

И.Г. БЕРДЗЕНИШВИЛИ, канд. техн. наук, проф.,

Грузинский технический университет, Тбилиси, Грузия

О.В. ШАЛЫГИНА, канд. техн. наук, науч. сотрудрн., НТУ «ХПИ»

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ОДНОСЛОЙНЫЕ ТЕМНООКРАШЕННЫЕ СТЕКЛОЭМАЛЕВЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ БЫТОВЫХ ПЛИТ

В даній роботі розглянуто новий вид темнозабарвлених безгрунтових склоемалевих покриттів для використання у виробництві побутового обладнання. Синтезовані склоемалі характеризуються високою якістю поверхні з регульованими колірними характеристиками, надійною корозійною стійкістю, міцністю зчеплення покриття на згин та на удар, еластичністю, енерго- та ресурсозберігаючими показниками завдяки пониженій температурі випалу одношарових покриттів.

В данной работе рассмотрено новый вид темноокрашенных безгрунтовых стеклоэмалевых покрытий для использования их в производстве бытового оборудования. Синтезированные стеклоэмали характеризуются высоким качеством поверхности с регулируемыми цветовыми характеристиками, надежной коррозионной стойкостью, прочностью сцепления покрытия на изгиб и на удар, эластичностью, энерго- и ресурсосберегающими показателями благодаря пониженной температуре обжига однослойных покрытий.

In this study new kind of dark-coloured one-coat glass enamels for using in the production of household equipment are developed. Synthesized enamels are characterized by good surface quality, high corrosion resistance, adhesion strength, more elastic, impact- resistance and perfect technological features due to decreased firing temperature, number of coat applications and firings.

В настоящее время в связи с растущим потребительским спросом на эмалированные изделия бытовой техники во многих странах мира особое внимание уделяется совершенствованию технологии их производства и повышению уровня эксплуатационных, технологических и декоративных характеристик применяемых покрытий [1 – 4].

Данная работа посвящена синтезу и исследованию специальных составов низкотемпературных безгрунтовых темноокрашенных стеклопокрытий для эмалирования деталей электрических и газовых плит.

Нанесение покрытия в один слой экономически весьма перспективно из-за максимального упрощения технологической схемы эмалирования, сокращения затрат сырья, электроэнергии и трудоемкости процесса. В то же время

по основным параметрам однослойные покрытия не уступают традиционно используемым двухслойным эмалям [1, 4].

Для получения однослойных покрытий в качестве базовой была выбрана система $R_2O - Al_2O_3 - B_2O_3 - RO_2 - SiO_2 - CaF_2$. С использованием выбранной стекломатрицы-основы были синтезированы модельные стекла, отличающиеся различным содержанием компонентов. Введением в составы модельных стекол оксидов двухвалентных металлов синтезированы новые экспериментальные составы фритт, из которых по шликерной технологии получены стеклоэмалевые покрытия на тонколистовых малоуглеродистых сталях. Полученные стеклоэмалевые покрытия характеризуются высокой прочностью сцепления с малоуглеродистой сталью – 4 – 5 баллов при толщине стеклоэмалевого слоя до 350 – 400 мкм.

Плавку экспериментальных составов стеклоэмалевых фритт безгрунтовых покрытий производили в лабораторной электрической силитовой печи в слабоокислительной атмосфере при температуре 1250 °С, продолжительность варки 60 – 90 минут. Грануляция расплавов осуществлялась в воду. Синтезированные стеклоэмалевые фритты однородные, не содержат посторонних включений и загрязнений, размеры гранул 0,1 – 15 мм.

Разработанные многокомпонентные фритты содержат в своем составе оксиды кобальта и марганца, активизирующие процессы сцепления эмали со сталью и интенсивно окрашивающие при варке стеклоэмали в темные цвета. Установлены оптимальные соотношения этих оксидов, обеспечивающие интенсивное взаимодействие расплава эмали со стальной подложкой.

Подобранная комбинация оксидов переменной валентности, дающая достаточное сцепление безгрунтового стеклоэмалевого слоя с металлом, позволила из составов стеклофритт исключить традиционный дорогостоящий активатор сцепления – оксид никеля.

Нанесение стеклоэмалей осуществлялось непосредственно на плоские образцы из листовой стали 08кп шликерным методом согласно технологическому регламенту. В связи с особой ролью подготовки поверхности металла для безгрунтового эмалирования, перед нанесением поверхность стальных образцов должна быть тщательно обезжирена, протравлена, промыта в воде и нейтрализационном растворе и высушена. Поверхность должна быть очищенной от масел, жира, грязи, окалина и ржавчины [1].

Шликер готовили мокрым помолом фритты и мельничных добавок в шаровой мельнице.

Состав шликера (масс. части): стеклоэмалевая фритта – 100, глина – 5, электролиты – 0,5 – 0,7, песок кварцевый тонкомолотый 1 – 2, вода – 40. Приготовленный эмалевый шликер после стадии «старения» характеризуется хорошей кроющей способностью 8 – 9 г/дм², легко наносится. Тонина помола шликера 10 – 12 мл; плотность (1,72 – 1,74)·10³ кг/м³. Сушку покрытий проводили в электрическом сушиле при 100 °С.

Температура обжига синтезированных эмалевых покрытий значительно снижена по сравнению с традиционно применяющимися составами и составляет 740 – 750 °С. Интервал обжига 4 – 6 минут. В процессе обжига получают ровные качественные темноокрашенные покрытия, характеризующиеся стабильным цветом, блеском и высоким зеркальным отражением. В зависимости от содержания и соотношения окрашивающих компонентов – оксидов переменной валентности – стеклослой приобретает синеватые, темнофиолетовые и черные оттенки.

Определение прочности сцепления экспериментальных покрытий производилось методом ударной нагрузки в диапазоне 0,39 – 1,18 Дж. Сцепление считается достаточным, если при нагрузке до 1,18 Дж не происходит скол эмали, а скол при больших нагрузках обнажает окисленную поверхность с подслоем. Наилучшим сцеплением – 5 баллов – характеризуются покрытия, сформированные на основе стеклоэмалевых фритт, имеющих химический состав (масс. %) – табл. 1 [5].

Таблица 1

Химический состав экспериментальной стеклоэмалевой фритты

Компонент фритты	Содержание, масс. %
<i>SiO₂</i>	37,1
$\sum(ZrO_2 + TiO_2)$	4,0
<i>B₂O₃</i>	18,5
<i>Al₂O₃</i>	2,0
$\sum(MnO + CaO + MgO)$	11,5
<i>Na₂O</i>	18,5
<i>K₂O</i>	3,5
<i>Co₂O₃</i>	0,7
<i>CaF₂</i>	4,2

В работе также были установлены химическая устойчивость полученных защитных покрытий и их термомеханические характеристики, которые отвечают требованиям действующих стандартов. Необходимо отметить, что

синтезированные экспериментальные защитные стеклоэмалевые покрытия эффективны в кислых и щелочных средах. Кислотостойкость эмалей определяли путем выдержки образцов в 10 % растворе холодной HCl в течение 1 часа. Результаты определения показали соответствие химстойкости покрытия классу А. Установлено, что стойкость к горячей кислоте по ISO 2742 соответствует $4,8 \text{ г/м}^2$. Потери массы стеклоэмалевого покрытия после кипячения в дистиллированной воде не превышают 3 г/м^2 . Термостойкость покрытий составляет $240 \text{ }^\circ\text{C}$, а прочность на удар – 3,9 Дж.

Таблица 2

Свойства экспериментальных стеклоэмалевых покрытий

№	Свойство	Показатель
1	Кислотостойкость в 10 % растворе холодной HCl	класс А
2	Кислотостойкость к горячей кислоте по ISO 2742	$4,8 \text{ г/м}^2$
3	Водостойкость – кипячение в дистиллированной воде	3 г/м^2
4	Термостойкость покрытий	240°C
5	Прочность на удар	3,9 Дж

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований разработаны легкоплавкие безникелевые темноокрашенные однослойные стеклоэмали, физико-химические параметры которых соответствуют требованиям, предъявляемым к защитным покрытиям для изделий бытовой техники. Синтезированные безгрунтовые покрытия характеризуются блеском, достаточной эластичностью, требуемой прочностью сцепления с малоуглеродистой тонколистовой сталью и рекомендуются для эмалирования духовок, панелей управления, столов и других деталей бытовых плит.

Список литературы: 1. Брагина Л.Л. Технология эмали и защитных покрытий / [Л.Л. Брагина, А.П. Зубехин, Я.И. Белый и др.]; под ред. Л.Л. Брагиной. – Х.: НТУ «ХПИ», 2003. – 484 с. 2. Иоффе В.Я. Технология эмалирования бытовой газовой и электрической аппаратуры / В.Я. Иоффе // Стекло и керамика. – 1993. – № 8. – С. 25 – 27. 3. Dietzel A. Emaillierung – Wissenschaftliche Grundlagen und Grundzüge der Technologie / A. Dietzel. – Berlin: Springer-Verlag, 1981. – 420 s. 4. Яценко Е.А. Цветные однослойные стеклоэмали для стали / Е.А. Яценко, Е.В. Земляная, О.С. Красникова // Стекло и керамика. – 2006. – № 1. – С. 28 – 31. 5. Пат. 44973 Україна, МПК С 03 С 8/00. Склоемалева фрита подвійного призначення / Брагіна Л.Л., Шалигіна О.В., Покрєва Я.О., Воронов Г.К.; заявник і патентовласник НТУ «ХПІ». – № u2009 03775; заявл. 17.04.09; опубл. 26.10.09, Бюл. № 20.

Поступила в редколлегию 08.11.10