

## ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФРОНТА ГОРЕНИЯ ПРИ РАЗБАВЛЕНИИ ШИХТЫ ГОТОВЫМ ПРОДУКТОМ

Д.К. Колядко, С.С. Чурсин

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент О.Ю. Долматов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, dkk5@tpu.ru*

Мировая промышленность требует создания новых материалов, с заданными свойствами, отвечающих жестким требованиям. Помимо этого возникает вопрос ресурсоэффективности технологий получения функциональных материалов. Для синтеза и спекания неорганических веществ существуют общепринятые технологии порошковой металлургии. Но энергетические затраты существующих технологий достаточно высоки, в связи с чем разрабатываются новые методы получения функциональных материалов.

Альтернативой традиционным методам порошковой металлургии является самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Сущность этого физико-химического процесса состоит в экзотермической реакции компонентов. Реакция СВ-синтеза распространяется в автоволновом режиме – при локальном нагреве одной области шихты до температуры инициации синтеза начнется экзотермическая реакция в этой области, энергия, получаемая в ходе реакции, расходуется на иницирование реакции синтеза в не нагретых слоях, следовательно, не нужно постоянно потреблять энергию для поддержания синтеза. Фронт волны химических превращений распространяется со скоростью от нескольких миллиметров до десятков сантиметров [1], что обеспечивает высокую производительность данного метода. Еще одно достоинство метода СВС – это простота процесса, его контролируемость на всех этапах и высокая чистота конечного продукта [2, 3].

В данной работе рассмотрено влияние разбавления шихты готовым продуктом на температурный фронт горения. В качестве исследуемой системы выбрана смесь Ni-Al, которая используется для получения интерметаллида NiAl методом СВС. Интерес к исследованию данной системы значительно продиктован тем, что ведется разработка по использованию NiAl и материалов на его основе в ядерной промышленности.

Для исследования использовались следующие реагенты: пудра алюминиевая ПАП-2, порошок никеля ПНК-1Л8, смешанные в про-

порциях 1:2,3, в кубическом смесителе штырькового типа, в течение 30 минут. В полученный таким образом порошок добавлялся готовый продукт – интерметаллид NiAl в количестве 70 % масс. Шихты, исходных компонентов, массой 10 г прессовались в цилиндрические заготовки на гидравлическом прессе в течение 10 минут, образуя, таким образом, таблетку диаметром 30 мм. После подготовки образцов был осуществлен синтез в вакуумном реакторе.

Было проведено сравнение температурных фронтов горения при введении готового продукта в шихту и без его введения. Исследование температурных фронтов горения проводилось с помощью вольфрам-рениевых термопар подключенных к универсальному контроллеру температур.

По результатам проведенных исследований установлено, что наблюдается изменение температурного фронта горения при разбавлении готовым продуктом шихты. Стоит отметить, что наблюдается три зоны СВС-процесса: зона прогрева, зона синтеза и зона остывания, что характеризует волну горения. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в первой зоне наблюдается незначительное увеличение температуры. Во второй зоне наоборот происходит снижение максимальной температуры синтеза. В третьей зоне температурный фронт практически не изменяет свой характер. Изменение температурного фронта в первых двух зонах объясняется тем что, удельное энерговыделение в процессе реакции падает, так как имеется химически инертная добавка. Однако теплопроводность системы остается постоянной, потому что разбавитель имеет точно такой же состав что продукты синтеза, поэтому процессы остывания, протекающие в третьей зоне, не испытывают изменения.

В заключении стоит сделать вывод, что разбавление готовым продуктом шихты при СВС оказывает значительное влияние, позволяя управлять температурным режимом синтеза. А изменение температурного режима в свою очередь может влиять на фазовый состав, что необходимо в некоторых случаях. Помимо это-

го благодаря разбавлению возможно снижение градиента температур, что снижает вероятность

термомеханического разрушения образца во время синтеза.

### Список литературы

1. Мержанов А.Г. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез: Двадцать лет поисков и находок. – Черноголовка: ИС-МАН, 1989. – 91с.
2. Мержанов А.Г. Твердопламенное горение. – Черноголовка: ИСМАН, 2000. – С.224.
3. Итин В.И., Найбороденко Ю.С. Высокотемпературный синтез интерметаллических соединений. – Томск: ТГУ, 1989.

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ТИТАНА

С.В. Корнилов

Научный руководитель – к.т.н., старший преподаватель В.В. Смирнова

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

Метод сорбционной очистки воды от примесей различной природы является одним из самых распространенных, удобных и эффективных способов. Использование в качестве сорбента диоксида титана известно [1], но до настоящего времени не решена проблема вымывания сорбента в процессе эксплуатации и его отделения от очищенной воды. Применение гранул повышает технологичность очистки, обеспечивая как возможность регенерации сорбента, так и устойчивость водного потока.

Цель настоящей работы – повышение сорбционной емкости разрабатываемого сорбента на основе гранул  $TiO_2$  физико-химическим модифицированием его поверхности и активированием центров адсорбции: ультразвуком (УЗ) и постоянным электрическим полем (ПЭП) в среде различных электролитов.

Диоксид титана получали в условиях гидролиза тетрахлорида титана и отмывали дистиллированной водой до отрицательной пробы на хлорид-ионы. Полученный образец подвергали воздействию УЗ ( $f=22$  кГц,  $q=0,15$  Вт/м<sup>2</sup>,  $\tau=10$  мин.) и ПЭП ( $U=1,7$  кВТ,  $\tau=30$  мин.) в дистиллированной воде, а также в среде водных растворов 0,2 н. NaCl, HCl и NaOH. Все образцы высушивали при комнатной температуре. Для дальнейшей работы использовали образцы, находившиеся в середине межэлектродного пространства, что, согласно ранее проведенным исследованиям [2], позволяет получить сорбент на основе  $TiO_2$  с оптимальными полифункциональными свойствами. Выбранные образцы смешивали с

раствором ортоборной кислоты в соотношении 40 мл 5%-го раствора на 100 г порошкообразного диоксида титана. Гранулы формировали в стальной пресс-форме с дальнейшим прогреванием в муфельной печи: по мере повышения температуры прогрева ортоборная кислота разлагалась с образованием оксида бора, который, благодаря малому размеру иона бора, образовал прочный каркас в переходных слоях между частицами  $TiO_2$ , проникая в его структуру.

Для изучения сорбционных свойств полученных образцов  $TiO_2$  был приготовлен раствор, содержащий 3,00 мг/л ионов железа, 1,00 мг ионов марганца, 3500 мг/л хлорид-ионов и 0,010 мг/л фенола. Результаты экспериментов по сорбции представлены в таблице 1.

Полученные результаты отражают эффективность совокупного воздействия различных по природе электролитов, УЗ и ПЭП. Как результат этого воздействия содержание растворимых примесей в воде уменьшается более чем в два раза по сравнению с образцами не прошедшими предварительную обработку ультразвуком и постоянным электрическим полем. При этом образцы сорбента сохранили селективность по отношению к различным по природе примесям: с использованием образца « $TiO_2$  в NaCl», например, достигнута степень извлечения ионов железа – 63,2; ионов марганца – 65,2; хлорид-ионов – 55,6; фенола – 60,0 мас. %.

Гранулирование, согласно проведенным экспериментам, уменьшает степень извлечения примесей из их модельных растворов в диапа-