

значимого воздействия на селективность извлечения ионов щелочных металлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шапошник В.А. Разделение катионов натрия и кальция электродиализом с ионообменными мембранами / В.А. Шапошник, Фам Тхи Ле На, М.А. Макарова. – ГОУ ВПО «Воронежский государственный университет», Воронеж, 2010. – 7 с.
2. Хан В.А. Электродиализ водных растворов в магнитном поле / В.А. Хан, В.Ф. Мышкин, А.А. Цхе, В.Ю. Симоненко // Известия ВУЗов. Физика, 2013. №4/2. – С. 321-325.
3. V.F. Myshkin, C.V. Perminov, V.Y. Simonenko. Electrodialysis powered from a direct current in a magnetic field/ Tomsk Polytechnic University.- 2013. <<http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2013/C01/V3/047.pdf>>
4. Lioubashevski O. Magnetic field effects on Electrochemical process: A Theoretical hydrodynamic model / O. Lioubashevski, E. Katz, I. Willner // The journal of Physical chemistry. - 2004. <<http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jp037785q>>.

ИЗОТОПНЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ ПЛАЗМЕННОМ РАСПЫЛЕНИИ ТИТАНА В КИСЛОРОД-АРГОНОВОЙ СРЕДЕ

Беспала Е.В.¹, Перекрёстов Р.В.²,

¹Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск,
пр. Ленина, 30

²Charles University in Prague
E-mail: bespala_evgeny@mail.ru

На современном этапе область применения материалов с измененным изотопным составом в промышленности, науке и технике постоянно расширяется. Несмотря на существование традиционных и проверенных методов сепарации изотопов (центрифужный, газодиффузионный). Широкое использование обогащенных изотопами материалов затруднено по причине высокой себестоимости. Поэтому исследования, направленные на поиск изотопных эффектов и разработку инновационных методов разделения изотопов, являются актуальными.

Нами изучается способ получения стабильных изотопов путем их плазмохимической сепарации в магнитном поле. Во внешнем магнитном поле спины валентных электронов атомов и неспаренных электронов свободных радикалов прецессируют с характерными частотами. Характерные частоты парамагнитного резонанса для

изотопных модификаций радикалов отличаются. Была показана принципиальная возможность увеличения изотопной концентрации ^{13}C в монооксиде углерода с 1,1% до 1,4% при величине магнитного поля 0,2 Тл в результате плазмохимического окисления в условиях недостатка кислорода [1]. Это показывает, что газофазные радикальные процессы в низкотемпературной плазме, находящейся в магнитном поле, селективны по изотопам.

Титан и его соединения широко используются в технике и технологии. Например, оксид титана, относящийся к полупроводникам, перспективен для использования в качестве фотокатализатора окисления органических соединений. Два из пяти стабильных изотопов титана (^{47}Ti , ^{49}Ti) имеют парамагнитные ядра. Поэтому частоты электронных парамагнитных резонансов изотопов титана будут отличаться. При окислении титана в магнитном поле в условиях низкотемпературной плазмы изотопный состав продуктов реакции (TiO , TiO_2) должен также отличаться от природного. В дальнейшем на подложке формируется пленка из оксидов титана. Следует ожидать, что изменение изотопного состава материала пленки также приведет к изменению его функциональных свойств.

Для исследования влияния парамагнитных явлений на процесс окисления титана в магнитном поле использовалась установка, основу которой составлял источник плазмы с полым катодом. Генератор низкотемпературной плазмы находился в вакуумной камере при давлении 1-10 Па. Источником паров титана служил водоохлаждаемый полый катод, выполненный в виде сопла из титана чистотой 99,99%. Через полый катод в вакуумную камеру подавался плазмообразующий газ аргон. Кислород подавался в боковую часть вакуумной камеры. Соотношение количества газов $\text{Ar} : \text{O}_2$ в рабочей камере составляло 1000:1. При расходе аргона $50 \text{ см}^3/\text{мин}$, контролируемого по расходомеру MKS-1259CC, давление в плазменной струе значительно превышало давление в вакуумируемой камере. Магнитное поле, действующее на плазменный поток, создавалось с помощью магнитов с остаточной намагниченностью 0,2 Тл, устанавливаемых за подложкой. При этом расстояние между срезом сопла магнитом составляло 8 см. На расстоянии 5 см от среза сопла плазмотрона и 5 см от его оси устанавливалась входная диафрагма масс-спектрометрического анализатора марки HAL 7 MSIU. При этом оси плазменного потока и масс-спектрометра ориентировались перпендикулярно. Масс-спектрометр разрешает все изотопные пики титана и его оксидов.

Анализ масс-спектров отбираемых проб показывает наличие следующих частиц: TiO , TiO_2 , Ar , Ti . Из сравнения относительных

интенсивностей пиков изотопных модификаций разных частиц видно, что изотопный состав разных оксидов титана соответствует его природному составу. В настоящее время проводится поиск величины магнитного поля, обеспечивающего условия селективного окисления изотопов титана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Myshkin V.F., Izhoikin D.A., Ushakov I.A., Shvetsov V.F. Physical and Chemical Processes Research of Isotope Separation in Plasma under Magnetic Field // Advanced Materials Research Vol.880, P.128-133 (2014) doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.880.128.

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОРБЦИИ ВОДОРОДА НАНОДИСПЕРСНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Тюделеков Е.А., Савостиков Д.В.

Научный руководитель: Видяев Д.Г., д.т.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г.
Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: bambr@tpu.ru

Для изучения процессов сорбции водорода наноструктурными композитными материалами на основе металлов, неметаллов и аллотропных модификаций углерода с целью получения новых водородсодержащих систем с повышенной емкостью [1] была создана исследовательская установка, схема которой приведена на рисунке.

Установка состоит из прогреваемого реактора *СТ*, соединенного с контроллером температуры *ТС* с помощью которого можно осуществлять изменение темпа и диапазона нагрева. Откачка системы до давлений ниже атмосферного производится форвакуумным насосом *N*. Контроль давления в системе осуществляется с помощью термопарных *РТ* и манометрических преобразователей *РД*. В качестве источника водорода использована установка по получению водорода *QL 500* производительностью 0,5 л/мин с давлением на выходе 0,4 МПа. Контроль выделяющегося водорода в реакторе осуществляется квадрупольным масс-спектром *МС-7*.

Разработанная установка позволяет:

- проводить исследования сорбции водорода нанодисперсными материалами металлов и неметаллов методом программируемой термодесорбции и изотермическим методом;
- осуществлять прогрев образцов в диапазоне температур