

СЕПАРАЦИЯ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА В ПЛАЗМЕ ДУГОВОГО РАЗРЯДА ПОД ДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Ушаков И.А., Григорьев А.С., Бабаев Р.

Научный руководитель: Мышкин В.Ф., д.ф.-м.н., профессор

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

E-mail: mamay2008@bk.ru

Низкотемпературная плазма находит разнообразное технологическое применение. Например, в металлургии используется для модификации поверхности материала, получения металлических порошков. В настоящее время актуальна задача по улучшению технологии сепарации изотопов.

Значительную долю в составе плазмы составляют радикалы. При воздействии внешнего магнитного поля на радикалы, находящиеся в плазменном потоке, наблюдается прецессия спинов валентных электронов. Отличие частот прецессии неспаренных электронов радикалов в магнитном поле, содержащих целевой и остальные изотопы, приводит к изменению изотопного состава продуктов реакции от изотопного состава исходного реагента.

Мы изучали влияние магнитного поля на процесс сепарации изотопов при неполном окислении углерода в плазменном канале дугового разряда. Схема стенда для проведения экспериментальных исследований приведена на рисунке 1. Использовали стальной (массивный) и графитовый (стержневой) электроды. Пары оксида железа, формирующиеся в результате испарения стального электрода, позволяют разделять остаточные изотопы углерода от образующегося угарного газа. При этом целевой изотоп может концентрироваться как в газовой фазе, так и в дисперсной.

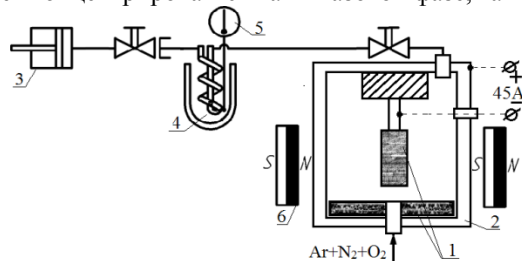


Рисунок 1 – Принципиальная схема плазмохимического стенда

1 – электроды, 2 – корпус, 3 – пробоботборник, 4 – теплообменник, 5 – термометр, 6 – магнит

Анализ изотопного состава газовых проб производили времяпролетным масс-спектрометром ЭМГ 20-9. Различие изотопного состава по сравнению с факельным разрядом обусловлено различием газовых температур, протяженностью высокотемпературного газа и рядом других параметров. Результаты изотопного распределения углерода в факельном и дуговом разрядах представлены на рисунке 2.

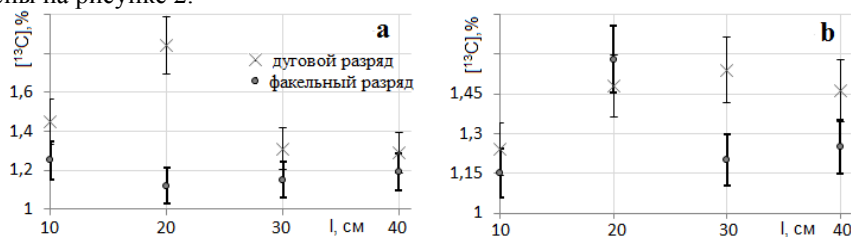


Рисунок 2 – Изотопное распределение углерода: внешнее поле: а – 0,2 Тл, б – 1,2 Тл.

Различие результатов в дуговом и факельном разряде обусловлено тем, что дуговой разряд имеет более высокую газовую температуру. Поэтому в дуговом разряде испаряется больше материала электрода и образуется большее количество дисперсной фазы. Дисперсная фаза позволяет отделять продукты реакции от исходных веществ, что увеличивает эффективность целевого процесса. Максимальное содержание ^{13}C в диоксиде углерода после прохождения дугового разряда не превышает 1,85% (1,1% природное содержание), после факельного разряда – 1,58%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Myshkin V.F., Izhoikin D.A., Ushakov I.A. et. al. Physical and Chemical Processes Research of Isotope Separation in Plasma under Magnetic Field // Advanced Materials Research. - 2014 - Vol. 880. - P. 128-133