

УДК 621.039.75

DOI: 10.17223/00213411/65/5/63

## ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ АКТИВАЦИОННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ОБЛУЧЕННОМ ГРАФИТЕ\*

А.О. Павлюк<sup>1</sup>, С.Г. Котляревский<sup>1</sup>, Р.И. Кан<sup>1</sup>, А.Г. Волкова<sup>2</sup>, Е.В. Захарова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> АО «Опытно-демонстрационный центр вывода из эксплуатации уран-графитовых ядерных реакторов», г. Северск, Россия

<sup>2</sup> Институт физической химии и электрохимии им. акад. А.Н. Фрумкина РАН, г. Москва, Россия

Представлены результаты анализа пространственного распределения ключевых для вывода из эксплуатации уран-графитовых реакторов (УГР) радионуклидов  $^{14}\text{C}$ ,  $^{36}\text{Cl}$  и  $^{60}\text{Co}$  в графитовых кладках и отдельных графитовых блоках. Исследования проведены на остановленном ПУГР АДЭ-5 АО «ОДЦ УГР», на котором организован доступ к графитовой кладке с возможностью извлечения отдельных графитовых блоков. По результатам детального экспериментального исследования извлеченных в 2018 г. графитовых блоков были предложены новые интерпретации некоторых особенностей пространственного распределения радионуклидов в графите УГР.

**Ключевые слова:** вывод из эксплуатации, облученный графит, уран-графитовый реактор, эффект самородка, продукты активации, вектор нуклидов.

### Введение

К настоящему времени в мире построено более 100 энергетических и промышленных уран-графитовых реакторов (ПУГР). Значительная доля уран-графитовых реакторов (УГР) была расположена на территориях Российской Федерации, Великобритании, США, Франции. В мире уже накоплено ~ 250 000 тонн облученного графита, что является международной проблемой. По этой причине проблема графита решается на международном уровне в рамках различных программ и проектов [1, 2]. Особое внимание уделяется характеристике графита, что связано с присутствием в графите долгоживущих продуктов активации, в том числе ключевых:  $^{14}\text{C}$ ,  $^{36}\text{Cl}$ ,  $^{60}\text{Co}$ . Информация о содержании данных радионуклидов в графите имеет важное значение для разработки методов демонтажа графитовой кладки, захоронения, дезактивации, переработки [3–8].

В настоящее время в АО «ОДЦ УГР» ведутся работы по отработке технологий демонтажа графитовой кладки, в рамках которых обеспечен доступ к графитовой кладке и появилась возможность извлечения графитовых блоков для их детального исследования и выполнения сравнительного анализа новых и ранее полученных результатов.

В данной работе объектами исследований являются графитовая кладка остановленного реактора ПУГР АДЭ-5 и извлеченные из кладки графитовые блоки.

С целью анализа особенностей распределения наиболее важных радионуклидов были решены следующие задачи:

- получены детальные распределения ключевых радионуклидов активационного происхождения ( $^{14}\text{C}$ ,  $^{36}\text{Cl}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ) по объему отдельных графитовых блоков и в графитовой кладке в целом;
- определены характерные диапазоны вариации содержания радионуклидов;
- выполнен анализ процессов, определяющих характерные особенности объемного распределения радионуклидов в блоках и кладке для интерпретации механизмов его формирования.

### 1. Особенности формирования остаточного содержания радионуклидов в облученном графите уран-графитовых реакторов

Мировой опыт исследований облученного графита [1, 2] и в том числе результаты настоящей работы показывают, что в общем случае изотопный состав, активность и особенности распределения радионуклидов в графите УГР определяют следующие процессы:

- нейтронная активация атомов химических элементов (как основных, так и примесных), содержащихся в необлученном графите;

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Государственной корпорации «Росатом» в рамках контракта от 07.12.2018 № Н.4д.241.20.19.1008.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>