



Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

«Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности»



Исследование возможности замыкания топливного цикла для реактора ВВЭР-1000

*В.В. Семишин,
О.Ю. Кавун*

2019, Обнинск

www.secnrs.ru

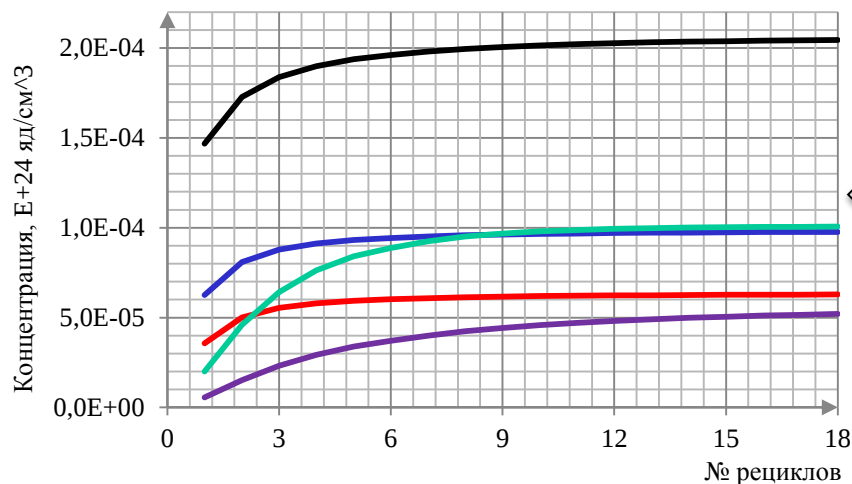


- В данной работе рассматривается альтернативный вариант перехода к замкнутому ядерному топливному циклу.
- Целью данной работы является расчетный анализ возможности применения регенерированного ремикс топлива в реакторах типа ВВЭР-1000 при многократном повторном использовании.
- Рассмотрено два типа топливных цикла: полностью замкнутый с повторной загрузкой в реактор всего выгружаемого плутония и частично замкнутый. Проведено сравнение основных нейтронно-физических характеристик исследуемых топливных циклов с топливным циклом на основе природного урана.
- В качестве топлива рассматривается уран-плутониевый регенерат, выделенный из отработавшего ядерного топлива.

Определение равновесных концентраций изотопов плутония

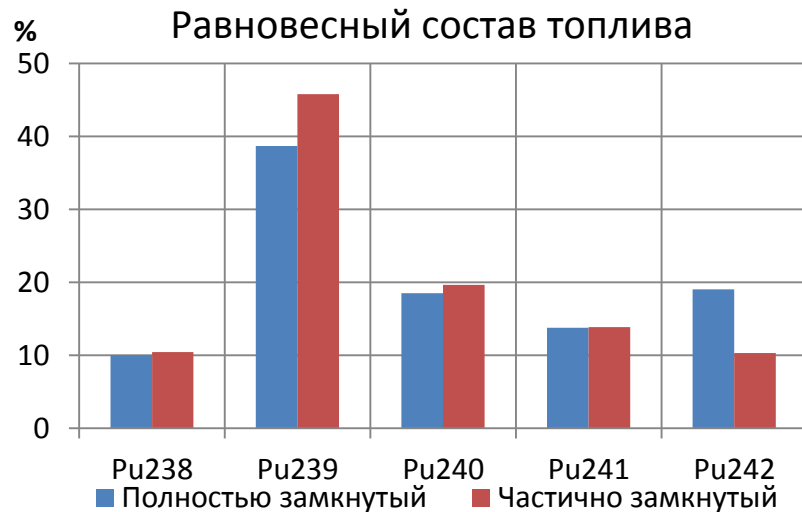
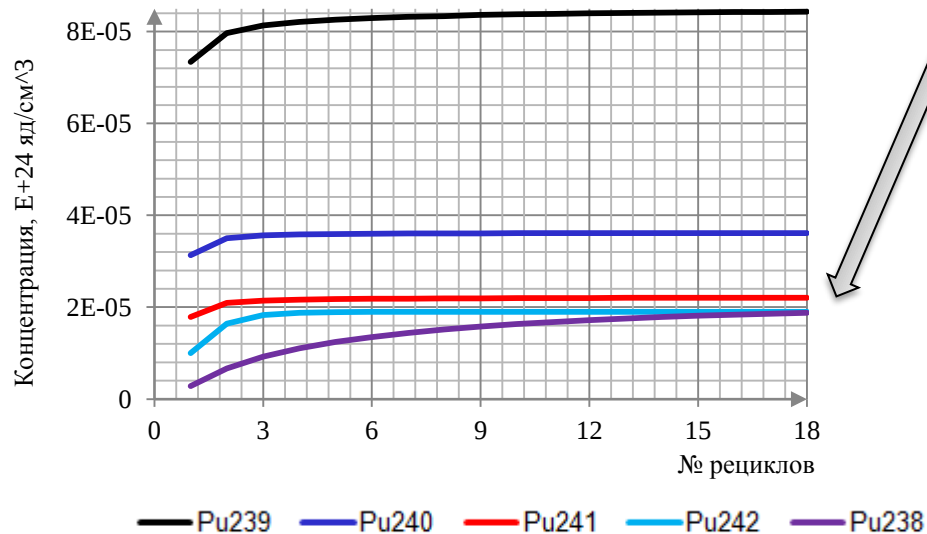


Полностью замкнутый топливный цикл



При многократном повторном использовании не происходит значительного изменения изотопного состава плутония

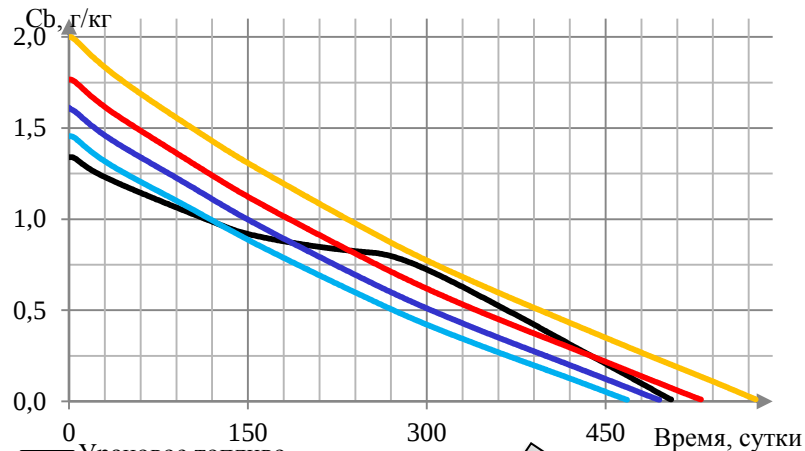
Частично замкнутый топливный цикл



Определение необходимого дообогащения топлива и изменение основных характеристик активной зоны

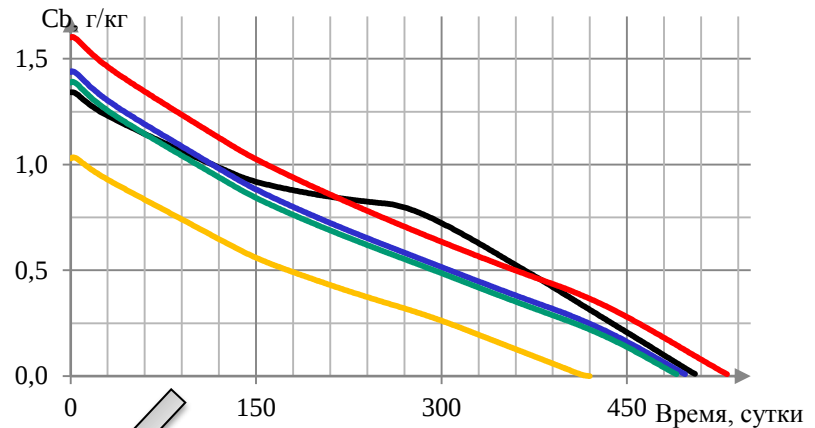


Полностью замкнутый топливный цикл

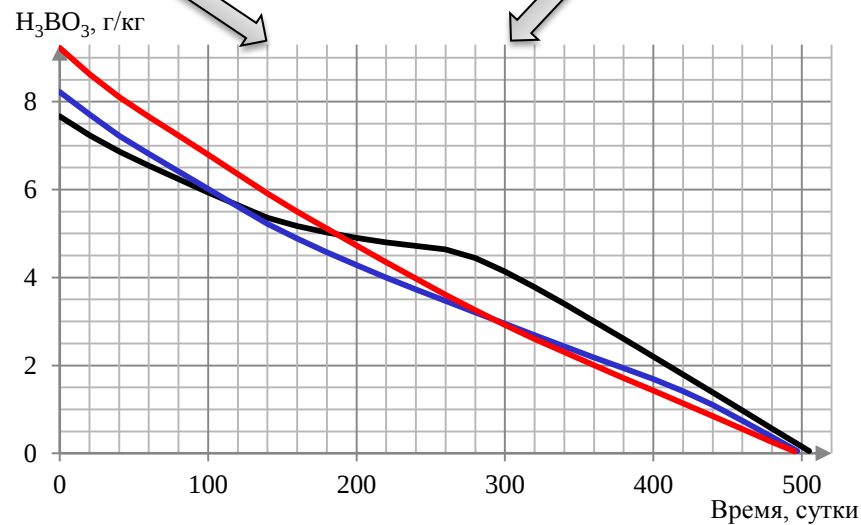


- Урановое топливо
- 5,55%U235 + 1,2%Pu(239+241)
- 5,3%U235 + 1,2%Pu(239+241)
- 5,8%U235 + 1,2%Pu(239+241)
- 6,2%U235 + 1,2%Pu(239+241)

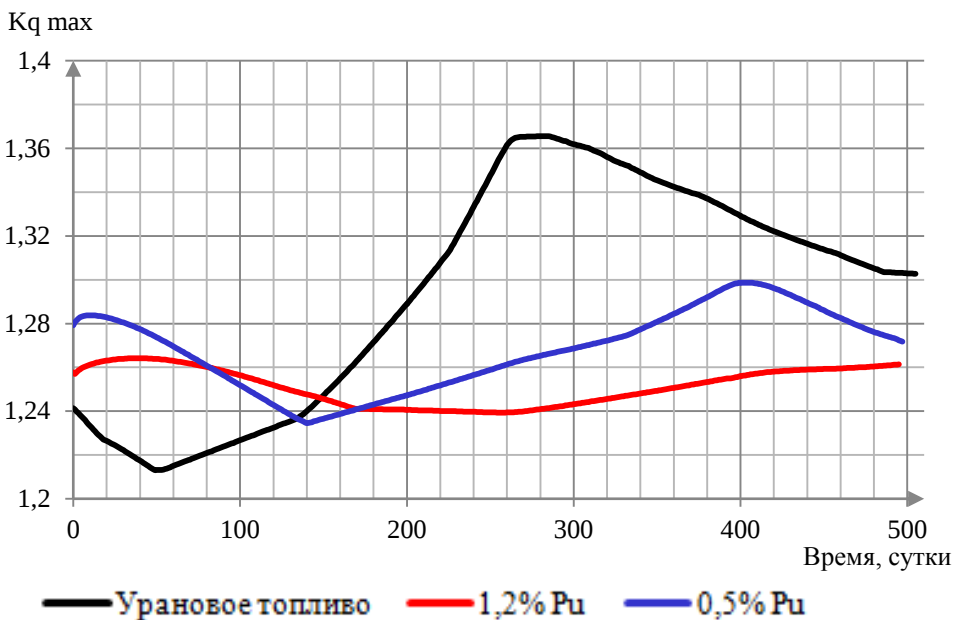
Частично замкнутый топливный цикл



- Урановое топливо
- 5,35% U235 + 0,5%Pu
- 5,6% U235 + 0,5%Pu
- 5,2% U235 + 0,5%Pu
- 4,6% U235 + 0,5%Pu

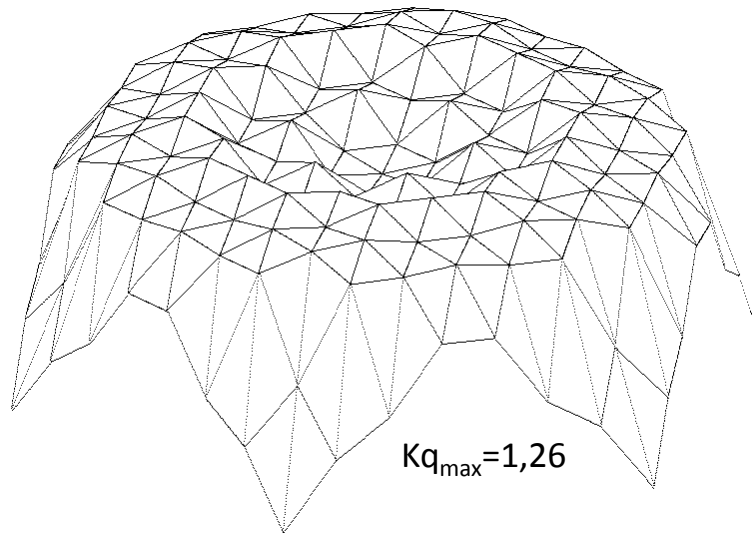


Изменение основных характеристик активной зоны

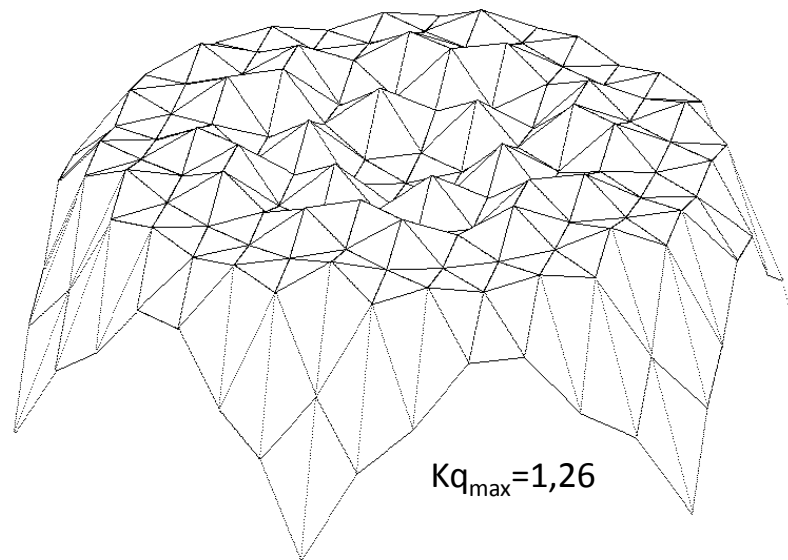


Снижение максимальной
неравномерности
энерговыведения в течение
кампании

Меньшее изменение
неравномерности в течение
кампании



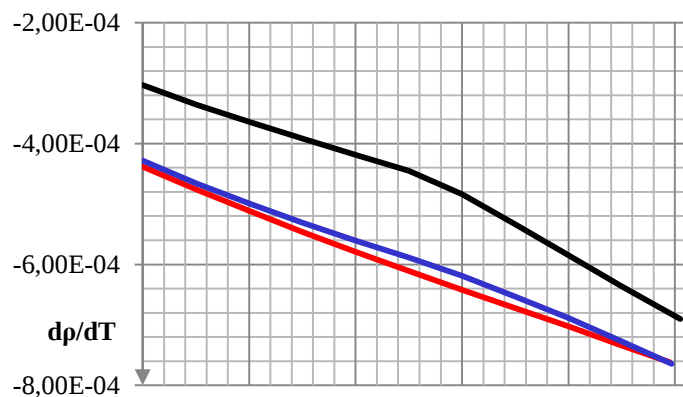
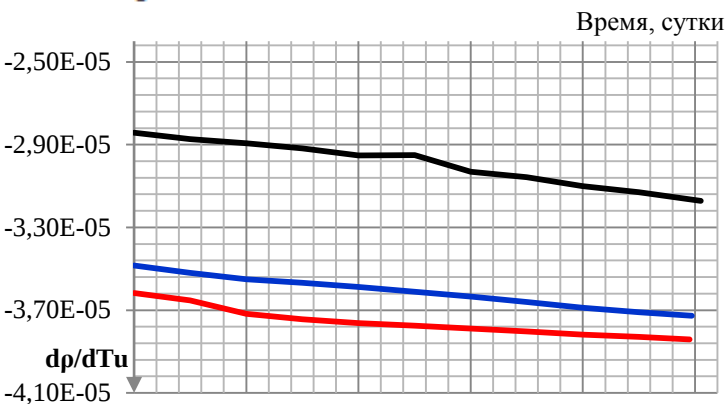
510 суток



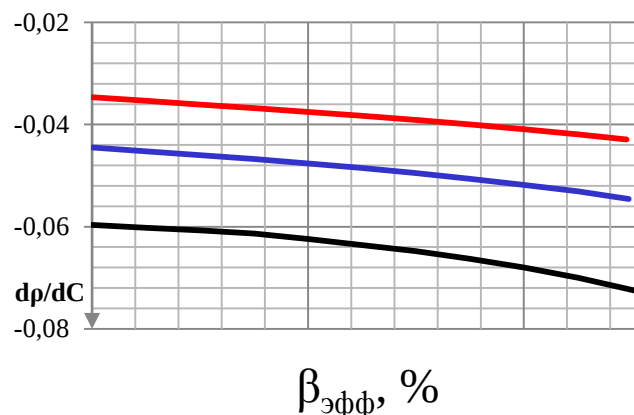
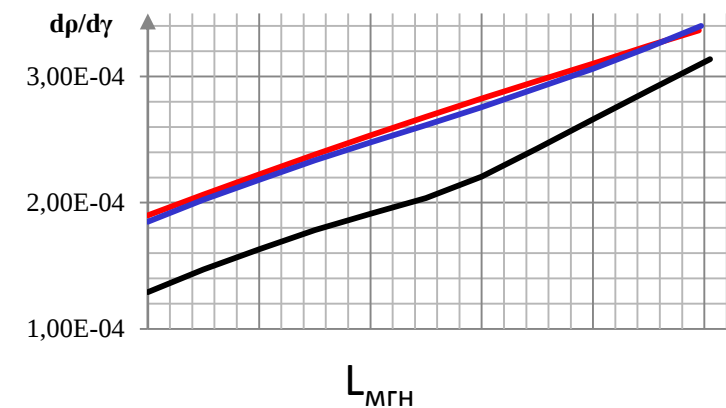
Коэффициенты реактивности



— Урановое топливо — 1,2% Pu — 0,5% Pu



$|dp/dT_{\text{топл}}| \uparrow$
 $|dp/dT_{\text{т/н}}| \uparrow$



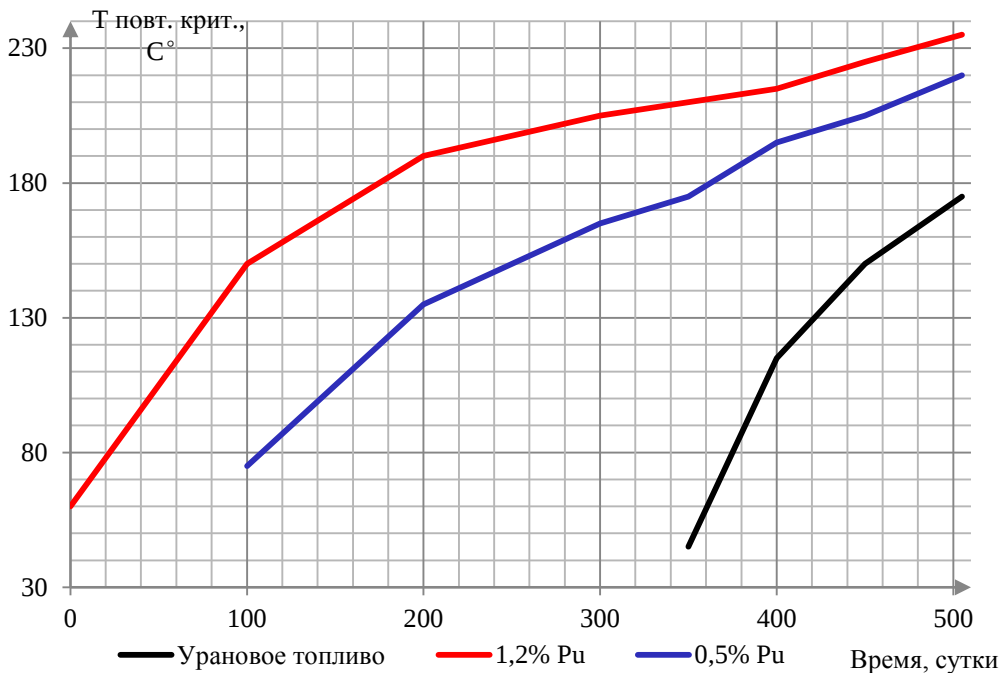
$|dp/d\gamma| \uparrow$
 $|dp/dC_{\text{бор}}| \downarrow$

	0 сут.	510 сут.
Урановое топливо	1,15E-05	1,30E-05
Регенерат	6,13E-06	7,23E-06

	0 сут.	510 сут.
Урановое топливо	0,75	0,51
Регенерат	0,56	0,48

$\beta_{\text{эфф}} \downarrow$
 $L_{\text{мгн}} \downarrow$

Температура повторной критичности



Увеличение температуры повторной критичности

Возможность возникновения повторной критичности с самого начала кампании

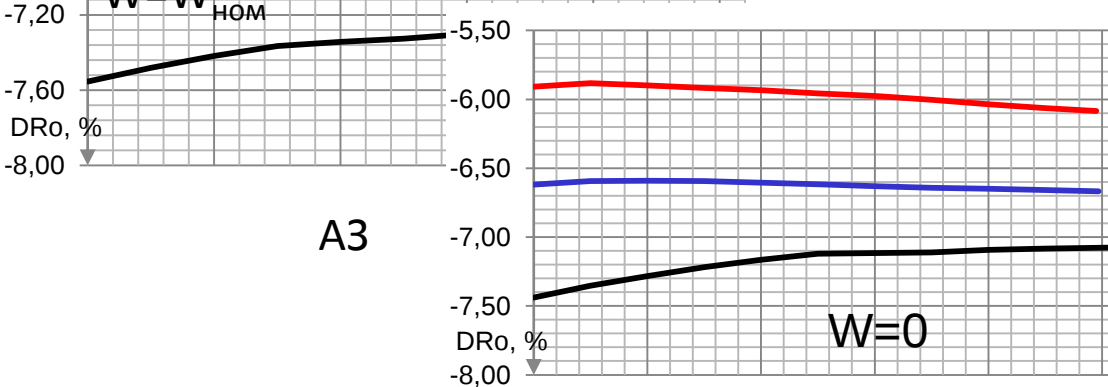
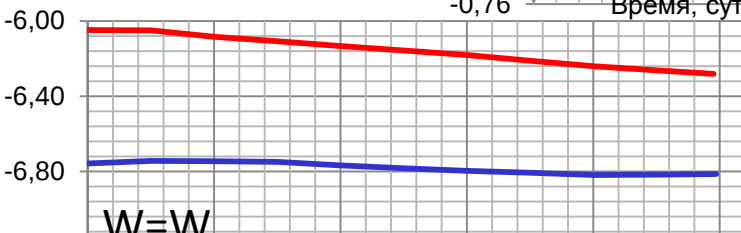
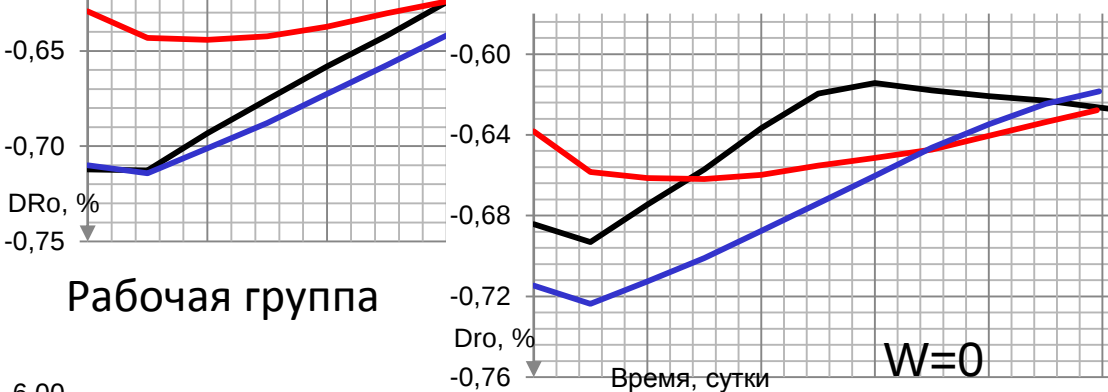
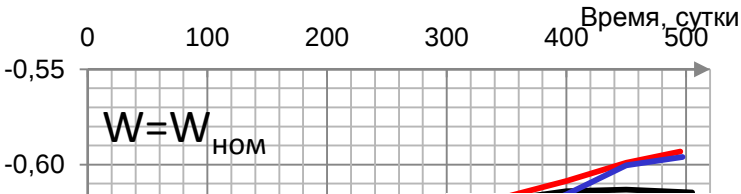
Значения температуры повторной критичности

Т сутки	Урановое топливо	1,2%Pu	0,5%Pu
0	-	60	-
100	-	150	75
200	-	190	135
300	-	205	165
350	45	210	175
400	115	215	195
450	150	225	205
505	175	235	220

Эффективность ОР СУЗ и АЗ



— Урановое топливо — 1,2% Pu — 0,5% Pu



Снижение эффективности АЗ



Необходимость дополнительного обогащения по ^{10}B

Выводы



Расход природного урана	→	Уменьшение на 20-30 %
Состав топлива при многократном рециклировании	→	Не изменяется, за исключением ^{238}Pu
$Kq_{\max}$	→	Уменьшение
$dp/dT_{\text{топл}}$ $dp/dT_{\text{т/н}}$	→	Уменьшение
$B_{\text{эфф}}$ $L_{\text{мгн}}$	→	Уменьшение
Температура повторной критичности	→	Увеличение
CH_3BO_3 ^{10}B	→	Необходимо увеличение содержания бора в теплоносителе и ^{10}B в ПЭЛх



Спасибо за внимание!