

## ЗНАЧЕНИЕ КРИТИЧЕСКОГО ФЛЮЕНСА ПОВРЕЖДАЮЩИХ НЕЙТРОНОВ В ГРАФИТЕ РЕАКТОРА РБМК-1000

М.Г. Куликов, Д.К. Пугачев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

e-mail: [kulikov-maks93@list.ru](mailto:kulikov-maks93@list.ru)

Критический флюенс – это флюенс быстрых повреждающих нейтронов, при котором вторичное распухание поликристаллического графита компенсирует усадку, его значение является определяющим при оценке ресурса графитового замедлителя.

Повреждающими нейтронами называются нейтроны с энергией выше 180 кэВ. Считается, что 80% дефектов, образованных при облучении графита, появляются за счет взаимодействия повреждающих нейтронов с атомами кристаллической структуры графита.

Работоспособность конструкции активной зоны РБМК-1000 зависит от состояния системы воздействующих друг на друга компонентов: технологических каналов и блоков графитовой кладки. В процессе эксплуатации графитового замедлителя происходит его формоизменение. Графитовые блоки оказывают воздействие на технологические каналы, искривляя их. При флюенсах повреждающих нейтронов до критического значения, как формоизменение графита, так и искривление технологических каналов не существенно. При флюенсах превышающих критическое значение происходит искривление технологических каналов на столько, что перегрузка ядерного топлива становится невозможной. Кроме того, существенно ухудшаются теплофизические и прочностные свойства самого графита, который является основным конструкционным материалом активной зоны РБМК-1000.

В свою очередь, значение критического флюенса является функцией температуры облучения (эксплуатации) графита и плотности потока сопутствующего гамма-излучения. В области температур эксплуатации графита выше 300°C его значение снижается с ростом и температуры облучения, и плотности потока гамма-излучения.

Значение критического флюенса для блочного графита марки ГР-280, используемого в реакторе РБМК-1000, с ростом температуры облучения в интервале 400÷900°C уменьшается от  $2,4 \cdot 10^{22}$  до  $0,5 \cdot 10^{22}$  н/см<sup>2</sup>.

## ОЦЕНКА КАМПАНИИ ВВЭР ПРИ ЗАГРУЗКЕ МИКРОТОПЛИВА

С.А. Масенко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: [Mongusch-S@mail.ru](mailto:Mongusch-S@mail.ru)

Повышение теплопроводности ядерного топлива является одной важнейшей задач проектирования ядерных установок. Замена стандартных твэлов из диоксида урана на микротвэлы позволит увеличить теплосъем с топлива, а также повысить безопасность установки, так как отсутствуют риски плавления активной зоны реактора при полной потери теплоносителя [1].

Одним из самых распространённых типов реакторов в России является ВВЭР, поэтому в данной работе анализируется применение микротвэлов в данном типе. Анализ замены одного вида твэла на другой проводился

со стороны нейтронно-физических характеристик и теплофизических. Нейтронно-физический анализ проводился в программном обеспечении MCU5TRU [2], где была описана модель тепловыделяющей сборки ВВЭР с микротвэлами с топливным сердечником из диоксида урана с обогащением 4,4 %. Моделировалась кампания топлива в 300 эфф. суток. На протяжении всей кампании значение коэффициента размножения для микротвэлов было близко к стандартному типу твэлов для данной установки. Значение концентрации отравителей на порядок ниже, чем в стандартном твэле на протяжении всей кампании.

Применение микротвэлов в ВВЭР увеличивает плотность пока тепловых нейтронов в 1,75 раз по сравнению со стандартным твэлом. Спектр нейтронов становится более мягким. Это объясняется тем, что микротвэл имеет дополнительные материалы, которые замедляют нейтроны. Однако при переходе на микротопливо количество резонансных нейтронов уменьшается. Это связано с тем, что частицы топлива располагается относительно друг друга на расстоянии от 1 до 3 мм.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федик И.И., Денискин В.П., Пономарев Степной Н.Н. и др. Новое поколение твэлов на основе микротоплива для ВВЭР // Атомная энергия. – 2004. – № 4. – С. 276–285.
2. Пономарев-Степной Н.Н., Брызгалов В.И. и др. Использование программы MCU для анализа результатов критического эксперимента с шаровыми твэлами ВТГР на стенде “Астра” // Атомная энергия, октябрь 2004, т. 97, вып. 4, с. 243 – 252.

#### СОЗДАНИЕ ТОЧЕЧНОЙ МОДЕЛИ РЕАКТОРА ИРТ-Т ДЛЯ РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ, ВЫЗВАННЫХ ВВОДОМ РЕАКТИВНОСТИ И ПОТЕРЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

П.А. Молодов, М.Н. Аникин, А.Г. Наймушин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: [molodovpavel@gmail.com](mailto:molodovpavel@gmail.com)

Важнейшим требованием, предъявляемым к ТВС, используемым на реакторе ИРТ-Т, является соблюдение теплофизических условий их эксплуатации в активной зоне: температуры оболочки твэл, непревышение критического значения теплового потока с поверхности твэл и недопущение поверхностного кипения теплоносителя. Реакторная установка ИРТ-Т не имеет каналов контроля этих параметров. Для обоснования безопасной работы реактора во всех режимах, необходимо создание модели, объединяющей нейтронно- и теплофизические процессы. Разработанная модель на основе программной среды MATLAB/Simulink[1] предназначена для анализа динамического реагирования системы первого контура реактора ИРТ-Т при различных возмущающих воздействиях. Программа для расчета состоит из модулей, в которых представлены модели точечной кинетики с шестью группами запаздывающих нейтронов и одномерная модель теплофизических процессов [2] с учетом использования в активной зоне ТВС типа ИРТ-3М.

Разработанная расчетная модель позволяет проводить анализ переходных процессов, вызванных вводом реактивности и потерей циркуляции теплоносителя. Верификация модели проводилась путем сравнения результатов расчета с экспериментальными данными, полученными на реакторе ИРТ-Т при вводе реактивности на уровнях мощности 12 КВт, 100 КВт, 3 МВт. Анализ полученных результатов показал, что погрешность в распределении мощности составляет менее 10%.