

Адаптація розрахункових моделей HELIOS паливних касет ВВЕР-440 для використання програмою TRACE/PARCS

Овдіенко Ю. М.

Державне підприємство «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки», м. Київ, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7016-1841>

Кучин О. В.

Державне підприємство «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки», м. Київ, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9334-4977>

Єременко М. Л.

Державне підприємство «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки», м. Київ, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5411-7920>

Власенко П. А.

Державне підприємство «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки», м. Київ, Україна

Важливим етапом впровадження в практику дослідження безпеки розрахункових комплексів на основі рішення рівняння переносу нейтронів у малогруповому дифузійному наближенні є підготовка бібліотеки нейтронно-фізичних констант (НФК). Від якості підготовки бібліотеки залежить точність моделювання фізичних процесів в активній зоні. Слід зазначити, що така бібліотека НФК повинна бути підготовлена в форматі, що реалізований в розрахунковому комплексі, та з використанням спектрального коду, який досить адекватно моделює тепловиділяючу збірку. Оптимальним шляхом підготовки бібліотеки констант для малогрупового дифузійного коду PARCS, що впроваджується в ДНТЦ ЯРБ практику дослідження безпеки в складі сполученого термогідрравлічного та нейтронно-фізичного комплексу TRACE/PARCS, є адаптація раніше розроблених та валідованих моделей паливних касет для спектральної програми HELIOS. В роботі представлена процедура адаптації розрахункової для програми HELIOS робочої касети реактора ВВЕР-440, включаючи поглинаючу надставку і перехідну частину, яка забезпечує структуру вихідних файлів, необхідну для коректної роботи програми GENPMAX при підготовці малогрупових констант до програми PARCS. Представлені підходи до вибору параметрів станів активної зони для підготовки констант в форматі програми PARCS. Наведені результати аналізу коректності проведеної адаптації розрахункових моделей паливних касет реактору ВВЕР-440 для програми HELIOS на основі порівняльного аналізу розмножуючих властивостей робочої касети за результатами розрахунків на основі моделі HELIOS, розробленої для підготовки бібліотек для програми DYN3D, що валідована на сьогодні та використовується в ДНТЦ ЯРБ, і на основі моделі HELIOS адаптованої для програми GENPMAX.

Ключові слова: програма HELIOS, програма PARCS, малогрупові константи, розрахункова модель паливної касети, параметри станів активної зони реактора.

© Овдіенко Ю. М., Кучин О. В., Єременко М. Л., Власенко П. А., 2019

Широкі застосування для моделювання складних процесів в активній зоні ядерних реакторів отримують на сьогоднішній час зв'язані термогідрравлічні та нейтронно-фізичні розрахункові програми. Однією з таких програм є комп'ютерний код TRACE з модулем тривимірної кінетики PARCS [1]. Цей комп'ютерний код використовується, перш за все, для аналізу безпеки реакторної установки в перехідних та аварійних режимах. Важливим етапом впровадження розрахункового комплексу TRACE/PARCS у практику дослідження безпеки є підготовка бібліотеки нейтронно-фізичних констант (НФК), від якості якої залежить точність моделювання фізичних процесів в активній зоні. Бібліотека НФК має бути підготовлена у форматі, передбаченому в програмі PARCS з використанням спектрального коду, який досить адекватно моделює тепловиділяючу збірку (ТВЗ). Оптимальним шляхом підготовки бібліотеки малогрупових констант для програми PARCS є адаптація розроблених ДНТЦ ЯРБ та валідованих моделей паливних касет для спектральної програми HELIOS [2]. Зазначимо, що штатну програму GenPMAXS [3], яка обробляє вихідний файл HELIOS та готує НФК у форматі PARCS, не можна застосувати до вихідних файлів HELIOS, розроблених у ДНТЦ ЯРБ. Розв'язання цієї проблеми вимагає проведення адаптації розроблених ДНТЦ ЯРБ розрахункових моделей HELIOS під шаблон програми GenPMAXS з огляду підходів щодо апроксимацій значень макроскопічних перерізів взаємодії, що реалізовані в програмі PARCS.

Характеристики розрахункових моделей HELIOS для ВВЕР-440. Параметри розробленої ДНТЦ ЯРБ розрахункової моделі паливної касети ВВЕР-440 для програми HELIOS визначені на підставі проектної документації на реакторну установку ВВЕР-440 [4, 5], а також виконаного аналізу чутливості результату розрахунку розмножуючих властивостей стосовно таких параметрів, як кількість радіальних шарів паливної таблетки, ступінь деталізації розрахункової чарунки, порядок дискретизації кутової

Таблиця 1. Основні характеристики паливних касет ВВЕР-440, які використовуються в розрахунковій моделі ДНТЦ ЯРБ

Параметр	Значення	
	РК	ТВЗ
Радіус центрального отвору уранової серцевини, см	0,075	0,075
Радіус уранової серцевини, см	0,37825	0,37825
Крок розміщення твелів, см	1,22	1,22
Внутрішній радіус оболонки твела, см	0,386	0,386
Зовнішній радіус оболонки твела, см	0,4575	0,4575
Зовнішній розмір «під ключ» чохла касети, см	14,3	14,4
Товщина чохла касети, см	0,15	0,20
Розмір «під ключ» розрахункової чарунки, см	14,7	14,7
Маса палива (двоокису урану), кг	136,96	131,17
Висота паливного стовпа, см	242	232
Маса дистанціонуючої решітки, кг	1,184	1,184

залежності поверхневих струмів тощо, виходячи з оптимального співвідношення «точність — витрати розрахункового часу».

Основні характеристики паливних касет ВВЕР-440, що закладені в розрахункову модель ДНТЦ ЯРБ, наведено в табл. 1.

Щоб підготувати бібліотеку НФК для розрахунку реактора ВВЕР-440, крім перерізів самої паливної касети треба адаптувати моделі поглинаючої надставки та перехідної частини органу регулювання (ОР) автоматичного регулювання та контролю (АРК). Геометричні моделі паливних касет, поглинаючої надставки та перехідної частини АРК, що демонструють ступінь деталізації розрахункової чарунки, представлені на рис. 1÷4.

Враховуючи високий ступінь валідації розроблених ДНТЦ ЯРБ розрахункових моделей HELIOS для розрахунку активних зон ВВЕР-440 програмою DYN3D [6], всі геометричні особливості цих моделей у вигляді кількості радіальних шарів паливної таблетки, ступеня деталізації розрахункової чарунки, порядку дискретизації кутової залежності поверхневих струмів, способу моделювання дистанціонуючої решітки та ін — застосовані в моделі HELIOS, що використовуватиметься в підготовці бібліотеки для програми PARCS.

Основні зміни до розрахункових моделей. Основні зміни до розроблених ДНТЦ ЯРБ розрахункових моделей обумовлені насамперед відмінностями обробки вихідних даних програмами DYN3D та PARCS для розв'язання рівняння дифузії нейтронів. Так, стосовно основних перерізів взаємодії та параметрів кінетики внесено такі зміни в моделі:

- коефіцієнт дифузії замінено транспортним перерізом взаємодії;
- з перерізу поглинання в швидкій групі нейтронів вилучено складову розсіювання;
- переріз вводу нейтронів із швидкої групи в теплову замінено повною матрицею розсіювання;
- мікроскопічні перерізи поглинання нейтронів ядрами ксенону та самарію на заміну ефективного одноступеневих вигляду наведено у двогруповому вигляді — для швидкої та теплової груп;
- постійні розпаду та частини нейтронів, що спізнюються, наведено у вихідному файлі в одноступеневому вигляді на заміну двогрупового;
- фактори розривності потоку нейтронів на границі розрахункової чарунки розраховуються для кожного варіаційного розрахунку за теплофізичними параметрами (так званого «бренчу») для урахування залежності від зміни теплогідролічних характеристик.

Крім того, в розрахунковій моделі перейменовано змінні та введено ключові слова відповідно до формату, необхідного для коректної обробки вихідного файлу HELIOS програмою GenPMAXS.

Вибір станів для формування бібліотеки констант у форматі PMAXS. Макроскопічні перерізи взаємодії у форматі PMAXS, що використовуються програмою PARCS, задаються в припущенні лінійної суперпозиції частинних похідних перерізів за незалежними змінними до перерізів референсного стану. Формат PMAXS ґрунтується на апроксимаційній залежності перерізів взаємодії від теплофізичних параметрів, наявності поглинача, фактора впливу сусідніх нод тощо.

Частинні похідні макроскопічних перерізів взаємодії беруться в середній точці між референсним значенням

та значенням стану в поточній ноді. Ці часткові похідні отримуються кусково-лінійною інтерполяцією попередньо згрупованих даних. Внесок незалежних змінних визначається як добуток частинної похідної макроскопічних перерізів взаємодії та величини варіації самої незалежної змінної.

Кожна з трьох груп незалежних змінних макроскопічного перерізу взаємодії: фактор наявності поглинача, змінні для поточної ноди, змінні для сусідньої ноди — може визначатися у різний спосіб, що вимагає вибору відповідного набору незалежних змінних для конкретної поставленої задачі. Мікроскопічні перерізи взаємодії ксенону та самарію задаються так само, як і зазначені вище основні макроскопічні перерізи.

Формат PMAXS дає змогу ввести в бібліотеку перерізів 12 незалежних змінних: фактор наявності поглинача; густина теплоносія; концентрація рідкого поглинача в теплоносії; температура палива; температура теплоносія; домішки в теплоносії; густина уповільнювача; концентрація рідкого поглинача в уповільнювачі; температура уповільнювача; домішки в уповільнювачі; різниця в густині між сусідньою та поточною касетами; різниця у вигорянні між сусідньою та поточною касетами.

Аналіз станів для режимів експлуатації ВВЕР-440. Враховуючи специфіку водоохолоджуваних реакторів ВВЕР з водою під тиском, бібліотека нейтронно-фізичних перерізів вимагає введення щонайменше таких незалежних змінних, як наявність (частка) поглинача, тобто касети АРК; густина теплоносія; концентрація борної кислоти в теплоносії; температура палива; температура теплоносія.

Тестування підготовлених бібліотек проводиться порівнянням результатів розрахунків з експериментальними даними та результатами розрахунків іншими розрахунковими кодами. Ці результати отримані, як правило, в режимах нормальної експлуатації, тому бібліотека повинна, щонайменше, охоплювати діапазон зміни параметрів у межах нормальної експлуатації.

Параметри активної зони ВВЕР-440 під час роботи на потужності в режимах нормальної експлуатації, що мають бути охоплені бібліотекою, наведено в табл. 2. Щоб виконувати розрахунки режимів з порушенням нормальної експлуатації, вищезазначений діапазон доцільно розширити відповідно до табл. 3.

На основі аналізу табл. 2 і 3 бібліотека перерізів для паливних касет ВВЕР-440 має охопити діапазони, наведені в табл. 4.

Таблиця 2. Параметри активної зони ВВЕР-440 під час роботи на потужності

Параметр	Значення		
	мінімальне	середнє	максимальне
Густина теплоносія, кг/м ³	692 (ном.)*	757 (ном.)	792(МКР)
Температура теплоносія, °С	260 (МКР)	281 (ном.)	314 ¹
Концентрація борної кислоти, г/кг	0,0	≈3,0 (ном., сер. кампанії)	≈9 (МКР, поч., кампанії)
Температура палива, °С	260 (МКР)	565 (ном.)	1170 (ном.)*

*Найбільш напружена паливна касета

Таблиця 3. Деякі граничні параметри активної зони ВВЕР-440 під час роботи в режимах з порушенням нормальної експлуатації

Параметр	Значення	Примітка
Густина теплоносія, кг/м ³	<500	За умови пароутворення
	1000	За умови заходження
Температура теплоносія, °С	328	Максимальне значення — температура насичення
	≈150	За умови заходження
Температура палива, °С	2500	Максимальне значення — температура плавлення
	≈150±200	За умови заходження

Таблиця 4. Діапазон зміни параметрів бібліотеки перерізів для паливних касет ВВЕР-440

Параметр	Значення	
	мінімальне	максимальне
Густина теплоносія, кг/м ³	500	1000
Температура теплоносія, °С	147	328
Концентрація борної кислоти, г/кг	0	12
Температура палива, °С	177	2227

Вибір історії вигорання та параметрів розрахункових брэнчів. Формат бібліотеки RMAXS передбачає можливість розрахунку перерізів залежно від кількох історій вигорання палива. Враховуючи, що паливо в реакторах ВВЕР вигоряє, як правило, під час роботи реакторної установки на номінальному рівні потужності або на близьких до нього рівнях, для формування тестової бібліотеки перерізів достатньо використати одну історію вигорання з параметрами активної зони, близькими до середніх на номінальному рівні потужності. Ґрунтуючись на наведених у табл. 2 даних, для тестової бібліотеки перерізів вибрано такі параметри історії вигорання: густина теплоносія — 750 кг/м³; температура теплоносія — 288,5 °С (561,5 К); концентрація борної кислоти — 2,86 г/кг (500 ppm); температура палива — 627 °С (900 К).

Враховуючи вибрані параметри історії вигорання та діапазони зміни параметрів, наведених у табл. 2—4, для бібліотеки перерізів взаємодії вибрано параметри референсного стану та брэнчів, наведені в табл. 5.

Порівняльний аналіз розмножуючих властивостей робочої касети. Для перевірки коректності проведеної адаптації розрахункових моделей паливних касет реактора ВВЕР-440 для програми HELIOS виконано порівняльний аналіз розмножуючих властивостей робочої касети за результатами розрахунків на основі моделі HELIOS, розробленої для підготовки бібліотек констант до програми DYN3D, що валідована на сьогодні та використовується в ДНТЦ ЯРБ, і на основі моделі HELIOS для програми GENPMAX.

Порівняльний аналіз розмножуючих властивостей виконано як для референсного стану, так і для деяких брэнчів, що характеризують стани зі збуреними значеннями

Таблиця 5. Параметри референсного стану та брэнчів

Стан	Густина теплоносія, кг/м ³	Концентрація борної кислоти, ppm	Температура палива, К	Температура теплоносія, К
Референсний	744,24	1000	900	561,5
DC№ 1	500	1000	900	561,5
DC№ 2	697,29	1000	900	561,5
DC№ 3	782,32	1000	900	561,5
DC№ 4	1000	1000	900	561,5
PC№ 1	744,24	0	900	561,5
PC№ 2	744,24	250	900	561,5
PC№ 3	744,24	500	900	561,5
PC№ 4	744,24	750	900	561,5
PC№ 5	744,24	1500	900	561,5
PC№ 6	744,24	2000	900	561,5
PC№ 7	500	250	900	561,5
PC№ 8	500	750	900	561,5
PC№ 9	500	2000	900	561,5
PC№ 10	1000	250	900	561,5
PC№ 11	1000	750	900	561,5
PC№ 12	1000	2000	900	561,5
TF№ 1	500	1000	450	561,5
TF№ 2	500	1000	2500	561,5
TF№ 3	744,24	1000	450	561,5
TF№ 4	744,24	1000	2500	561,5
TF№ 5	1000	1000	450	561,5
TF№ 6	1000	1000	2500	561,5
TC№ 1	500	1000	900	420
TC№ 2	500	1000	900	600
TC№ 3	744,24	1000	900	420
TC№ 4	744,24	1000	900	600
TC№ 5	1000	1000	900	420
TC№ 6	1000	1000	900	600

основних теплофізичних параметрів активної зони (густина теплоносія, температура теплоносія, концентрація борної кислоти, температура палива). Результати розрахунку коефіцієнта розмноження нейтронів нескінченного середовища з використанням двох різних моделей HELIOS наведено на рис. 5–9. Отримані дані свідчать про те, що відхилення коефіцієнта розмноження за різними моделями не перевищує $\Delta K_{inf} \approx 0,003$; що є цілком прийнятним та свідчить про коректність виконаної адаптації розрахункових моделей. Найвне відхилення коефіцієнта розмноження пояснюється вибором різних параметрів історії вигорання в моделях HELIOS для програм DYN3D та PARCS.

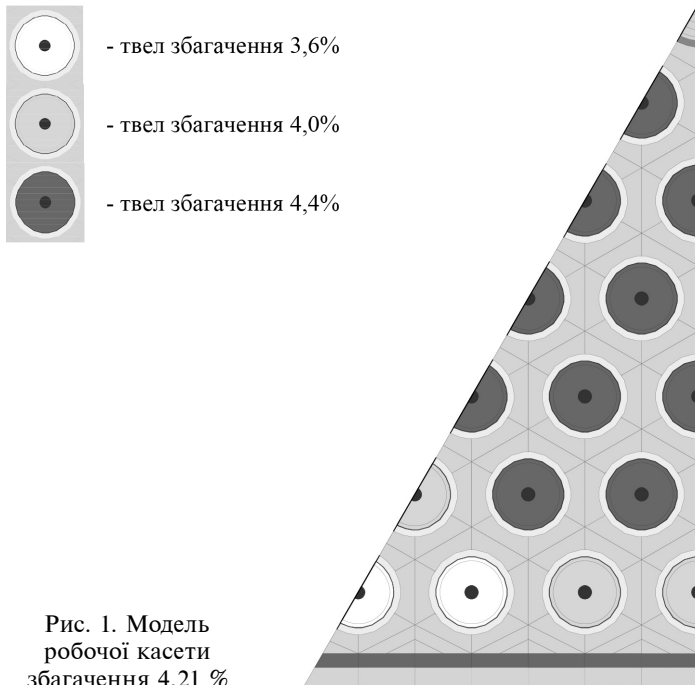


Рис. 1. Модель робочої касети збагачення 4,21 %

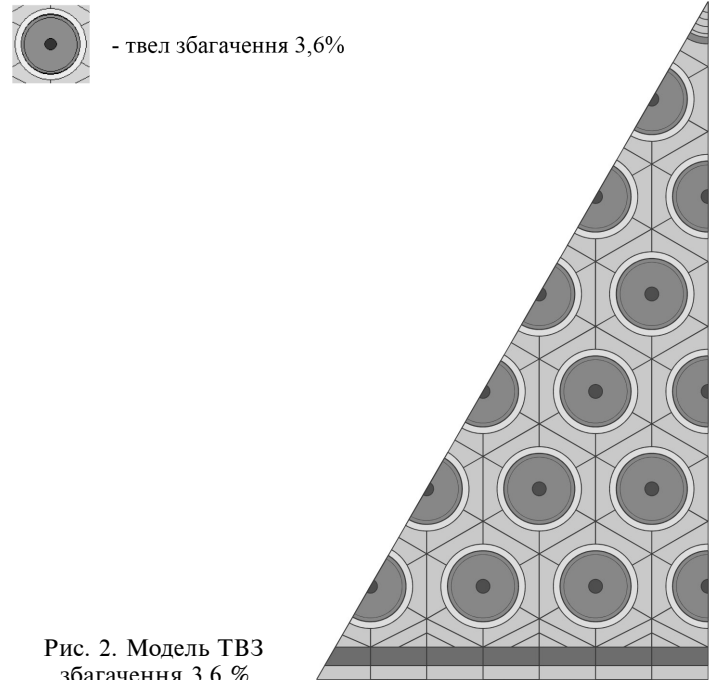


Рис. 2. Модель ТВЗ збагачення 3,6 %

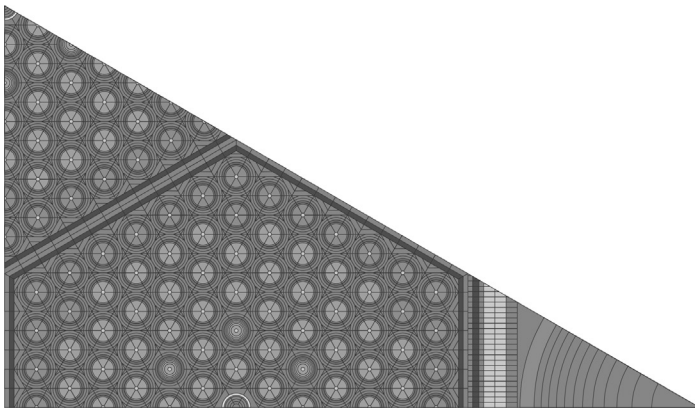


Рис. 3. Модель для розрахунку перерізів поглинаючої надставки

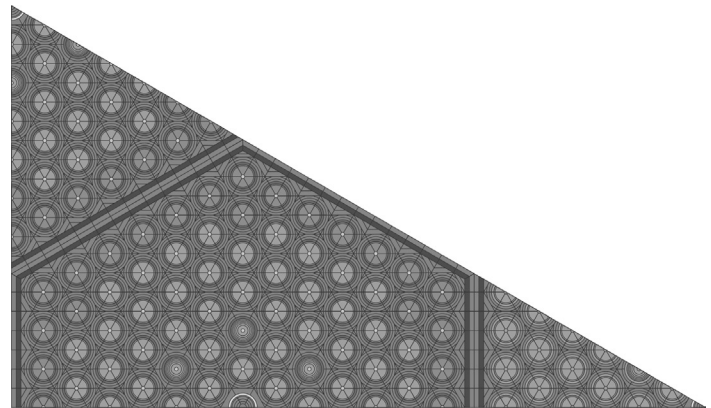


Рис. 4. Модель для розрахунку перерізів перехідної частини касети АРК

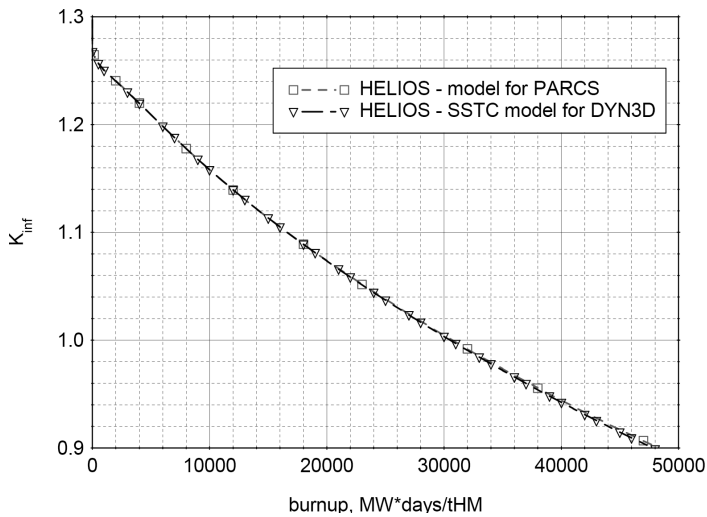


Рис. 5. Коефіцієнт розмноження для референсного стану робочої касети середнього збагачення 4,21 %

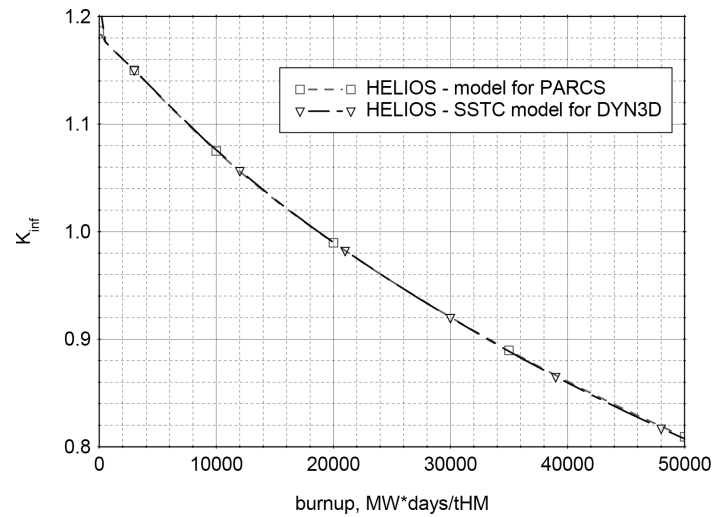


Рис. 6. Коефіцієнт розмноження для брэнчу по густині теплоносія ($\gamma = 500 \text{ кг/м}^3$) робочої касети середнього збагачення 4,21 %

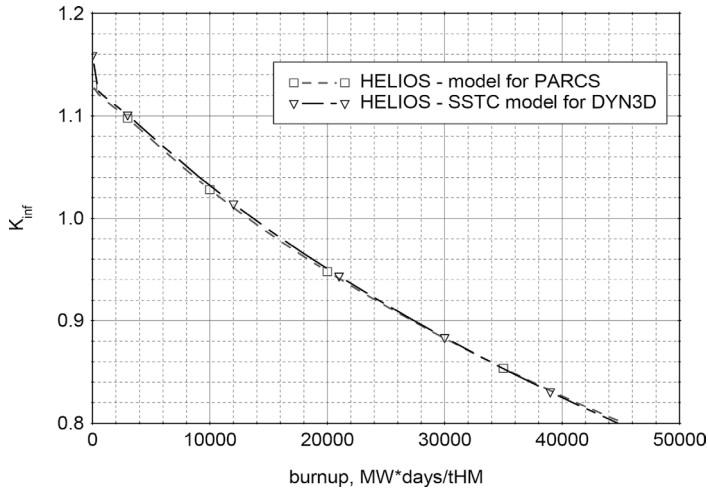


Рис. 7. Коефіцієнт розмноження для брэнчу по концентрації борної кислоти ($C_b=2000$ ppm) робочої касети середнього збагачення 4,21 %

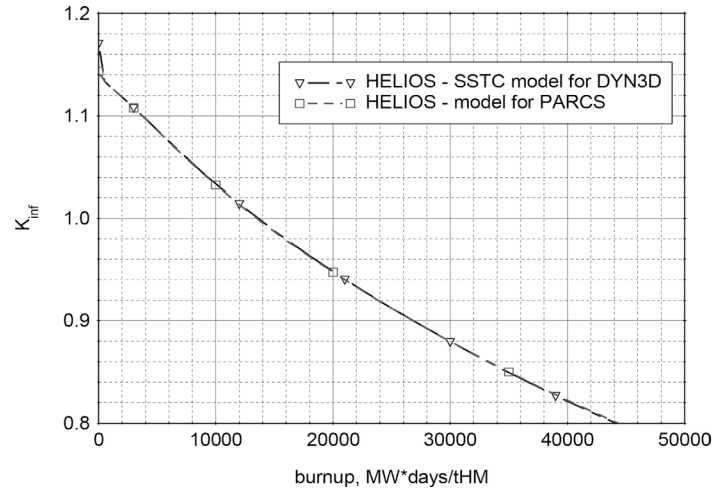


Рис. 8. Коефіцієнт розмноження для брэнчу по температурі палива ($T_{mod}=2500$ K, $\gamma=500$ кг/м³) робочої касети середнього збагачення 4,21 %

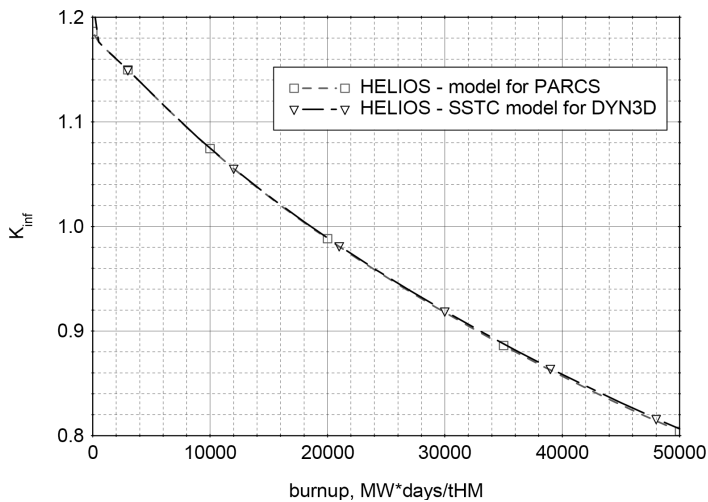


Рис. 9. Коефіцієнт розмноження для брэнчу по температурі теплоносія ($T_{mod}=420$ K, $\gamma=500$ кг/м³) робочої касети середнього збагачення 4,21 %

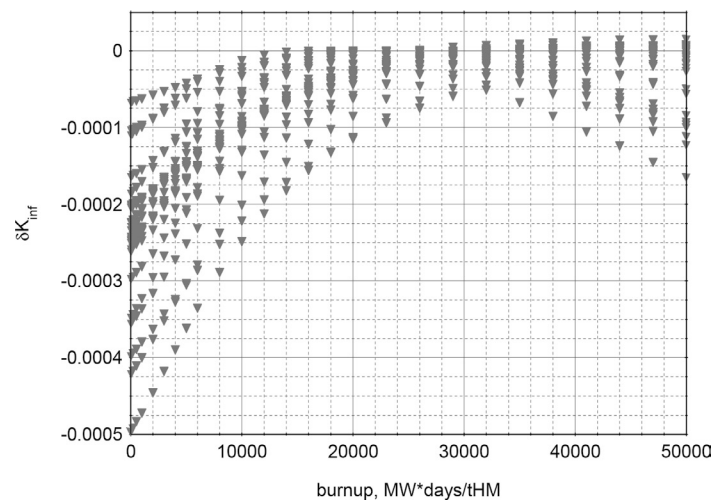


Рис. 10. Різниця між значеннями коефіцієнта розмноження для всіх брэнчів робочої касети середнього збагачення 4,21 %, розрахованими спектральним кодом HELIOS та за допомогою двогрупового дифузійного наближення

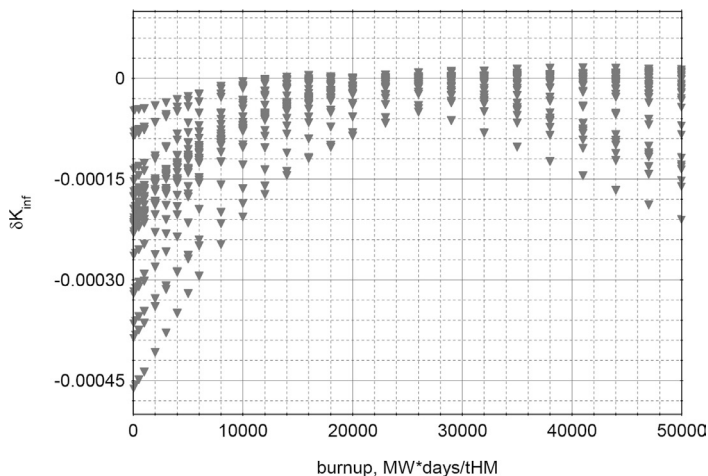


Рис. 11. Різниця між значеннями коефіцієнта розмноження для всіх брэнчів ТВЗ збагачення 3,6 %, розрахованими спектральним кодом HELIOS та за допомогою двогрупового дифузійного наближення

Різниця між коефіцієнтами розмноження для всіх брэнчів робочої касети середнього збагачення 4,21 % та ТВЗ збагачення 3,6 %, розрахованими спектральним кодом HELIOS та за допомогою двогрупового дифузійного наближення, представлена на рис. 10 та 11. Невелике за абсолютним значенням відхилення $|\Delta K_{inf}| < 0,0005$ свідчить про застосовність підготовленої бібліотеки для розв'язання задач у дифузійному наближенні, яке реалізовано в програмі PARCS.

Висновки

1. В рамках виконаної роботи адаптовано моделі до програми HELIOS для робочої касети збагачення 4,21 % та ТВЗ збагачення 3,6 % реактора ВВЕР-440, включаючи поглинаючу надставку та перехідну частину; ці моделі забезпечують структуру вихідних файлів, необхідну для коректної роботи програми GENPMAX.

2. Враховуючи проаналізовані діапазони зміни параметрів, для бібліотеки перерізів взаємодії вибрано параметри референтного стану та брэнчів.

3. На основі адаптованих моделей до програми HELIOS та вибраних теплофізичних станів для робочої касети збагачення 4,21 % та ТВЗ збагачення 3,6 % реактора ВВЕР-440 підготовлено бібліотеку перерізів, що використовується для подальших розрахунків перехідних процесів за допомогою програми PARCS.

4. Виконано порівняльний аналіз розмножуючих властивостей робочої касети за результатами розрахунків на основі моделі HELIOS, розробленої для підготовки бібліотек для програми DYN3D, що валідована на цей час та використовується в ДНТЦ ЯРБ, і на основі моделі HELIOS для програми GENPMAX. Відхилення коефіцієнта розмноження, отримані з використанням різних моделей, не перевищує $\Delta K_{inf} \approx 0,003$, що є цілком прийнятним результатом та свідчить про коректність виконаної адаптації розрахункових моделей.

Список використаної літератури

1. Downar T., Xu Y., Seker V. PARCSv3.0 Theory Manual. UM-NERS-09-001. October, 2009.
2. HELIOS, Documentation, Studsvik Scandpower, 2007.
3. Xu Y., Collins B., Downar T. GENPMAXS V. 9: Program for Generating the PARCS Cross Section Interface File PMAXS. UM-NERS-09-004. October, 2009.
4. Комплекс касет ВВЕР-440 (тип В-213) каталожное описание У 0440.00.00.000 ДКО.
5. EP21-2005.110.ОД.1. Ровенская АЭС. Энергоблок № 1 Обоснование внедрения касет обогащением 4,21 % на энергоблоках № 1, 2 Ривненской АЭС в промышленную эксплуатацию. Разработка главы ОАБ «Анализ проектных аварий» для энергоблоков № 1,2 с учетом обоснования внедрения касет обогащением 4,21 % и замечаний государственной экспертизы и независимой проверки АПА РАЭС-1. Отчет. База данных по ЯППУ, 2005.
6. Grundmann U., Rohde U., Mittag S., Kliem S. DYN3D, Version 3.2, Code for calculation of transient in Light Water Reactors (LWR) with Hexagonal or Quadratic Fuel Elements. Description of Models and Methods. Report FZR-434, Rossendorf, 2005.

References

1. Downar T., Xu Y., Seker V. (2009). PARCSv3.0 Theory Manual. UM-NERS-09-001, October, 2009.
2. HELIOS, Documentation, Studsvik Scandpower, 2007
3. Xu Y., Collins B., Downar T. (2009). GENPMAXS. V. 9: Program for Generating the PARCS Cross Section Interface File PMAXS. UM-NERS-09-004, October, 2009.
4. VVER-440 Assembly Set (V-213 Type). Catalogue Description [Kompleks kasset VVER-440 (tip V-312). Kataloghnoie opisaniie] U0440.00.00.000 DKO.
5. ER21-2005.110.OD.1. Rivne NPP. Unit 1. Justification of 4.21 % Enrichment Fuel Assembly Implementation at Rivne NPP Units 1, 2 into Commercial Operation. Development of SAR Chapter "Design Basis Accident Analysis" for Unit 1,2 Considering Justification of 4.21 % Enrichment Fuel Assembly and Comments of State Independent Technical Review of RNPP-1 DBA. Report. NSSS Database [Rovenskaia AES. Energo blok 1. Obosnovanie vnedreniia kasset obogashcheniim 4.21 % na energobloках 1, 2, Rivnenskoj AES v promyshlennuiu ekspluatatsiiu. Razrabotka glavy OAB Analiz proiektnykh avarii dlia energoblokov 1, 2 s uchetoм obosnovaniia vnedreniia kasset obogashcheniim 4.21 % i zamechanii gosudarstvennoi ekspertizy i nezavisimoi proverki APA RAES-1. Otchet. Baza dannykh po YaPPU], 2005.
6. Grundmann U., Rohde U., Mittag S., Kliem S. (2005). DYN3D, Version 3.2, Code for Calculation of Transient in Light Water Reactors (LWR) with Hexagonal or Quadratic Fuel Elements. Description of Models and Methods. Report FZR-434, Rossendorf (2005).

Adaptation of HELIOS Models for WWER-440 Fuel Assemblies to Application by the TRACE/PARCS Program

Ovdiienko I., Kuchyn O., Ieremenko M., Vlasenko P.

State Enterprise "State Scientific and Technical Center for Nuclear and Radiation Safety", Kyiv, Ukraine

The preparation of a few-group neutron cross-section library is an important step in implementation of the computer packages that are based on solution of the neutron transport equation in the few-group diffusion approximation into the safety analysis practices. The accuracy of modelling the physical neutron kinetic processes in the reactor core directly depends on the quality of few-group cross-section library. It is important to note that such cross-section library should be prepared in the format applied in the computer package and with use of a spectral code that models the fuel assembly quite adequately. The best option for preparing the few-group neutron cross-section library for the PARCS few-group diffusion code, which is being introduced into SSTC NRS safety analysis practices as a part of the TRACE/PARCS coupled neutron kinetic/thermal hydraulic package, is to adapt the previously developed and validated models of fuel assemblies for the HELIOS spectral program. The adaptation procedure for HELIOS models for WWER-440 including the fuel follower and transition part forming the input file structure required for correct work of the GenPMAXS program is presented. The approaches to the choice of reference states and branch parameters in the PARCS code format are presented. The results from correctness analysis of the adaptation of the HELIOS WWER-440 fuel assembly computer models are presented. The results are based on a comparative analysis of the fuel assembly multiplication properties obtained by the HELIOS model that was developed for preparation of the cross-section libraries for the DYN3D program (validated and widely used at SSTC NRS at present), and by the HELIOS model that was adapted for the GENPMAX program.

Keywords: HELIOS code, PARCS code, few-group cross-sections, model of WWER-440 fuel assemblies, reactor core parameters

Адаптація розрахункових моделей HELIOS топливних касет ВВЕР-440 для використання програмою TRACE/PARCS

Овдиенко Ю.Н., Кучин А.В., Еременко М.Л., Власенко П.А.

Государственное предприятие «Государственный научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности», г. Киев, Украина

Важным этапом внедрения в практику исследования безопасности расчетных комплексов на основе решения уравнения переноса нейтронов в малогрупповом диффузионном приближении является подготовка библиотеки нейтронно-физических констант (НФК). От качества подготовки библиотеки зависит точность моделирования физических процессов в активной зоне. Следует отметить, что такая библиотека НФК должна быть подготовлена в формате, который реализован в расчетном комплексе, и с использованием спектрального кода, который достаточно адекватно моделирует тепловыделяющую сборку. Оптимальным путем подготовки библиотеки констант для малогруппового диффузионного кода PARCS, который внедряется ГНТЦ ЯРБ в практику исследования безопасности в составе совмещенного термогидравлического и нейтронно-физического комплекса TRACE/PARCS, является адаптация ранее разработанных и валидированных моделей топливных касет для спектральной программы HELIOS. В работе представлена процедура адаптации расчетной модели для программы HELIOS рабочей кассеты реактора ВВЕР-440, включая поглощающую надставку и переходную часть, которая обеспечивает структуру входных файлов, необходимую для корректной работы программы GENPMAX при подготовке малогрупповых констант для программы PARCS. Представлены подходы к выбору параметров состояний активной зоны для подготовки констант в формате программы PARCS.

Ключевые слова: программа HELIOS, программа PARCS, малогрупповые константы, расчетная модель топливной кассеты, параметры состояний активной зоны реактора.

Отримано 22.12.2018