

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛАЗМАТРОНОВ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА

В.Ф. Мышкин, Е.В. Беспала, В.А. Хан

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: bespala_evgeny@mail.ru

При эксплуатации уран-графитовых реакторов (УГР) замедлитель становится радиоактивным. В мире, после остановки всех АЭС с РБМК, масса отработавшего реакторного графита составит около 260 тыс. тонн. В России и за рубежом ведутся исследования, направленные на разработку технологии переработки облученного ядерного графита [1]. Однако большинство известных способов утилизации ведут к накоплению ещё большего количества радиоактивных отходов, содержащих радиоактивный изотоп ^{14}C . Поэтому актуальна задача поиска метода переработки облученного реакторного графита.

Одним из перспективных методов утилизации реакторного графита является его переработка в низкотемпературной плазме. В работе [2] была показана возможность разделения изотопов углерода между газовой и дисперсной фазами в результате плазмохимических процессов, протекающих во внешнем магнитном поле. Установлено, что при использовании постоянных магнитов с остаточной намагниченностью 0.2 Тл содержание ^{13}C в продуктах реакции достигает 1.4%. При использовании магнитов с намагниченностью 1.2 Тл содержание ^{13}C в продуктах реакции возросло до 1.78%. Показано, что процесс спиновой сепарации изотопов углерода также применим для радионуклида ^{14}C , содержащегося в облученном реакторном графите.

При разработке плазмохимической технологии переработки облученного графита необходимо добиваться увеличения коэффициента разделения изотопов. При этом изотопный эффект зависит от многих факторов: состава плазмообразующей смеси, частоты столкновений частиц и электрофизических характеристик плазмы, условий теплообмена, геометрии плазмохимического реактора. Причиной недостаточной сепарации также может быть длительное время контакта продуктов и исходных веществ в реакторе. Поэтому для увеличения коэффициента разделения изотопов необходимо оптимизировать параметры, оказывающие наибольшее влияние на процесс сепарации изотопов.

Газовые потоки в плазмохимическом реакторе моделировали в среде COMSOL Multiphysics с учетом выделения энергии в канале электрического разряда. Для разных плазмообразующих смесей, соотношения диаметра и длины плазмохимического реактора рассчитывали время нахождения газовой смеси в зоне химических реакций и скорость закалки. По результатам моделирования определены размеры ВЧ-факельного и дугового плазматронов, необходимый расход плазмообразующего газа, обеспечивающие наибольший эффект при спиновой сепарации изотопов углерода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цыганов А.А., Хвостов Т.Б., Комаров Е.А., Павлюк А.О., Котляревский С.Г. Проблема утилизации реакторного графита остановленных промышленных уран-графитовых реакторов // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – Т.310. – №2.
2. Myshkin V.F., Khan V.A., Plekanov V.G., Izhoukin D.A., Bepala E.V. Spin isotope separation under incomplete carbon oxidation in a low-temperature plasma in an external magnetic field // Russian Phys. J.. – 2015. – V.57. – № 10. – PP. 1442–1448.