

УДК 621.039.51

DOI: 10.17223/00213411/63/12/102

Д.С. САЙРАНБАЕВ^{1,2}, С.Н. КОЛТОЧНИК¹, А.А. ШАЙМЕРДЕНОВ^{1,2}, М.Ш. ТУЛЕГЕНОВ¹, Е.А. КЕНЖИН^{1,2}, К. ЦУЧИЯ³

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕАКТОРА ВВР-К ПРИ ПОСТЕПЕННОЙ ЗАМЕНЕ ВОДЯНОГО ОТРАЖАТЕЛЯ НА БЕРИЛЛИЕВЫЙ *

Водо-водяной исследовательский реактор ВВР-К работает на низкообогащенном урановом топливе с 2016 г. Для поддержания высокого уровня энергонапряженности в активной зоне и запаса реактивности, с которым рабочий цикл может длиться 21 день, водяной отражатель нейтронов постепенно, по мере выгорания топлива, заменяется на бериллиевый таким образом, чтобы эксплуатационные характеристики реактора не ухудшались. Выполнен цикл расчетных исследований с моделированием активной зоны реактора ВВР-К в среде MCNP и определением динамики изменения плотности потока нейтронов, реактивности, эффективности рабочих органов системы управления и защиты и кинетических параметров, важных для обеспечения безопасной эксплуатации реактора. Приведены и проанализированы расчетные зависимости основных эксплуатационных характеристик реактора ВВР-К с точки зрения использования их для научных исследований, а также влияния на безопасность эксплуатации реактора.

Ключевые слова: исследовательский реактор, активная зона, боковой отражатель, низкообогащенное урановое топливо, выгорание топлива, плотность потока нейтронов, энерговыделение, бериллий, кинетические параметры, коэффициенты реактивности, ядерная безопасность.

Введение

ВВР-К – водо-водяной исследовательский реактор бакового типа [1], использующийся для выполнения фундаментальных и прикладных исследований [2–7], а также для наработки радиоизотопов, легирования кремния, проведения нейтронной радиографии и нейтронно-активационного анализа, эксплуатируемый с 1967 г. Проектная мощность реактора 10 МВт, однако после Чернобыльской аварии разрешена эксплуатация реактора на мощности не выше 6 МВт. Проектное обогащение топлива по урану-235 составляет 36 %. В 2003 г. в Институте ядерной физики (Алматы, Казахстан) начались исследования по возможности перевода реактора ВВР-К на низкообогащенное топливо [8], подразумевающее, по определению МАГАТЭ, содержание урана-235 не выше 20 % [9]. Работы в этом направлении начались под эгидой Nuclear Threat Initiative, затем были поддержаны Министерством энергетики США в рамках международной программы по снижению обогащения топлива исследовательских и материаловедческих реакторов (RERTR), а также МАГАТЭ.

Как известно, основными потребителями высокообогащенного урана являются исследовательские реакторы. Для обеспечения режима нераспространения ядерных материалов в 1978 г. была инициирована международная программа RERTR. В рамках этой программы к сегодняшнему дню, согласно данным, приведенным в [10], более 70 исследовательских реакторов по всему миру уже переведены на низкообогащенное топливо. При прямой замене высокообогащенного топлива на низкообогащенное происходит ухудшение рабочих характеристик реактора. Чтобы этого избежать, разрабатываются новые конструкции твэлов и тепловыделяющих сборок (ТВС), высокоплотные топливные композиции, новые компоновки активной зоны и т.д.

Объектом исследования является активная зона исследовательского реактора ВВР-К с низкообогащенным топливом. Цель работы – обоснование процедуры перехода от водяного отражателя к бериллиевому в ходе эксплуатации реактора, позволяющей не только сохранить, но и улучшить нейтронные характеристики активной зоны, а также провести анализ изменения основных нейтронно-физических характеристик активной зоны, полученных как расчетным путем, так и экспериментально за время трехгодичной работы реактора. Основным инструментом расчетных исследований – компьютерный код MCNP6. Экспериментальные данные – рабочие характеристики реактора ВВР-К, генерируемые в ходе его эксплуатации.

* Работа выполнена при финансовой поддержке программы Министерства образования и науки Республики Казахстан № BR05236400.

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>