

После первого года эксплуатации реактора с момента первичной замены всей активной зоны на свежее НОУ-топливо накопленные изотопы  ${}^6\text{Li}$  и  ${}^3\text{He}$  снижают реактивность на  $0,18 \beta_{\text{эфф}}$ . За период 20 лет эксплуатации реактора (при энерговыработке 1200 МВт·сут) суммарный эффект отравления бериллиевых элементов ежегодно увеличивается от  $0,038$  до  $0,062 \beta_{\text{эфф}}/\text{год}$ . В результате этого запас реактивности активной зоны реактора снижается на  $1,19 \beta_{\text{эфф}}$ . Согласно полученным данным в рассчитанных временных рамках, замена бериллиевых блоков в активной зоне реактора не потребуется.

Расчеты проводились с использованием верифицированной нейтронно-физической модели реактора ИВГ.1М [2] и программного кода MCNP6.1 [3], использующего библиотеки оцененных ядерных данных ENDF/BVII.0.

*Данная работа выполнена в рамках финансируемого МОН РК грантового проекта по теме «Оптимизация кампании ядерного топлива реактора ИВГ.1М» (ИРН АР08856242).*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прозорова И. В. Влияние отравления бериллиевых блоков на нейтронно-физические характеристики реактора ИВГ.1М // «Вестник» НЯЦ РК, ВЫП. 3(54), сентябрь 2014. – С. 54-60
2. Иркимбеков Р.А., Жагипарова Л.К., Котов В.М., Вурим А.Д., Гныря В.С. Нейтронно-физическая модель реактора ИВГ.1М: разработка и верификация по критическому состоянию [Текст] // Атомная энергия. – Москва, август 2019.– Т. 127.– Вып. 2.– С. 63-69.
3. MCNP6 Monte Carlo N-Particle Transport Code System, MCNP6.1. LANL, 2013.

#### МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКА ОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА ПУТЕМ РАЗЛОЖЕНИЯ ОКСАЛАТА ЖЕЛЕЗА В СВЧ-ПОЛЕ

Д.С. Токарев, А.В. Мостовщиков

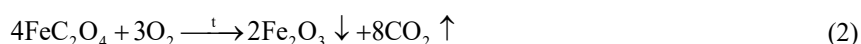
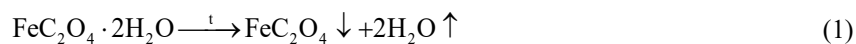
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: [dst13@tpu.ru](mailto:dst13@tpu.ru)

Порошки оксидов железа имеют обширную область применения. Так, оксиды железа могут быть направлены на получение нанокomпозитов-поглотителей магнитных полей, ферромагнитных жидкостей, для создания биоактиваторов разложения и многого другого. В области атомной энергетики микро- и нанопорошки оксидов железа могут применяться при цементировании жидких радиоактивных отходов, что позволяет значительно сократить время затвердевания цементного раствора [1].

Для получения нанопорошка оксида железа в работе использовался метод термического разложения оксалата железа при нагреве в СВЧ-поле. Химические реакции разложения оксалата железа в воздушной атмосфере имеют вид:



Для определения точек начала химических процессов, наблюдаемых при разложении оксалатов, в работе проведен дифференциальный термический и термогравиметрический анализ. Исходя из проведенного анализа определено, что реакция (1) начинает протекать при температуре  $182 \text{ }^\circ\text{C}$ , а реакция (2) при достижении образцом температуры  $220 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Воздействие СВЧ-поля на оксалат железа проводилось в течении 5 секунд. После облучения помимо порошковой фракции в образце также наблюдалось образование твердых включений. Для определения состава продуктов разложения исходного оксалата в работе проведен рентгенофазовый анализ, результат которого представлен в таблице 1.

Таблица 1. Состав продуктов разложения оксала железа

Фракция	Порошок		Твердые включения	
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	FeO
Содержание, %	72,9	27,1	56,3	43,7

Из таблицы 1 видно, что в результате воздействия СВЧ-нагрева на порошок оксала железа продуктами разложения являются оксиды железа.

Наличие в полученном образце оксидов FeO и Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> помимо Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> объясняется реакциями разложения оксидов Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> при достижении образцом температур свыше 1200 °С. Поскольку температура плавления FeO составляет 1377 °С, то при разложении Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> до FeO при температуре 1538 °С FeO начинает плавиться, образуя в рассматриваемом образце твердую фракцию при остывании. Таким образом, образование твердых включений спеченного оксида железа объясняется избыточным временем нагрева образца. При необходимости получения чистой порошковой фракции необходимо снизить время воздействия СВЧ-поля на образец.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбунова О. А., Камаева Т. С., Васильев Е. В. Использование наночастиц оксидов железа при цементировании жидких радиоактивных отходов с вихревой электромагнитной обработкой // Вестник МГСУ. – 2011. – №. 5. – С. 208-213.

### СРАВНЕНИЕ ПОГЛОЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КАРБИДА БОРА, ПОЛУЧЕННОГО РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

И.Л.Кологривов<sup>1</sup>, А.О.Семенов<sup>1</sup>, Т.С.Гудыма<sup>2</sup>, Ю.Л. Крутский <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

<sup>2</sup>Новосибирский государственный технический университет,

Россия, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, 20, 630073

E-mail: ilk3@tpu.ru

Расчет макроскопического сечения поглощения тепловых нейтронов образцами таблеток из карбида бора осуществлялся в соответствии с законом изменения потока нейтронов при прохождении через вещество:

$$\Phi = \Phi_0 e^{-\Sigma_a x},$$

где  $x$  – толщина образца, см;  $\Phi_0$  – плотность потока тепловых нейтронов без образца, нейтр./(см<sup>2</sup>\*с);  $\Phi$  – плотность потока тепловых нейтронов с образцом, нейтр./(см<sup>2</sup>\*с);  $\Sigma_a$  – макроскопическое сечение поглощения тепловых нейтронов, 1\см.

Для сравнения поглощающей способности карбида бора, полученного различными методами, предназначенного в качестве материала-поглотителя тепловых нейтронов было определено изменение значений потоков тепловых нейтронов при варьировании толщины образцов в соответствии с уравнением 1. График зависимости значения потока тепловых нейтронов от толщины образцов представлен на рисунке 1.