

Сыса О. К., канд. техн. наук, доц.,  
Морева И. Ю., канд. техн. наук, доц.,  
Перетоккина Н. А., канд. техн. наук, доц.,  
Иванов А. С., зав. лаб.  
Бедина В. И., асс.,  
Трепалина Ю. Н., инж.,  
Гоголевская О. В., магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ОСОБЕННОСТИ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ И БАКТЕРИАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ\*

naukaei@mail.ru

Рассмотрены особенности гидротермальной и бактериальной обработки глинистого сырья, как методов стабилизации структуры глинистых минералов, способствующей повышению качества исходных материалов и готовых композиционных изделий керамического состава.

**Ключевые слова:** глина, каолин, гидротермальная обработка, бактериальная обработка, стабилизация, структура, реология, керамика.

Переработка и приведение характеристик природного сырья к требованиям технологии в настоящее время является ключевым переделом при производстве высококачественных строительных материалов. Известно, что управление процессами структурообразования на стадии подготовки сырьевых компонентов позволяет эффективно воздействовать на их технологические характеристики, расширить номенклатуру применяемых материалов, учесть изменения свойств промежуточных продуктов и повысить качество выпускаемой продукции [1].

Глинообразующие минералы находятся в кристаллическом состоянии, которое, однако, не является стабильным. Структура таких минералов может радикально изменяться под действием температуры, среды, давления и т.д. Зачастую именно эта нестабильность может являться причиной плохой воспроизводимости промышленных результатов в технологии тонкой и строительной керамики. Стабилизировать свойства глинистых материалов возможно с использованием ряда традиционных технологических операций. Одними из перспективных направлений при этом могут являться гидротермальная [2, 3] и бактериальная обработки [4, 5].

Изучен ряд глинистых материалов различного минералогического состава, широко применяющийся в технологии тонкой керамики: каолины (просьяновский, глуховецкий, еленинский, журавлиноложский), каолинито-гидрослюдистые глины Латненского, Шулеповского, Новорайского и Веселовского месторождений. По данным РФА применение гидротермального воздействия при давлении пара 1,6 МПа и температуре 200°C было способствует упорядочению структуры глинистого сырья при

постоянстве фазового состава [3]. С учетом относительного роста коэффициентов совершенства структуры глин и каолинов, рассчитанных по методу Хинкли и Кюблера [6] и смещения основных отражений каолинита и иллита в сторону больших брегговских углов, можно утверждать об увеличении степени совершенства кристаллического строения глинистых минералов после гидротермальной обработки.

Тенденция к упорядочению структуры глин и каолинов наблюдается и в результате бактериальной обработки сырья культуральной жидкостью микроорганизмов, по морфологическим признакам сходных с «силикатными бактериями» (выпуклые, прозрачные, слизистые) (рис. 1) Микроорганизмы в данном случае предварительно были выделены из почвы и культивированы на среде Зака. При этом установлено, что оптимальным временем бактериальной обработки глин составляет – 5-10 суток.

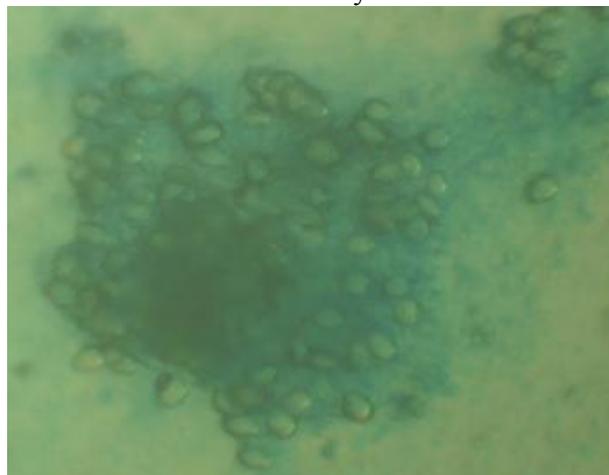


Рис.1 Микрофотография образца колоний микроорганизмов, культивированных на среде Зака

Анализ микрофотографий структуры глинистых материалов, полученных с помощью растрового электронного микроскопа «MIRA-3», дает возможность утверждать, что и бактериальная, и гидротермальная обработка способ-

ствуют изменению формы глинистых частиц с неправильной, угловатой на более совершенную округлую; уменьшению расстояния между слоями, формированию более совершенной упаковки частиц глинистых минералов (рис. 2, 3).

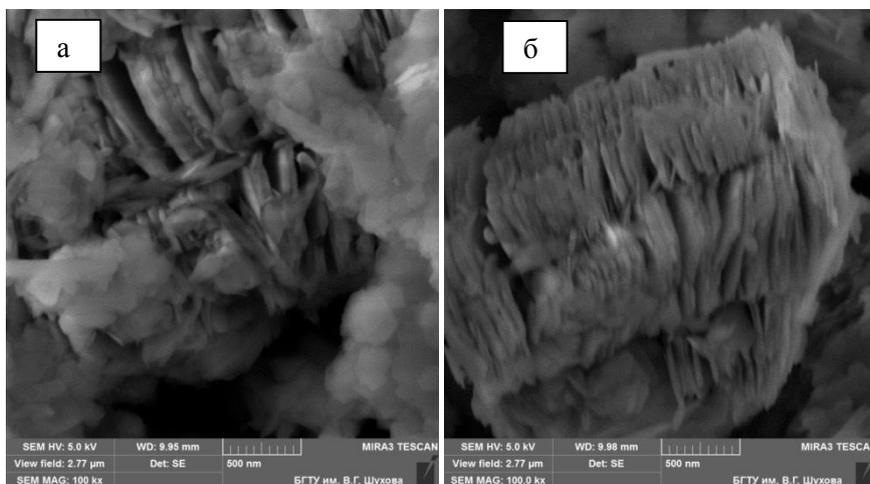


Рис. 2. Кристаллическая структура каолина «Журавлиный Лог»: а - без обработки; б – после гидротермальной обработки

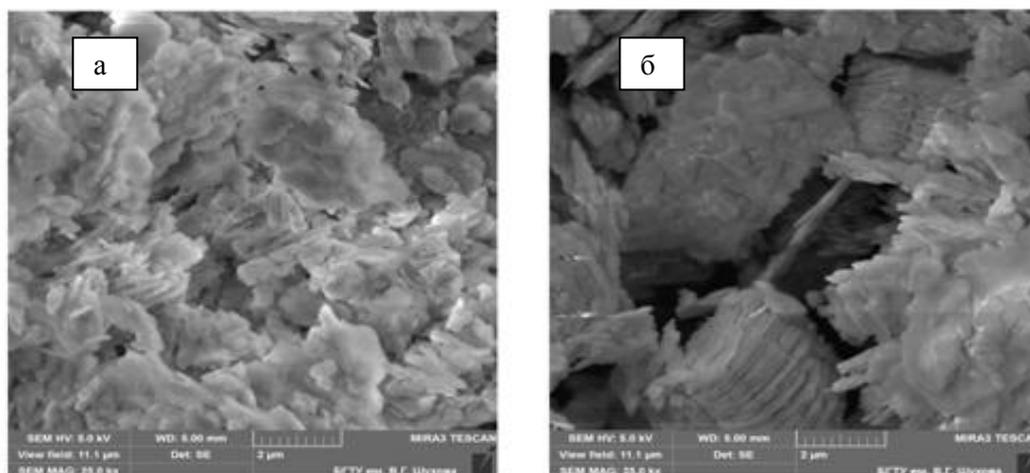


Рис. 3. Кристаллическая структура еленинского каолина: а - без обработки; б – после бактериальной обработки

Особенностью бактериального воздействия является одновременное протекание процессов упорядочения кристаллической структуры глинистых минералов и их деструкции. Так результаты измерения рН показали, что на 5 день выдержки у обработанных образцов среда более кислая по сравнению с контрольными. Вероятно, это связано с процессом накопления в глинах бактериальных метаболитов кислой природы (органические кислоты). С увеличением времени выдержки у обработанных образцов наблюдается сдвиг в сторону слабощелочной среды, что говорит о процессах деструкции минералов, гидролизе и других процессах, происходящих под действием микробных метаболитов. У контрольных образцов напротив наблюдается сдвиг от слабощелочной среды в сторону слабокислой,

что связано, вероятно, с накоплением углекислоты воздуха (рис. 4).

Оба метода стабилизации глин могут найти применение в литьевых технологиях формования керамики, которые наиболее чувствительны к влиянию структурной неустойчивости сырьевых компонентов [7]. Более совершенная кристаллическая структура глинистого сырья способствует улучшению его реологических характеристик и стабилизации электролитного состава многокомпонентных масс. Как после гидротермального воздействия, так и в результате обработки силикатными бактериями, у индивидуальных суспензий глин и каолинов с влажностью 60% снижаются значения вязкости, условно-статического и условно-динамического пределов текучести (рис.5, 6).

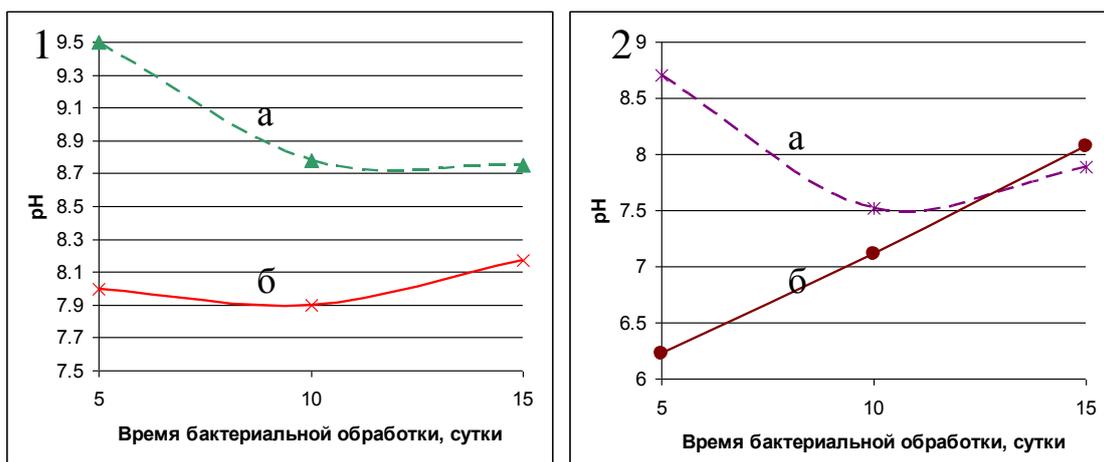


Рис. 4. Изменение значений pH в зависимости от времени выдержки при бактериальной обработке для суспензии на основе:

1 - глины Веско-Керамик, 2 – еленинского каолина, где: а – необработанный материал, б - бактериально обработанное сырье

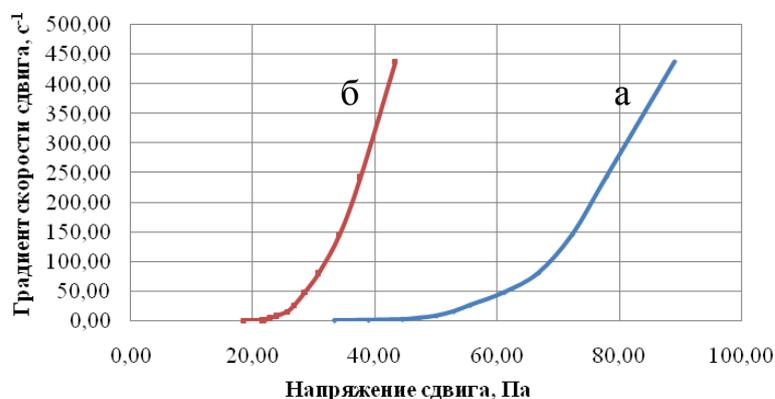


Рис. 5. Изменение напряжения сдвига для шликера на основе глины Веско-Гранитик после гидротермальной обработки: а - необработанный материал, б –обработанный

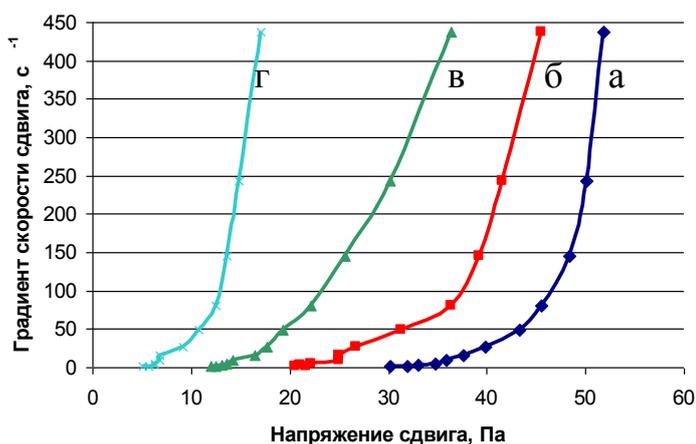


Рис. 6. Изменение напряжения сдвига для шликера на основе глины Веско-Гранитик после бактериальной обработки:

а- необработанный материал, б –обработанный в течении 5 суток, в - обработанный в течении 10 суток, г - обработанный в течении 15 суток

В технологии санитарной керамики стабилизированное сырье оказывает подобное влияние и на свойства многокомпонентных литевых масс. Установлено уменьшение коэффициента загустеваемости шликеров и увеличение скорости набора черепка [3, 4]. Кроме этого, исполь-

зование инновационных методов обработки дает возможность снизить количество вводимых разжижителей, что немаловажно с экономической точки зрения в условиях масштабного производства.

Таким образом, методы направленного формирования структуры глинистого сырья методами гидротермальной и бактериальной обработки могут стать одними из определяющих методов переработки и приведения его характеристик к требованиям технологии полимерных и керамических материалов.

*\*Исследования проводились в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы и Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012–2016 годы.*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Совершенствование подготовки сырья при использовании активационных процессов в технологии керамики / Е.И. Евтушенко, О.К. Сыса, И.Ю. Морева, В.И. Бедина, Е.М. Трунов // *Стекло и керамика*. 2009. № 1. С.15-16
2. Направленное трансформирование минералов в природных каолиновых глинах с целью улучшения их технологических свойств / Э.А. Гойло, А. Б. Кольцов, В.Ф. Сапега, А.Л. Сычкова // XIII Международное совещание по рентгенографии минерального сырья. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ. – 1995. – С. 82–83
3. Особенности модификации глинистого сырья в условиях неравновесной гидротермальной обработки / Е.И. Евтушенко, Н.А. Шаповалов, О.К. Сыса, И.Ю. Морева // *Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Технические науки*. 2007. №1. С.71-75
4. Баранов В.В., Вайнберг С.Н. и др. Реологические свойства шликера обработанного бактериями // *Стекло и керамика* – 1985. – №5. – С.27-20.
5. Влияние микробиологической обработки на технологические свойства глин различного минерального состава / Е.С. Какошко, Е.М. Дятлова, В.А. Бирюк, Н.И. Заяц // *Стекло и керамика*. 2005. № 6. С. 10-15.
6. Шлыков И.Г. Рентгеновский анализ минерального состава дисперсных грунтов. М.: ГЕОС. 2006. 176с.
7. Пищ И.В., Климош Ю.А., Гапанович Е.И. Реологические свойства шликеров для производства санитарных керамических изделий // *Стекло и керамика*. 2006. №8. С.14-16