

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ
АТОМНОЙ ОТРАСЛИ
OPERATION OF FACILITIES
NUCLEAR INDUSTRY

УДК 621.039.546:519.245
doi: 10.26583/gns-2022-03-06

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ АКСИАЛЬНОГО
ПРОФИЛИРОВАНИЯ ТВС РЕАКТОРА ВВЭР-1200
НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИ Z49A2**

© 2022 Гердт Эдуард Аликович¹, Внуков Руслан Адхамович²

Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Обнинск, Калужская обл., Россия
¹eduard_gerdt@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7771-0244>
²ravnukov@oiate.ru

Аннотация. Для улучшения параметров реакторных установок и снижения стоимости вырабатываемой электроэнергии проводятся исследования, направленные на определение наиболее рационального использования топлива. Различные методы используют различные математические и физические модели, что приводит к некоторому различию в получаемых данных. Одним из таких методов является профилирование ТВС. В данной работе приводится теория, применяемая в моделировании и расчетах программным комплексом Serpent 2, рассматриваются методы аксиального профилирования составов в реакторной установке, проводится сравнение полученных результатов и обоснование их достоверности на промежуточном этапе исследования.

Ключевые слова: профилирование, анализ, ПК Serpent 2, метод Монте-Карло, выгорание, поток нейтронов, математическое моделирование, ТВС, реакторная установка, выгорающий поглотитель.

Для цитирования: Гердт Э. А., Внуков Р. А. Сравнительный анализ методов аксиального профилирования ТВС реактора ВВЭР-1200 на примере модели Z49A2 // Глобальная ядерная безопасность. – 2022. – № 3(44). – С. 65-72. <http://dx.doi.org/10.26583/gns-2022-03-06>

Поступила в редакцию 20.06.2022
После доработки 01.09.2022
Принята к печати 07.09.2022

Расчёты нейтронно-физических процессов в программном комплексе Serpent 2 [1] проводятся на основе метода Монте-Карло, суть которого в общем случае заключается в генерации псевдослучайных чисел, над которыми итерационно проводятся операции, необходимые для получения ожидаемого результата. В нейтронно-физических расчетах метод Монте-Карло используется ввиду непредсказуемости поведения нейтронов в активной зоне реакторной установки. Причина, по которой данный метод так хорошо подходит для расчёта процессов переноса – нейтроны взаимодействуют лишь со средой, в которой происходит деление, но не взаимодействуют друг с другом. Простота и потенциал производить очень точные результаты являются одними из самых привлекательных качеств метода Монте-Карло [2].

За относительно недолгий период развития ядерной физики было собрано огромное количество данных о ядерных взаимодействиях [3], которые объединили в библиотеки, однако эти данные не могут быть использованы для нейтронно-физических расчетов непосредственно, поскольку в них энергетический спектр представляется точечным.

Метод Монте-Карло, реализованный в ПК Serpent 2, позволяет считать в непрерывном энергетическом спектре, потому что влечет за собой некоторые потери в точности расчёта.

Таким образом, для полноценного расчёта на первом этапе происходит дискретизация данных о взаимодействии нейтронов со средой, на втором – разбиение геометрии активной зоны. Совмещенные физическая и геометрическая модели позволяют получить полноценную симуляцию действительного объекта расчёта (ТВЭЛ, ТВС или АЗ).

Из всего вышесказанного очевидно, что метод Монте-Карло из-за самой своей сути имеет некоторую погрешность, которую необходимо оценить.

Целью проводимого исследования является оценка влияния аксиального профилирования ТВЭГов в ТВС реактора ВВЭР-1200 [4] на нейтронно-физические характеристики элемента реакторной установки на примере модели Z49A2 [5] с разбиением на 5 зон по высоте. В конечном результате ожидается продление топливной кампании ТВС за счет снижения темпа потери реактивности и увеличения значения эффективного коэффициента размножения нейтронов (k_{eff}) в конце кампании РУ. В данной статье же рассматриваются методы профилирования, отличающиеся критериями профилирования (поток нейтронов и выгорание делящихся материалов) и применяемые к одной и той же геометрической модели ТВС с разбиением на 5 зон по высоте, то есть сравнивается профилирование пропорционально потоку и пропорционально выгоранию; рассматриваются математические модели, используемые программным комплексом Serpent 2 для расчета в одном и в другом случае, а также результаты, получаемые посредством применения вышеупомянутых подходов.

Профилирование – это процесс перераспределения компонентов по объему активной зоны с целью улучшения выходных показателей реакторной установки, которые описывают ее в целом. Далее такие показатели будут называться функционалами. В данном случае проводилось перераспределение концентраций изотопов топлива по высоте ТВЭГов.

Профилирование проводилось на примере модели ТВС Z49A2 с использованием ПК Serpent 2. При выборе подхода к профилированию мы остановились на выравнивании нейтронного поля в начале кампании и выравнивании поля выгорания к концу кампании. Таким образом, необходимо рассмотреть, как осуществляется расчёт выгорания и потока нейтронов в ПК Serpent 2. Далее описанные подходы будут для краткости обозначены как метод «по потоку» и метод «по выгоранию».

Расчёт выгорания осуществляется посредством решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) изменения изотопного состава отслеживаемых нуклидов [7]. Для этого применяется так называемый метод predictor-corrector (PC), включающий в себя методы Эйлера для решения системы ОДУ и правило трапеций.

На первом этапе (predictor) в программном комплексе, начиная с некоего начального значения функции y_i в точке i , выполняется приблизительное вычисление значения функции в точке $i+1$, после чего, согласно правилу трапеций, проводится оценка (этап evaluate) и корректировка полученного значения (этап corrector). В зависимости от того, сколько раз применяется этап corrector выделяют различные модификации PC-метода: PEC (predictor-evaluate-corrector), PECE, PECECE и так далее [8]. В случае проводимого исследования был использован PEC-метод.

Расчет потока в ПК Serpent 2 производится посредством методов понижения дисперсии, используемых в случаях, когда накопление оценки требует достаточно большого количества времени, либо, когда без их использования оценку накопить не удастся [9]. В частности, одним из таких методов, реализуемых в Serpent 2, является метод весовых окон.

Коды, основанные на методе Монте-Карло, используют так называемые виртуальные частицы, одна из которых соответствует некоторому количеству

физических определенных частиц. Количество физических частиц, соответствующих одной виртуальной, называют весом. Однако это число определяется в некотором доверительном интервале погрешностей – весовом окне. Решение нейтронно-физических задач требует того, чтобы принимать во внимание зависимость весового окна от энергии частиц, что вводит дополнительные трудности при проведении расчетов [9].

При рассмотрении реальной реакторной установки (далее РУ), одним из параметров, остающимся постоянным в течение всей кампании, принимается ее мощность P – количество выделяемой энергии в единицу времени. Поскольку в РУ энергия выделяется за счет деления в основном ядер урана-235 (U^{235}), можно записать уравнение (1):

$$P = f_5 \cdot \varepsilon, \quad (1)$$

где f_5 – число делений ядра в единицу времени в единице объёма;
 ε – энергия, выделяемая в одном акте деления.

В то же время f зависит от потока нейтронов в некоторой области среды следующим образом, уравнение (2):

$$f = \Phi \cdot \sigma_5^f \cdot \rho_5, \quad (2)$$

где Φ – поток нейтронов в данной точке в данный момент времени;
 σ_5^f – микроскопическое сечение деления для ядра среды;
 ρ_5 – концентрация ядер U^{235} в единице объёма.

Принимая во внимание уравнения (1) и (2), получаем выражение (3):

$$P = \Phi \cdot \sigma_5^f \cdot \rho_5 \cdot \varepsilon \quad (3)$$

или при постоянных σ , ν и ε

$$P \sim \Phi.$$

Данные рассуждения справедливы, если учитывать, что в достаточно широком спектре энергий микроскопические сечения от энергии налетающего нейтрона зависят слабо, то есть если не рассматривать области резонанса, либо само энергетическое распределение не претерпевает существенных изменений при процедуре профилирования. В рамках работы выдвигается предположение, что изменения, вносимые в пространственно-энергетическое распределение нейтронов, несущественны для модели реактора и мало отличаются при использовании методов.

Выгорание, в свою очередь, можно, согласно размерности данной величины (МВт·сут/кг), представить как $B = \frac{P \cdot t}{m_T}$, где t – время, m_T – масса топлива. Переписав данное уравнение, получаем выражение (4):

$$P = \frac{B \cdot m_T}{t} \quad (4)$$

или для конкретной временной точки

$$P \sim B.$$

Таким образом, из выражений (3) и (4) можно сделать вывод, что, вообще говоря, методы «по потоку» и «по выгоранию» эквивалентны с точки зрения физики,

хоть и используются разные характеристики для рассмотрения поведения реакторной установки в течение кампании, однако с точки зрения расчета, как было сказано ранее, они совершенно различны, следовательно, погрешности получаемых данных (отклонения в случае статистической оценки выходных характеристик) так же будут различны.

Процедура исследования имеет следующую методологию: в течение кампании реакторной установки происходит выгорание топлива, при том, неравномерно (в настоящем случае речь об аксиальной неравномерности). В зависимости от плотности потока нейтронов в некоторых зонах топливо выгорает сильнее, чем в других. Это явление представляет проблему рационального использования выгорающего материала. Решением является выравнивание функции энерговыделения (либо нейтронного поля) по высоте активной зоны ТВС [10-11]. Из приведенных ранее рассуждений будет справедливо сказать, что мы приходим к необходимости увеличения равномерности либо выгорания, либо потока нейтронов по высоте твэга/твэла.

Выравнивание нейтронного поля в начале кампании или выравнивание поля выгорания к концу кампании достигается из следующих соображений: в топливных таблетках твэгов ТВС присутствует, помимо диоксида урана, оксид гадолиния – выгорающий поглотитель нейтронов, который добавляется с целью снижения избыточной реактивности в начале кампании РУ. Рассматривая лишь твэги в ТВС и принимая каждый из них равнозначным остальным, проводилось перераспределение выгорающего поглотителя, если конкретнее, изотопа гадолиния-155 (Gd^{155}), который имеет самое высокое сечение поглощения нейтронов.

Для начала проводился расчет «нулевой модели», в которой концентрации всех изотопов в каждой зоне по высоте были одинаковыми. Таким образом, получались данные о выгорании (или потоке нейтронов) в твэгах. Далее проводилось профилирование, согласно следующим рассуждениям: если в некоторой зоне выгорание (поток) избыточны, туда необходимо распределить больше Gd^{155} (относительно исходной концентрации), чтобы его компенсировать; где выгорание недостаточно – там концентрацию выгорающего поглотителя необходимо уменьшить. Одновременно с перераспределением концентраций изотопов во внимание принимался тот факт, что до и после профилирования суммарное количество изотопов во всем твэге должно остаться неизменным.

Соблюдение этих закономерностей выполнялось посредством введения коэффициентов a и b : $a = \frac{\delta_i}{\delta_{cp}}$, где δ_i – выбранная характеристика (поток или выгорание) в данной зоне, δ_{cp} – средняя выбранная характеристика по всей высоте твэга. Коэффициент b вводится для корректировки значений концентраций в соответствии с законом сохранения числа изотопов: $b = \frac{\Sigma N_{нов}}{\Sigma N_{стар}}$, и представляет собой отношение суммарного числа изотопа Gd^{155} после профилирования ($\Sigma N_{нов}$) к суммарному числу того же изотопа до профилирования ($\Sigma N_{стар}$). После пересчета концентрации одного изотопа производится пересчет концентраций всех остальных изотопов в топливной таблетке.

Полученные посредством данного подхода значения после первой итерации представлены на рисунке 1. Стоит отдельно сказать, что в рамках исследования, в соответствии с целью, нас больше интересуют начальные и конечные значения коэффициента размножения нейтронов, нежели изменение k_{eff} в течение всей кампании.

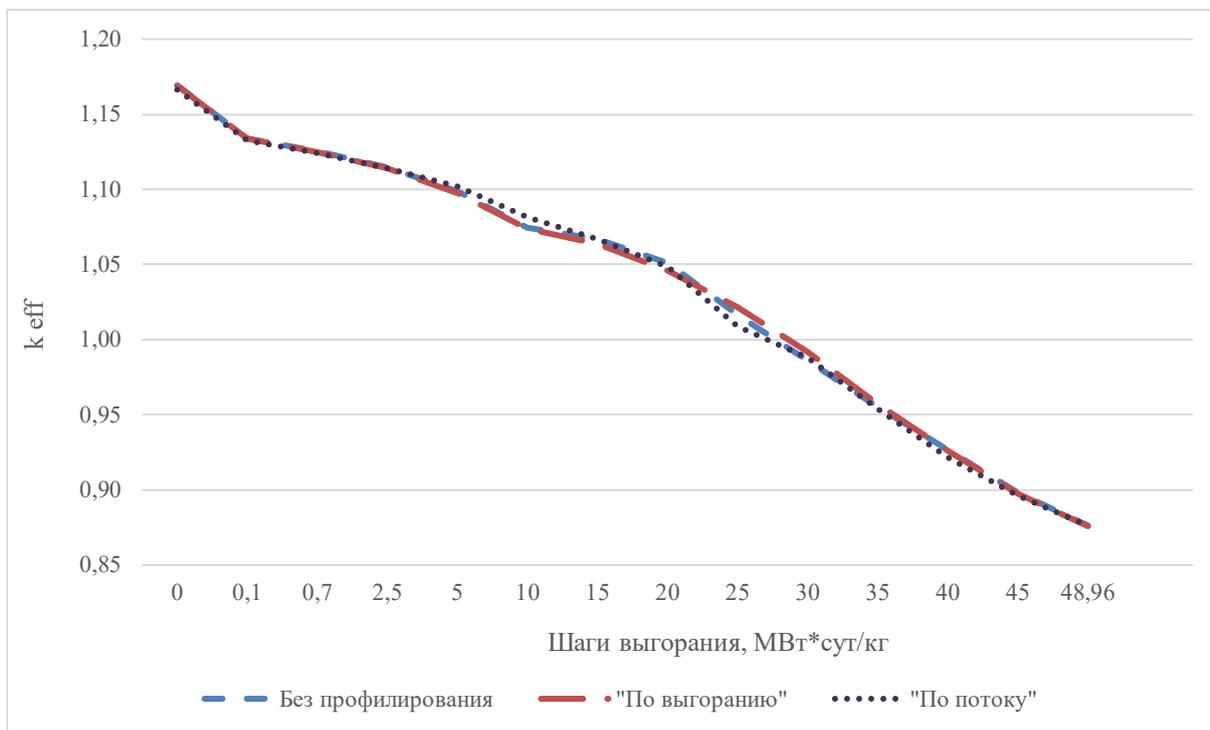


Рисунок 1 – График падения реактивности для метода «по выгоранию» [Graph of reactivity drop for the "burn-in" method]

По полученным данным k_{eff} построен график (рис. 2), на котором прослеживается различие между методами «по выгоранию» и «по потоку» во времени. Поскольку построенная модель ТВС не содержит регулирующих стержней, скорость выгорания топлива в начале кампании выше, чем в действительности, а в конце кампании ниже. Этим, предположительно, обусловлены высокие различия методов в середине кампании, однако в конце моделируемой кампании процессы максимально близки к действительности, потому нас интересует лишь последняя временная точка, в которой различие методов находится в пределах погрешности 3σ ($3\sigma = 45$ pcm, $\Delta = 41$ pcm). Таким образом, наблюдаемый результат подтверждает эквивалентность методов.

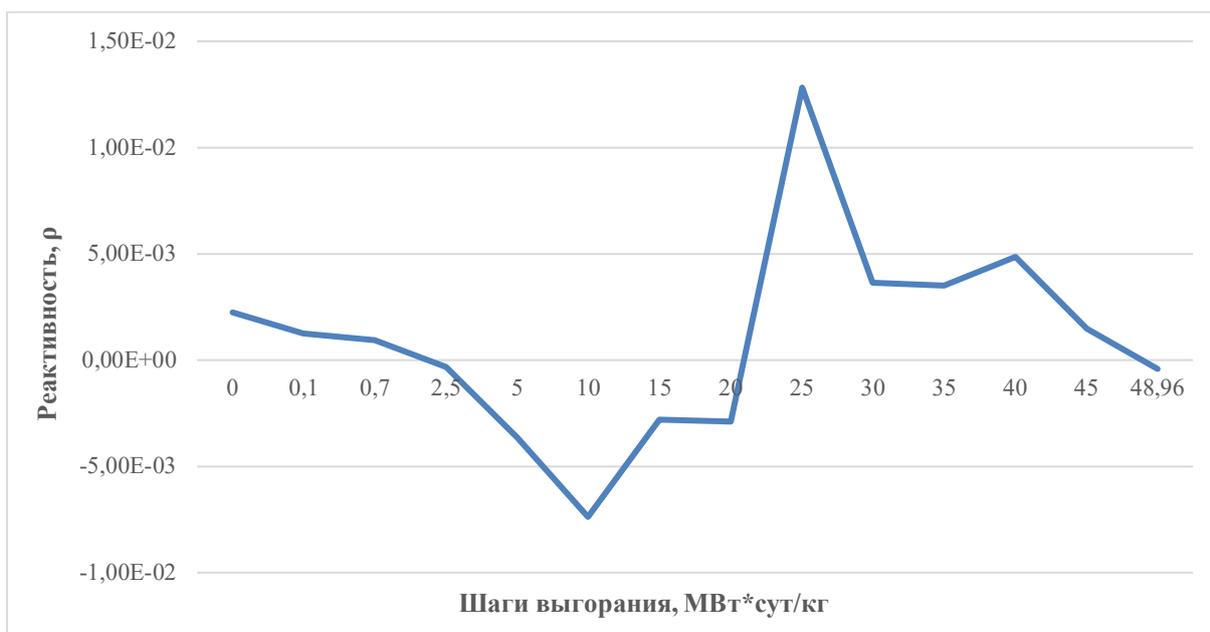


Рисунок 2 – Различия методов в каждой временной точке [Difference of methods at each time point]

Однако для оценки эффектов реактивности, обоснования приемлемости методов с позиции нейтронно-физических аспектов необходимо получать более близкие значения к реальным на протяжении всей кампании [12]. Значительное расхождение ρ в методах в середине кампании требует вывода о том, какой метод является точным в каждый момент времени. В случае расчета «по потоку» погрешность метода обусловлена статистической погрешностью расчета в 0-ой момент времени. Для метода «по выгоранию» погрешность предположительно накапливается как начальным отклонением, так и конечным, поскольку состав определяется по выходным данным последней временной точки. Таким образом, метод «по потоку» для расчета эффектов реактивности перспективнее метода «по выгоранию».

Возможность снижения темпа потери реактивности установки и возможность продления топливной кампании за счет увеличения реактивности в конце кампании в сравнении с моделью без профилирования продемонстрирована результатами профилирования твэгов в ТВС. Для конкретного обоснования и подтверждения результатов в будущем необходимо продолжить итерационный расчет и переходить от модели ТВС к модели всей активной зоны РУ с уточнением деталей физики и конструкции установки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Leppänen, J. Serpent – a Continuous-energy Monte Carlo Reactor Physics Burnup Calculation Code. User manual, June 18, – 2015. Tuominen, R., Valtavirta, V. and Leppänen, J. New energy deposition treatment in the Serpent 2 Monte Carlo transport code. Ann. Nucl. Energy 129 (2019). P. 224-232.
2. Leppänen, Jaakko. Development of a New Monte Carlo Reactor Physics Code [Uuden Monte Carlo -reaktorifysiikkakoodin kehittäminen]. Espoo. – 2007 VTT Publications 640 228 p. + app. 8 p.
3. IAEA Nuclear Data Services. – URL: <https://www-nds.iaea.org/> (accessed: 07/30/2022).
4. Абу Сондос, М.А. Оценка возможности использования Eu_2O_3 в качестве выгорающего поглотителя в реакторе ВВЭР-1200 / М.А. Абу Сондос, В.М. Демин, В.И. Савандер // Глобальная ядерная безопасность. – 2019. – № 1(30). – С. 39-46. DOI: <https://doi.org/10.26583/gns-2019-01-04>.
5. Внуков, Р.А. Влияние размещения выгорающего поглотителя на нейтронно-физические характеристики тепловыделяющей сборки ВВЭР-1200 / Р.А. Внуков, В.В. Колесов, И.А. Жаворонкова, Я.А. Котов, М.Р. Праманик // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2021. – № 2. – С. 27-38. DOI: <https://doi.org/10.26583/npe.2021.2.03>
6. Butcher, John C. Numerical Methods for Ordinary Differential Equations // New York: John Wiley & Sons. 2003.
7. Фейнберг, С.М. Выгорание горючего в водо-водяных энергетических реакторах и эксперименты с уран-водной решеткой / С. М Фейнберг, [и др.]. – URL : http://elib.biblioatom.ru/text/doklady-zheneva-1958_t2_yadernye-reaktory_1959/go,412/ (дата обращения: 27.07.2022)
8. Васютин, Н.А. Решение проблем при использовании генератора весовых окон расчетного кода на основе метода Монте-Карло / Н.А. Васютин, О.Л. Ташлыков // Труды третьей научно-технической конференции молодых ученых Уральского энергетического института. – Екатеринбург: УрФУ, 2018. – С. 329-332.
9. Зуев, А.А. Анализ применения аксиального профилирования твэг / А.А. Зуев // Материалы 16-й научно-технической конференции молодых специалистов ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 26-27 марта 2014 г. – Подольск, 2014. – URL : <http://www.gidropress.podolsk.ru/files/proceedings/kms2014/documents/kms2014-005.pdf> (дата обращения: 12.07.2022)
10. Савандер, В.И. Аксиальное профилирование поля энерговыделения для минимизации объемной доли пара на выходе из ТВС ВВЭР-1200 / В. И. Савандер, Б.Е. Шумский, А.А Пинегин // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных реакторов. – 2015. – № 2. – С. 25-35.
11. Патент RU 2001 127 049 А МПК G21C 3/326. Способ снижения неравномерности распределения теплотехнических запасов в тепловыделяющих сборках активной зоны ядерного реактора: заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Новосибирский завод химконцентратов», Опытное конструкторское бюро «Гидропресс». – № 2001127049/06 ; заявл. 10.04.2001 ; опубл. 20.12.2003, Пономаренко Г.Л., Васильченко

- И.Н., Горохов А.К., Кобелев С.Н., Наумов В.И., Енин А.А., Кушманов А.И., Чапаев И.Г. – URL: <https://www.freepatent.ru/patents/2219600> (дата обращения: 26.07.2022)
12. Колесов, В.Ф. Истоки неточностей в реактивности, определяемой с помощью обращенного решения уравнений кинетики/ В.Ф. Колесов // Вопросы атомной науки и техники. Серия: физика ядерных реакторов. – 2013. – № 3. – С. 30-45.

REFERENCES

- [1] Leppänen, J. "Serpent – a Continuous-energy Monte Carlo Reactor Physics Burnup Calculation Code." User manual, June 18, 2015. Tuominen, R., Valtavirta, V. and Leppänen, J. "New energy deposition treatment in the Serpent 2 Monte Carlo transport code." Ann. Nucl. Energy 129 (2019) 224-232 (in English).
- [2] Leppänen, Jaakko. Development of a New Monte Carlo Reactor Physics Code [Uuden Monte Carlo -reaktorifysiikkakoodin kehittäminen]. Espoo 2007 VTT Publications 640 228 p. + app. 8 p. (in English).
- [3] IAEA Nuclear Data Services. – URL: <https://www-nds.iaea.org/> (accessed: 07/30/22) (in English).
- [4] M.A. Abu Sondas, V.M. Demin, V.I. Savander. Ocenka vozmozhnosti ispol'zovaniya Eu2 O3 v kachestve vygorayushchego poglotitelya v reaktore VVER-1200 [Assess of Possibility of Eu₂O₃ Using as Burnable Absorber in WVER-1200 Reactor] // Global'naya yadernaya bezopasnost' [Global Nuclear Safety]. 2019. № 1(30). – P. 39-46 (in Russian)/ DOI: <https://doi.org/10.26583/gns-2019-01-04>
- [5] Vnukov R.A., Kolesov V.V., Zhavoronkova I.A., Kotov Y.A., Pramanik M.R. Vliyanie razmeshcheniya vygorayushchego poglotitelya na nejtronno-fizicheskie harakteristiki teplovdyelayushchey sborki VVER-1200 [Effect of the Burnable Absorber Arrangement on the WVER(1200 Fuel Assembly Neutronic Performance]. Izvestiya vuzov. Yadernaya Energetika [News of Higher Education Institutions. Nuclear Power Engineering]. 2021. №2. P. 27-38 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.26583/npe.2021.2.03>
- [6] Butcher, John C. Numerical Methods for Ordinary Differential Equations // New York: John Wiley & Sons. 2003. (in English)
- [7] Feinberg S.M., Antsiferov E.S., Katkov V.P. et al. Vygoranie goryuchego v vodo-vodyanyh energeticheskikh reaktorah i eksperimenty s uran-vodnoj reshetkoj [Fuel Burnup in Pressurized Water Power Reactors and Experiments with a Uranium–Water Lattice]. URL:http://elib.biblioatom.ru/text/doklady-zheneva-1958_t2_yadernye-reaktory_1959/go,412/ (accessed: 27.07.2022) (in Russian)/
- [8] Vasutin N.A., Tashlykov O.L. Reshenie problem pri ispol'zovanii generatora vesovyh okon raschetnogo koda na osnove metoda Monte-Karlo [Solving Problems Using the Weight Window Generator of the Calculation Code Based on Monte-Carlo Method]. Trudy tret'ej nauchno-tekhnicheskoy konferencii molodyh uchenyh Ural'skogo energeticheskogo instituta [Proceedings of the Third Scientific and Technical Conference of Young Scientists of the Ural Energy Institute]. Ekaterinburg: UrFU [Ural Federal University]. 2018. P. 329-332. (in Russian)
- [9] Zuev A.A. Analiz primeneniya aksial'nogo profilirovaniya tveg [Analysis of fuel rods axial profiling application]. Materialy 16-j nauchno-tekhnicheskoy konferencii molodyh specialistov OKB «GIDROPRESS», 26-27 marta 2014 g.[Proceedings of the 16th Scientific and Technical Conference of Young Specialists of OKB GIDROPRESS, 26-27 March 2014]. Podolsk, 2014 URL: <http://www.gidropress.podolsk.ru/files/proceedings/kms2014/documents/kms2014-005.pdf> (accessed: 07/12/2022) (in Russian)
- [10] Savander V.I., Shumsky B.E., Pinegin A.A. Aksial'noe profilirovanie polya energovydeleniya dlya minimizacii ob'yomnoj doli para na vyhode iz TVS VVER-1200[Axial Profiling of the Energy Release Field to Minimize the Volume Fraction of Steam at the VVER-1200 FA Outlet]. Voprosy atomnoj nauki i tekhniki. Seriya: Fizika yadernyh reaktorov [Issues of Atomic Science and Technology. Series: Physics of Nuclear Reactors]. №2. 2015. – URL: <https://davaiknam.ru/text/aksialnoe-profilirovanie-v-tvs-vver-1200-dlya-minimizacii-obe> (accessed: 07/12/2022) (in Russian)
- [11] Patent RU 2001 127 049 A MPK G21C 3/326. Sposob snizheniya neravnomernosti raspredeleniya teplotekhnicheskikh zapasov v teplovdyelayushchih sborkah aktivnoj zony yadernogo reaktora: zayavitel' i patentoobladatel' Otkrytoe akcionernoe obshchestvo «Novosibirskij zavod himkoncentratov», Opytnoe konstruktorskoe byuro «Gidropress». – № 2001127049/06 ; zayavl. 10.04.2001 ; opubl. 20.12.2003 [Patent RU 2001 127 049 A IPC G21C 3/326. A Method of Reducing the Uneven Distribution of Thermal Reserves in the Fuel Assemblies of the of a Nuclear Reactor Core: the Applicant and Patent Holder – Open Joint Stock Company "Novosibirsk Plant of Chemical Concentrates", Experimental Design Bureau "Gidropress". – No. 2001127049/06; dec.

- 04/10/2001; publ. 20.12.2003], Ponomarenko G.L., Vasilchenko I.N., Gorokhov A.K., Kobelev S.N., Naumov V.I., Enin A.A., Kushmanov A.I., Chapaev I.G. – URL: <https://www.freepatent.ru/patents/2219600> (accessed: 07/26/2022) (in Russian)
- [12] Kolesov V.F. Istoki netochnostej v reaktivnosti, opredelyaemoj s pomoshch'yu obrashchennogo resheniya uravnenij kinetiki [Sources of Inaccuracies in Reactivity, Determined Using the Inverted Solution of the Kinetics Equations]. // Voprosy atomnoj nauki i tekhniki. Seriya: Fizika yadernyh reaktorov [Issues of Atomic Science and Technology. Series: Physics of Nuclear Reactors]. 2013. № 3. P. 30-45 (in Russian).

Comparative Analysis of Methods of Axial Profiling of WWER-1200 Fuel Assembly on Model Z49A2 Example

Eduard A. Gerdt¹, Ruslan A. Vnukov²

Obninsk Institute of Atomic Energy the branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Obninsk, Kaluga region, Russia

¹*eduard_gerdt@mail.ru, ORCID iD: 0000-0001-7771-0244*

²*ravnukov@oiate.ru*

Abstract. Researches are done to improve parameters of nuclear reactors and reduce the cost of generated electricity directed towards determining of the most rational fuel usage. Different methods use different mathematical and physical models that results in some differences in received data. One of the methods is profiling of Nuclear Energy Reactors. In this paper the theory that is used in modeling and tallies in Serpent 2 is given, the methods of axial profiling of reactors are shown, comparison of received data and justification of their validity on intermediate state of the research are examined.

Keywords: profiling, analysis, Serpent 2, Monte-Carlo method, burning, neutron flow, mathematical modeling, Fuel Assembly, reactor, burnable absorber.

For citation: Gerdt E. A., Vnukov R. A. Comparative Analysis of Methods of Axial Profiling of WWER-1200 Fuel Assembly on Model Z49A2 Example// Global Nuclear Safety. 2022. Vol. 3(44). – P. 65-72. <http://dx.doi.org/10.26583/gns-2022-03-06>