

Для увеличения площади соприкосновения фаз и улучшения, тем самым, обмена между ними, используют специальные устройства – различные регулярные и нерегулярные насадки [2]. Они, как и материалы стенок взаимодействуют с горячими фазами из-за чего могут быть подвержены негативным термическим эффектам. Поэтому, как для материала стенок, так и для материала насадки необходим термический анализ, который позволит определить какие материалы лучше использовать и какие задавать температуры.

Провести натуральный эксперимент по движению фаз, которые будут нагревать стенки и насадки весьма затруднительно. Поэтому на сегодняшний момент актуальны теоретические исследования, в которых с помощью специализированных программных продуктов основанных на различных аналитических и численных методах производится расчет параметров обменной колонны.

В данной работе проведены результаты моделирования теплового обмена в колонне с помощью специализированного программного обеспечения. В результате были получены расчетные данные для различных видов стали и материала насадок. Были определены оптимальные материалы и температура нагревателя.

Полученные данные могут способствовать экономному использованию времени и материалов, предотвращению аварийных ситуаций и оптимизации межфазного обмена.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Девярых Г. Г., Еллиев Ю. Е. Введение в теорию глубокой очистки веществ. – М.: Наука, 1981. – 320 с.
2. Тихомиров И.А., Видяев Д.Г., Гринюк А.А. Кинетика изотопного обмена и величина обменного потока между фазами // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307, № 6. – С. 81–84.

## РАЗВИТИЕ АДСОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цветков А.Д., Сукотнова В.В.

Научный руководитель: Борецкий Е.А., аспирант

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: cvalexej@gmail.com

В настоящее время наиболее распространённые виды топлива, используемые в двигателях внутреннего сгорания, являются производными нефти и природного газа, и оказывают негативное влияние, загрязняя окружающую среду. Исходя из этого, появилась необходимость использования менее вредных источников энергии. Одним из наиболее экологически чистых энергоносителей является водород. При этом водород обладает высокой энергетической ценностью на единицу массы [1].

Одной из наиболее значимых задач, которая требует решения для распространения водородного топлива, является создание способа хранения водорода, при котором будет обеспечиваться невозможность его детонации в случае разгерметизации системы хранения. Традиционные методы хранения, используемые на сегодняшний день, имеют достаточно низкие массовые и объёмные показатели.

Существует возможность использования альтернативных способов хранения водорода. Одним из таких способов является применение углеродных материалов, которые выступают в качестве сорбентов [2, 3].

В данной работе представлены результаты обработки данных по исследованию способности углеродных материалов к сорбции водорода, а также определены наиболее оптимальные параметры увеличения адсорбционного потенциала.

В результате работы наилучшие результаты по адсорбции водорода ~6 мас. % при 77 К и давлениях до 10 МПа были получены при использовании микропористых углеродных адсорбентов. Достижение адсорбционной активности выше ~6 мас. % становится возможным при модифицировании углеродных материалов переходными металлами 8Б группы, причем наибольший эффект проявляется в присутствии осмия. Термолиз углеродных материалов с гидроксидами щелочных металлов (LiOH, NaOH или KOH) также способствует увеличению адсорбционной активности, причём гидроксид калия является наиболее эффективным реагентом для развития пористой системы в углеродном адсорбенте.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водород. Свойства, получение, хранение, транспортирование, применение. Справ. изд. / Д.Ю. Гамбург, В.П. Семенов, Н.Ф. Дубовкин, Л.Н. Смирнов; Под ред. Д.Ю. Гамбурга, Н.Ф. Дубовкина. М.: Химия, 1989. – 672 с.
2. Видяев Д.Г., Борецкий Е.А., Верхорубов Д.Л. Определение сорбционных свойств наноразмерных материалов // Альтернативная энергетика и экология. – 2015 – №. 23. – С. 73–77.

3. Борецкий Е.А., Видяев Д.Г., Савостиков Д.В. Аккумуляция водорода углеродсодержащими наноструктурными системами // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2015. – Т. 58., № 2-2. – С. 68–72.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРЕССОВАНИЯ ПРИ ФАБРИКАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Борецкий Е.А.

Научный руководитель: Видяев Д.Г., д.т.н., профессор  
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
г.Томск, пр. Ленина, 40  
E-mail: eboretsky@mail.ru

Важным этапом при фабрикации мелкодисперсных материалов является определение оптимального давления прессования и времени выдержки пресс-порошка под статическим давлением.

В работах [1, 2] приводятся давления прессования углерода 1 МПа, 5 МПа, 20 МПа, 220 МПа. Исходя из проведенного обзора литературных источников можно говорить об отсутствии конкретных сведений по вопросу об оптимальном давлении прессования. В соответствии с этим, выбор давлений прессования осуществлялся исходя из следующих соображений:

1. при увеличении давления прессования снижается пористость образца;
2. при снижении давления прессования уменьшается прочность таблетки;
3. при выборе величины давления необходимо учитывать возможности прессы.

Таким образом, для проведения тестового эксперимента были выбраны следующие величины давлений: 10, 20, 40, 60 МПа при времени выдержки: 5, 10, 20, 30 мин.

С целью определения оптимального давления прессования был проведен тестовый эксперимент, в ходе которого была изготовлена экспериментальная партия таблеток на основе технического углерода.

Перед фабрикацией пресс-порошка была определена его насыпная плотность и плотность после утряски [3]. Объем измерялся с помощью стеклянного мерного цилиндра объемом 10 см<sup>3</sup> и площадью поперечного сечения 1 см<sup>2</sup>. Масса порошка определялась электронными весами ВЛТЭ-150.

По результатам измерений средняя насыпная плотность составила 0,406 г/см<sup>3</sup>, а средняя плотность после утряски – 0,526 г/см<sup>3</sup>, относительное изменение объема составило 22,9 %. Изготовление углеродных таблеток производилось путем статического одностороннего прессования порошка в пресс-форме.

В ходе тестового эксперимента определялись масса, высота, объем и плотность получившихся таблеток, а также их органолептические свойства, такие как внешний вид таблетки, наличие дефектов (сколов и трещин).

По результатам тестового эксперимента для дальнейшей работы были выбраны следующие условия: по давлениям – 20 МПа, 40 МПа, 60 МПа; по времени выдержки – 10 минут. Образец изготовленных таблеток представлен на рис. 1.



Рис. 1. Углеродная таблетка, изготовленная при давлении прессования 60 МПа, время выдержки – 10 минут

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Искусственный графит / Островский В.С., Виргильев Ю.С., Костиков В.И., Шипков Н.Н. – М.: Металлургия, 1986. – 272 с.
2. Preparation and characterization of carbon nanotube reinforced silicon nitride composites / Cs. Balazsi, Z. Kónya, F. Wébera, L.P. Biro, P. Arato // Materials Science and Engineering: C. – 2003. – Vol.23, №6-8. – P.1133-1137.
3. ГОСТ 25279-93. Порошки металлические. Определение плотности после утряски. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 10 с.

## **РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА НАГРЕВА ОБРАЗЦОВ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА, ПОДВЕРЖЕННОГО ФАБРИКАЦИИ**

Борецкий Е.А.