

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чертков Ю.Б., Наймушин А.Г. Нейтронно-физический расчет элементарной ячейки реактора с помощью программы WIMS-D5: Учеб. пособие. / Кафедра ФЭУ — Томск: Томский политехнический университет, 2011.
2. Кузнецов М. С. Преимущества тория в ЯТЦ [Текст] / М. С. Кузнецов, С. А. Монгуш, А. В. Чуйкина // Молодой ученый. — 2015. — №10. — С. 40-44.
3. И.И. Жерин, Г.Н. Амелина Химия тория, урана и плутония: Учеб. пособие. — Томск: Изд. ТПУ, 2009. — 147с.
4. Абагян Л.П. Групповые константы для расчета ядерных реакторов и защиты: Справочник. – Москва: Энергоатомиздат, 1981. – 231 с.
5. Колпаков Г.Н. Конструкция ТВЭЛов, каналов и активных зон энергетических реакторов: Учебное пособие. / Колпаков Г.Н., Селиванникова О.В.– Томск: Издательство ТПУ, 2009. – 116с.
6. Г.Я. Мерзликин. Основы теории ядерного реактора. Курс для эксплуатационного персонала АЭС. – С: СИЯЭиП. 2001. – 340 с.

### РЕГУЛИРОВАНИЕ СПЕКТРА НЕЙТРОНОВ ПРИ ВЫГОРАНИИ ТОПЛИВА

Н.А. Невоструев, Ю.Б. Чертков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: nvselement@mail.ru

В настоящее время ядерная энергетика находится на этапе непрерывного развития технологии по получению энергии. В связи с этим, основной задачей развития является улучшение эффективности работы реактора, а именно улучшение процесса выгорания ядерного топлива. Актуальность данной работы заключается в том, чтобы создать такую ядерную установку, которая позволит значительно увеличить глубины выгорания топлива, что в свою очередь является основной характеристикой эффективности работы ядерного реактора.

Поддержание критичности реактора каким-либо способом приводит к повышению эффективности использования ядерного топлива. Критичность реактора можно добиться, изменяя концентрацию замедлителя в процессе выгорания ядерного топлива, а также путём снижения жёсткости спектра нейтронов, которая позволит использовать избыточный запас реактивности для воспроизводства вторичного горючего, что в свою очередь увеличит длительность кампании реактора и обеспечит высокую глубину выгорания ядерного горючего [1].

При расчёте кампании реактора, концентрация замедлителя выбиралась по заданному запасу реактивности на один этап выгорания ядерного топлива  $K_{эф} = 1,005 \pm 0,001$ .

Таблица 1. Результаты расчётов

Начальное обогащение по $U^{235}$ , %	Глубина выгорания, МВт*сут/кг
0,71	10,5
1,5	36,7

При увеличении обогащения до 1,5%  $U^{235}$  и непрерывном регулировании спектра нейтронов значение глубина выгорания превышает 30МВт\*сут/кг, что приблизительно в 1,5 раза больше, чем при использовании непрерывного метода перегрузок ядерного топлива для ядерного реактора, где замедлителем является тяжёлая вода. Это связано с увеличением доли начального запаса реактивности, который идёт на воспроизводство вторичного топлива. То есть это приводит к тому, что значительно увеличивается доля выгорания за счёт вторичного ядерного топлива.

Основным результатом проведённых расчётов выгорания ядерного топлива при непрерывном регулировании спектра нейтронов является реальная возможность получения высокой глубины выгорания при изменении концентрации замедлителя.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цвайфель П. Физика реакторов / П. Цвайфель – М.: Атомиздат, 1977.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТРАЖАТЕЛЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОБЪЕМОВ РЕАКТОРА ИРТ-Т

А.А. Нерода, М.Н. Аникин, И.И. Лебедев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: neroda\_94@mail.ru

Реактор ИРТ-Т является исследовательским реактором бассейного типа с использованием воды в качестве замедлителя, теплоносителя и верхней биологической защиты. Он является источником нейтронного и гамма излучения и предназначен для проведения научно-исследовательских работ по физике твёрдого тела, нейтронно-активационному анализу элементного состава веществ, производству радионуклидов, легированию кремния, нейтронной радиографии и других работ с использованием реакторного излучения [1].

Одним из процессов, предъявляющих жесткие требования к степени однородности поля нейтронов в экспериментальном объеме, является нейтронно-трансмутационное легирование кремния. В частности, соблюдение данных требований необходимо для легирования кремния с целью улучшения его полупроводниковых свойств для однородного распределения. Заказчиками продукции предъявляются жесткие требования по соблюдению однородного распределения донорных примесей, образующихся в результате (n,γ) реакции. Обеспечение заданной степени однородности характеристик канала достигается несколькими способами, главный из них – это профилирование распределения плотности потока путем формирования объема перед каналом различными материалами [2].

В рамках проведенной работы разработана модель активной зоны реактора ИРТ-Т в ПО TIGRIS, позволяющая проводить исследования характеристик экспериментальных каналов с учетом геометрических и материальных особенностей элементов отражателя.

В данной работе представлены результаты исследования возможности формирования нейтронных полей в экспериментальных каналах ГЭК-1 и ГЭК-4 с использованием перспективных соединений на основе бериллия, таких как оксид бериллия и бериллиевое стекло [3]. Показана возможность формирования распределения плотности потока нейтронов в экспериментальном канале исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т с высокой степенью однородности при компоновке отражателя комбинированного состава.

Проведены расчетные исследования, обосновывающие экономическую выгоду использования альтернативной компоновки отражателя для проведения нейтронно-трансмутационного легирования кремния в экспериментальных каналах реактора.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов Л. С. Атомные процессы в полупроводниковых кристаллах //Физика и техника полупроводников. – 2001. – Т. 35. – №. 9.