

ФЛ комплексов Ln^{2+} уменьшается в ряду $\text{Eu}^{2+} > \text{Sm}^{2+} \gg \text{Tm}^{2+} > \text{Yb}^{2+}$. Установлено, что полученные соединения достаточно устойчивы. Так, спектры ФЛ комплексов Ln^{2+} сохраняются без изменения более 6 месяцев в условиях ограниченного доступа кислорода и влаги воздуха.

Таким образом, применение коммерчески доступных реагентов ($\text{LnCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, ${}^i\text{Bu}_3\text{Al}$, толуол) позволяет получить в мягких условиях (ат-

мосферное давление, комнатная температура) новые люминесцирующие комплексы двухвалентных лантанидов $\text{LnCl}_2 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} \cdot (0,04-0,07) {}^i\text{Bu}_4\text{Al}_2\text{O}$ с высокими выходами (95–97 %). Яркая ФЛ и устойчивость по отношению к влаге и кислороду воздуха делает их перспективными для применения в качестве люминофоров при создании материалов с заданными спектральными характеристиками.

Список литературы

1. Suta M., Wickleder C. // *Lumin.*, 2019. – V. 210. – P. 210.
2. Anderson N. T., Wright J. C., Girolami G. S. // *Inorg. Chem.*, 2021. – V. 60. – P. 11164.
3. Meyer G., Meyer H.-J. // *Chem. Mater.*, 1992. – V. 4. – P. 1157.
4. Galimov D. I., Yakupova S. M., Bulgakov R. G. // *J. Photochem. Photobiol. A.*, 2023. – V. 438. – P. 114559.

БАКТЕРИЦИДНЫЕ СВОЙСТВА ЭМАЛЕВЫХ БОРОСИЛИКАТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Д. Ю. Верченко, В. Ю. Боровой

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

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

Бактерии, существующие на различных поверхностях, могут быть источником инфекции, поэтому в настоящее время особое внимание уделяется покрытиям, обладающим антибактериальными свойствами. Повышенная устойчивость к патогенным микроорганизмам может быть получена путем нанесения покрытий с бактерицидными свойствами.

Стеклоэмали успешно применяются для защиты металла от коррозии, а использование различных добавок-модификаторов может расширить область их применения. Так, установлено, что введение некоторых добавок придает эмалевому покрытию помимо прочих еще и бактерицидные свойства [1].

К наиболее эффективным носителям антибактериальных свойств относятся катионы металлов Ag^+ , Hg^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Au^{3+} , Ti^{4+} и т. д. Исследования указывают на то, что в качестве добавки, придающей антибактериальные свойства, перспективнее использовать наночастицы [2].

Цель работы – установить влияние введения наноразмерных частиц оксида цинка на бактерицидные свойства боросиликатного эмалевого покрытия.

Фритта имела следующий состав, мас. %: SiO_2 – 43; B_2O_3 – 12; P_2O_5 – 4; TiO_2 – 15; Al_2O_3 – 2; MgO – 2; Na_2O – 12; K_2O – 6; ZnO – 4, F – 4 сверх 100 %. Эмаль наносилась на стальную подложку «мокрым» способом. Наноразмерные частицы ZnO вводились только в покровный шликер в количестве 0,25 %, 0,5 % и 1 %, а для равномерного распределения наночастиц и предотвращения их слипания суспензия была подвергнута ультразвуковому диспергированию.

Испытания на бактерицидные свойства были проведены при воздушной контаминации и при непосредственной культивировании *E. coli* и *S. Aureus*.

При воздушной контаминации максимальное количество колониеобразующих единиц (КОЕ) наблюдается на поверхности образца, не содержащего ZnO , а минимальное – для образца с ZnO в количестве 0,5. При этом количество колониеобразующих единиц на поверхности образца зависит от содержания оксида цинка в эмали непрямолинейно (таблица 1).

При культивировании *E. coli* и *S. Aureus* установлено, что по отношению как к грамположительным, так и к грамотрицательным бактериям наблюдается снижение количества КОЕ после инокуляции через 24 ч. С увеличением в

Таблица 1. Количество КОЕ, инкубированных с поверхности эмали

№	Количество КОЕ (шт.), определенное методом								Количество КОЕ на чашке Петри
	отпечатка				смыва				
	содержание в эмали ZnO, %				содержание в эмали ZnO, %				
	0	0,25	0,5	1,0	0	0,25	0,5	1,0	
1	8	7	0	4	9	4	5	6	11
2	5	3	2	3	7	3	3	5	12
3	10	5	5	3	8	5	3	7	15

Таблица 2. Количество КОЕ *E. coli* и *St. aureus* на питательной среде после смыва с эмали

№	Количество КОЕ после инокуляции через 24 ч.							
	<i>E. coli</i> (шт.)				<i>St. aureus</i> (шт.)			
	содержание в эмали ZnO, %				содержание в эмали ZnO, %			
	0	0,25	0,5	1,0	0	0,25	0,5	1,0
1	8	5	3	3	7	4	3	5
2	12	6	4	8	13	8	2	6
3	9	5	3	5	6	3	2	7

эмали количества ZnO с 0,25 % до 0,5 % количество колониеобразующих единиц уменьшается, а при дальнейшем росте ZnO до 1 % незначительно увеличивается (таблица 2).

Результаты исследований показывают, что эмалевые покрытия, модифицированные наночастицами оксида цинка, придают поверхности бактерицидные свойства.

Контрольные образцы без введения антибактериальной добавки по отношению к исследуемым бактериям слабо проявляют бактерицидные свойства, которые значительно увеличиваются при добавлении в состав наноразмерных частиц ZnO в количестве 0,5 %.

Список литературы

1. Russo F., Furlan B., Calovi M., Massidda O., Rossi S. // *Surface and Coatings Technology*, 2022. – 445.
2. Sanchez F., Sobolev K. // *Nanotechnology in Concrete-A Review. Construction and Building Materials*, 2010. – 24. 2060–2071.

ПОЛУЧЕНИЕ ТВЕРДОГО РАСТВОРА Rh–Ir ПУТЕМ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ МЕТАЛЛОРГАНИЧЕСКОГО ПРЕКУРСОРА

А. Е. Высотина^{1,2}

Научный руководитель – д.х.н., профессор Г. Б. Слепченко²

¹ОАО «Красноярский завод цветных металлов им. В.Н. Гулидова»
660123, Россия, г. Красноярск, Транспортный проезд 1

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, a.vysotina@knfmp.net

Высокая каталитическая активность и устойчивость к действию каталитических ядов обуславливают широкое применение родия в органическом синтезе. В результате использования катализаторов на основе платиновых металлов (ПМ) наблюдается снижение их активности, свя-

занное с уменьшением числа активных центров. В связи с этим поиск способов стабилизации катализаторов на основе ПМ является актуальной задачей. Введение иридия в кристаллическую решетку родия может оказывать значительное