

Исследование отходов стекла для синтеза тоберморита

А.А. Кобякова
alinka_kobyakova@mail.ru

*Научный руководитель: д.т.н., профессор О.В. Казьмина,
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050,
г. Томск, пр. Ленина, 30*

В настоящее время во всех развитых странах остро стоит вопрос утилизации твердых бытовых отходов, среди которых стекло занимает особое место, в силу того, что представляет собой неразлагающийся отход. В связи с экологическими проблемами и необходимостью экономии топливно-энергетических ресурсов внимание исследователей привлекают новые направления использования отходов стекла. Научная идея работы заключается в получении эффективного сорбента в форме тоберморита на основе отходов стекла различного состава. Принципиальная возможность синтеза сорбента с использованием стеклобоя была установлена в работе [1]. Особенность структуры тоберморита, позволяющая использовать его в качестве ионообменного материала, заключается в слоистом строении и наличии пространства между слоями. Благодаря этому он способен извлекать ионы тяжелых металлов из сточных вод [2]. Отсутствие разделения мусора в нашей стране затрудняет процесс синтеза минерала из отходов только лампового стекла. Совместное использование различных видов стекла является более экономичным методом относительно поставки основного компонента и более экологичным относительно утилизации уже существующих отходов.

Цель работы – синтез тоберморита на основе отходов смеси различного стекла, пригодного для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

- провести сравнительный анализ образцов, синтезированных на основе различных видов стекла;
- изучить физико-химические характеристики синтезированных образцов;

Материалы и методы исследования. Содержание основных компонентов исходных шихт для синтеза тоберморита рассчитывалось с учетом стехиометрической формулы тоберморита и химического состава самих компонентов. В качестве основных компонентов для синтеза тоберморита в работе использованы следующие материалы: стеклобой лампового стекла (марка СЛ-96) и стекла листового (ГОСТ 111-2001), известь (ГОСТ 9179–77) и едкий натр (ГОСТ 2263–79). Теоретическими предпосылками выбора данных материалов явились следующие факторы. Наиболее распространенным видом вторичного стеклобоя являются силикатные стекла, имеющие в качестве основного стеклообразующего оксида – кремнезем. Источником оксида кальция, входящего в состав тоберморита, выбрана гашеная известь, которая также является распространенным сырьем, широко

применяемым в производстве различных вяжущих веществ. Гидроксид натрия выбран как реагент, непосредственно разрушающий кремнекислородный каркас стекла [3].

Основными методами исследования являлись рентгенофазовый анализ (РФА) с помощью которого определялось наличие низкоосновных гидросиликатов кальция, являющихся продуктом синтеза.

Практическая часть. Было синтезировано несколько образцов, имеющих различный состав исходной сырьевой смеси [4]. Выбор образца, имеющего в составе 58,1 % стеклобоя, 38,5 % гашеной извести и 3,4 % гидроксида натрия, был обусловлен следующими факторами. Результаты дифференциально-термического анализа указали на наиболее полное протекание синтеза тоберморита (рис. 1). На термограмме образца наблюдаются два эндоэффекта, связанные со следующими процессами: 90-113 °С – дегидратация низкоосновных гидросиликатов кальция; 670-714 °С – разложение мелкодисперсного CaCO₃, но практически отсутствует пик 440-455 °С – разложение Ca(OH)₂. Это указывает на то, что весь гидроксид кальция вступил во взаимодействие с образованием гидросиликатов кальция, что подтверждается данными РФА. Также наблюдается экзоэффект 700-750 °С, указывающий на кристаллизацию волластонита из тоберморита.

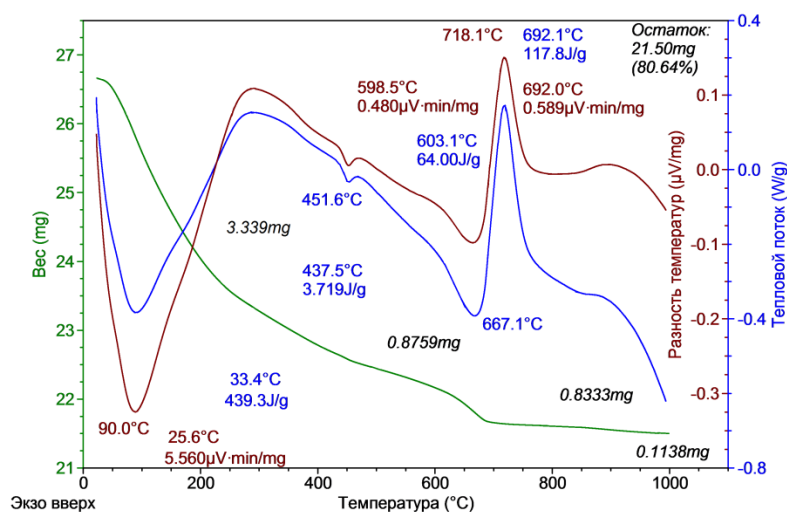


Рис. 1. Термограмма образца тоберморита, полученного из лампового стекла

По результатам ранее проведенного исследования сорбционных свойств сорбентов установлено, что степень очистки воды от ионов тяжелых металлов (Cu, Zn, Ni) составила 71,8- 99,9 %. Исходя из полученных результатов, был выбран указанный состав исходной шихты для синтеза низкоосновных гидросиликатов кальция, включающий ламповое или листовое стекло.

Для наиболее полного протекания реакций необходимо, чтобы исходные материалы имели высокую степень дисперсности, поэтому смесь предварительно измельчалась в шаровой мельнице до порошкообразного состояния с последующим прессованием образцов в виде таблеток (d=32,5 мм). Далее образцы подвергались термообработке в автоклаве при температуре 190 °С, давлении 10 атм. в течение 5 ч. Готовые образцы просушивались в течение суток в вытяжном шкафу для удаления химически несвязанной воды и отправлялись на исследование с помощью РФА.

На дифрактограммах образцов обнаружены дифракционные максимумы, принадлежащие минералам тоберморитовой группы ($5\text{CaO}\cdot 6\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$), кальциту (CaCO_3) и портландиту ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Это указывает на высокую степень протекания синтеза, подтверждение который было необходимо для дальнейшего исследования в данной области. Помимо РФА, подтверждение протекания синтеза было выявлено при проведении ДТА (рис.2).

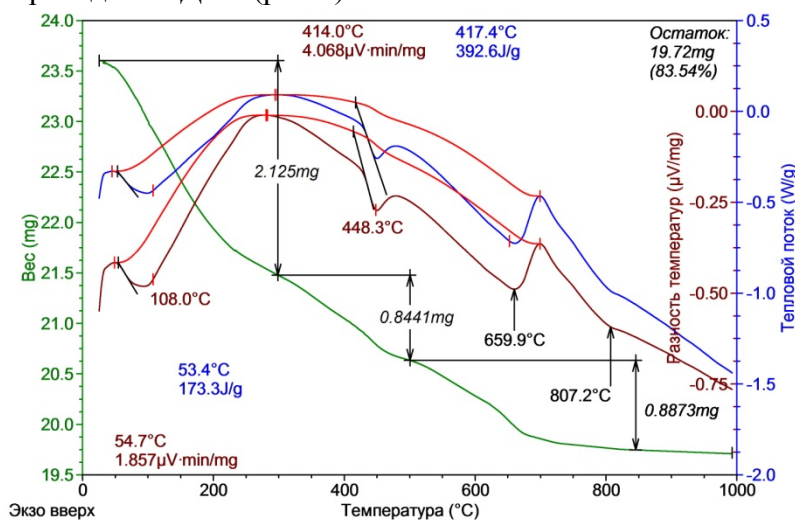


Рис. 2. Термограмма образца тоберморита, полученного из листового стекла

Выводы:

- Установлена принципиальная возможность получения из отходов листового стекла тоберморитовых сорбентов пригодных для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов
- Установлена возможность синтеза тоберморита из смеси вторичного лампового и листового стеклобоя, благодаря их схожему составу, что упрощает проведение синтеза с использованием отходов стекла

Список литературы:

1. Nichola J. Coleman. International Journal of Environment and Waste Management. 2011. Vol. 8, Нью 3 - 4. P. 366-382.
2. Либау Ф. Структурная химия силикатов. М.: Мир, 1988. 412с.
3. Лебедева Е.Ю., Казьмина О.В. Синтез тоберморита на основе промышленного стеклобоя. Перспективы развития фундаментальных наук: Труды IX Междунар. конф. студентов и молодых учёных. – Томск, 2012. – С. 420–422.
4. Лебедева Е.Ю., Кобякова А.А., Усова Н.Т., Казьмина О.В. Синтез тоберморитового адсорбента для очистки воды // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Том 324, № 3. с.137–141.

Гидродинамика стационарных устойчивых течений углеводородных сред в трубопроводах сложной формы

Куделин Н.С.
kudelin@tpu.ru