

температуры и давления в реакторе и коммуникациях.

Необходимость исследования влияния температуры на скорость процесса гидрирования обуславливается тем фактором, что обработка лигатур водородом проводится при температурах, близких к равновесным условиям, что приводит к одновременному самопроизвольному протеканию двух реакций: гидрирование и дегидрирование.

Лабораторные исследования показали, что при температурах 25–50 °С и для навесок лигатуры 70Nd-30Fe массой 3–5 г наблюдается более полное гидрирование высоконеодимого сплава, чем при температурах 75–200 °С. Оказывается, что влияние температура оказывает преимущественно на длительность индукционного периода, а не на скорость процесса в целом.

При температуре 50 °С наблюдается максимальный индукционный период в течение 6 минут. С увеличением навески до 200 г индук-

ционный период практически исчезает. На основании этих данных можно сделать вывод, что он характерен только для температур 25–50 °С. На процесс гидрирования при температурах выше 100 °С сказывается выделение тепла за счёт реакции гидрирования.

Такое влияние температуры на длительность индукционного периода связано со скоростью проникновения водорода по границам зерен вглубь материала. При низкой температуре скорость проникновения водорода (диффузии) в материал низка, трещины незначительны, а значит, незначительна реакционная поверхность. Скорость гидрирования резко возрастает только после образования достаточного количества транспортных трещин, которые обеспечивают беспрепятственное проникновение газа к поверхности материала.

В связи с этим температурный интервал 80–100 °С является оптимальным, что позволяет достигнуть степени гидрирования свыше 90 %.

### Список литературы

1. Савченко А.Г., Менушенков В.П. В кн.: *российско-японский семинар «Материаловедение и металлургия. Перспективные технологии и оборудование».* – Москва: из-во МИСус, 2003. – С.125–135.
2. Gutfleisch O., Harris I.R. *Fundamental and practical aspects of the hydrogenation, disproportionation, desorption and recombination process, J. Phys. D: Appl. Phys., 29 (1996).* – 2255–2265.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ФОТОЛИЗА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ТИОСУЛЬФАТА БАРИЯ

Е.А. Попова

Научный руководитель – к.х.н., доцент Н.Б. Егоров

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, ear34@tpu.ru*

Тиосульфат бария ( $BaS_2O_3 \cdot H_2O$ ) применяется в производстве искусственного перламутра, придавая бесцветному лаку жемчужный оттенок. Также он предложен в качестве титранта в йодометрическом методе анализа, тиосульфат-ион обесцвечивает нейтральные или слабощелочные растворы йода, восстанавливая его до йодид-иона [1].

Одним из важнейших факторов, определяющими устойчивость титрантов при хранении является воздействие на них электромагнитного излучения, однако до настоящего времени действие ультрафиолетового излучения на водные растворы  $BaS_2O_3$  не изучалось, поэтому данная работа посвящена исследованию фотолиза во-

дных растворов этого соединения.

При смешивании водных растворов, содержащих эквивалентное количество  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$  и  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ , получали порошок  $BaS_2O_3 \cdot H_2O$ , который промывали спиртом и сушили на воздухе. Источником УФ-излучения была ртутно-кварцевая лампа ДРТ-240.

40 мл водного раствора  $BaS_2O_3$  с концентрацией  $7,5 \times 10^{-3}$  моль/л облучали в течение 40 минут при комнатной температуре. При облучении более 1 минуты из объема фотолита происходит выделение коллоидного осадка (конус Тиндаля).

Процедуру получения осадка повторяли многократно до накопления количества, достаточного для проведения анализов. Образующий-

ся осадок отделяли от раствора центрифугированием, трехкратно промывали водой, затем этиловым спиртом и сушили в вакуумном эксикаторе.

Дифрактограмму полученного при фотолизе осадка снимали на рентгеновском дифрактометре Rigaku Miniflex 600. На дифрактограмме присутствуют интенсивные линии, принадлежащие  $\text{BaSO}_4$  (PDF 01-072-1390).

Методом ИК-спектроскопии проведено исследование полученного осадка, которое показало, что в ИК-спектре кроме полос поглощений  $\text{BaSO}_4$  при  $1190 \text{ см}^{-1}$ ,  $1120 \text{ см}^{-1}$ ,  $1079 \text{ см}^{-1}$ ,  $985 \text{ см}^{-1}$ ,  $639 \text{ см}^{-1}$ ,  $611 \text{ см}^{-1}$  и  $540 \text{ см}^{-1}$ , содержатся полосы поглощений, характерные для  $\text{BaSO}_3$  при  $926 \text{ см}^{-1}$  и  $497 \text{ см}^{-1}$ .

Обработка *n*-гексаном продукта фотолиза растворов  $\text{BaS}_2\text{O}_3$ , выделенного из раствора центрифугированием, показала, что в электронном спектре экстракта не содержатся полосы поглощений, характерные для растворенной элементной серы.

Концентрацию ионов водорода измеряли на inoLab pH/Ion 740 WTW с использованием комбинированного электрода Sentix 81. В процессе фотолиза в течение 20 минут растворов объемом 30 мл pH изменяется от 7,05 до 4,84, что указывает на образование ионов водорода.

Наблюдение за изменениями формы и ростом частиц коллоидных продуктов фотолиза, образующегося при фотолизе  $\text{BaS}_2\text{O}_3$ , проводили с помощью электронной микроскопии на

микроскопе JEOL JEM-2100F с использованием сеток с формваровой подложкой. Каплю раствора на формваровой подложке облучали УФ-излучением. После облучения, для удаления не фотолизованного  $\text{BaS}_2\text{O}_3$ , подложку промывали водой.

В начальный момент (до 1 мин.) на подложке происходит формирование тонких пленок, имеющих неправильную форму, в которых наблюдается муар. С увеличением времени фотолиза до 2 минут наблюдаются частицы округлой и овальной формы размером от 500 до 1000 нм. В течение 3–5 минут фотолиза частицы становятся более плотными, имеют эллипсовидную и звездчатую формы, размеры от 500 до 2000 нм.

Таким образом, в работе показано, что основным продуктом фотолиза  $\text{BaS}_2\text{O}_3$  на воздухе является  $\text{BaSO}_4$ , который используется для различных промышленных целей, а также в радиохимии для очистки растворов редкоземельных элементов от радия. Благодаря фотохимическому методу, можно осуществить контроль над размером образующихся частиц регулированием интенсивности потока квантов электромагнитного излучения, способного быстро и эффективно вызывать реакции восстановления.

Результаты электронной микроскопии получены на оборудовании научно-образовательного инновационного центра Томского политехнического университета «Наноматериалы и нанотехнологии».

### Список литературы

1. *Plimpton R.T., Chorley J.C. // J. Chem. Soc. Trans., 1895. – Vol.67. – P.314–315.*

## РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ПРОПЛАВЛЯЕМОЙ МЕМБРАНЫ ДЛЯ СЛИВА РАСПЛАВА Nd-Fe-B В КРИСТАЛЛИЗАТОР

В.А. Пронин, А.В. Полянская, В.О. Андросов  
Научный руководитель – к.х.н., доцент Ю.Н. Макаеев

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ  
636036, Россия, Томская область, г. Северск, пр. Коммунистический 65, proninvald@mail.ru.

Производство высокоэнергетических постоянных магнитов (ВЭПМ) на основе редкоземельных металлов в настоящее время является одной из ведущих наукоемких отраслей мировой промышленности. Производство компактных источников магнитной энергии влечет за собой развитие многих инновационных отраслей

промышленности – автомобильной, аэрокосмической, атомной и т.д. Наблюдаемое в последнее время ускорение развития робототехники также обязано появлению на рынке мощных микродвигателей и микроприводов на основе редкоземельных магнитов.

Сегодняшний уровень развития научной