

ИЗУЧЕНИЕ АДсорбЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОКСИДА АЛЮМИНИЯ, ПОЛУЧЕННОГО ПРИ ВЗРЫВЕ АЛЮМИНИЕВЫХ ПРОВОДНИКОВ В ВОДЕ

*Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины,
проспект Октябрьский, 43А, г. Николаев, 54018, Украина*

Известно, что основным продуктом взаимодействия субмикронных порошков (СМП) алюминия с водой является рентгеноаморфный оксид с удельной поверхностью до $500 \text{ м}^2/\text{г}$ [1].

Получение оксидов с такими свойствами весьма перспективно с точки зрения их использования в качестве высокоактивных сорбентов и носителей катализаторов. Однако в настоящее время имеются достаточно противоречивые данные по кинетике взаимодействия СМП алюминия с водой, что обусловлено существованием зависимости окисления СМП алюминия от способа его приготовления. Так, выдержка СМП алюминия ($d = 0,17 \text{ мкм}$), приготовленных методом испарения-конденсации в воде при 295 К в течение 5 суток не приводила к изменению фазового состава, тогда как гидрозоли суспензии субмикронных порошков алюминия, полученные электроэрозионным методом, полностью окисляются уже при комнатной температуре с достаточно высокой скоростью [1].

Перспективным методом получения СМП алюминия, по мнению авторов [1], является электрический взрыв проводников, позволяющий варьировать дисперсность порошка изменением удельного энергосодержания взрываемого проводника. В этой работе авторы осуществляли взрыв алюминиевой проволоки в водородной среде с последующей пассивацией СМП алюминия и дальнейшим окислением в воде.

В отличие от этих исследований нами изучена возможность получения высокоактивных адсорбентов на основе $\Gamma_{\text{H}^+} - \Gamma_{\text{OH}^-}$ при взрыве алюминиевых проводников непосредственно в воде. При этом отпадает необходимость в поддержании восстановительной атмосферы взрыва, а также не возникает проблем, связанных с пирофорностью полученных СМП алюминия.

Экспериментальная часть

Взрыв алюминиевого проводника ($d = 0,33 \text{ мм}$ и $l = 150 \text{ мм}$) осуществляли в дистиллированной воде в разрядной камере с электродной системой острие–плоскость при следующих параметрах разрядного контура: напряжение – 40 кВ ; емкость конденсаторной батареи – 1 мкФ . Электрод выполнен из алюминиевой трубки, что обеспечивало непрерывную подачу проводника в зону разряда.

Полученный таким образом мелкодисперсный алюминий оставляли в воде до полного завершения химической реакции (прекращение выделения водорода).

Топографию поверхности оксида алюминия исследовали методом растровой электронной спектроскопии на электронно-зондовом микроанализаторе «Superprobe-733» фирмы «Jeol» (Япония).

Адсорбционные характеристики образцов определяли по адсорбционной плотности H^+ и OH^- донорных активных центров по следующей методике. Навеску оксида ($0,500 \text{ г}$) суспендировали в 50 мл $0,02 \text{ н}$ HCl и оттитровывали $0,20 \text{ н}$ KOH при перемешивании магнитной мешалкой со скоростью $100 - 150 \text{ об/мин}$. Поглощение H^+ и OH^- -ионов определяли по разнице, пошедшей на титрование испытуемой суспензии и холостого опыта (без оксида) до заданного значения рН. Величину рН, равной адсорбции водородных и гидроксильных ионов, определяли по пересечению кривых титрования суспензии и холостого опыта. Адсорбционную плотность ($\Gamma_{\text{H}^+} - \Gamma_{\text{OH}^-}$) рассчитывали в мг-эквивалентах на 1 г оксида относительно точки, равной адсорбции H^+ и OH^- -ионов.

Результаты и обсуждение

На рис.1 представлена сканограмма частиц продукта взаимодействия СМП алюминия с водой, полученного электрическим взрывом алюминиевого проводника в воде после полного заверше-

ния реакции окисления. Видно, что образующиеся частицы полидисперсны, их максимальный размер достигает ~ 500 мкм.

На рис.2 представлены те же частицы, но при увеличении $\times 1000$. Образовавшиеся частицы представляют собой агрегаты из более крупных частиц и распределенных на их поверхности частиц малых размеров. Такую же морфологию имеют и частицы оксида алюминия, сформированные при взаимодействии с водой порошков алюминия, полученных электровзрывом алюминиевого проводника в атмосфере водорода. Это позволяет сделать предположение о близком механизме взаимодействия с водой СМП алюминия, полученных при электрическом взрыве в водороде и непосредственно в воде. Также очевидно, что такая морфология обеспечивает высокие значения удельной поверхности, которые, как было установлено, зависят от дисперсности исходного порошка алюминия и температуры реакционной среды и достигают ~ 250 – 500 м²/г.



Рис.1. Сканограмма частиц продукта взаимодействия СМП алюминия с водой после полного завершения реакции ($\times 400$)

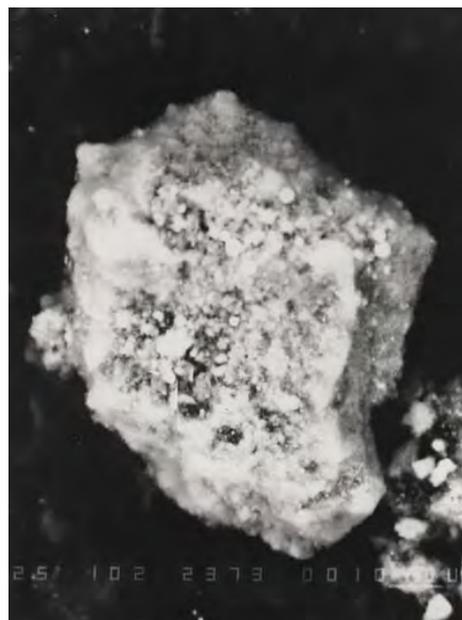


Рис.2. Сканограмма частиц продукта взаимодействия СМП алюминия с водой ($\times 1000$)

На рис.3 представлены результаты исследований по определению адсорбционной плотности активных центров на межфазной границе оксида алюминия, полученного традиционным методом Байера [2] и при взаимодействии СМП алюминия с водой.

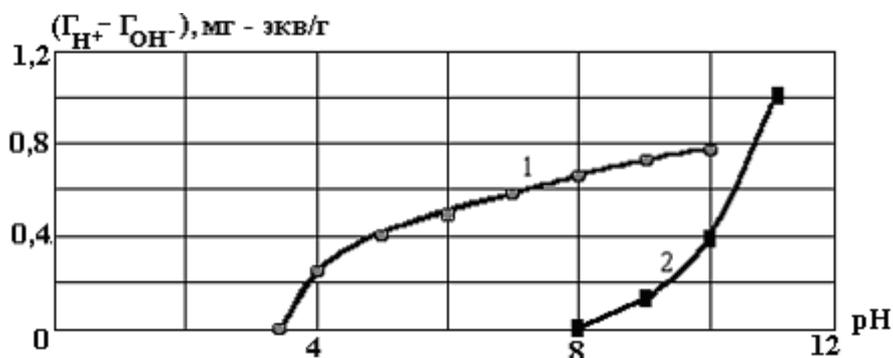


Рис.3. Распределение поверхностных кислородо-водородных групп на межфазной границе оксид-вода: 1 – оксид алюминия, полученный традиционным методом Байера; 2 – оксид алюминия, полученный после полного завершения реакции СМП алюминия с водой

Как видно, распределение поверхностных кислородо-водородных групп на межфазной границе этих оксидов имеет разный характер. Причем для оксида алюминия, полученного при взаимо-

действии СМП алюминия с водой, наблюдается резкий рост величины ($\Gamma_{H^+} - \Gamma_{OH^-}$) в достаточно узком диапазоне рН. Эта особенность представляется интересной с точки зрения повышения реакционной способности адсорбированных на Al_2O_3 реагентов, проявляющих свою активность в интервале рН = 8–10. Такими реагентами, в частности, могут быть иммобилизованные на поверхности оксида алюминия энзимоподобные соединения, образующие каталитически активные комплексы с подложкой.

Таким образом, предложен более экономичный способ получения субмикронных порошков алюминия. Оксид алюминия из таких порошков отличается от Al_2O_3 , полученного по традиционной технологии Байера, по своим адсорбционным характеристикам. Узкий интервал рН изменения адсорбционных свойств изученного Al_2O_3 позволит сделать предположение о его применимости в качестве активного носителя для ферментов и лекарственных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ляшко А.П., Медвединский А.А., Савельев Г.Г. и др. Особенности взаимодействия субмикронных порошков алюминия с жидкой водой: макрокинетика, продукты, проявление саморазогрева // Кинет. и катализ. 1990. Т. 31. Вып. 4. С. 967 – 972.
2. Стайлз Б. Носители и нанесенные катализаторы. Теория и практика. М., 1991.

Поступила 25.12.02

Summary

By the method of scanning electron spectroscopy and on the adsorptive characteristics alumina obtained by dissolution of submicron powder of aluminium in water has been studied. Submicron powder of aluminium were obtained at electrical explosion of an aluminium conductor in water. The abnormal adsorptive properties of the studied alumina in comparison with obtaining by traditional Bayer's technology, allow to suspect efficiency of its usage as the carrier for biocatalysts and drags.

Ю.А. Выжол, А.Н. Щербак, С.А. Щербак*

СТАЦИОНАРНЫЙ ТЕПЛОВЫЙ РЕЖИМ ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ ВОДЫ ЧЕРЕЗ ПОРИСТУЮ СРЕДУ

*Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины,
пр. Октябрьский 43-А, г. Николаев, 54018, Украина*

**Николаевский государственный университет Украины, г. Николаев
ул. Никольская 24, г. Николаев, 54030, Украина*

В настоящей работе основное внимание уделено теоретическому обоснованию существования эффективных режимов теплообмена при фильтрации воды через пористую среду, что предполагает оценку значений основных параметров процесса (расход воды, размер частиц, тепловые потери, параметры источника тепла) для достижения желаемого эффекта. Частично оценки такого рода проводились и ранее. Например, получена зависимость температуры горения порошков металла от значений параметров системы с учетом теплотерь реактора [1], при этом скорость межфазного теплообмена принималась равной бесконечности, что может давать верные результаты только в ограниченной области значений параметров, например, при малом размере частиц или при низкой скорости конвективной тепловой волны. Анализ фильтрационного горения с учетом межфазного теплообмена выполнен в работе [2]. Однако основное внимание при этом уделено теоретическому и экспериментальному исследованию пределов горения, и полученные результаты не позволяют определить зависимость адиабатической температуры от интересующих нас параметров.