

И.А. ТКАЧЕВА, *О.В. ШАЛЫГИНА*, канд. техн. наук.

БЕЗНИКЕЛЕВЫЕ ОДНОСЛОЙНЫЕ ЗАЩИТНЫЕ СТЕКЛОЭМАЛЕВЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ

Стеклоэмалевые покрытия на сегодняшний день широко применяются для защиты стальных поверхностей водонагревательной аппаратуры, служащих в различных агрессивных средах и в условиях резких перепадов температур. Условия эксплуатации покрытий определяют комплекс требований к ним: водостойкость, термостойкость, экологичность и безопасность для организма человека. Современные тенденции развития мирового рынка эмалированной продукции, в частности водонагревательной аппаратуры, предусматривают:

- использование одной фритты, а не нескольких, для получения защитных стеклоэмалевых покрытий на стальных баках водонагревателей;
- жесткие критерии физиологического контроля – исключение из составов фритт вредных компонентов, в частности NiO, в соответствии с директивой REACH 1907/2006 (annex v.11);
- минимизация содержания дорогостоящих компонентов, таких как оксиды лития, стронция, титана и традиционных активаторов сцепления.

В связи с этим цель данной работы заключалась в создании однофриттной безникелевой стеклоэмали для получения химически и термически стойкого однослойного защитного покрытия на стальных баках водонагревателей.

Эксплуатационные характеристики стеклоэмалевых покрытий для водонагревателей, соответствующие DIN 4753/3, определяются свойствами исходной фритты или смеси нескольких фритт. Необходимо отметить, что импортные аналоги защитных стеклоэмалевых покрытий для водонагревателей состоят из двух или более фритт, что, безусловно, повышает их стоимость. Сложность получения однофриттных безгрунтовых составов стеклоэмалей заключается в необходимости сочетания одновременно высокой прочности сцепления покрытий со стальной основой, их химической стойкости (\geq класса А), термостойкости с относительной легкоплавкостью ($T_{\text{обжига}} \text{ покрытий} \leq 860 \text{ }^\circ\text{C}$).

Решение поставленной задачи проводилось поэтапно. Первым этапом была разработка щелочеалюмоборосиликатной стекломатрицы как основы химически- и термостойких однофриттных стеклоэмалей, химический состав которой определяет нахождение алюминия только в четверной координации, а бора – преимущественно в четверной координации. Как известно, в силикатных стеклах и стеклоэмалевых покрытиях упрочняющим структурным элементом является алюминий при условии его нахождения в четверной координации по кислороду. Тетраэдры $[\text{AlO}_4]$, выполняя роль стеклообразователя, связывают катионы щелочных и щелочноземельных

металлов и тем самым снижают количество разрывов сетки. Таким образом программировались высокие значения химической и термической стойкости стеклоэмалевых покрытий. Была изготовлена серия модельных стекол, в состав которых входили стеклообразующие компоненты SiO_2 , B_2O_3 , Al_2O_3 и 2 группы модификаторов: R_2O и RO , где $\text{R}_2\text{O} = \sum \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ и $\text{RO} = \sum \text{CaO} + \text{BaO}$. Для проверки расчетных значений координационного состояния бора и алюминия в модельных стеклах была произведена их ИК-спектроскопия. Химическую стойкость согласно DIN 4753/3 оценивали визуально после 1-часового воздействия 10-% раствора лимонной кислоты. На основе разработанной стекломатрицы была синтезирована серия стеклоэмалевых фритт маркировки Бп путем программирования проявления полищелочного эффекта и введения активатора сцепления сложного состава $\Sigma \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MnO}_2 + \text{CoO} + \text{CuO}$, не содержащего оксида никеля.

Сравнительная оценка качества полученных экспериментальных безникелевых однофритных безгрунтовых стеклоэмалевых покрытий Бп показала соответствие их эксплуатационных характеристик всем требованиям международного стандарта DIN 4753/3 и превосходство по физиологическому контролю и ценовым показателям в сравнении с импортными аналогами.