

УДК 661.683.3: 666.189.3

**КРЕМНЕГЕЛЬ – ОТХОД ХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ
КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
РАСТВОРИМЫХ И НЕРАСТВОРИМЫХ СИЛИКАТОВ
И ПРОДУКТОВ НА ИХ ОСНОВЕ**

И.М. Терещенко

*доцент кафедры технологии стекла и керамики Белорусского
государственного технологического университета, к.т.н.*

О.Б. Дормешкин

*проректор по научной работе Белорусского государственного
технологического университета, д.т.н., профессор*

Б.П. Жих

*аспирант кафедры технологии стекла и керамики
Белорусского государственного технологического университета*

А.П. Кравчук

*старший преподаватель кафедры технологии стекла и керамики
Белорусского государственного технологического университета, к.т.н.*

Кремнегель – многотоннажный отход производства фтористого алюминия представляет собой аморфный тонкодисперсный кремнезем (содержание $\text{SiO}_2 > 90 \%$), благодаря чему может рассматриваться как перспективное сырье для получения силикатов и полисиликатов щелочных металлов, имеющих широкую сферу потребления. Кроме того, его вовлечение в промышленную переработку позволит существенно улучшить экологическую обстановку в регионе. Однако, в настоящее время продукт практически не используется и загрязняет окружающую среду, представляя собой фторсодержащий порошок, включающий до 70 % воды. Следует отметить, что попытки промышленного использования кремнегеля предпринимались неоднократно, однако эффективной технологии переработки его не создано, в силу трех причин, приведенных ниже:

1) высокое водосодержание кремнегеля, что отрицательно сказывается на качестве получаемых продуктов, кроме того, в техпроцессе образуются фторсодержащие сточные воды, требующие утилизации;

2) кремнегель представляет собой рыхлый агрегированный порошок, в котором основной компонент – кремнезем, находится в пас-

сивном состоянии, что связано с технологией его получения. Таким образом, для использования в промышленных технологиях кремнегеля, следует переводить его в суспендированное состояние (без добавления воды) и активировать;

3) негативное влияние примесей (соединения фтора и алюминия), которые по мнению большинства исследователей, препятствуют растворению кремнезема в щелочных растворах.

В литературе рассматривается ряд способов воздействия на кремнегель с целью устранения его проблем – многократная отмывка, термическая (сушка) и химическая активация. Однако, все это усложняет технологическую схему, увеличивает затраты и снижает экономическую эффективность производства.

На кафедре ТСиК БГТУ разработаны одностадийные ресурсо-и энергосберегающие технологии получения растворимых и нерастворимых силикатов щелочных металлов на основе кремнегеля, основой которых является использование процесса предварительной механоактивации кремнегеля. Данная стадия хорошо вписывается в технологический процесс, не требует сложного оборудования и больших затрат (расход энергии на механоактивацию около 16 кВт·ч/т). Важно, что в ходе данной стадии решаются все проблемные вопросы, озвученные выше:

1. Происходит изменение агрегатного состояния: переход от порошка в текучую суспензию (вязкость по Энглеру 12–14 с), за счет перехода части связанной воды в свободную.

2. Полученная суспензия стабильна, при легком перемешивании может храниться продолжительное время.

3. Избыточная влага может быть удалена после отстаивания декантацией.

4. Резко повышается химическая активность кремнезема за счет перестройки водных оболочек его частиц, разрушения агрегатов, увеличения поверхности контакта.

5. Устраняется негативное влияние примесей, которые также как и SiO_2 реагируют со щелочью с образованием нерастворимых соединений (фторид натрия, алюминаты).

В итоге реакция кремнегеля с едким натром при атмосферном давлении и температуре 90–95 °С протекает полностью и завершается за 25–45 мин в зависимости от силикатного модуля смеси.

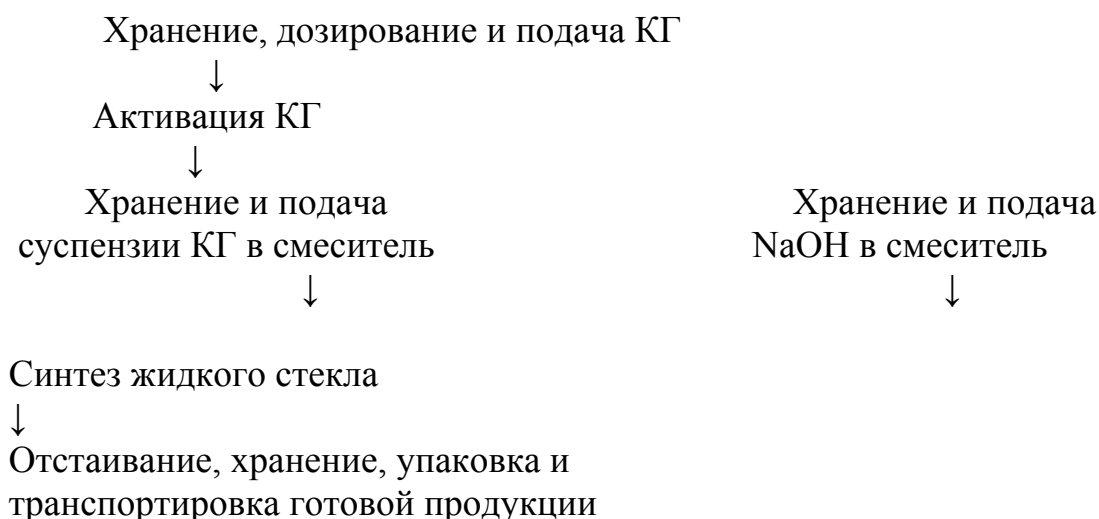
Ниже приведены технологические схемы и краткая характеристика двух многотоннажных технологических процессов, обеспечивающих полное вовлечение кремнегеля в производство.

Получение жидкого стекла с силикатным модулем 2,0–3,2 по одностадийной безавтоклавной технологии.

Наибольший интерес с экономической и экологической точки зрения, представляет способ получения жидкого стекла безавтоклавным низкотемпературным синтезом (температура гидротермальной обработки менее 100 °С, атмосферное давление), реализуемым на основе высокодисперсного промышленного кремнеземистого отхода. Качество производимого по такой технологии жидкого стекла характеризуется следующими показателями:

- выход готового продукта по SiO_2 – не менее 98 %;
- силикатный модуль – 2,0–3,2;
- плотность, г/см^3 – 1,26–1,55;
- массовая доля SiO_2 – 22,0–36,8;
- массовая доля Na_2O – 7,8–13,9;
- выпадение осадка при хранении – менее 1 %.

Ниже приведена технологическая схема получения жидкого стекла на основе кремнегеля:



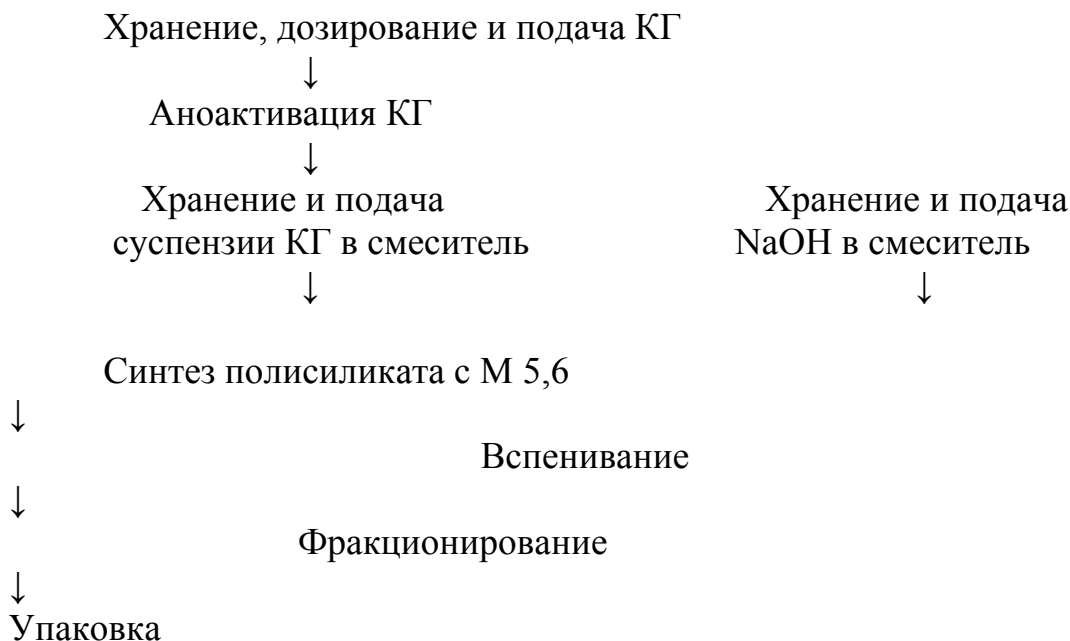
Основные преимущества данной технологии, в сравнении с традиционной дуплекс-технологией, заключаются в снижении материальных и, особенно, энергетических затрат на производство жидкого стекла, упрощение технологической схемы, отказ от использования сложного технологического оборудования и отсутствии выбросов в окружающую среду. Энергозатраты на производство 1 т продукта снижается в 7–8 раз. Производственная себестоимость жидкого стекла получаемого по разрабатываемой технологии составляет около 180 руб/т, в то время как себестоимость жидкого стекла, получаемого по традиционной технологии составляет 253 руб/т.

Получение гранулированных вспененных материалов на основе кремнегеля.

По технологии прямого химического синтеза гидросиликатов щелочных металлов на основе аморфного кремнеземистого сырья, с последующим их вспениванием и остеклованием при термической обработке получены вспененные гранулированные материалы с ячеистой структурой. Синтезированный на начальной стадии твердый гель гранулируется, а затем переводится в пиропластическое состояние и вспенивается в ходе единственной термообработки. В данном случае реализуется гидратный механизм вспенивания, парами воды, выделяющимися из геля. Одновременно со вспениванием осуществляется остеклование материала. Материалы обладают следующими свойствами:

- теплопроводность ($\lambda=0,055-0,065$ Вт/м·К);
- паропроницаемость ($\kappa=0,11-0,12$ м²/м³·Па);
- температура применения, °С: – 200...+ 700;
- прочность на сжатие в цилиндре, МПа: – 0,5–1,2;
- водостойкость (потери массы при кипячении в течение) 1 ч: 2–3 %;
- морозостойкость – более 35 циклов.

Ниже приведена технологическая схема получения вспененных гранулированных материалов.



Технология получения не содержит энергозатратных стадий и ориентирована на использование промышленных отходов. Использование отходов, отсутствие в технологическом процессе энергоемких

стадий (сушка, тонкое измельчение), а также низкие температуры вспенивания (350–450 °С) обеспечивают себестоимость продукции в пределах 45–55 \$ за 1 м³ в зависимости от гранулометрического состава, что в два раза ниже чем у пеностекла. Гранулированные материалы обладают комплексом свойств, близких к традиционному пеностеклу, которое считается эталоном для теплоизоляционных материалов. Материалы имеют широкую область применения; обеспечивается возможность получения мелкогранулированного и узкофракционированного продукта, например, фракции 0,5–2 мм, остро востребованной на рынке. Экологическая безопасность разработанных материалов обеспечивается стабильностью его структуры и отсутствием вредных выделений.