

влияние из исследованных факторов на эволюцию структуры оказывало введение в массу предварительно синтезированного порошка. Использование сухого помола исходных компонентов в планетарной мельнице позволило после обжига в окислительной среде получить при совмещении синтеза и спекания плотную керамику на основе  $\text{SrZrO}_3$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Беляков А. В., Слонимская Е. А.* Керамика на основе цирконата стронция // *Стекло и керамика*. — 2001. — № 2. — С. 18–20.
2. О возможности получения плотной керамики из цирконатов щелочноземельных металлов при совмещении синтеза и спекания / *В. С. Бакунов, А. В. Беляков, Н. Т. Джигайло, Р. Я. Попильский* // *Тр. ин-та / МХТИ им. Д. И. Менделеева*. — 1983. — № 128. — С. 67–71.
3. *Бакунов В. С., Беляков А. В., Джигайло Н. Т.* Гетеродиффузия в порошковых бинарных смесях оксидов при нагревании // *Стекло и керамика*. — 1997. — № 12. — С. 19–20.

4. *Беляков А. В.* Влияние различий в коэффициентах диффузии катионов на отклонение от стехиометрии в сложных оксидах // *Стекло и керамика*. — 1997. — № 10. — С. 18–20.
5. *Беляков А. В.* Оценка скоростей диффузии при твердофазных реакциях высокодисперсных оксидов // *Стекло и керамика*. — 1999. — № 7. — С. 22–23.
6. *Беляков А. В.* Главные бифуркации при обжиге плотной оксидной керамики // *Стекло и керамика*. — 2000. — № 10. — С. 13–17.
7. *Лоскутов А. Ю.* Воспроизводимость структуры и свойств изделий и их описание в рамках нелинейной динамики // *Стекло и керамика*. — 2000. — № 7. — С. 17–19.
8. *Лоскутов А. Ю.* Проблемы нелинейной динамики. II. Подавление хаоса и управление динамическими системами // *Вестник Московск. ун-та. Сер. 3. Физика. Астрономия*. — 2001. — № 3. — С. 3–21.
9. *Бакунов В. С., Беляков А. В.* Получение огнеупоров с заданными свойствами // *Огнеупоры*. — 1995. — № 1. — С. 15–17.
10. *Марчев В. М., Господинов Г. Г., Стоянов Д. Г.* О возможности механохимического синтеза цирконатов кальция, стронция и бария // *Ж-л общей химии*. — 1999. — Т. 69. — № 3. — С. 371–373.

УДК 666.3.022.4-182.2

## ТЕКУЧЕСТЬ ГЛИНИСТЫХ СУСПЕНЗИЙ ДЛЯ ОБЛИЦОВОЧНЫХ ПЛИТОК

И. В. Пищ, Е. П. Шишаков, Л. Ю. Малицкая, О. И. Федорова

Белорусский государственный технологический университет

В производстве керамических плиток используются суспензии (шликеры), из которых путем термического обезвоживания получают пресс-порошок для прессования изделий.

По принятой технологии шликеры готовят методом совместного или раздельного мокрого помола исходных компонентов: пластичных, отошающих и плавней. Такие шликеры характеризуются определенными влажностью, плотностью, текучестью, способностью к тиксотропному загустеванию, устойчивостью и дисперсностью частиц твердой фазы [1]. Удаление влаги из шликеров проводят методом термического обезвоживания в башенных распылительных сушилах. Этот процесс сушки отличается высокой тепло- и энергоемкостью. Так, только на удаление 1 кг влаги расходуется 3,0–3,5 кг условного топлива [2]. Расход тепловой и электрической энергии напрямую зависит от исходной влажности шликера, поступающего в сушило. Поэтому для экономии топлива необходимо использовать шликер с минимальной влажностью при сохранении его реологических свойств. Снизить влажность можно путем введения традиционных электролитов — растворимого жидкого стекла, соды, триполифосфата натрия, углещелочного реагента и др. Для приготовления шликеров также применяются понизители вязкости — вещества, полученные на основе синтетических полимеров [3]. Принцип действия неорганических электролитов и органических понизителей вязкости достаточно подробно описан в работе [4].

В качестве сырьевых глинистых материалов в производстве плиток для облицовки стен используются легкоплавкие, тугоплавкие и огнеупорные глины. В частности, в состав шликерной массы вводят глины месторождений Новорайского (Украина) и “Гайдуковка” (Беларусь) в соотношении 3 : 2. Эти глины различаются по минералогическому и химическому составам, дисперсности, наличию примесей, что влияет на влажность шликера и его разжижаемость.

При проведении исследований в состав шликера вводили жидкое стекло с разным силикатным модулем, триполифосфат и полиакрилат натрия и др. Содержание электролитов изменяли в пределах 0,1–0,6 % от массы сухой глины. Разжижающее действие органических дефлокулянтов предопределяется их адсорбцией на поверхности минеральных частиц и приданием им отрицательного заряда. Также в результате адсорбции на поверхности глинистых частиц могут образовываться защитные гидрофобные коллоиды, что приводит к уменьшению энергии сольватации самих частиц.

При раздельной добавке в состав шликеров жидкого стекла и триполифосфата натрия реологические свойства изменялись по-разному. Более широкий интервал разжижения достигался при введении триполифосфата натрия, в то время как при добавке 0,4 % жидкого стекла наблюдалось загустевание (коагуляция) системы глина – вода. Чтобы выяснить механизм дефлокуляции жидким стеклом, исследовали влияние

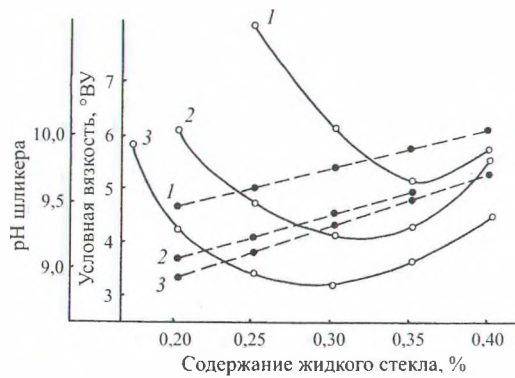


Рис. 1. Влияние жидкого стекла с силикатным модулем 1,0 (1), 2,6 (2) и 2,8 (3) на вязкость (сплошные кривые) и pH (пунктирные кривые) шликера

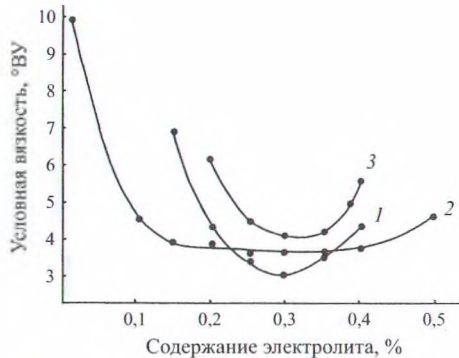


Рис. 2. Влияние жидкого стекла (1), триполифосфата натрия и жидкого стекла (2), жидкого стекла и соды (3) на вязкость шликера при исходной влажности 40 %

силикатного модуля ( $\text{SiO}_2 : \text{Na}_2\text{O}$ ) на вязкость глинистой суспензии. С этой целью в шликер влажностью 40 % вводили жидкое стекло с силикатным модулем 1,0, 2,6 и 2,8. Кривые разжижения и pH глинистых суспензий приведены на рис. 1, из данных которого следует, что вязкость и pH шликера снижаются при увеличении силикатного модуля, а также сокращается расход электролита, необходимого для достижения минимальной вязкости (см. кривые 1 и 3). Полученные результаты свидетельствуют о более эффективном разжижении шликера при использовании жидкого стекла с более высоким силикатным модулем.

При введении традиционных электролитов в комплексе жидкое стекло – триполифосфат натрия, жидкое стекло – сода достигается разная эффективность разжижения. Как видно из рис. 2, наименьшей вязкостью обладает шликер при добавке 0,3 % жидкого стекла. Однако интервал разжижения при использовании этого электролита узкий. Более широкий интервал разжижения при условной вязкости 3,5 – 3,7 °BU получен в случае введения комплексного электролита жидкое стекло – триполифосфат натрия, а менее эффективная дефлокуляция — при добавке жидкого стекла и соды.

На наш взгляд, эффективность разжижения обеспечивается не только за счет катионов  $\text{Na}^+$ , но и за счет анионов полифосфатов и полисиликатов, которые адсорбируются на поверхности глинистых частиц, сообщая им отрицательный заряд. В результате частицы

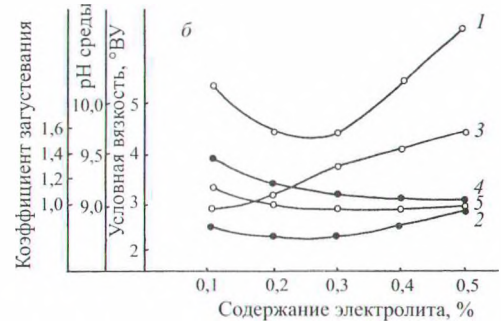


Рис. 3. Влияние комплексных электролитов жидкое стекло – триполифосфат натрия в соотношении 1 : 1 (а) и жидкое стекло – полиакрилат натрия в соотношении 1 : 1 (б) на вязкость (1, 2), pH (3) и коэффициент загустевания (4, 5) шликера при влажности 31,0 % (1, 4) и 33,3 % (2, 5)

отталкиваются, а система вода – глина поддерживается в дисперсном состоянии при сохранении структурно-реологических параметров: предела текучести, коэффициента загустеваемости, вязкости. Влажность шликера при использовании смеси электролитов снижается на 3 – 5 %. Это подтверждается при определении реологических свойств суспензии влажностью 33,3 и 31,0 % (рис. 3, а). При влажности суспензии 33,3 % минимальная условная вязкость составляет 1,5 °BU. При введении в комплексе триполифосфата натрия и жидкого стекла с модулем 2,8 коэффициент загустевания находится в пределах 1,20 – 1,45 и pH = 8,7 – 9,7. При влажности шликера 31,0 % минимальная вязкость 2,1 °BU получена в случае введения смеси электролитов в количестве 0,2 %. При этом коэффициент загустеваемости равен 1,3. С увеличением содержания электролитов pH шликера возрастает с 8,9 до 9,8.

На некоторых предприятиях, выпускающих керамические плитки, используют не только водопроводную воду разной жесткости, но и обратную, содержащую до 6,5 % минеральных включений. Нами установлено, что чем больше в обратной воде минеральных частиц, тем выше показатели расхода электролитов и минимальной влажности шликера. Это подтверждает также выводы по влиянию жесткости воды на расход электролитов [5].

Поэтому для получения шликеров с минимальной влажностью при сохранении структурно-реологических параметров рекомендуем использовать воду с минимальной жесткостью и без взвешенных частиц, что позволит сократить удельный расход топлива и энер-

гии, повысить производительность башенных распылительных сушил.

Нами были проведены исследования по влиянию нетрадиционного разжижителя — полиакрилата натрия — на реологические свойства шликеров. Поскольку триполифосфат натрия — дефицитный и дорогой компонент, мы применили комплексную добавку жидкое стекло — полиакрилат натрия. В результате установлено (рис. 3, б), что наименьшая вязкость и широкий интервал разжижения достигаются у шликера влажностью 33,3 %. При этом коэффициент загустевания незначителен и составляет 0,9 – 1,1. Применение комплексных электролитов дает возможность снизить влажность шликеров и расширить интервал разжижения. К положительным свойствам комплексного электролита полиакрилат натрия – жидкое стекло относятся незначительные изменения рН суспензии.

Важно было исследовать процесс сушки шликеров в зависимости от вводимых электролитов, поскольку на конечной стадии при получении пресс-порошка происходит термическое обезвоживание. По изменению массы шликера методом динамического взвешивания определяли скорость удаления влаги из глинистой суспензии при ее влажности 39,4 %. Температура сушки составляла  $100 \pm 0,5$  °С. Как видно из рис. 4, наиболее интенсивная водоотдача наблюдается в шликере, содержащем полиакрилат натрия. При использовании этого электролита влага полностью удаляется за 140 мин. Это подтверждает и механизм дефлокуляционного действия пониженого в водном растворе полиакрилата натрия, анионы которого адсорбируются на поверхности глинистых частиц. При сушке таких частиц легче удаляется влага с поверхности, и процесс сушки ускоряется. Труднее всего водоотдача происходит у шликеров, содержащих триполифосфат натрия, — полное высыхание достигается за 180 мин.

Таким образом, для уменьшения влажности керамических шликеров, используемых в производстве плиток, рекомендуется применять воду жесткостью не более 6–7 мг · экв/дм<sup>3</sup>, а в качестве комплексных электролитов использовать триполифосфат натрия –

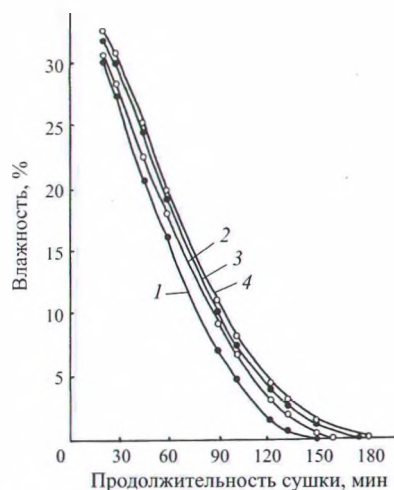


Рис. 4. Изменение влажности шликера в зависимости от продолжительности сушки

1 — полиакрилат натрия; 2 — жидкое стекло; 3 — триполифосфат натрия – жидкое стекло; 4 — триполифосфат натрия

растворимое стекло или полиакрилат – растворимое стекло (силикатный модуль более 2,6). Это позволит максимально снизить влажность шликера при сохранении его реологических свойств и, следовательно, сократить удельный расход топлива и энергии при получении пресс-порошков в производстве керамических плиток для облицовки стен.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ✓ 1. Новая технология керамических плиток. — М.: Стройиздат, 1977. — 228 с.
- ✓ 2. Мороз И. И. Технология фарфоро-фаянсовых изделий. — М.: Стройиздат, 1984. — 334 с.
- ✓ 3. Гальперина М. К. Исследования в области глинистого сырья, проведенные в НИИСтройкерамике // Тр. ин-та / НИИСтройкерамика. — 1971. — Вып. 34. — С. 72 – 87.
- ✓ 4. Гальперина М. К., Кольчикова Н. В. Исследование реологических свойств глинистых шликеров // Тр. ин-та / НИИСтройкерамика. — 1983. — Вып. 53. — С. 5 – 16.
- ✓ 5. Югай Н. С., Климова Е. В. Реологические свойства майоликового шликера с разжижающей добавкой на основе полиакрилата натрия // Стекло и керамика. — 2004. — № 1. — С. 19 – 21.



### Внимание подписчиков!

Подписаться на журнал «Стекло и керамика»  
можно в любом отделении связи

по ОБЪЕДИНЕННОМУ КАТАЛОГУ «ПРЕССА РОССИИ»

Том 1: Российские и зарубежные газеты и журналы

Индекс журнала **70881** (см. стр. 382)

Журнал в розничную продажу не поступает

Для вашего удобства мы предлагаем возможность подписки через редакцию с любого номера.

Адрес редакции: 125480, Россия, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20, корп. 3, к. 302

Тел./факс: (095) 495-39-76

E-mail: st.ceram@rctu.ru

www.glass-ceramics.ru