

Список літератури: 1. *Левицька О.Г.* Розробка технології термічної обробки осадів стічних вод і відходів пластику / *О.Г. Левицька* // Актуальні проблеми енергетики і екології: XIV міжнар. наук.-техн. конф., 21-23 вересня 2011 р.: збірник статей. – Одеса: Одеська державна академія холоду. – 2011. – С. 24 – 25. 2. *Левицька О.Г.* Утилізація промислових і побутових відходів шляхом переробки їх у стінові блоки / *О.Г. Левицька, М.Д. Волошин* // Еколого-правові та економічні аспекти екологічної безпеки регіонів: VI міжнар. наук.-техн. конф. при участі молодих вчених, 19-21 жовтня 2011 р.: тези доп. – Х.: ХНАДУ. – 2011. – С. 46 – 47. 3. *Горбунов О.Д.* Теплотехніка. Розрахунки теплообмінних апаратів: навчальний посібник для студентів теплоенергетичних, металургійних і хімічних спеціальностей / *О.Д. Горбунов, М.Д. Волошин*. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2009. – 294 с.

Надійшла до редколегії 28.10.11

УДК 666.29

Я.А. ПОКРОЕВА, инж., НТУ «ХПИ»,
Л.Л. БРАГИНА, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»

КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ СТЕКЛОФРИТТЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ШЛИКЕРОВ ИЗ СМЕСЕЙ RTU

У статті розглянуті й обґрунтовані переваги використання сухих композиційних сумішей Ready to Use (RTU) у шликерній технології емалювання сталевих виробів. Обґрунтовано вибір склакомпоненту й тугоплавких наповнювачів у композиції. Встановлено вплив тугоплавких наповнювачів на плавкісні характеристики сумішей і хімічну стійкість покриттів.

В статье рассмотрены и обоснованы преимущества использования сухих композиционных смесей Ready to Use (RTU) в шликерной технологии эмалирования стальных изделий. Обоснован выбор стеклокомпонента и тугоплавких наполнителей в композиции. Установлено влияние тугоплавких наполнителей на плавкостные характеристики смесей и химическую стойкость покрытий.

The paper considers the benefits of the dry composite mixtures Ready to Use (RTU) using in the slip enamelling technology of steel products. The choice of glass component and refractory fillers in the composition is justified. The influence of refractory fillers on melting characteristics of mixtures and chemical resistance of coatings are established.

Введение. Сухие композиционных смесей Ready to Use (RTU) получили большое распространение в шликерной технологии эмалирования благодаря гибкости технологического процесса производства эмалированных изделий при их использовании [1, 2]. По сравнению с традиционным мокрым помолом применение такого вида смесей на эмалировочных предприятиях позво-

ляет: исключить помольное отделение и затраты на техническое поддержание мельниц, что, в свою очередь, снижает затраты труда; значительно снизить потери шликера; быстро менять тип эмали для нанесения; длительно хранить смеси.

Благодаря указанным достоинствам смеси RTU широко используются при производстве внутренних баков газовых и электроводонагревателей. На предприятия Украины, выпускающие эту продукцию, смеси RTU поставляются из-за рубежа. В связи со значительной потребностью в указанных материалах и необходимостью отказа от импорта RTU разработка отечественных составов и технологии их получения является актуальной.

Смеси RTU представляют собой композиции, основным компонентом которых является фритта, вспомогательными компонентами – мельничные добавки: суспендирующие (глинистые), реологически-эффективные (электролиты) и тугоплавкие наполнители (песок, циркон и др.) [3].

Целью данной работы явился выбор конкретного состава стеклокомпонента и тугоплавких наполнителей разрабатываемых композиций сухих смесей для шликерного эмалирования внутренних баков электроводонагревателей (ЭВН).

Экспериментальная часть. При эксплуатации водонагревателей внутренний бак работает в агрессивных условиях при постоянном давлении воды и переменных температурах. Это обусловило необходимость использования для их защиты специальных составов стеклоэмалей, близких по составу к аппаратурным [4].

При выборе компонентов смесей RTU учитывали требования, предъявляемые к стеклопокрытиям рассматриваемого назначения [5]: температура обжига $t \leq 860$ °С; определенное сочетание ТКЛР стали и эмали; химическая устойчивость не ниже класса А к холодной 10 % HCl; отсутствие разрушений в покрытии после 5 термоциклов при температурах 20 – 180 – 20 °С, с охлаждением в воду; прочность сцепления – 5 баллов по ГОСТ 24405-80 [6].

Были исследованы 3 типа химически стойких стеклофритт, отличающихся не только составом и стоимостью, но и назначением и выполняемыми функциями: фритта А – безгрунтовая для защиты стальных пищевых емкостей; фритта В – покровная для защиты стальной крупногабаритной химической аппаратуры; фритта С – безгрунтовая для защиты труб горячего водоснабжения.

На основании полученных результатов в качестве стеклокомпонента бы-

ла выбрана безгрунтовая, малоборная, щелочеалюмосиликатная фритта С0 благодаря относительно низкой стоимости, отсутствию в ее составе дорогостоящих и дефицитных оксидов лития и никеля, относительно широкому интервалу размягчения ($\Delta t = 155 \text{ }^\circ\text{C}$) и смачивания ($140 \text{ }^\circ\text{C}$), а также ТКЛР, $\alpha = 107 \cdot 10^{-7} \text{ 1/K}$ и термостойкости более 5 циклов.

Тугоплавкие наполнители играют важную роль при формировании стекломалевых покрытий на стали.

Они снижают ТКЛР эмали, регулируют температуру и интервал обжига покрытий, увеличивают сопротивляемость эмалевых покрытий возникновению дефекта «рыбья чешуя», причем сочетание нескольких добавок действует эффективнее, чем отдельные вещества.

В работе в качестве тугоплавких наполнителей использовали кварцевый песок и циркон ZrSiO_4 .

Исследуемые композиции содержали следующее количество кварцевого песка: С1 – 5; С2 – 10; С3 – 15; С4 – 20 масс. ч. на 100 масс. ч. фритты.

Результаты и их обсуждение. На рис.1 приведены значения краевого угла смачивания (θ град.) стеклофритты (С0), выбранной в качестве стеклокомпонента разрабатываемых сухих смесей и композиций на ее основе с добавками песка (С1 – С4) – рис. 1.

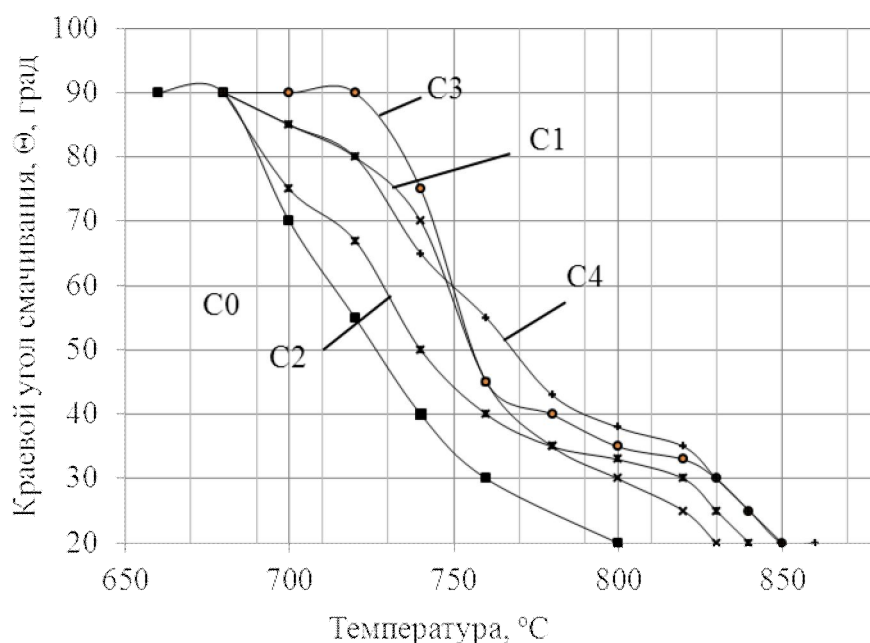


Рис. 1. Смачивающаяся способность исследуемых смесей

Установлено, что введение песка приводит к существенному увеличению температуры, при которой достигается требуемый угол $\theta = 20$ град. При

этом наблюдается расширение температурного интервала смачивания стали 06ФБЮАР расплавом композиционного покрытия от 140 °С (для исходной фритты) до 180 °С (для смеси с содержанием песка 20 масс. ч.), что важно для получения равномерного обожжённого бездефектного покрытия на крупногабаритных изделиях сложной конфигурации. Это также благоприятно скажется на газопроницаемости покрытия при обжиге покрытия и удалении через его слой соединений CO , CO_2 и H_2 из стали и формирующегося покрытия.

Было изучено также влияние песка на растекаемость расплава при нагреве экспериментальных композиций. Измерение растекаемости эмалей методом капли устанавливает важное для практики совместное влияние вязкости, поверхностного натяжения и плотности на поведение эмали при нагревании и обжиге.

По ГОСТ 24405-80 [6], длительность изотермической выдержки образцов при 860 °С составляет 2 минуты. При эмалировании внутренних баков водонагревателей длительность обжига составляет более 5 минут, поэтому растекаемость эмалей и влияние на нее тугоплавких наполнителей определяли при 5-ти минутной выдержки при температурах от 800 до 860 °С через каждые 20 °С. На основании результатов измерений построены кривые зависимости растекаемости в мм от температуры (рис. 2).

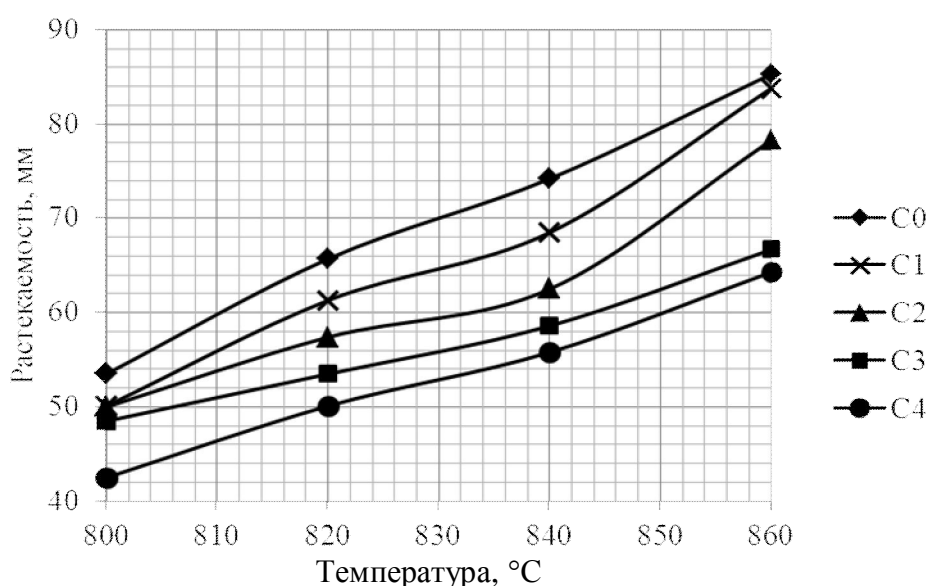


Рис. 2. Растекаемость смесей с различным содержанием песка

Установлено, что с повышением температуры значения этой характеристики композиции возрастают. При этом растекаемость смесей с введением

песка уменьшается, что приводит к увеличению температуры оплавления покрытий. Химическую стойкость определяли по потере массы исследуемых образцов после выдержки в течение 1 часа в холодной 10 % HCl. Как видно из диаграммы на рис. 3, увеличение содержания песка от 5 до 20 масс. ч. приводит к возрастанию химической стойкости покрытий.

Для дальнейшего увеличения химической стойкости покрытий в смесь С4 вводили дополнительно тугоплавкий наполнитель – циркон ($ZrSiO_4$) в соответствии с данными о его положительном влиянии на данное свойство эмалей [6], в количестве 5, 10, 15 масс. ч. (маркировка цирконсодержащих

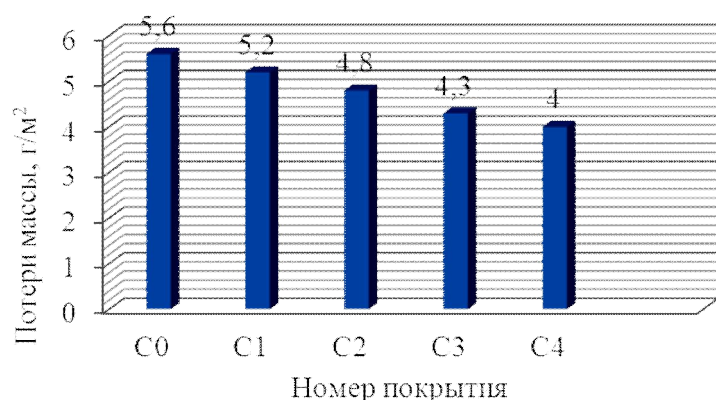


Рис. 3. Химическая стойкость смесей с различным содержанием песка

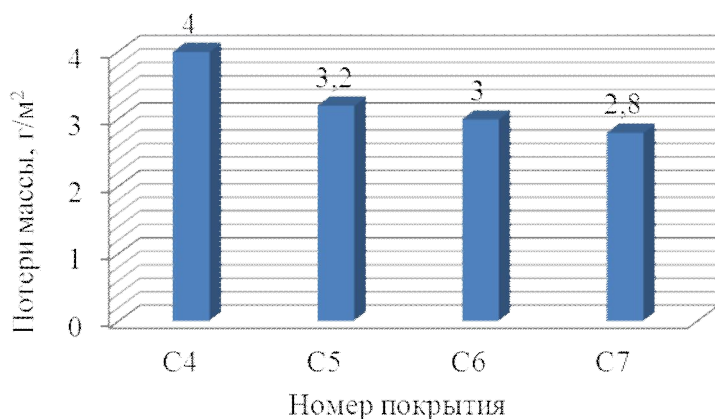


Рис. 4 Химическая стойкость покрытий, содержащих дополнительно циркон

смесей соответственно С5; С6; С7).

Результаты измерения химической стойкости приведены на рис. 4., из которого видно, что дополнительное введение циркона положительно влияет на химическую стойкость покрытия: потери массы покрытия С5 из смеси С0 + 20 масс. ч. песка + 5 масс. ч. циркона составляли всего 3,2 г/м².

Дальнейшее увеличение содержания $ZrSiO_4$ оказалось нецелесообразным, так как при этом значительно увеличивается температура начала и конца смачивания расплавом стали (рис. 5) и резко снижался

интервал их растекания (рис. 6). Это приводило к существенному увеличению тугоплавкости покрытия и способствовало меньшей его сплошности, что, в свою очередь, ухудшит условия образования равномерного проплавленного покрытия на крупном изделии сложной конфигурации, каким является внутренний бак ЭВН.

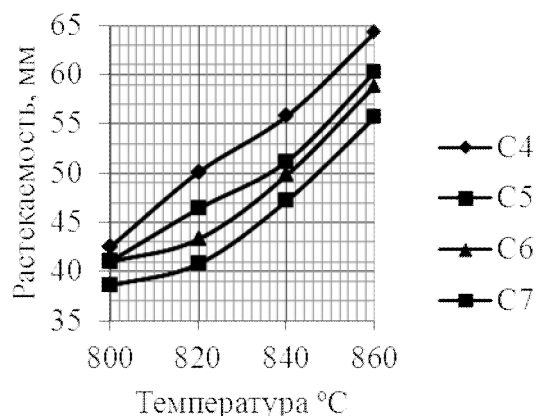
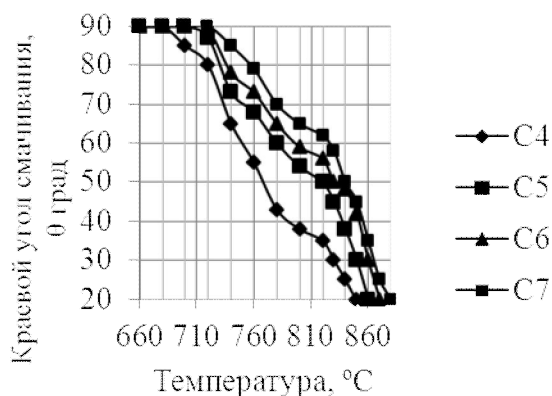


Рис. 5. Смачивающая способность смесей с различным содержанием циркона

Рис. 6. Растекаемость смесей с различным содержанием циркона

Таким образом, в качестве основной дисперсной фазы шликеров для получения покрытия на внутреннюю поверхность баков электроводонагревателей была выбрана композиция С5 (масс. ч.) стеклофритта С0 – 100 + песок кварцевый – 20 + циркон – 5.

Выводы. На основании исследования влияния различных тугоплавких наполнителей на плавкостные характеристики и химстойкость покрытий из смеси стеклокомпонент – тугоплавкий наполнитель разработан состав дисперсной фазы шликерных композиций RTU для эмалирования стальных баков ЭВН.

Список литературы: 1. *Compagnoni A.* Special Vitreous Enamels “Ready & Easy” to Apply, to Gain New Performances and New Market Shares / *A. Compagnoni* // 19-th Intern. Enamellers Congr., Venice, May 20-25 2001: proc. – Piacenza: Graphic Art, 2001. – P. 29 – 52. 2. *Fosse J.* Milling of Enamels and preparation of enamel slips / *J. Fosse* // Vitreous enameler. – 1998. – Vol. 49, № 4. – С. 124 – 151. 3. *Lynch Ann M.* Ready-to-use Wet Cover Coat Enamel System / *Ann M. Lynch* // Ceramic Engineering & Science Proceedings – 1992. – № 5 – 6(13). – P. 90 – 93. 4. *Thiele H.J.* Boiler Water Heater Inside Coating with Wet Enamel / *H.J. Thiele* // 20-th Intern. enamellers Congr., Istanbul, May 15-19. 2005: proc. – Istanbul: Tubitak, 2005. – P. 93 – 100. 5. Quality Requirements European Enamel Authority. – [2-nd ed.]. – Hagen: DEV. – 2004. – 138 p. 6. *Брагина Л.Л.* Технология эмали и защитных покрытий: учеб. пособие / [Л.Л. Брагина, А.П. Зубехин, Я.И. Белый и др.]; под ред. Л.Л. Брагиной, А.П. Зубехина. – Х.: НТУ “ХПИ”; Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2003. – 484 с.

Поступила в редколлегию 28.10.11