

## СПИНОВАЯ СЕПАРАЦИЯ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Ушаков И.А., Ижойкин Д.А.

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

E-mail: [izhoykinda@tpu.ru](mailto:izhoykinda@tpu.ru)

Широкое распространение сферы применения изотопов требует разработки инновационных методов их сепарации. Интерес к высокочастотной плазме для разделения изотопов различных элементов, определяется ее неравновесностью. Нами проводятся исследования процесса изотопного перераспределения в реакции окисления атомарного углерода в плазме высокочастотного факельного разряда [1]. Для экспериментальных исследований использован стенд, схема которого приведена на рисунке 1. Цифрами обозначены: 1 – ВЧ генератор, 2 – графитовый электрод, 3 – плазмохимический реактор, 4 – система формирования газовой смеси, 5 – термический окислитель, 6 – кислородный баллон, 7 – теплообменник, 8 – буферный объем, 9 – азотная ловушка, 10 – ротаметр, 11 – пробоотборник.

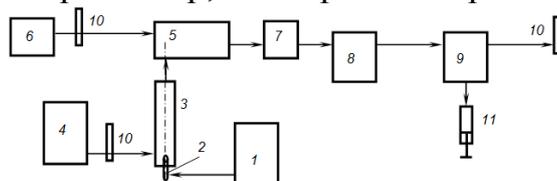


Рисунок 1 – Принципиальная схема плазмохимического стенда

Перед возбуждением разряда устанавливали магниты на заданных точках вдоль оси плазменного реактора. Использовались два типа постоянных магнитов: 1,2 Тл и 0,2 Тл. Магниты устанавливались перпендикулярно потоку разноименными полюсами друг к другу.

Высоковольтное напряжение от ВЧ генератора прикладывалось к графитовому расходуемому электроду. ВЧ ток и плазменный поток разогревали графитовый электрод, который начинал испаряться. В плазмохимический реактор подавалась плазмообразующая смесь  $\text{Ar} + \text{O}_2$ .

Экспериментальные данные о содержании  $^{13}\text{C}$  в моноокиси углерода, в зависимости от расстояния от точки отрыва плазменного факела от электрода до центра магнитного поля, приведены на рисунке 2.

При использовании магнитов с индуктивностью 0,2 Тл содержание  $^{13}\text{C}$  в газовой фазе продуктов реакции может достигать 1,41 %, что соответствует однократному коэффициенту разделения  $\approx 1,28$ . При

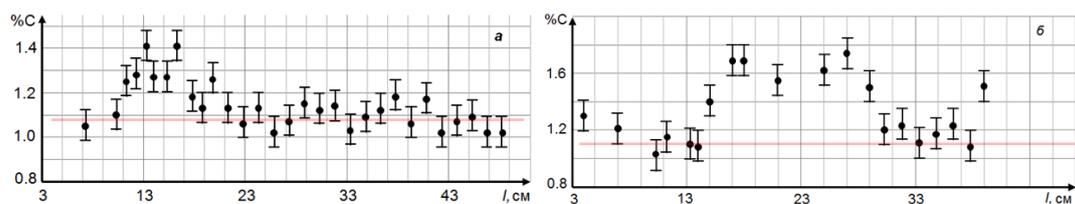


Рисунок 2 – Содержание изотопа  $^{13}\text{C}$  в СО при окислении углерода в магнитном поле в ВЧФ-разряде.

а) 0,2 Тл; б) 1,2 Тл

использовании магнитов с индуктивностью 1,2 Тл содержание  $^{13}\text{C}$  в газовых продуктах реакции достигает 1,78 %. Однократный коэффициент разделения в этом случае равен 1,63.

Различие достигаемых результатов, по нашему мнению, является следствием различной величины магнитного поля. Это приводит к различным частотам прецессии спинов неспаренных электронов РП с разными изотопами углерода. При этом реакционная способность таких РП будет различна, что приводит к различному содержанию изотопов в продуктах реакции. График зависимости содержания  $^{13}\text{C}$  в газовых продуктах реакции от расстояния от электрода до области расположения магнитов поля имеет область максимума.

Экспериментально полученные значения концентрации  $^{13}\text{C}$  в продуктах неполного окисления паров углерода во внешнем магнитном поле меньше, чем получается в результате моделирования процессов окисления и конденсации, с учетом парамагнитных явлений в магнитном поле. Уменьшение коэффициента разделения, относительно теоретического значения, связано с неизбирательным окислением при контакте сажи и угарного газа в диффузной оболочке ВЧФ-разряда. Избирательность окисления также уменьшается из-за сложности контроля подачи малых количеств окислителя (менее 0,1% по объему от количества аргона).

#### 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. - 2014 - Vol. 880. – p. 128-133.