

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИЦЕВОГО КИРПИЧА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ШЛАМОВ**

В настоящее время в связи с ростом объемов строительства, в том числе и индивидуального домостроения, увеличивается потребность в качественных, долговечных архитектурно-строительных материалах. Одним из таких материалов является керамический лицевой кирпич, использование которого позволяет возводить стены и отделывать фасады без их последующего оштукатуривания и окрашивания.

Невысокое качество выпускаемого в Республике Беларусь керамического лицевого кирпича обусловлено, в первую очередь, качеством используемого легкоплавкого глинистого сырья, характеризующегося полиминеральностью состава, значительным содержанием гидрослюда, свободного кварца, карбонатных соединений и водорастворимых солей. В связи с этим в настоящее время одним из путей решения указанных проблем является поиск новых эффективных добавок, обеспечивающих объемное окрашивание керамических масс и получение на их основе изделий с высокими физико-химическими свойствами. На основании анализа литературных источников в качестве таких добавок выбраны железосодержащие отходы, образующиеся при очистке сточных вод гальванических производств.

В результате проведенных экспериментальных исследований разработаны составы керамических масс на основе легкоплавкой глины месторождения «Заполье» и одного из железосодержащих шламов, образующихся на предприятиях Беларуси: РУП «Минский тракторный завод» (МТЗ), РУП «Гомельский станкостроительный завод им. Кирова» (ГСЗ) и РУП «Гомельский завод литья и нормалей» (ГЗЛиН). Проведенные комплексные исследования указанных керамических масс, а также изучение свойств полученных на их основе материалов позволили выявить зависимость цветовых и физико-химических характеристик от химического состава и количеством вводимого отхода [1].

Кроме того, дополнительно проведенный анализ химического состава масс во взаимосвязи со свойствами полученных материалов позволил установить соотношения оксидов, при которых достигается окраска определенного цвета и оптимальные значения физико-химических свойств. Для получения образцов коричневой и красно-коричневой окраски различной яркости и насыщенности тона керамические массы должны характеризоваться следующими соотношениями

оксидов:  $(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{RO}+\text{R}_2\text{O})$  в пределах 26,55–33,41%,  $(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O})$  – 2,46–4,10% при содержании оксидов железа не менее 10%. Получение рыже-коричневой окраски материалов обеспечивается суммой  $(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{RO}+\text{R}_2\text{O})$  в пределах 24,60–29,10%, соотношением оксидов  $(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O})$  в пределах 1,76–2,42% при содержании оксидов железа не менее 8%.

На основании проведенных комплексных исследований выбран оптимальный состав массы, содержащий 85% глины «Заполье» и 15% шлама ГСЗ, который рекомендуется к апробации в производственных условиях КПУП «Обольский керамический завод» (г.п. Оболь, Витебская обл.). В связи с тем, что на указанном предприятии керамический лицевой кирпич изготавливается методом полусухого прессования со шликерной подготовкой массы, целью нашей работы явилось изучение особенностей процессов разжижения глинистых суспензий, содержащих гальванические шламы, а также их влияние на реологические свойства шликера. Учитывая химический состав промышленных сточных вод и природу реакций, положенных в основу их очистки, можно предположить, что гальванический шлам ГСЗ представляет собой смесь оксогидратов железа с адсорбированными на них соединениями тяжелых металлов или аморфных гетерополисоединений, имеющих молекулярные звенья, включающие  $\text{Fe}(\text{Me})\text{OH}-\text{O}-$ , а также гидроксоформы металлов, содержащиеся в сточных водах.

Проведенные исследования гранулометрического состава с помощью лазерного микроанализатора «Analysette 22» фирмы FRITSCH позволили установить, что железосодержащий шлам ГСЗ характеризуется размерами частиц от 0,1 до 7 мкм, что находится на уровне размеров глинистых частиц, образующихся при роспуске. В связи с этим, использование в качестве компонента массы гальванического шлама не требует установки дополнительного помольного оборудования на стадии приготовления шликера.

С целью изучения влияния гальванического шлама на процессы разжижения и реологические свойства суспензии дополнительно изучались процессы, происходящие в системах «глина–гальванический шлам–вода» и «глина–гальванический шлам–электролит–вода».

Предполагается, что вводимые в суспензию с гальваническими шламами гидроксиды железа в виде  $\gamma$ - и  $\beta$ - $\text{FeOOH}$  имеют отрицательный заряд и за счет этого не слипаются с одноименно заряженными глинистыми частицами, что способствует в некоторой степени стабилизации дисперсной системы.

\* – здесь и далее по тексту приведено массовое содержание

Однако в глинистой суспензии, содержащей гальванический шлам, происходит накопление  $Fe^{3+}$  за счет частичной диссоциации соединений гальванических шламов. Учитывая адсорбционную способность ионов различных металлов, можно предположить, что в системе «глина–гальванический шлам–вода» происходит изо- и гетеровалентное замещение всех катионов сорбированного комплекса (за исключением ионов  $H^+$ ) преимущественно на ионы  $Fe^{3+}$ , сопровождающееся переходом части физически связанной воды в свободную, частичным диспергированием глинистой составляющей и снижением вязкости [2]. В то же время перевод связанной воды в свободную приводит к уменьшению толщины сольватной оболочки глинистой частицы и понижению электрокинетического потенциала ( $\xi$ -потенциала) суспензии, что негативно сказывается на агрегативно-седиментационной устойчивости системы. С целью улучшения реологических свойств шликера, нами использовались широко известные в промышленности электролиты – кальцинированная сода ( $Na_2CO_3$ ), жидкое стекло ( $Na_2O \cdot 2,8SiO_2$ ) и триполифосфат натрия ( $Na_3P_3O_{10}$ ), которые вводились в массу сверх 100% как раздельно, так и комплексно. Установлено, что использование в качестве разжижителей кальцинированной соды и жидкого стекла способствует значительному снижению текучести, однако значения относительной вязкости и коэффициента разжижаемости остаются достаточно высокими, что свидетельствует о



**Рисунок 1** – Зависимость текучести через 30 с (—■—) и коэффициента загустеваемости (—□—) от содержания триполифосфата натрия

относительно высокие значения коэффициента загустеваемости (1,8–2,4) для исследованных комбинаций электролитов связаны с наличием тиксотропного упрочнения суспензий при выстаивании, а также с тем фактом, что используемые электролиты практически не связывают находящиеся в обменном комплексе глинистых минералов ионы  $Fe^{3+}$  [3]. В связи с этим допол-

о малоэффективности их индивидуального действия.

Несколько иная ситуация наблюдается при использовании комбинации электролитов «жидкое стекло–сода кальцинированная». Минимальные значения текучести и коэффициента загустеваемости, составляющие 7 с и 1,8 соответственно, наблюдаются при совместном введении 0,3 %  $Na_2CO_3$  и 0,3%  $Na_2O \cdot 2,8SiO_2$ .

Относительно высокие значения

нительно исследовалось влияние комбинации электролитов «жидкое стекло – кальцинированная сода – триполифосфата натрия» на реологические свойства шликера, результаты которого представлены на рисунке 1. Установлено, что при постоянном содержании  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,8\text{SiO}_2$ , составляющем 0,2 % и 0,3% соответственно, минимальные значения текучести (5,5 с) и коэффициента загустеваемости (1,28) суспензии наблюдаются при увеличении содержания  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$  до 0,12%. Это объясняется способностью полифосфат-ионов образовывать прочные малодиссоциируемые комплексы практически со всеми поливалентными катионами, в результате чего происходит переход физически связанной воды в свободную, что обеспечивает разжижение шликера [3].

На основании выполненных комплексных исследований проведена апробация разработанного состава массы в промышленных условиях КПУП «Обольский керамический завод» (г.п. Оболь, Витебская обл.). Выпущенная опытная партия, составила 50 000 штук условного лицевого керамического кирпича.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Богдан, Е.О. Особенности использования гальванических отходов в производстве архитектурно-строительной керамики / Е.О. Богдан, И.А. Левицкий, // Строительная наука и техника. – 2009. – № 3. – С.18–21.

2 Воюцкий, С.С. Курс коллоидной химии / С.С. Воюцкий. – М.: Химия, 1976. – 512 с.

3 Энерго- и ресурсосберегающая технология приготовления смесей в производстве керамических изделий с применением щелочных разжижителей / Ковзун И.Г. [и др.] – М.: ВНИИСМ, 1986. – Вып.1. – 46 с. – (Обзорная информация / Всесоюз. научн.-исслед. ин-т строит. мат-в).

УДК 621.926

Д.Н. Боровский, инж.; П. Е. Вайтехович, доц., канд. техн. наук;  
Д.В. Семенов, ассист. (БГТУ, г. Минск)

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОМОЛА В ЦЕНТРОБЕЖНО-ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЕ

Наиболее перспективными установками для тонкого помола материалов высокой и средней прочности являются планетарные, центробежно-шаровые, роторно-центробежные, бисерные и дисковые мельницы [1]. Но необходимо учесть, что значительную долю рынка в производстве таких видов мельниц занимают зарубежные страны, та-