

В последующих работах планируется разработка программного кода для расчета других термодинамических пакетов, расчет термодинамических характеристик потока – энтальпия, эн-

тропия, теплоемкость и т. д., а также полноценного интерфейса для расчета процессов двух- и трехфазной сепарации в статическом и динамическом режимах.

Список литературы

1. Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей. – Л.: Химия, 1982. – 592 с.
2. Peng D. Y., Robinson D. B. // *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 1976. – Т. 54. – № 5. – С. 595–599.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ АСФАЛЬТЕНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

П. В. Поваляев^{1,2}, Е. В. Францина^{1,2}, В. В. Аркаченкова^{1,2}

Научный руководитель – д.т.н., заведующий лабораторией перспективных материалов энергетической отрасли А. Я. Пак¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, pvp13@tpu.ru

²Сургутский государственный университет
628403, Россия, г. Сургут, пр. Ленина 1

Синтез углеродных наноструктур (УН) является чрезвычайно актуальным, ввиду того что углеродные наноструктуры различной морфологии привлекают огромное внимание благодаря своим необычным свойствам и большому потенциалу применения. Например, УН нашли свое применение в изготовлении эластичных композитов и гибких электродов, также благодаря физико-химическим свойствам УН широко используются в электронике, катализе и фотоэлектронике [1, 2]. На сегодняшний день известно несколько методов синтеза УН: термический отжиг наноалмазов, химическое осаждение из газовой фазы, пиролиз и плазменный синтез. В большинстве методов для синтеза УН прибегают к использованию коммерческого углерода, что в некоторой степени приводит к повышению стоимости синтеза, но при этом обеспечивается чистота получаемого продукта. Данная работа посвящена плазменной переработке асфальтеносодержащих отходов с получением углеродных наноструктур различной морфологии.

Для проведения плазменной переработки асфальтеносодержащих отходов использовался безвакуумный электродуговой реактор постоянного тока, отличающийся от своих аналогов низкими временными и энергетическими затратами, необходимыми для проведения синтеза. Помимо этого, благодаря особенностям методики переработки, предотвращается окисление

образца путем самоэкранирования реакционной зоны, выделяющимися газами СО и СО₂ [3].

При проведении исследования по плазменной переработке асфальтеносодержащих отходов, использовались отходы различного происхождения: а) асфальтены выделенные из битума природного происхождения; б) асфальтены полученные с использованием технологии SDA; в) асфальтены выделенные из битума кармального месторождения с использованием SARA-анализа. Полученные образцы были проанализированы методом просвечивающей электронной микроскопии с использованием просвечивающего электронного микроскопа JEOL JEM 2100F (рис. 1).

По данным просвечивающей электронной микроскопии (рис. 1, а, б, в) исследуемый материал характеризуется присутствием нескольких кристаллических углеродных наноструктур: нанотрубок (1), нанолуковиц (2) и полиэдрического графита (3). Типы частиц идентифицированы в соответствии с известными представлениями о данных морфологических типах. Таким образом, методом плазменной переработки асфальтеносодержащих отходов получены углеродные наноструктуры различной морфологии, такие материалы относятся к классу углеродных графитоподобных материалов. Многообразие полученных частиц можно объяснить природным происхождением исходного сырья, что вызыва-

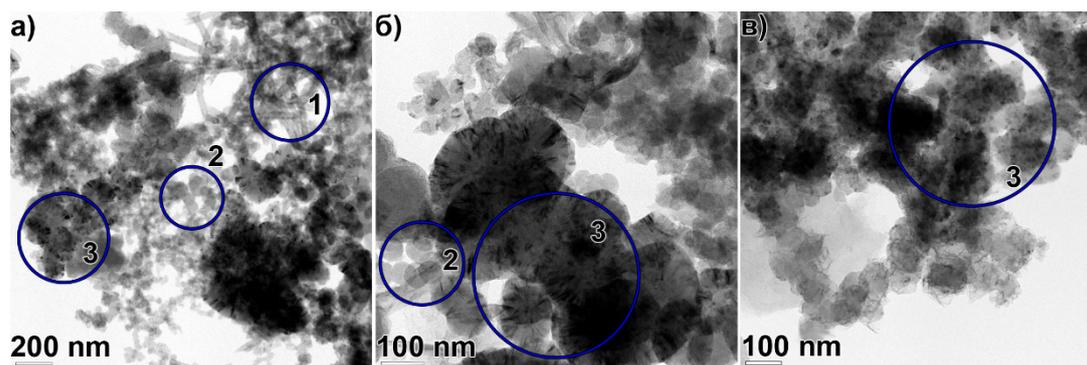


Рис. 1. Результаты просвечивающей микроскопии, обзорные снимки образцов полученных

от неоднородность и наличие в нем различных примесей.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда

(проект № 22-13-20016) в Сургутском государственном университете и Томском политехническом университете.

Список литературы

1. Dhand V., Yadav M., Kim S. H., Rhee K. Y. *A comprehensive review on the prospects of multi-functional carbon nano onions as an effective, high-performance energy storage material* // *Carbon. Elsevier*, 2021. – Vol. 175. – P. 534–575.
2. Giubileo F., Di Bartolomeo A., Sarno M., Altavilla C., Santandrea S., Ciambelli P., Cucolo A. M. *Field emission properties of as-grown multiwalled carbon nanotube films* // *Carbon. Elsevier*, 2012. – Vol. 50. – № 1. – P. 163–169.
3. Petrova Y. Y., Frantsina E. V., Grin'ko A. A., Pak A. Y., Arkachenkova V. V., Povalyaev P. V. *Investigation of the process and products of plasma treatment of asphaltenes* // *Materials Today Communications. Elsevier*, 2022. – Vol. 33. – P. 104669.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ОСАЖДЕНИЯ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПРЯМОГО КОКСОВОГО ГАЗА НА РОТОРАХ ГАЗОДУВНЫХ МАШИН ЦЕХОВ УЛАВЛИВАНИЯ КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

К. В. Покрышкин

Научный руководитель – к.т.н., заведующий кафедрой ХТТиПЭ УрФУ С. Г. Стахеев

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина
620002, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19, pkv@vuhin.ru

На ряде коксохимических производств имеются проблемы с образованием отложений на роторах газодувных машин, расположенных в машинном зале цеха улавливания химических продуктов коксования.

Образующиеся отложения препятствуют нормальной работе газодувных машин, которые не только транспортируют газ через всю аппаратуру цеха улавливания, но и обеспечивают нормативное разрежение в печах коксовых батарей.

Ранее проводились исследования отложений, образующихся в газопроводах коксового газа [1] и смоло-углеродистые отложения, за-

бывающие элементы газоотводящей арматуры коксовых печей [2], а также в [3] приведены сведения, касающиеся образования плотных углеродистых осадков в арматуре, газопроводах и компрессорах коксового газа.

Однако авторами не были установлены причины осаждения веществ.

С целью определения причин осаждения веществ из прямого коксового газа на роторах газодувных машин цехов улавливания коксохимических производств были проведены исследования образующихся отложений на их рас-