



НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

КУРЧАТОВСКИЙ КОМПЛЕКС АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

ОЦЕНКА ЭФФЕКТА РЕАКТИВНОСТИ, ВЫЗВАННОГО ЦИРКУЛЯЦИЕЙ ТОПЛИВА, В ЖИДКО-СОЛЕВОМ РЕАКТОРЕ MSRE МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

Авторы: Архангельский Д.М., Дайченкова Ю.С.,
Калугин М.А., Шкаровский Д.А.

НИЦ «Курчатовский институт»
Научно-практическая конференция «Нейтронно-
физические проблемы атомной энергетики
(НЕЙТРОНИКА–2024)»



Введение

В реакторах с циркулирующим топливом (жидко-солевых реакторах – ЖСР) одной из важных нейтронно-физических характеристик является эффект циркуляции топлива, вызывающий некоторую потерю реактивности по сравнению со стационарным режимом без циркуляции.

Этот эффект вызван переносом эмиттеров запаздывающих нейтронов, в результате чего их рождение может происходить в циркуляционном контуре за пределами активной зоны



Введение

Можно выделить три основных подхода к решению данной задачи:

- Аналитический;
- Детерминистические методы;
- Метод Монте-Карло + CFD.



Методика

Для каждой группы запаздывающих нейтронов рассчитывается поправочный коэффициент с учетом следующих приближений:

- Система – цилиндр;
- Скорость топлива в активной зоне – константа;
- Отсутствуют радиальные перетоки топлива.

Перед проведением расчетов библиотечные значения β_i заменяются на $\Theta_i \cdot \beta_i$. Затем проводится расчет по программе MSU эффективной доли запаздывающих нейтронов с учетом циркуляции топлива β_{eff_c} .

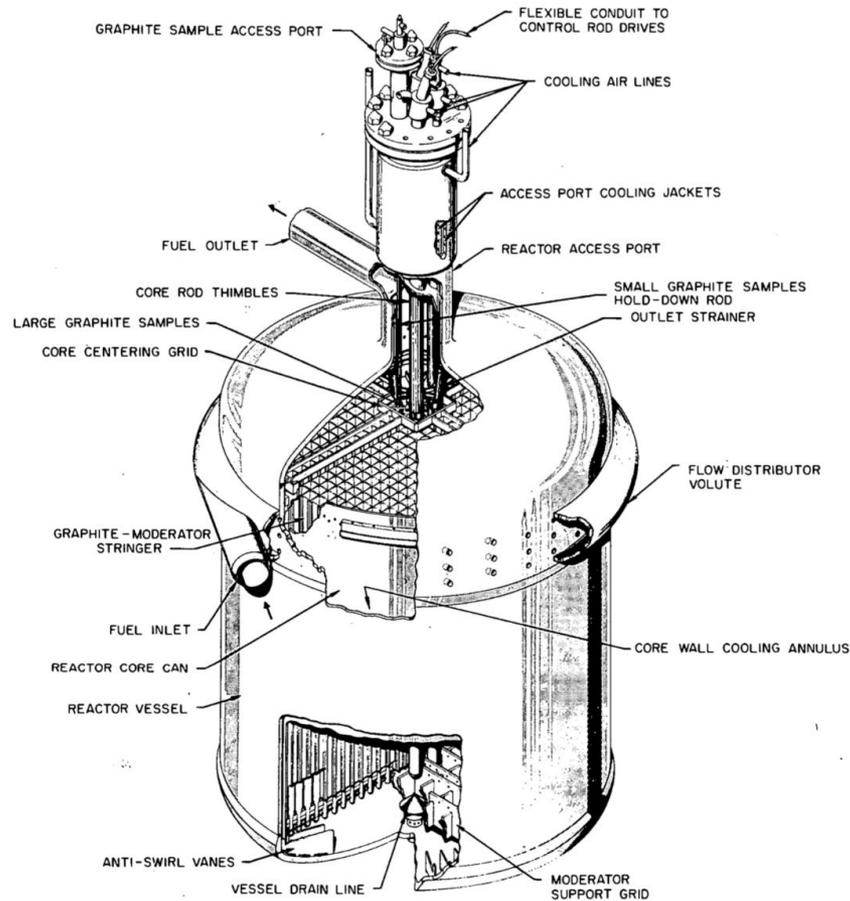
Методика

Эффект реактивности для критического реактора с хорошей точностью равен разности эффективной доли запаздывающих нейтронов с и без учета циркуляции топлива:

$$\frac{\Delta k_{eff}}{k_{eff}} \approx \beta_{eff_s} - \beta_{eff_c}$$

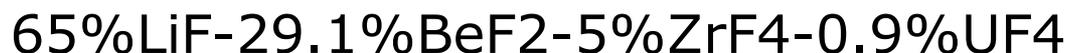
Реактор MSRE

ORNL-LR-DWG 61097R1A



Ректор MSRE

Топливо состояло из смеси солей фторида лития, бериллия и циркония, к которым в качестве топлива был добавлен уран в форме UF₄:



Рассмотрены топливные композиции на основе U-235 и U-233.



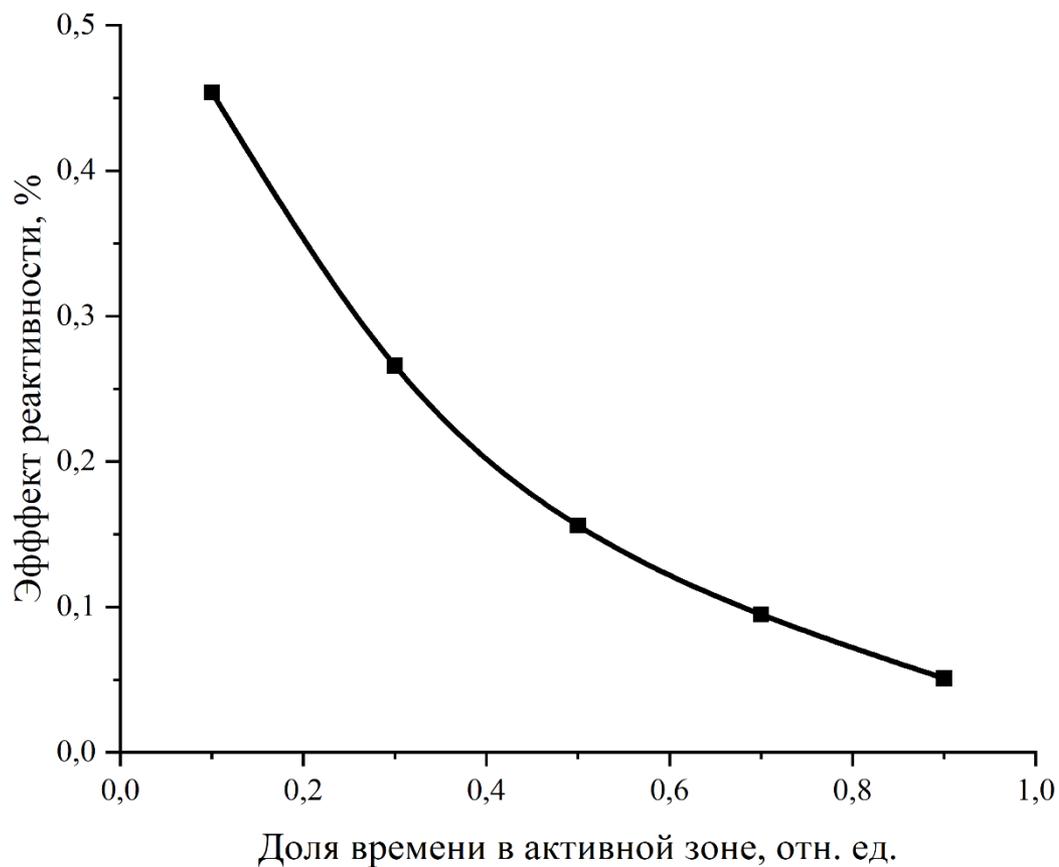
Результаты расчетов

Результаты расчета эффекта реактивности для двух топливных композиций

Тип топлива	Эффект реактивности		
	Эксперимент	Расчет	Отклонение, %
U-235	0.222	0.245	9.4
U-233	0.100	0.113	11.5



Результаты расчетов



Заключение

- Реализованная в MCU методика проверялась путем расчета эффекта циркуляции топлива в реакторе MSRE по программе MCU. Точность расчета составляет 10% для U-235 и 12% для U-233, что вызвано приближенным расчетом параметров;
- Для уточнения результатов необходимо проводить расчеты с использованием CFD кодов.

**Спасибо
за внимание!**

