

УДК 539.264: 661.666.232:665.71

## ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ СОИНТЕРКАЛИРОВАНИЯ ГРАФИТА

*А.А. Войташ<sup>1</sup>, Ю.Н. Ганнова<sup>1</sup>, Ю.В. Берестнева<sup>2</sup>, Е.В. Ракша<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Донецкий национальный технический университет

<sup>2</sup>Государственное учреждение «Институт физико-органической химии  
и углехимии им. Л.М. Литвиненко»

*В работе проанализирована возможность применения соединений соинтеркалирования графита (ССГ) для очистки вод от нефтепродуктов. Представлен способ получения сорбента - терморасширенного графита (ТРГ) - из ССГ. Исследована зависимость сорбционных свойств ТРГ от природы графита, а также от состава ССГ.*

В настоящее время острой проблемой в области охраны природы является очистка природных и сточных вод от нефтепродуктов. Большинство из известных способов очистки сточных вод являются дорогостоящими и требуют дефицитных реагентов. В связи с этим актуальными являются исследования по разработке способов получения сорбентов из дешевых и доступных природных материалов, таких, как графит, запасами которого обладают Россия и Украина.

Графиты обладают слабой сорбционной способностью, однако они взаимодействуют с различными химическими соединениями с образованием соединений интеркалирования (внедрения), которые при термической обработке 900-1000 °С (термоударе) многократно расширяются в объеме с образованием термически расширенного графита (ТРГ). ТРГ представляет собой углеродный материал, обладающий высокой удельной поверхностью (до 200 м<sup>2</sup>/г) и низкой насыпной плотностью (1-10 г/дм<sup>3</sup>) и микропористой структурой [1]. Благодаря этим качествам ТРГ обладает высокой сорбционной способностью по отношению к нефтепродуктам и другим гидрофобным органическим соединениям.

В работе получены соединения соинтеркалирования нитрата графита (ССГ) с органическими соединениями – уксусной кислотой и этилформиатом. Для синтеза исходного нитрата графита использовали природный чешуйчатый графит марки ГТ-1 (Завальевское месторождение, Украина) и SUPERIOR GRAPHITE 2935 APH (США). Интеркалирование осуществляли последовательной обработкой

образца исходного графита концентрированной азотной кислотой с последующим соинтеркалированием ледяной уксусной кислотой, этилформиатом, либо их смесью в соотношении 1 : 1 по объему в соответствии с методикой [2]. Полученные ССГ охарактеризованы методами рентгенофазового анализа и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).

Структурные изменения графита при его взаимодействии с азотной кислотой и последующей обработкой органическими растворителями исследованы методом рентгенофазового анализа. В результате обработки исходного графита ГТ-1 98% азотной кислотой образуется в основном нитрат графита 4-й стадии ( $\alpha$ -форма) (рис. 1, б). Помимо сигналов для  $\alpha$ -формы 4-й стадии присутствуют рефлексы невысокой интенсивности, которые, по-видимому, соответствуют соединению  $\beta$ -формы 2-й стадии. Дифрактограммы продуктов, полученных при последующей обработке нитрата графита уксусной кислотой (рис. 1, а) по своему виду существенно не отличаются от дифрактограммы нитрата графита.

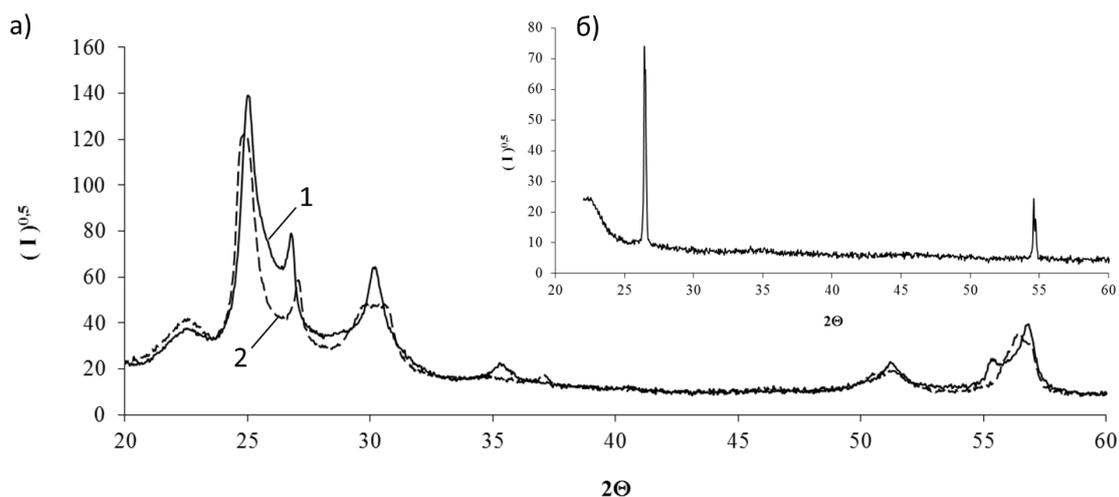


Рисунок 1 – а) дифрактограммы нитрата графита (1) и нитрата графита, соинтеркалированного уксусной кислотой (2); б) дифрактограмма исходного графита

Термическое расширение (вспучивание) проводилось в режиме термоудара при 900 °С согласно методике [2]. Для количественной характеристики способности ССГ к терморасширению использовали коэффициент вспучивания ( $K_v$ ).

Соединения соинтеркалирования на основе графита ГТ-1 обладают более высокой способностью к терморасширению по сравнению с ССГ на основе других марок графита (значение  $K_v$

составляет 250 - 380 см<sup>3</sup>/г). ССГ на основе графита марки SUPERIOR GRAPHITE 2935 APH практически не проявил способности к терморасширению ( $K_V < 20$  см<sup>3</sup>/г). При соинтеркаливании нитрата графита уксусной кислотой, этилформиатом или их смесью значение  $K_V$  увеличивается, как следствие, возрастает удельная поверхность получаемого ТРГ, вследствие чего можно ожидать увеличения его сорбционной емкости.

Морфологию поверхности полученных образцов ТРГ исследовали методом СЭМ (рис. 1).

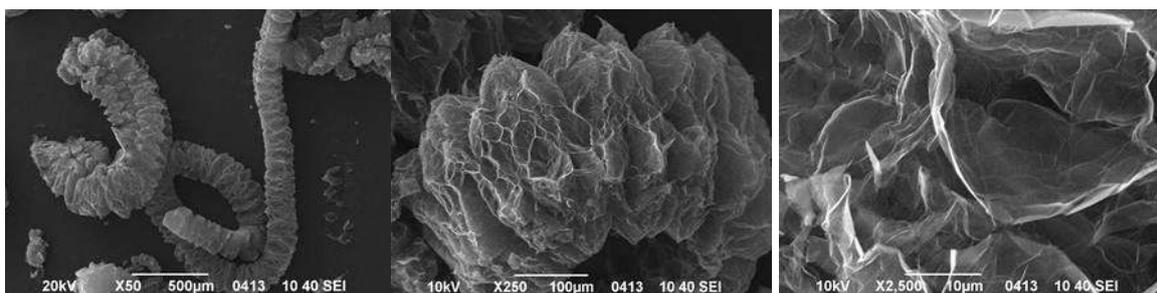


Рисунок 1 – СЭМ-микрофотографии терморасширенного СИГ – нитрата графита, модифицированного смесью этилформиат/уксусная кислота

Выполнен анализ литературных данных по использованию сорбентов на основе ТРГ для очистки сточных вод от нефтепродуктов. Преимущество ТРГ заключается в его малом расходе и высокой способности к регенерации. ТРГ Выявлено, что эффективность очистки сточных вод от нефтепродуктов сорбентами на основе ТРГ составляет до 99 %, что сопоставимо, а в некоторых случаях превышает показатели традиционных методов очистки сточных вод.

Таким образом, в работе получены новые соединения интеркалирования графита, характеризующиеся высокой способностью к термическому расширению. Показано, что обработка нитрата графита органическими веществами ведет к увеличению способности ССГ к термическому расширению.

1. Сорокина, Н.Е. Композиционные наноматериалы на основе интеркалированного графита / Н.Е. Сорокина, В.В. Авдеев, А.С. Тихомиров, М.А. Лутфуллин, М.И. Саидаминов. – М., 2010. – 50 с.

2. Savoskin, M.V. New graphite nitrate derived intercalation compounds of higher thermal stability / M.V. Savoskin, A.P. Yaroshenko, G.E. Whyman, R.D. Mysyk // J. Phys. Chem. Sol. – 2006. – Vol. 67. – P. 1127-1131.