

переходный процесс формирования импульсов на выходе системы, в зависимости от частотной растройки и длительности импульса генераторов, коэффициентов связи резонатора с трактом возбуждения и нагрузкой, и потерями в резонансной системе при произвольном количестве генераторов. Показано что N генераторов, имеющих одинаковые мощности и общую начальную фазу генерируемых колебаний, сдвинутых друг относительно друга на равные интервалы частот (Δf) и включенных на общую нагрузку через проходные резонаторы бегущей волны, каждый из которых имеет резонанс на частоте питающего его генератора, обеспечивают:

- в установившемся режиме возбуждения резонаторов формирование последовательности импульсов длительностью $1/N \cdot \Delta f$. Несущая частота импульсов $f_{cp} = (f_n - f_1)/2$, период повторения равен $1/\Delta f$, а мощность, почти в N^2 раз, больше, чем установленная мощность каждого из генераторов. Здесь f_1 , f_n - несущие частоты первого и n -го генераторов соответственно;
- при отключении генераторов, за счет использования запасенной энергии, максимальная пиковая мощность последнего импульса последовательности может быть увеличена до (1.2-1.3) N^2 раз.

ВЛИЯНИЕ НУКЛИДНОГО СОСТАВА ТОПЛИВНОЙ ЗАГРУЗКИ НА РАЗМНОЖАЮЩИЕ И ВОСПРОИЗВОДЯЩИЕ СВОЙСТВА АКТИВНОЙ ЗОНЫ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ КЛТ-40С

Д.Ф. Байбаков, А.В. Годовых, В.Н. Нестеров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: bibimoogle@gmail.com

Для отдалённых регионов Российской Федерации необходимо энергообеспечение, которое сейчас базируется на органическом топливе, что связано с большими затратами и экологическим ущербом. Оценки показывают, что для энергообеспечения труднодоступных районов разумную альтернативу представляет ядерная энергетика [1, 2]. РУ КЛТ-40С входит в состав плавучего энергетического блока атомной теплоэлектростанции малой мощности, предназначенной для снабжения таких районов тепловой и электрической энергией. Одним из важных для экономичности показателей является время работы до перегрузки топлива, которое, отчасти, характеризуется коэффициентами размножения ($k_{эф}$) и воспроизводства (KB). В данной работе представлена зависимость $k_{эф}$ и KB на начало кампании от нуклидного состава топлива и процентного содержания делящегося нуклида.

Оценка проводилась на основе спектра потока нейтронов, для определения которого проводился итерационный процесс при решении 26-групповой системы уравнений диффузии нейтронов с учётом поправок на температуру и резонансную самоэкранировку [3, 4]. Получены результаты, характеризующие влияние нуклидного состава топливных композиций и содержания делящегося нуклида на размножающие и воспроизводящие свойства активной зоны КЛТ-40С на начало кампании.

Определено, что с точки зрения эффективного коэффициента размножения при содержании делящегося изотопа свыше 5 % по массе наилучший результат у композиции $^{232}\text{Th}+^{233}\text{U}$, до 5 % – у композиции $^{238}\text{U}+^{239}\text{Pu}$, с точки зрения коэффициента воспроизводства при содержании делящегося изотопа свыше 10 % наилучший результат у композиции $^{238}\text{U}+^{235}\text{U}$, до 15 % – у композиции $^{232}\text{Th}+^{235}\text{U}$. Представлены зависимости $k_{эф}$ и KB от содержания делящегося нуклида. Показано, что оптимальной по размножающим и воспроизводящим свойствам является композиция $^{232}\text{Th}+^{233}\text{U}$ с содержанием нуклида ^{233}U от 5 до 15 % по массе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Драгунов Ю.Г., Шишкин В.А., Гречко Г.И., Гольцов Е.Н. Малая ядерная энергетика: задачи и ответы. // Атомная энергия. – 2011. – Т. 111. № 5. – С. 294–297.
2. Андреева-Андриевская Л.Н., Кузнецов В.П. Транспортабельные ядерные энергетические установки в международном проекте ИНПРО. // Атомная энергия. – 2011. – Т. 111. № 5. – С. 273–276.
3. Головацкий А.В., Нестеров В.Н., Шаманин И.В. Организация итерационного процесса при численном восстановлении спектра нейтронов в размножающей системе с графитовым замедлителем // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2010. – Т. 53. № 11. – С. 10–14.
4. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов: Учебное пособие для вузов / Бартоломей Г.Г., Бать Г.А., Байбаков В.Д., Алтухов М.С.; Под ред. Батя Г.А. – М.: Энергоиздат, 1982. – 511с.

ТОРИЕВОЕ ТОПЛИВО В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКЕ

Беденко С.В., Шаманин И.В., Чертков Ю.Б.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

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

E-mail: bedenko@tpu.ru

Среди концепций реакторных установок нового поколения особое место занимают перспективные ядерно-энергетические установки (ЯЭУ) малой мощности, работающие на ториевом топливе. Ториевые реакторные установки в отличие от урановых обладают большим сроком кампании топлива и могут работать без перезагрузки до 15 лет.

На сегодняшний день существует большое количество проектов использования тория в качестве топлива. Среди успешных примеров эксплуатации ЯЭУ с использованием топлива на базе тория [1,2], выделяется высокотемпературная реакторная установка с гелиевым теплоносителем.

Цель исследования: разработка концепции маломощной ториевой высокотемпературной реакторной установки.

Осуществление концепции маломощной ториевой высокотемпературной установки предполагает, что при ее реализации будут приняты во внимание все новые знания, полученные в области реакторостроения и в физике нейтронов, в частности.

Концепция ториевой высокотемпературной реакторной установки основана на исследованиях и научно-технических решениях, полученных в рамках двух Гос. контрактов. (Гос. контракт № П777, от 3 августа 2010г., Гос. контракт № П428 от 2009 г., Соглашение № 14.В37.21.0473 от 3 августа 2012 г.).

В работе проведены исследования и численные эксперименты по обоснованию возможности использования торийсодержащих материалов в высокотемпературной реакторной установке малой мощности с длительным временем работы без перегрузки.

Осуществлен выбор оптимального варианта концепции ториевого ЯТЦ ориентированного на малую атомную энергетику и создание мобильных ЯЭУ мощностью до 60 МВт.

Оптимизированы геометрические характеристики и материалы ТВЭЛ маломощной ториевой высокотемпературной реакторной установки.

Найдены оптимальные конфигурации и оптимальные сочетания материалов ТВЭЛ и топлив, обеспечивающих максимальные длительности кампаний ториевого ядерного топлива.

Исследование выполнено при поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации. Конкурс на право получения стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам. Грант № СП-295.2015.2.