

**Рис.2 Структура каустического брусита (Кульдурского месторождения): а - 1 час гидратации, увеличение 1000х, б - 12 часов гидратации, увеличение 1000 и 1700х.**

Исследования изменения пластической прочности образцов магниального гидравлического вяжущего показали, что в первый час твердения набор прочности каустического магнезита и каустического брусита происходит одинаково и постепенно. В течении 4 часов твердения пластическая прочность композиций на основе КМ резко возрастает по сравнению с композициями на основе КБ. Данная тенденция сохраняется и после 4 часов твердения (таблица 1).

При проведении электронно-микроскопических исследований с целью установления структуры новообразований при гидратации и твердении магниальных композиций были приготовлены суспензии магниального вяжущего с большим водо-твердым отношением В/Т=10 для обеспечения более полного протекания процессов гидратации. Гидратация проводилась в течении 1 и 12 часов. Результаты исследований представлены на рисунках 1-2.

Результаты оптических исследований показывают, что порошки каустического магнезита со временем гидратации 1 и 12 часов имеют сходную структуру, образованную в большей степени пластинчатыми кристаллами гидроксида магния и кристаллами дипингита в виде розетки из листоватых кристаллов, они слабо закристаллизованы и являются в значительной степени аморфными веществами, которые плохо диагностируются на рентгенограмме. Порошки каустического брусита с временем гидратации 1 час имеют в своей структуре большое количество столбчатых кристаллов, которыми являются гидромагнезиты состава  $MgCO_3 \cdot 3H_2O$  – несквигониты, что и обеспечивает изначально быстрый набор прочности в ранние сроки твердения магниальной смеси. После 12 часов гидратации количество кристаллов несквигонита в порошке каустического брусита значительно уменьшается, и начинают преобладать кристаллы гидроксида магния и дипингита, в результате чего скорость набора прочность резко уменьшается.

В результате проведенных исследований установлено, что при затворении каустических магниальных порошков водным раствором бикарбоната магния смеси быстро теряют подвижность, и набор пластической прочности осуществляется в первые 3-5 часов. Наибольшую активность в сочетании с раствором бикарбоната магния имеет каустический магнезит Савинского месторождения. При затворении каустических магниальных порошков в ранние сроки твердения наблюдается наличие гидроксида магния и кристаллов гидрокарбонатов магния, которые и обеспечивают быстрый набор прочности и потерю подвижности в начальные сроки твердения.

#### Литература

1. Лотов В.А., Митина Н.А. Получение водостойкого магниального вяжущего. // Техника и технология силикатов, 2010 - т. 17, - № 3. - С. 19-22.
2. Лотов В.А., Технология материалов на основе силикатных дисперсных систем. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 192с.

### ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И УСЛОВИЙ ФОРМОВАНИЯ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМЗИТОВ.

**Н.Е. Торопков**

Научный руководитель старший преподаватель В.А. Кутугин  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Одним из наиболее эффективных заполнителей для сборного бетона и железобетона является керамзит, получаемый вспучиванием глинистых пород во вращающихся печах. Производство качественного керамзита из наиболее распространенных глинистых пород часто осложняется несоответствием физико-химической природы вспучивания сырья технологии его обжига.

Процесс получения керамзита складывается из стадий приготовления исходной формовочной смеси, формирования сырых гранул, их сушки и вспучивания при обжиге. Необходимо отметить, что наиболее изученной из этих стадий является стадия поризации гранул, для которой установлен механизм и физико-химические основы процесса. Значительно меньше уделено внимания в технической литературе процессу пластического формирования гранул и сушке сырцовых гранул, оптимальное проведение которого позволит реализовать возможность получения сырых гранул с диаметром 3–5 мм. Для этого необходимо знать формовочные свойства

глин, зависимости удельного давления формования и объёмного фазового состава от влагосодержания массы и условия сушки материалов. [1, 2, 3]

Цель работы – исследование влияния физико-химических характеристик на поризационную способность глинистого сырья при производстве керамзита.

Для исследования была взята красножгущая глина Воронинского месторождения, химический состав которой представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав глины Воронинского месторождения.

Содержание оксидов, % масс							
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Δm <sub>прк</sub>
62,65	14,76	4,76	3,48	2,92	1,36	0,75	9,32

Выбор глины данного месторождения обуславливается ее наибольшей пригодностью исходя из проведенных ранее исследований [4]. Для более полного представления о свойствах глины определены максимальная гигроскопическая влажность  $W_{\text{мг}} = 8,20\%$ , максимальная молекулярная влажность  $W_{\text{ммв}} = 11,33\%$ , удельная поверхность –  $S_{\text{уд}} = 2500 \text{ мг/см}^2$  (прибор ПСХ-2).

В ранних трудах [4] было замечено, что для получения удовлетворительных результатов по вспучиванию рекомендуется глинистое сырье с содержанием Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в пределах 6–12 %, поэтому для корректировки химического состава глины использовалась добавка – железистый шлам водоподготовки Томского водозабора. Данный шлам представляет собой суспензию оксигидратов железа (II) и (III) и имеет следующий состав Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=38,7% и FeO =5,3%.

Нами был изучен химический и минералогический состав осадка станции обезжелезивания Томского водозабора. В таблице 2 приведены результаты анализа химического состава осадка водоподготовки станции обезжелезивания Томского водозабора по методике [5]. В среднем валовом составе преобладают оксиды железа (42 и 44%). Существенно более низки доли оксидов кремния (5,4 и 2,4%), кальция (4,2 и 2,8%) и магния (2,0 и 4,9%).

Таблица 2

Химический анализ железосодержащего осадка

% содержание						
SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	п.п.п.	
2,43	44,05	н/о	2,8	4,90	10,02	

Исследования показали, что введение железосодержащего осадка в сырьевую смесь в исследованных пределах содержания при получении керамзитового гравия приводит к росту пористости образцов, снижению плотности, что является весьма актуальным в производстве искусственных пористых заполнителей. Наиболее плотная структура отвечает образцам, содержащим наименьшее количество отходов - 5 %. В таких образцах пористость развивается на границах глинистых частиц, где, по всей вероятности, концентрация оксидов железа, вводимых осадками сточных вод, наибольшая. При введении отходов в количестве от 10 до 15 % характер пористости меняется. Поры более равномерно распределены по объему материала, появляются крупные пустоты размером до 1 - 2 мм. Однако при этом осадки сточных вод при их содержании более 10 % уменьшают интервал вспучивания сырьевой смеси, что может отрицательно сказаться на проведении процесса обжига в заводских условиях.

Так как основным поставщиком газовой фазы при поризации гранул являются продукты окислительно–восстановительных реакций [6], то для создания восстановительной среды внутри гранул, в состав шихты вводилась добавка мазута (М100) в количестве 4 %.

При проведении экспериментов смесь из вышеуказанных компонентов тщательно перемешивалась и увлажнялась для получения необходимой консистенции. При изучении обжиговых свойств использовались гранулы диаметром 3 мм и длиной 3-5 мм, которые формовали методом пластического формования при удельном давлении 2 МПа и абсолютной влажности массы 15 %. Обжиг гранул проводили в лабораторной печной установке с фонтанирующим (кипящим) слоем. Печь представляла собой вертикальную трубчатую шахту, выполненную из кварцевого стекла с расположенной в нижней части беспровальной распределительной решеткой. Сухие гранулы загружались в печь небольшими порциями через верхнюю часть трубы. Ожижающей средой служили дымовые газы, подаваемые в печь из топочной камеры.

Гранулы при обжиге вспучивались, и после достижения определенной плотности, выносились из аппарата восходящими потоками теплоносителя. После обжига был получен мелкозернистый керамзит в виде овальных и округлых зерен размером до 10 мм. Длительность пребывания гранул в печи составляла 3-4 мин при температуре 1030-1050 °С, охлаждение образцов производилось при комнатной температуре.

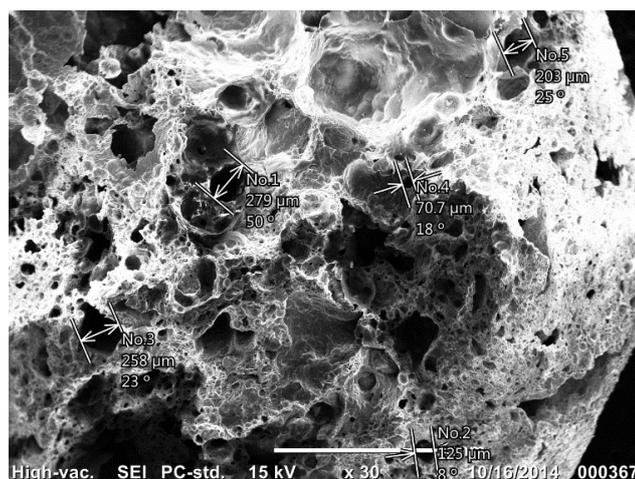


Рис 1. Микроструктура керамзитового гравия

Гранулы керамзита после обжига приобретали темно-коричневый цвет, имели плотную, спекшуюся корку, частично оплавленную с поверхности, обладали сложной нерегулярной структурой со средним размером пор 0,1-0,3 мм, рисунок 1.

В процессе выполнения работы определялся объемный фазовый состав исходных и обожженных гранул. При расчете фазового состава исходили из положения, что сумма объемных долей твердой жидкой и газообразной фаз равна единице [7]:

$$K_t + K_{ж} + K_g = 1$$

Результаты определений представлены в таблице 3

Таблица 3

Фазовый состав материала на различных стадиях процесса

Этапы приготовления	$K_t$	$K_g$	$K_{ж}$
Исходная масса	0,62	0,23	0,15
Сформованные гранулы	0,80	0,05	0,15
Высушенные гранулы	0,73	0,23	0,03
Вспученные гранулы	0,15	0,85	0,00

Таким образом, на основе исследуемого суглинка можно получать керамзитовый гравий с насыпной плотностью 300-350 кг/м<sup>3</sup> при коэффициенте вспучивания 4,86, который определяется из соотношения значений  $K_t$  вспученных и сухих гранул. Установлено, что использование объемных фазовых характеристик позволяет контролировать технологический процесс получения керамзита на различных стадиях.

#### Литература

1. Онацкий С.П. Производство керамзита. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1987. – 333 с.
2. Химический анализ и технология силикатов. Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу: «Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» - Томск. изд. ТПУ, 1994.- с.28
3. Колесников Е. А. Вспучивание легкоплавких глин // Стекло и керамика. 1974. - № 5. - С. 28 - 30.
4. Торпоков Н.Е. Зависимость физико-химических свойств глинистого сырья в технологии керамзитов // МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ ISSN 2303-9868. Екатеринбург - 2014
5. Лисецкий В.Н. Улавливание и утилизация осадков водоподготовки на водозаборах г. Томска. / В.Н. Лисецкий, В.Н. Брюханцев, А.А. Андрейченко - Томск: Изд-во НТЛ, 2003. – 164с.
6. Горшков В. С. Термография строительных материалов. - М.:Стройиздат, 1968. - 238 с.
7. Лотов В.А. Технология материалов на основе силикатных дисперсных систем: Учебное пособие

### МОДИФИЦИРОВАННОЕ ЖИДКОСТЕКЛЬНОЕ ВЯЖУЩЕЕ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ЕГО ОСНОВЕ

Ш.А. Хабибулин

Научный руководитель профессор В.А. Лотов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Благодаря склонности силикатных анионов к поликонденсации в водных растворах, жидкое стекло представляет собой типичную нанодисперсную систему [1]. Жидкое стекло обладает рядом ценных свойств: негорючестью и нетоксичностью, дешевизной и доступностью исходного сырья, и, главное, высокой адгезией по отношению к подложкам самой различной химической природы. Наряду с несомненными достоинствами, жидкое стекло обладает существенными недостатками – неспособностью к объемному твердению и низкой