

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ВЫГОРАЮЩЕГО ПОГЛОТИТЕЛЯ В ТВС РЕАКТОРА ВВЭР-1200

Внуков Р.А.¹, Колесов В.В.¹, Котов Я.А.², Жаворонкова И.А.

¹) Обнинский институт атомной энергетики — филиал НИЯУ МИФИ,
г. Обнинск, Россия

²) Курчатовский комплекс Перспективной Атомной Энергетики НИЦ "Курчатовский
институт", г. Москва, Россия

E-mail: levz555@mail.ru

RESEARCH OF THE OPTIMAL PLACEMENT OF A BURNABLE ABSORBER IN FUEL ASSEMBLIES OF A WWER-1200 REACTOR

Vnukov R.A.¹, Kolesov V.V.¹, Kotov Y.A.², Zhavoronkova I.A.

¹) Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering, Obninsk, Russia

²) NRC «Kurchatov Institute», Moscow, Russia

In this work, the problem was posed of optimal placement of a burnable absorber in fuel assemblies of a WWER-1200 reactor in order to equalize the energy release field. The results of several options for enrichment and total concentration of the burnable absorber in the fuel rods are presented.

Использование выгорающего поглотителя позволяет сократить количество борной кислоты в теплоносителе в начале кампании и тем самым обезопасить работу ядерной энергетической установки [1, 2]. Таким образом, увеличивается запас реактивности, однако поле энерговыделения при этом локально становится более неравномерным. После получения данных выгорания исходной (стандартной) сборки (той, где твэги идентичны друг другу) ставилась задача поиска наиболее оптимального размещения.

В качестве модели взята ТВС модели Z49A2 [3] с расположением твэгов на вершинах гексагональных кольцах №3 и №8, считая от периферии. Расчеты осуществлялись методом Монте-Карло с использованием программного комплекса Serpent 2 [4], позволяющего производить их в непрерывном энергетическом спектре нейтронов [5].

Название определяет, где расположены твэги. Например, в «83» твэги размещены в кольцах №3 и №8, считая от периферии ТВС. Далее «st» или «rg» говорит о стандартной сборке, где суммарное содержание оксида гадолиния в каждом твэге одинаковое либо профилированной сборке, где концентрации в твэгах отличаются пропорционально плотности потока нейтронов. Далее идет обогащение твэлов и твэгов соответственно. В конце указывается содержание оксида гадолиния в твэге. Разделение происходит посредством знака «_». Например, 83_st_tvel_4_tveg_4_8 означает размещение твэгов в 3-ем и 8-ом кольцах от периферии с обогащением твэлов 4%, твэгов – 4%, содержанием Gd₂O₃ – 8%.

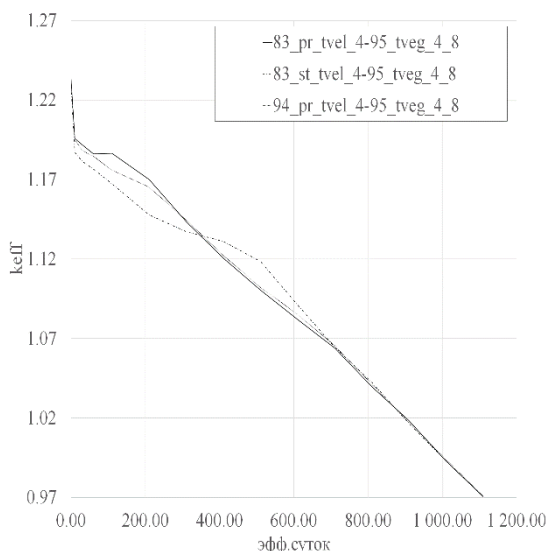


Рис. 1. Изменение эффективного коэффициента размножения для сборки Z49A2 реактора ВВЭР-1200 (В-392М)

В работе представлены результаты нескольких вариантов обогащения твэлов и твэгов, а также суммарной концентрации выгорающего поглотителя в твэгах. На рисунке представлен вариант с содержанием оксида гадолиния 8%, обогащением твэлов 4.95%, твэгов 4%.

Для данной версии следует отметить отсутствие значимого эффекта у профилированных сборок в момент 360 эфф. суток. С другой стороны, в рамках рассмотрения микрокампании с повышением обогащения в твэлах профилированная версия оказывается более эффективным вариантом в сравнении со стандартным размещением выгорающего поглотителя все больший интервал времени: по отношению к обогащению твэлов в 4% профилированная версия остается более эффективной на 51 эфф. сутки. Вторым существенным аспектом является максимальные отклонения k_{eff} для профилированной и стандартной сборок. Эти значения находятся в середине микрокампаний 1 и 2. Важно отметить наличие положительной Δk_{eff} между данными сборками в пользу профилированной. Таким образом, тот же состав с профилированным (при этом однородным в твэгах) размещением выгорающего поглотителя дает более высокие значения коэффициента размножения. Для более полной картины актуально исследовать влияние профилирования по всей активной зоне, где сборки имеют разное время выдержки.

1. Abu Sondos M. A., Demin V. M. and Savander V. I. The effect of burnable absorber (Gd and Eu) on the neutron-physics characteristic of fuel assemblies of VVER-1000 reactor. IOP Conference Series: Journal of Physics: Conference Series. 2019, 1189 012003. DOI: 0.1088/1742-6596/1189/1/012003.
2. Abu Sondos M. A., Demin V. M. and Savander V. I. Decrease the Volume of Boric Regulation of the Reactivity when Using the Burnable Absorber on the Basis of (GD2O3) in the Fuel Reactor WVER-1200. Global Nuclear Safety. 2019 14(2), pp. 56-65. DOI: 10.26583/gns-2019-03-06.

3. Сперанский Ф.А. Монте-Карло модель реактора типа ВВЭР-1200 для вычисления альbedo отражателей [Электронный ресурс]. – URL: https://www.bsuir.by/m/12_120147_1_88217.pdf (дата обращения 10.10.2020).
4. Leppanen J., PSG2/SERPENT – A Continious Energy Monte-Carlo Reactor Physics Burnup Calculation Code, — Helsinki: VTT Technical Research Centre of Finland, 2015.
5. Каражелевская Ю.Е., Колесов В.В., Терехова А.М. Учебное пособие. Использование программного комплекса SERPENT для проведения нейтронно-физического расчета реакторов по курсу «Физический расчет ядерных реакторов». – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2016. – 64 с.