

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ПОРИЗАЦИОННУЮ СПОСОБНОСТЬ ЖИДКОСТЕКОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ

В.А. Лотов, В.А. Кутугин, К.П. Фоменкова

Томский Политехнический Университет, г. Томск

Теплоизоляционным материалам с жесткой ячеистой структурой и заданными размерами отдается предпочтение при проведении строительно-монтажных работ. К их числу с полным основанием можно отнести пеносиликатные материалы характеризующиеся мелкопористой структурой (0,1-3 мм), которая формируется при удалении воды из структуры жидкого стекла в результате нагревания. Как правило, материал имеет интегральную структуру: равномерную пористость внутри изделия и более плотную и прочную корочку на поверхности.

В технологии пеносиликата существует несколько основных стадий:

- приготовление исходной жидкостекловой композиции;
- сушка полученной дисперсной системы до необходимой влажности;
- термическое вспучивание в замкнутых формах при температурах 350-450 °С.

В технологии используется натриевое жидкое стекло с силикатным модулем $m=3$. На первой стадии в жидкое стекло вводят добавки и формируют исходную ЖСК.

Добавки по действию, оказываемому на жидкое стекло и получаемый материал можно разделить на несколько групп:

- инертные по отношению к жидкому стеклу, выполняющие роль наполнителя и каркаса в готовом изделии;
- гелеобразующие, провоцирующие реакцию гелеобразования жидкого стекла, разрушая, таким образом, его полимерную структуру;
- поверхностно-активные вещества, влияющие на поверхностное натяжение дисперсной среды и макроструктуру изделия.
- термореактивные добавки, которые взаимодействуют с жидким стеклом или разлагаются, выделяя газообразные продукты, при нагревании в указанном интервале температур.

Влияние каркасных наполнителей достаточно прогнозируемо, и вводимое количество зависит от природы вещества и дисперсности. Пока наполнитель корректно входит в состав ЖСК, не разрушая коллоидной структуры самого жидкого стекла, он будет оказывать упорядочивающее действие на макроструктуру материала и повышать физико-механические показатели изделия. Когда объемное содержание наполнителя превысит предельное для

данного вещества значение, жидкое стекло деградирует, что негативно сказывается на вспучивающейся способности ЖСК и прочностных свойствах получаемого материала.

Гелеобразующие вещества вводятся многими исследователями в состав ЖСК с целью увеличения начальной влажности вспучиваемого материала и повышения технологичности процесса – полученный гель проще гранулировать и укладывать в формы. Нашими исследованиям установлено, что при разрушении полимерной структуры жидкого стекла его поризационная способность значительно уменьшается, соответственно увеличивается плотность изделий, и падают их теплоизоляционные характеристики. Таким образом, введение добавок, разрушающих исходную структуру жидкого стекла, нецелесообразно.

Влияние ПАВ на процесс поризации еще не достаточно изучено и представляет широкое поле для исследований.

Термореактивные добавки – это еще одна группа, требующая более полного изучения. Нужно сказать, что многие вещества, используемые в качестве добавок в ЖСК, оказывают комплексное влияние и занимают промежуточное положение в данной классификации.

Для пеносиликатных материалов перспективной является технология, включающая жидкостную грануляцию исходной ЖСК в растворах хлоридов двухвалентных и трехвалентных металлов (CaCl_2 , MgCl_2 , AlCl_3), в результате которой получают гранулы размером 3-5 мм с достаточной прочностью. После сушки до необходимой влажности жидкостекольный бисер подвергается термической поризации в замкнутых формах, либо может неограниченно храниться в упакованном виде. При использовании такой технологии достигается равномерная пористость по всему объему изделия, упрощается технологическая схема процесса. Сдерживающим фактором для развития этой технологии является недостаточная изученность взаимосвязи технологических параметров грануляции в жидких средах, таких как плотность и температура применяемого раствора, времени выдержки гранул в растворе. Также необходимо уточнить диапазон оптимального влагосодержания высушенных гранул и температуру процесса вспучивания.

Целью данной исследовательской работы является установление влияния технологических параметров жидкостной грануляции на процесс поризации жидкостекольных композиций и свойства получаемого материала.

Жидкостная грануляция осуществляется следующим образом: капли ЖСК, прошедшие через фильеру, попадают в ванну с раствором хлорида кальция (плотностью 1,2-1,4 г/см³), где выдерживаются в течение определенного времени (до 20 мин). В итоге получают гранулы размером 3-5 мм, содержащие внутри исходную жидкостекольную композицию. Упрочнение

поверхности гранулы происходит в результате протекания обменных реакций между силикатом натрия и раствором хлористого кальция, по следующей схеме:



Образующиеся в поверхностном слое в результате этого взаимодействия гидросиликаты кальция и гель кремневой кислоты формируют быстро упрочняющуюся во времени оболочку. Использование раствора AlCl_3 приводит к ускорению обменных реакций, в результате чего, в грануле остается меньшее количество исходного силиката натрия, что приводит к снижению поризационной способности ЖСК

Были проведены серии экспериментов с варьированием плотности и температуры раствора хлористого кальция, времени выдержки гранул в растворе. В качестве объекта исследования использовалось натриевое жидкое стекло с модулем 3, плотностью 1500 кг/м^3 и влагосодержанием 55%. Жидкое стекло гранулировали в растворе хлористого кальция с различными плотностями, выдерживали определенное время в растворе, затем сушили до необходимой влажности и вспучивали в цилиндрической форме без крышки при фиксированной температуре (400°C), в результате чего, получали объемно омоноличенный материал с минимально возможной плотностью. Параллельно определялся коэффициент вспучивания для гранул по формуле $K_{\text{всп}} = V_2/V_1$, где V_1 - объем гранулы до вспучивания, а V_2 - объем гранулы после вспучивания.

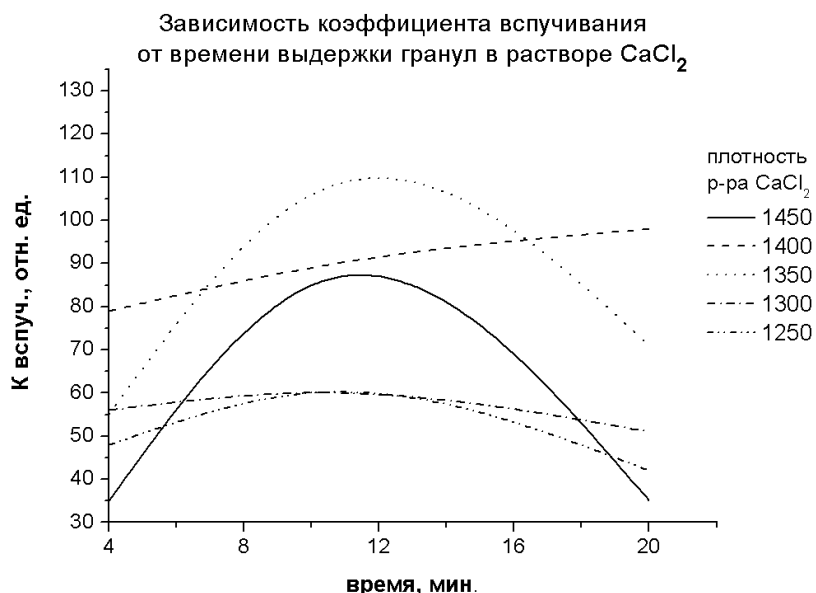


Рисунок 1

Анализируя данные, представленные на рисунке 1 можно сделать вывод, что в указанном диапазоне плотностей раствора хлористого кальция зависимость коэффициента вспучивания от

времени выдержки гранул в растворе имеет, в основном, экстремальный характер с максимумом в районе 10-12 мин. С увеличением времени выдержки поризационная способность гранул снижается, а при уменьшении времени гранулы не набирают достаточной прочности. Соответственно, оптимальное время выдержки гранул в растворе составляет от 10 до 15 мин.

Кроме того, из данного графика можно установить оптимальные параметры плотности раствора хлористого кальция. Максимальный $K_{всп}$ отмечен для плотности раствора 1350 кг/м^3 , и зависимость также носит экстремальный характер.

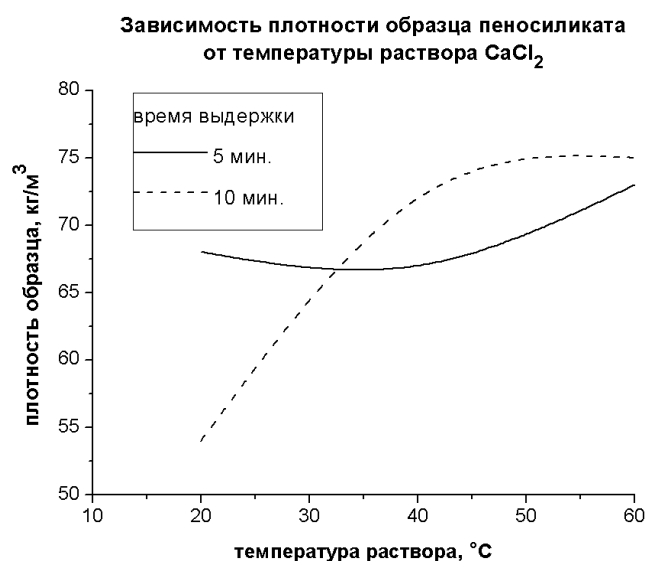


Рисунок 2

Влияние температуры раствора хлористого кальция на поризационную способность жидкого стекла показано на рисунке 2. Из графика видно, что повышение температуры раствора негативно отражается на конечной плотности изделия – она увеличивается в результате ускорения протекания обменных реакций между жидким стеклом и хлористым кальцием.

Подводя итог под вышесказанным, необходимо отметить что, проводя подобные исследования, можно установить оптимальные технологические параметры для любой жидкостекольной композиции. Так основные параметры рассмотренных составов для технологии пеносиликатных материалов, включающей жидкостную грануляцию, будут следующими: плотность раствора хлористого кальция $1300\text{-}1350 \text{ кг/м}^3$, температура раствора $15\text{-}30^\circ\text{C}$, время выдержки гранул в растворе 10-15 мин, начальная абсолютная влажность жидкостекольного бисера 25-30 % и температура поризации $330\text{-}380^\circ\text{C}$.