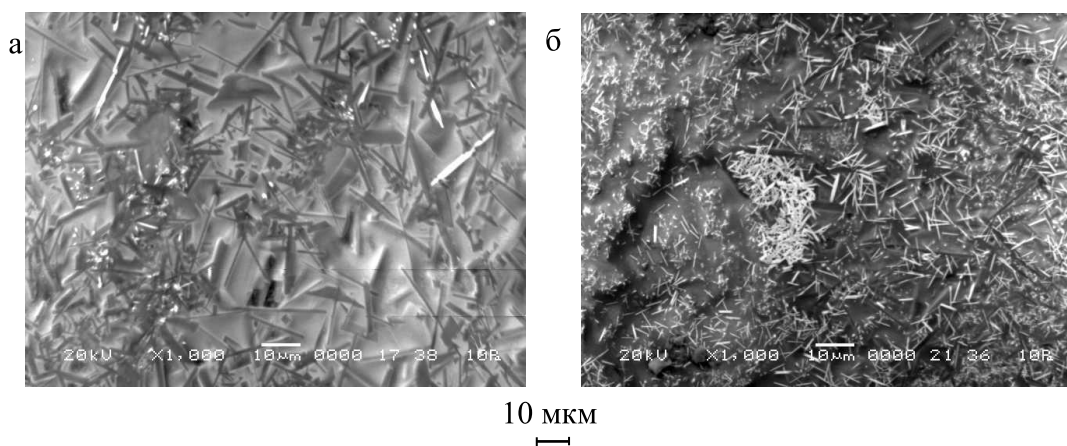


Рисунок – Электронно-микроскопические снимки глазурного покрытия содержащего 10 % (а) и 15 % (б) La_2O_3

Преобладали листовато-волокнистые образования с длиной от 5 до 20 мкм.

При повышении содержания La_2O_3 до 15 % характер структуры существенно изменялся. Здесь формировались более мелкие кристаллы, близкие по габитусу к пластинчатым, которые неравномерно располагались по поверхности покрытия, образуя их скопления и конгломераты, размеры их составляли от 8 до 12 мкм.

Проведенные исследования показали перспективу использования оксида лантана (III) при получении полуфриттованных глазурей для керамогранита, которые обладают высокими значениями белизны

и требуемыми физико-химическими свойствами, включая антибактериальную активность.

ЛИТЕРАТУРА

1 Антибактериальная глазурь: пат 108585507А Китай, Xing Shuqin; заявитель: Jieshou City Wei Sheng Kiln Painted Pottery Development Co Ltd; 16.07.2018; опубл. 28.09.2018 // [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://patents.google.com/patent/CN108585507A/en?q=CN+108585507>. Дата доступа: 16.10.2024.

2 Керамическая глазурь с композиционной антибактериальной функцией: пат 105731801А Китай, Huang Qunhao; заявитель: Huang Qunhao; 30.12.2015; опубл. 06.07.2016 // [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: [https://patents.google.com/patent/CN105731801A/en?q=\(antibacterial+glaze+La₂O₃\)&patents=false&oq=antibacterial+glaze+La₂O₃](https://patents.google.com/patent/CN105731801A/en?q=(antibacterial+glaze+La2O3)&patents=false&oq=antibacterial+glaze+La2O3). Дата доступа: 16.10.2024.

3 Антибактериальная глазурь, содержащая экстракт традиционной китайской медицины: пат 105503162А Китай, Huang Qunhao; заявитель: Huang Qunhao; 30.12.2015; опубл. 20.04.2016 // [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://patents.google.com/patent/CN105503162A/en?q=false&oq=page=1>. Дата доступа: 16.10.2024.

УДК: 631.895

О.Б. Дормешкин, проф., д-р техн. наук;
А.Н. Гаврилюк, доц., канд. техн. наук;
А.А. Бышик, инженер, М.С. Мохорт, асп.
(БГТУ, г. Минск)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЩЕЛОЧНОЙ ЭКСТРАКЦИИ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ БУРЫХ УГЛЕЙ БРИНЁВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Рост численности населения совместно с возрастающими потребностями приводят к сокращению сельскохозяйственных земель. С 1950 по 2024 г. мировое население возросло в более чем в 3 раза, что привело к снижению площади пахотных земель с 0,45 до 0,18 га на душу населения. Глобальной проблемой также является снижение качества сельскохозяйственных угодий, обусловленное интенсивным землепользованием без возможности восстановления земельных ресурсов.