

## РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПЕРЕКОНДЕНСАЦИИ ГРАФИТА В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЕ

Макаревич С.В., Беспала Е.В., Новосёлов И.Ю.

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

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

E-mail: [bespala\\_evgeny@mail.ru](mailto:bespala_evgeny@mail.ru)

За время существования атомной энергетики в России и за рубежом было накоплено значительное количество радиоактивных отходов (РАО). Стоимость захоронения таких отходов зависит от удельной активности радионуклидов, входящих в состав РАО, и от объема отходов. На сегодняшний день создана технология и успешно перерабатываются высокоактивные отходы в виде отработавшего ядерного топлива, поскольку это экономически обосновано [1].

Во время эксплуатации уран-графитовых ядерных реакторов происходит накопление радионуклидов в кладке реактора и в графитовых сменных элементах. При этом в отличие от ядерного топлива, графитовый замедлитель подвержен нейтронной активации на протяжении всего времени работы реактора. Поэтому графитовая кладка является РАО, как правило, отнесенными к среднеактивным. Однако в результате различных инцидентов в графитовую кладку могут проникать высокоактивные радионуклиды. Поскольку облученный реакторный графит содержит радиоактивные микропримеси средней и высокой активности, то целесообразно извлекать их перед утилизацией.

Известные технологии переработки реакторного графита (традиционное сжигание и сжигание в кипящем слое, пиролиз с помощью перегретого водяного пара, лазерное испарение, электроокисление) ведут к накоплению ещё большего количества РАО. Однако при сжигании графитовых отходов их объем уменьшается до 1-2% от первоначального. Поэтому исследования в этом направлении актуальны.

В работах [1, 2] была показана принципиальная возможность переработки реакторного графита в низкотемпературной плазме. При этом плазменная технология утилизации графита, отвечающая современным требованиям и способная уменьшить активность РАО без увеличения количества отходов, отсутствует.

Цель работы заключается в разработке способа плазменной переработки отработанного графита уран-графитового реактора, а также расчет оптимальных параметров плазменной установки.

Приведены основные радиоактивные загрязнители облученного ядерного графита уран-графитового реактора. Показано, что все примеси отличаются друг от друга по физико-химическим свойствам. Предложен способ очистки графита путем разнотемпературной конденсации, основанный на различии температуры кипения углерода и радиоактивных примесей. Доказано, что такой процесс осуществим при использовании низкотемпературной плазмы. Представлен равновесный состав плазменной системы, из которого видно, что при смешении плазмообразующего газа с галогенами происходит уменьшение температуры конденсации примесей. Предложено устройство для реализации этого процесса и определены оптимальные размеры температурных зон. Расчет изменения температурного поля внутри проточной камеры показывает, что проскок радиоактивных примесей маловероятен.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новосёлов И.Ю., Шаманин И.В., Каренгин А.Г. и др. Комплексная утилизация горючих отходов переработки оят в воздушной плазме // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2015. – Т. 28. – №2-2. – С. 201–206.
2. Myshkin, V.F. Law of the oxidation of carbon isotopes in plasma processes under magnetic field / V.F. Myshkin, E.V. Bepala, V.A. Khan // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – Vol. 135. – P. 1–5. DOI: 10.1088/1757-899X/135/1/012029.
3. Myshkin, V.F. Spin isotope separation under incomplete carbon oxidation in a low-temperature plasma an external magnetic field / V.F. Myshkin, V.A. Khan, E.V. Bepala [et al.] // Russian Physics Journal. – 2015. – Vol. 57, №10. – P. 1442–1448. – DOI: 10.1007/s11182-015-0401-4.