

ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРОДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ

Д. Н. Рыскулов, А. Р. Насырбаев, Д. С. Никитин
Научный руководитель – к.т.н., доцент Ю. Л. Шаненкова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, rd01@tpu.ru*

Карбид кремния, обладающий рядом уникальных свойств, является востребованным материалом для многих областей применения. SiC в последние десятилетия занимает ведущее место в различных отраслях промышленности: двигателестроении, машиностроении, химической промышленности, металлургии, атомной энергетике и других. Такое широкое применение карбида кремния обусловлено рядом уникальных физических свойств, таких как чрезвычайная твердость, высокая термостойкость, устойчивость к химически агрессивным средам и радиационному воздействию [1]. Карбид кремния в наноразмерной форме получают различными способами (самораспространяющийся высокотемпературный синтез, плазмохимические процессы, золь-гель процессы и т. д.). Все эти подходы имеют недостатки: малое количество продукта, наличие примесей, многостадийность процессов, высокая стоимость оборудования и исходных материалов и т. д. [2].

Известно, что наноструктуры на основе SiC активно используются в каталитических приложениях. Это связано с хорошей механической и термической стойкостью карбида кремния, а также его стабильностью в кислых и окислительных средах. Помимо этого нанодисперсный SiC с большой площадью поверхности и большим количеством поверхностных дефектов и групп способен демонстрировать более высокую проводимость, чем монокристаллический SiC, поэтому нано-SiC оценивается как потенциальный материал-носитель для электрокатализаторов в прямых метанольных топливных элементах.

Согласно фазовой диаграмме, карбид кремния может быть синтезирован из жидкой фазы

при температурах выше 2545 ± 40 °С. Достижение таких температур возможно в низкотемпературной плазме. Одним из наиболее эффективных способов реализации необходимых экстремальных энергетических параметров представляется прямой плазмодинамический синтез (ПДС) в электроразрядной струе кремний-углеродной плазмы, генерируемой в импульсном коаксиальном сильноточном магнитоплазменном ускорителе (КМПУ) с графитовыми электродами [2].

Особенностью применяемого подхода является возможность использования в качестве исходного сырья для получения карбида кремния различных видов вторичного сырья, в частности, отходов сельскохозяйственной промышленности. Это позволяет не только производить продукт с добавленной стоимостью в виде уникального нанодисперсного продукта, но и решать задачу утилизации отходов. В настоящей работе в качестве исходных материалов использовались производные различных отходов – рисовой шелухи и соломы овса, как материалы, в которых содержится как углерод, так и кремний. В результате получен композитный материал, содержащий до 70 % SiC, а также углеродные наноструктуры и SiO₂ в зависимости от соотношения исходных прекурсоров с углеродом.

Полученный продукт использовался в качестве каталитически активного материала в трехэлектродной ячейке. Результаты электрокаталитических исследований продуктов в исходном виде и при модифицировании платиной приведены в таблице 1, в том числе перенапряжения η_1 и η_{10} при 1 мА/см² и 10 мА/см² соответственно и наклон Тафеля. По приведенным данным,

Таблица 1. Результаты электрокаталитических исследований продуктов синтеза, полученных на основе различных типов отходов

	Тип отходов	η_1 , мВ	η_{10} , мВ	Tafel slope, мВ
Без Pt	Солома овса	585	723	138
	Шелуха риса	575	758	183
Pt (5 %)	Солома овса	223	303	80
	Шелуха риса	159	299	140

наибольшая активность материалов достигается при модифицировании платиной (5 %).

Таким образом, показана возможность получения композитных структур, содержащих нано-SiC, путем ресурсоэффективной технологии плазмодинамического синтеза и его использования в каталитических приложениях.

Список литературы

1. Андреевский Р. А. *Наноразмерный карбид кремния: синтез, структура, свойства* // *Успехи химии*, 2009. – Т. 78. – № 9. – С. 889–900.
2. Пат. 2431947 РФ. Н05Н 11/00, F41В 6/00. *Коаксиальный ускоритель* / Сивков А. А., Пак А. Я. Заявлено 30. 04. 2010; Опубл. 20. 10. 2011.

ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ КИСЛОТНОЙ НЕФТЕВЫТЭСНЯЮЩЕЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ГЭР

А. Р. Сайденцаль, М. Р. Шолидодов, В. В. Козлов
Научный руководитель – д.т.н., профессор Л. К. Алтунина

ФГБУН Институт химии нефти СО РАН
634055, Россия, г. Томск, saydentsal_ar@mail.ru

В связи с увеличением добычи тяжелых и высоковязких нефтей требуются новые методы увеличения нефтеотдачи пластов. В настоящее время, методы, базируемые на применении химических реагентов (кислот, щелочей, растворов ПАВ) обладают большой актуальностью [1].

Одним из новых подходов к созданию нефтевытесняющих составов является внедрение в качестве их базы глубоких эвтектических растворителей – систем с особым типом межмолекулярного взаимодействия, в которых один компонент выступает в роли донора водородной связи, другой – акцептора. В конкретном мольном балансе компонентов ГЭР образуется смесь с более низкой точкой плавления, по сравнению с точками плавления отдельных компонентов. В системах «неорганическая поликислота – полиол» за счет переноса заряда между молекулами донора и акцептора образуются сильные комплексные кислоты [2]. Кроме того, с использованием принципов ГЭР можно получить нефтевытесняющую композицию с низкой температурой застывания, имеющую существенное преимущество при применении в условиях северных регионов и Арктики.

С целью повышения коэффициента извлечения нефти за счет улучшения проницаемости пород коллектора в Институте химии нефти СО РАН (ИХН СО РАН) разработана химическая

Работа выполнена при финансовой поддержке Госзадания № FEWZ-2021-0014 (Научно-технические основы и прикладные решения комплексной энерготеплотехнологической переработки биомассы для обеспечения экологически чистых технологий в энергетике и металлургии).

кислотная нефтевытесняющая композиция ГБК на основе трехкомпонентной системы ГЭР «полиол–карбамид–аддукт неорганической кислоты».

В лабораторных условиях, на установке моделирования процесса нефтевытеснения, было проведено исследование способности к нефтевытеснению композиции ГБК. Для воспроизведения пласта породы Р-с Усинского месторождения была сформирована модель из двух параллельных колонок, содержащих карбонатный керновый материал в дезинтегрированном виде и различающихся по величине газовой проницаемости. В рамках эксперимента, данные колонки последовательно насыщали моделью пластовой воды и изовязкой пластовой нефтью Усинского месторождения.

Эффективность использования нефтевытесняющей кислотной композиции оценивали в условиях доотмыва остаточной нефти после ее вытеснения водой при температуре 23 и 150 °С. После нефтевытеснения в колонки закачивали оторочку нефтевытесняющей композиции и выдерживали определенный период времени.

Проведенный эксперимент показал, что применение к модели пласта композиции ГБК влечет за собой дополнительное вытеснение нефти и стабилизацию фильтрационных потоков внутри модели пласта. При низкой темпе-