

РАЗРАБОТКА СОСТАВА БАКТЕРИЦИДНОЙ СИЛИКАТНОЙ ЭМАЛИ

К. А. Шаркевич, В. Ю. Боровой

Научный руководитель – д.т.н., профессор О. В. Казьмина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, г. Томск пр. Ленина 30

Стекловидные эмалевые покрытия применяются во многих областях благодаря сочетанию комплекса важных свойств, таких как превосходные технические характеристики в виде защиты от коррозии, долговечности, прочности и эстетические показатели, например блеск, белизна или любые другие цветовые решения.

В настоящее время внимание исследователей направлено на достижение дополнительных свойств у стекловидных эмалевых покрытий, в частности антибактериальных. Это позволит расширить области их применения и получить покрытие с востребованными на рынке свойствами.

Известными добавками, обладающими антибактериальными свойствами, являются соединения серебра, оксиды цинка, меди и ряда других тяжелых металлов. Данные по их применению рассмотрены в ряде работ [1–3]. Принцип придания стекловидным покрытиям биоцидных свойств основан на воздействии тяжелых металлов на микро- и макроорганизмы. При этом добавки, используемые для этих целей, как правило, относятся к наноразмерным, что соответственно требует установления оптимального их введения и однородного распределения в готовом покрытии. Механизм действия таких активных наночастиц может быть как внутри-, так и внеклеточным. В первом случае биоцидный эффект обусловлен их связыванием с внутриклеточными белками или молекулами ДНК. Во втором случае наночастицы, прикрепляясь к клеточным мембранам, разрушают целостность клетки или вызывают механическое повреждение клеточной стенки.

Цель работы – установить принципиальную возможность использования наноразмерного ок-

сида цинка в качестве антибактериальной добавки в силикатную эмаль и определить условия его введения в состав эмалевого покрытия.

Для исследования выбрана промышленная фритта, относящаяся по составу к группе титансодержащей боросиликатной эмали для стали. В работе рассмотрен «мокрый» способ нанесения эмали путем полива стальных пластинок шликером, содержащим наноразмерный оксид цинка.

Первоначально установлен базовый состав шликера. Как известно, в его состав входят следующие добавки: глина – для набухания и образования нужной структуры, молотый песок – для образования монолитной структуры, электролит – для диссоциации и воздействия на сорбированный комплекс, а также ряд дополнительных компонентов, влияющих на свойства шликера. Анализ патентов показал большое разнообразие составов шликера для эмалирования (таблица 1).

Составы наносились на стальные пластинки, предварительно обработанные посредством химического обезжиривания и травления. Далее проходили стадию сушки при 100 °С в течение одного часа. Первые три состава обжигались при температуре 850 °С, 3 минуты, состав № 4 – при 850 °С.

Результаты показали, что некоторые составы имеют низкую растекаемость, некоторые вспениваются после обжига. Наиболее оптимальным оказался состав № 4, который и был выбран для исследований. Экспериментально установлена принципиальная возможность приготовления устойчивого шликера с наноразмерным оксидом цинка и получения покрытия с его применением. Дальнейшие исследования направлены на оценку антибактериальных свойств полученных образцов.

Таблица 1. Составы шликеров для покровной эмали

№	Содержание компонентов, масс. %							Температура обжига, °С
	фритта	вода	глина	бура	песок	KNO ₃	электролит	
1	100	50	5	0,3	–	–	0,4	790–820
2	100	50	5	–	–	0,3	0,4	850–880
3	100	50	5	–	–	–	0,4	700–750
4	100	45	4	–	2	–	0,1	850–880

Список литературы

1. Goleus V. I., Nahorna T. I., Kyslychna R. I., Naumenko S. Yu., *Protective and decorative properties of titanium glass enamels // Glass and ceramics*, 2020. – P. 8–12.
2. Qian H., Chen S., Wang T., Liu Y., Yan D., *Silicon nitride modified enamel coatings enable high thermal shock and corrosion resistances for steel protection // Surface and coating technology*, 2021. – P. 7–9.
3. O. V. Savvova, L. L. Bragina, *Effect of variable valence cations on biocidal properties of vitreous enamel coatings // Glass and ceramics*, 2018. – P. 55–58.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ АГРЕССИВНЫХ ОТХОДОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Ю. И. Шашмурина, Н. А. Митина

Научный руководитель – к.т.н., доцент НОЦ Н. М. Кижнера Н. А. Митина

Томский политехнический университет
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, yis6@tpu.ru

С развитием атомной и химической промышленности в то же время идет накопление агрессивных отходов и в связи с этим в настоящее время разрабатываются технологии иммобилизации и различные способы их захоронения. Однако нигде в мире так и не выбран единственный окончательный метод. Основной проблемой всех уже разработанных способов является высокая скорость выщелачивания радионуклидов и агрессивных ионов, заключенных в матрицу и попадания их в окружающую среду.

Количество жидких радиоактивных отходов (ЖРО) в настоящее время превышает допустимые нормы. Для их иммобилизации применяются различные методы: использование цементной матрицы, битумное капсулирование, остекловывание, керамическая матрица, иммобилизация с помощью магнезиального вяжущего. Применение для иммобилизации вяжущих композиций должно быть обеспечено их высокой водостойкостью и стойкостью в агрессивных средах.

Данные исследования направлены на разработку водостойких магнезиальных композиций для утилизации высокосолевых агрессивных отходов химических производств – жидких радиоактивных отходов.

В ходе работы были проведены исследования по получению прочных и водостойких образцов магнезиальных композиций с введением модельного раствора ЖРО.

Водостойкость магнезиальных композиций достигается при использовании в качестве жидкости затворения водного раствора бикарбоната магния [1]. Получаемые в результате этого продукты гидратации позволяют композиции твер-

деть и служить как на воздухе, так и во влажных и водных условиях.

В качестве агрессивных материалов применяли модельные растворы жидких радиоактивных отходов Сибирского химического комбината после их нейтрализации.

Для проведения испытаний были приготовлены опытные образцы. Модельный раствор ЖРО смешивали с водным раствором бикарбоната магния в пропорции 1:1. Затем получившейся смесью затворяли порошок каустического магnezита, из полученного цементного теста формовали образцы, которые твердели в течение 28 сут в разных средах: воздушно-сухая и вода.

Испытания на прочность при сжатии ГОСТ 310.4-81 [2] полученных образцов показали высокую прочность и водостойкость (таблица 1). Водостойкость определялась как отношение прочности при сжатии образцов, твердевших в воде к прочности образцов, твердевших на воздухе.

Высокая прочность и водостойкость полученных образцов определяется фазовым составом продуктов твердения. По данным рентгенофазового при твердении магнезиальной композиции, полученной из каустического магнезита и смеси раствора бикарбоната магния с фильтратом модельных высокосолевых растворов, структуру твердения составляют две основные кристаллические фазы: магнезит $MgCO_3$ и высокодисперсные слабозакристаллизованный гидроксид магния (брусит) $Mg(OH)_2$. Данные соединения не растворимы в воде и будут создавать условия для удержания агрессивных ионов магнезиальной цементной матрице.