

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ В РЕАКТОРЕ «МИР» ТОПЛИВА ВВЭР ПРИ ПЕРЕХОДНЫХ И АВАРИЙНЫХ РЕЖИМАХ

**А.В. Бурукин, А.Л. Ижутов, В.В. Калыгин, В.А. Овчинников,
В.Н. Шулимов**
ГНЦ РФ НИИАР, г. Димитровград



Представлена информация об экспериментальных исследованиях, проводимых в петлевых каналах реактора МИР, для изучения работоспособности твэлов ВВЭР в переходных и аварийных режимах.

Одним из важнейших источников информации при разработке твэлов являются экспериментальные исследования. Их результаты необходимы для корректной оценки работоспособности и соответствующих запасов при проектных условиях эксплуатации. К таким условиям, в частности, относят:

- длительную эксплуатацию в номинальных режимах с учетом допустимых отклонений;
- вывод реактора на мощность и его останов;
- режимы следования нагрузке (маневрирование);
- режимы с быстрым изменением мощности (скачки мощности);
- проектные аварии с быстрым вводом положительной реактивности;
- нарушение режима отвода тепла от твэлов (потеря теплоносителя, кризис теплоотдачи);
- эксплуатацию с негерметичными твэлами.

В течение длительного времени обходились экспериментальной информацией только о поведении твэлов при номинальных режимах работы, которую получали в результате ресурсных испытаний. Для оценки работоспособности при аварийных и переходных режимах использовали в основном расчетные данные. Это приводило к необходимости применять консервативный подход и вводить излишние ограничения на параметры эксплуатации топлива.

Задача повышения конкурентоспособности российских реакторов и российского топлива на мировом рынке потребовала пересмотреть существующее положение дел. Получение экспериментальных результатов о поведении топлива в аварийных и переходных режимах стало первоочередной проблемой. Однако в стране отсутствовали специализированные реакторные установки, аналогичные имеющимся за рубежом. Это потребовало приспособлять для получения результатов действующие исследовательские реакторы. Анализ показал, что одним из наиболее подходящих является петлевой реактор МИР [1].

Структура активной зоны, которая обеспечивает возможность создания в каждом канале собственных условий испытаний, оснащённость реактора петлевыми установками, удовлетворяющими современным требованиям по безопасности, большой опыт проведения петлевых испытаний – все это обеспечивает возможность проведения в реакторе широкого спектра исследований.

Характерная особенность экспериментов по моделированию аварийных и переходных режимов состоит в резком изменении в достаточно широких пределах параметров испытаний. Для реактора МИР такие эксперименты являются новым классом петлевых испытаний, которые не были предусмотрены на стадии его создания. Поэтому для их проведения необходимо было изучить возможности реактора по реализации требуемых условий испытания, а также всесторонне исследовать вопросы обеспечения безопасности при выполнении экспериментов.

Быстрое увеличение энерговыделения в топливе, снижение расхода и давления в контуре охлаждения могут вызвать вскипание водяного теплоносителя в петлевом канале. В условиях реактора МИР это приводит к вводу положительной реактивности [2]. Учитывая, что время протекания процессов мало, а вводимая положительная реактивность может достигать существенных значений, можно констатировать, что безопасное проведение таких экспериментов в реакторе возможно лишь при формировании специальных условий [3,4].

В настоящей работе представлены методы реакторных испытаний топлива ВВЭР, которые позволяют получать экспериментальные данные, необходимые для обеспечения лицензионных требований к твэлам ВВЭР по большинству из перечисленных выше параметров. При этом учтены такие современные тенденции, как увеличение выгорания топлива и длительности кампании; внедрение маневренного режима; обеспечение современных требований к поведению топлива в условиях проектных аварий.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

Реактор МИР имеет несколько высокотемпературных петлевых установок, обеспечивающих необходимые параметры теплоносителя для испытания топлива реакторов ВВЭР. Расположение органов регулирования и петлевых каналов (ПК) в активной зоне позволяют одновременно реализовать несколько программ испытаний при различной плотности потока тепловых нейтронов в ПК (отличие до 10 раз). Высокая плотность потока нейтронов (максимальная $\sim 5 \cdot 10^{18}$ 1/м²·с) обеспечивает возможность достижения параметров испытаний, характерных для любых существующих водоохлаждаемых реакторов.

Для примера в табл. 1 приведено сравнение условий работы твэлов ВВЭР-1000 с основными параметрами испытаний топлива в ПУ реактора МИР.

Для решения ряда методических вопросов и обоснования безопасности используется также физическая модель (критическая сборка) реактора; в двух приреакторных защитных камерах проводится подготовка устройств и промежуточное обследование твэлов. Расположение бассейна выдержки и транспортных коридоров позволяет проводить промежуточные обследования состояния испытываемых твэлов и под водой – без длительной выдержки после облучения.

Петлевые установки и их оснащение. Основные характеристики ПУ реактора МИР приведены в табл. 2 [1].

Штатные системы петлевых установок реактора обеспечивают непрерывный контроль параметров испытаний и герметичности твэлов, поддержание и контроль ВХР с помощью современного оборудования [5]. Для отображения и регистрации в реальном масштабе времени измеряемых параметров используется быстродействующая система на базе микропроцессоров.

Таблица 1

Сравнение условий работы твэлов ВВЭР-1000 с основными параметрами испытаний топлива в ПУ реактора МИР

Параметр	ВВЭР-1000	МИР
Максимальная линейная мощность, Вт/см	447	возможно больше
Давление, МПа	до 17.7	обеспечивает
Температура теплоносителя, вход/выход, °C	290 – 340	обеспечивает
Водно-химический режим (ВХР) – концентрация борной кислоты – газосодержание в теплоносителе, нсм ³ /кг – O ₂ – H ₂	аммиачно-борно-калиевый до 10 г/кг 0.005 – 0.05 25 – 50	обеспечивает до 10 г/кг* обеспечивает обеспечивает
Скорость теплоносителя, м/с	5.7	обеспечивает
Выгорание топлива, МВт-сут/кгU	~ 55	до 85 – 100
Определение момента разгерметизации	невозможно	возможно
Возможность ускорения процессов выгорания, увеличения линейной мощности	невозможно	возможно
Промежуточный контроль состояния твэлов	отсутствует	возможно в бассейне и защитной камере
Возможность изменения параметров ВХР	отсутствует	возможно

* для длительных испытаний целесообразна концентрация 4–5 г/кг, соответствующая среднему уровню показателя ВХР ВВЭР.

Таблица 2

Основные характеристики петлевых установок

Характеристика, размерность	Петлевые установки						
	ПВ-1	ПВК-1	ПВ-2	ПВК-2	ПВП-1	ПВП-2	ПГ
Теплоноситель	вода	кипящ. вода	вода	кипящ. вода	вода-пар	вода-пар	гелий (азот)
Количество экспериментальных каналов	2	2	2	2	1	1	1
Максимальная мощность канала, кВт	1500	1500	1500	1500	100	2000	160
Максимальная температура теплоносителя, °C	350	350	350	365	500	550	500
Максимальное давление, МПа	17,0	17,0	18,0	18,0	8,5	15,0	20,0
Максимальный расход теплоносителя через канал, т/ч	16,0	16,0	13,0	13,0	0,6	10,0	0,47 (4,7)

Облучательные устройства и специальная оснастка твэлов. Для проведения испытаний разработан ряд специальных облучательных устройств (ОУ): разборные и инструментованные фрагменты ТВС ВВЭР (до 19 твэлов); ОУ блочной конструкции с несколькими укороченными разборными макетами ТВС, размещаемыми один над другим по высоте активной части канала; специальные ОУ для проведе-

ния экспериментов с инструментованными рефабрикованными (РФТ) и полномасштабными (ПМТ) твэлами из отработавших штатных и опытных ТВС ВВЭР. Имеются ОУ, позволяющие изменять мощность твэлов с помощью перемещения поглощающих экранов или поворота самого ОУ с твэлами около экрана. Разработаны и применяются датчики для измерения в процессе испытаний температуры топлива (T), давления (P) газов в твэле, изменения длины (L) и диаметра (D) твэлов [6]. Некоторые характеристики датчиков приведены в табл. 3.

Таблица 3

Типы и характеристики датчиков для оснащения ОУ и твэлов

Измеряемый параметр	Конструкция	Диапазон измерения	Погрешность	Размеры, мм	
				диаметр	длина
Температура теплоносителя, оболочки твэла	термопара ХА кабельная	до 1100 °С	0.75%	0.5	
Температура топлива	термозонд ХА кабельный	до 1100°С	0.75%	1 – 1.5	
Температура топлива	термозонд ВР 5/20, чехол Мо + ВеО	до 2300°С	~ 1.5%	1.2 – 2	
Удлинение оболочки	дифференциально-трансформаторный преобразователь (ДТП)	0 – 5 мм	± 30-мкм	16	80
Изменение диаметра	ДТП	0 – 200-мкм	± 2-мкм	16	80
Изменение давления газов в твэле	сиффон + ДТП	0 – 20 МПа	~ 1.5 %	16	80
Плотность нейтронного потока (отн. ед.)	детектор прямого заряда (ДПЗ) (Rh, V, Hf)	$10^{15} - 10^{19}$ 1/м ² ·с	~ 1%	2 – 4	50 – 100
Объемное паросодержание в теплоносителе	кабельный	20–100%	10%	1.5	

ПРОГРАММЫ ИСПЫТАНИЙ ТОПЛИВА ВВЭР

Испытания со скачком мощности

Цель испытаний – определение влияния на работоспособность твэлов с различным выгоранием параметров скачка мощности, в том числе ступенчатого вида.

К настоящему времени на реакторе МИР с твэлами ВВЭР проведено 11 экспериментов с быстрым увеличением линейной мощности (ЛМ) и 3 – со ступенчатым. Испытывали опытные твэлы разнообразных модификаций, а также ПМТ и РФТ с выгоранием до ~ 70 МВт·сут/кгU.

Основные сведения по этим видам испытаний представлены на рис. 1 и в табл. 4 [7, 8].

Испытания с циклическим изменением мощности.

В ПК реактора МИР проведено несколько испытаний с циклическим изменением мощности рефабрикованных и полномасштабных твэлов ВВЭР с высоким выгоранием.

Цель испытаний – получение экспериментальных данных, характеризующих изменение деформации оболочки, давления газов в свободном объеме твэла, температуры топлива в процессе изменения мощности, а также состояние твэлов после испытаний.

Для примера в табл. 5 представлены общие сведения об экспериментах ЦИКЛ-1 и ЦИКЛ-2 с многократным циклированием мощности [9].

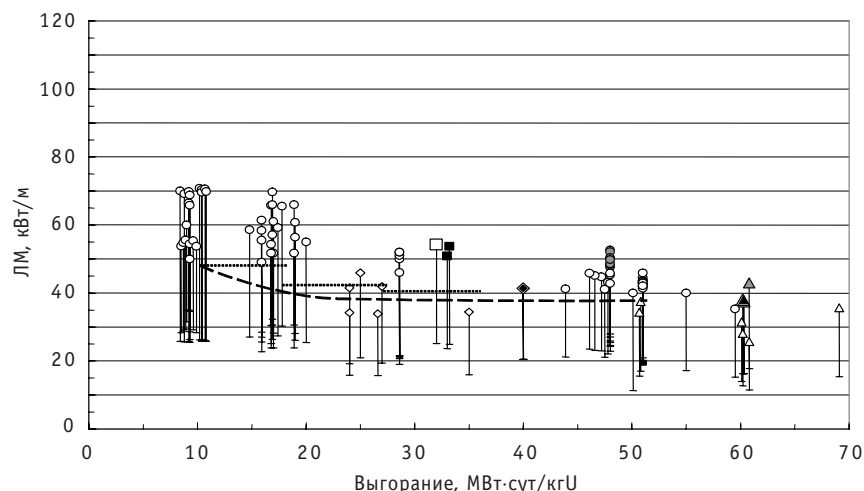


Рис. 1. Диапазон выгораний и амплитуд ЛМ при проведении экспериментов «скачок мощности» с твэлами ВВЭР на реакторе МИР: ○ — герметичные твэлы ВВЭР-1000 (Э110); ● — герметичные твэлы ВВЭР-1000 (Э110) с трещинами на оболочке; ◇ — герметичные твэлы ВВЭР-1000 (Э635); ◆ — негерметичные твэлы ВВЭР-1000 (Э635); △ — герметичные твэлы ВВЭР-440; ▲ — герметичный твэл ВВЭР-440 с трещинами на оболочке; ▴ — негерметичный твэл ВВЭР-440; □ — комбинированный твэл (оболочка Э110, топливо Франция); ■ — французские твэлы (оболочка Zr-4F); — порог повреждаемости твэлов KWU (Германия); — — — — порог повреждаемости твэлов КЕР (Япония)

Таблица 4

Сведения об экспериментах со ступенчатым увеличением мощности

Номер эксперимента	Количество твэлов	Выгорание, МВт·сут/кгU	Исходная ЛМ, кВт/м	Приращение ЛМ, кВт/м	Скорость подъема ЛМ, кВт/м / мин
1	6	~ 49 – 61	9 – 12	15 + 6 + 11	0.3
2	6	~ 49 – 59	12 – 15	8 + 5 + 9	0.3
3	6	~ 56 – 61	12 – 17	9 + 9	0.1

Таблица 5

Общие сведения об экспериментах ЦИКЛ-1 и ЦИКЛ-2

Тип твэла	Количество твэлов	Выгорание, МВт·сут/кгU	Инструментовка	Исходная ЛМ, кВт/м	Приращение ЛМ в цикле, кВт/м	Скорость подъема ЛМ, кВт/м / мин
Эксперимент ЦИКЛ-1						
ВВЭР-440	4	60	Т	17.7	10.6	~ 0.9
Эксперимент ЦИКЛ-2						
ВВЭР-1000	2	49	Т, L	21	8.5	0.6
ВВЭР-1000	2	49	Р, L	21	8.5	0.6

В эксперименте ЦИКЛ-1 изменение мощности твэлов проводили за счет перемещения штатных органов регулирования реактора. На рис. 2 показано изменение температуры топлива инструментowanego РФТ, характеризующее длительность, количество и амплитуду циклов в процессе испытаний на первом этапе.

В эксперименте ЦИКЛ-2 линейную мощность твэлов изменяли путем перемещения изготовленных из гафния поглощающих экранов, от одной пары твэлов к другой, при этом одновременно ЛМ двух твэлов увеличивалась, а двух других, закрытых экранами, — уменьшалась.

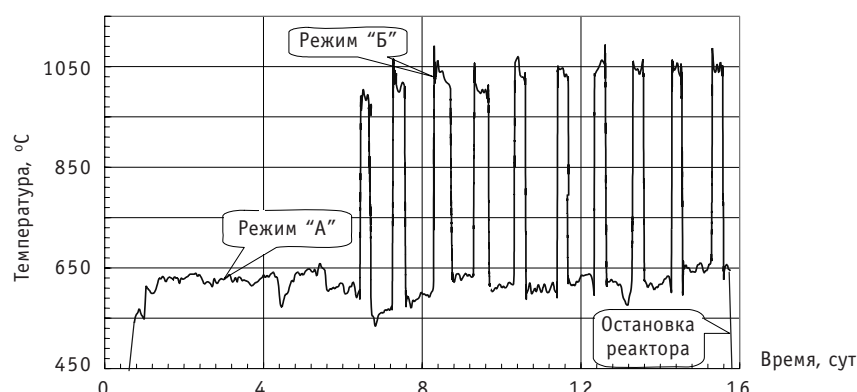


Рис. 2. Изменение температуры топлива в эксперименте ЦИКЛ-1 в процессе испытаний (режимы: «А» – стационарный; «Б» – циклирование)

Испытания с потерей теплоносителя

Эксперименты «Малая течь»

В реакторе МИР проведена серия испытаний многоэлементных фрагментов ТВС ВВЭР-1000 и ВВЭР-440 в условиях аварии «Малая течь»[10]. В экспериментах производили контролируемое запаривание верхней части твэлов экспериментальной ТВС при мощности, характерной для остаточного энерговыделения, за счет снижения расхода теплоносителя. Испытания фрагментов ТВС ВВЭР в режиме «Малая течь» проводили по специальной программе, которая предусматривала широкий диапазон внешних условий. Цель программы – подтверждение или уточнение критериев работоспособности твэлов и ТВС, определение предельных параметров, при которых возможна разборка активной зоны после работы в режиме ухудшенной теплоотдачи, получение данных для верификации и корректировки расчетных кодов.

В экспериментах МТ-1, МТ-2 и МТ-3 испытывались фрагменты ТВС ВВЭР-1000, в экспериментах МТ-5 и МТ-5П – фрагменты ТВС ВВЭР-440. Основные параметры экспериментов «Малая течь» представлены в табл. 6.

Таблица 6

Основные параметры экспериментов «Малая течь»

Эксперимент	Количество и выгорание твэлов в ТВС		Давление в I контуре ПУ, МПа	Максимальные температуры, °C	Длительность осушения, мин	Длительность выдержки при максимальной температуре, мин
	необлуч.	с выгоранием, МВт·сут/ кгU				
МТ-1	18	нет	12	950	72	72
МТ-2	19	нет	12	1200	100	3
МТ-3	19	нет	4	730	25	25
МТ-5	6	1/52	4,9	1250	40	2
МТ-5П	6	1/49	6	930	40	40

Испытания фрагмента ТВС ВВЭР-1000 в условиях МПА («Большая течь»)

Испытания ЭТВС при параметрах МПА (вторая и третья стадии) проведены в ПУ ПВП-2 реактора МИР [11]. Цель испытаний – получение информации о поведении пучка твэлов, данных для использования в кодах термомеханического состояния твэлов и оценки радиационных последствий при разгерметизации оболочек. Экспериментальная ТВС в виде фрагмента ТВС ВВЭР-1000 содержала 16 необлученных

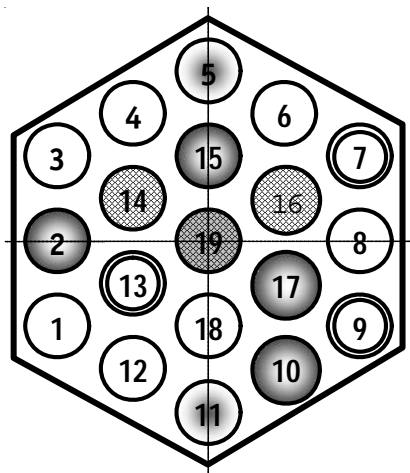


Рис. 3. Схема размещения твэлов в ТВС при эксперименте «Большая течь»:
1, 3, 4, 6, 8, 12, 18 – необлученные неинструментированные твэлы; 5, 11 – необлученные твэлы с термозондом в топливе; 2, 10, 17, 15 – необлученные твэлы с 3-мя термозондами на оболочке; 7, 9, 13 – необлученные твэлы с датчиком Р и термозондом на оболочке; 14, 16 – неинструментированные РФТ; 19 – РФТ с термозондом в топливе (цифры на рис. 3 соответствуют номерам ячеек)

твэлов и 3 РФТ с выгоранием ~ 50 МВт-сут/кгU, изготовленных из штатного отработавшего твэла ВВЭР-1000. Схема расположения твэлов и датчиков в ТВС представлена на рис. 3. Эксперимент проведен по сценарию в соответствии с расчетным прогнозом и разработанным алгоритмом реализации переходных тепловых процессов при аварии. В качестве управляющего параметра использовали мощность реактора. На рис. 4 показаны изменения температуры одного из твэлов в процессе эксперимента. При послереакторных исследованиях определены деформация оболочек твэлов, распределение оксидной пленки по твэлам, изменения структуры материала оболочек и сердечника.

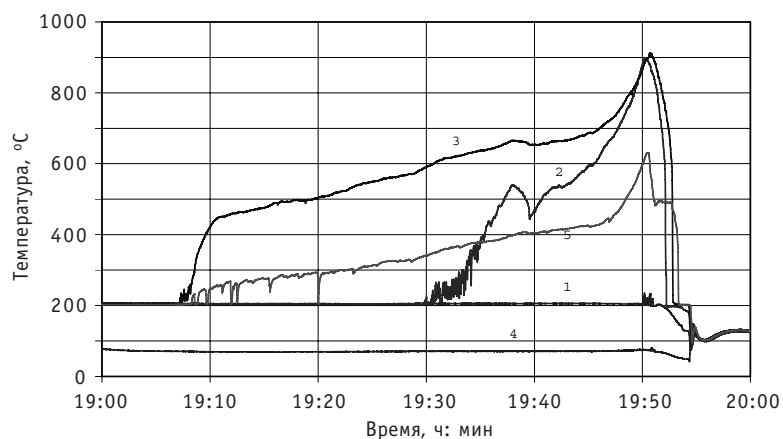


Рис. 4. Эксперимент «Большая течь» (МПА (II стадия)). Температура теплоносителя и оболочки твэла в ячейке 2 (см. рис. 3): 1 – температура оболочки твэла ($z = 562$ мм); 2 – температура оболочки твэла ($z = 757$ мм); 3 – температура оболочки твэла ($z = 887$ мм); 4 – температура теплоносителя на входе в ТВС; 5 – температура теплоносителя на выходе из ТВС (z – расстояние от опорной решетки)

Испытания твэлов ВВЭР-1000 в условиях проектной реактивной аварии

Цель испытаний – получение экспериментальных данных о поведении твэлов при проектной аварии с быстрым вводом положительной реактивности (выброс регулирующего стержня).

В ПК реактора МИР импульс нейтронной мощности получали при постоянной мощности реактора с помощью специального ОУ путем удаления от исследуемых твэлов поглощающего экрана из гафния [12]. Компенсация положительной реактивности при этом была обеспечена за счет одновременного введения дополнительного экрана, который жестко связан с первым и имеет аналогичную поглощающую способность.

В результате проведенного эксперимента в ПК с параметрами теплоносителя ВВЭР-1000 был получен импульс нейтронной мощности трапецеидальной формы с амплитудой 3,25–3,5 (в зависимости от выгорания топлива в твэлах), временем нарастания мощности ~ 1 с, полушириной импульса ~ 3 с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанные выше программы и методы реакторных испытаний топлива ВВЭР в исследовательском реакторе МИР обеспечивают получение экспериментальных данных о поведении твэлов в различных переходных и аварийных условиях.

Результаты испытаний предназначены для использования при проверке соответствия топлива ВВЭР лицензионным требованиям по большинству критериев, для оценки радиационных последствий при разгерметизации оболочек твэлов, а также для проверки и совершенствования расчетных кодов, описывающих состояние твэлов.

Значительная часть оборудования и методов может быть также использована для испытания топлива других водоохлаждаемых реакторов, в том числе для обоснования перспективных проектов энергетических реакторов.

Приведенные материалы являются кратким обзором работ, выполненных за последнее время. В ближайшем номере они будут представлены более подробно.

Литература

1. Исследовательские реакторы НИИАР и их экспериментальные возможности/Под ред. проф. В.А. Цыканова. – Дмитровград: НИИАР, 1991. – 103 с.
2. Калыгин В.В., Малков А.П. Влияние методов формирования режимов облучения на значение эффекта реактивности при обезвреживании петлевых каналов реактора МИР: Сборник трудов. – Дмитровград: ГНЦ НИИАР, 1996. – Вып. 4. – С. 3-10.
3. Анисимков О.В., Грачев А.Ф., Калыгин В.В. и др. Изучение возможности проведения в реакторе МИР экспериментов со скачкообразным увеличением мощности твэлов//Вопросы атомной науки и техники. Сер.: Ядерная техника и технология. – 1993. – Вып. 1. – С. 41-49.
4. Ижуров А.Л., Калыгин В.В., Малков А.П., Махин В.М., Святкин М.Н., Шулимов В.Н. Испытания в реакторе МИР твэлов водоохлаждаемых реакторов в режимах аварий с потерей теплоносителя (методические вопросы): Сборник докладов отраслевого совещания «Использование и эксплуатация исследовательских реакторов». – Дмитровград: ФГУП «ГНЦ РФ НИИАР», 2005. – Т. 2. – С. 75-87.
5. Benderskaya O.S., Kuprienko V.A., Ovchinnikov V.A. et al. Model experiments on simulation of the VVER water-chemical conditions at loop facilities of the MIR reactor. Proceedings of a Technical Committee meeting held in Hluboka nad Vltavou (Czech Republic, 28 September – 2 October 1998). – IAEA-TECDOC-1128. – P. 287-297.
6. Бурукин А.В., Овчинников В.А., Цыканов В.А. и др. Испытания инструментированных твэлов энергетических реакторов в исследовательском реакторе МИР. Состояние и перспективы развития/Сб. докл. VII Российской конф. по реакторному материаловедению (ФГУП ГНЦ РФ НИИАР, 8–12 сентября 2003 г., Дмитровград, Россия). – Т. 2. – Ч. 3. – Дмитровград 2004. – С. 291-312.
7. Грачев А.Ф., Калыгин В.В., Матвеев Н.П., Овчинников В.А. Опыт формирования скачков мощности в экспериментах с твэлами типа ВВЭР в реакторе МИР/Сборник трудов. – Дмитровград: ГНЦ НИИАР, 1996. – Вып. 4. – С. 11-17.
8. Овчинников В.А., Лядов Г.Д., Спиридонов Ю.Г. и др. Испытания на реакторе МИР твэлов водоохлаждаемых энергетических реакторов в режиме «скачка мощности» (RAMP)/Сб. трудов. – Дмитровград: ГНЦ РФ НИИАР, 1997. – Вып. 4. – С. 26-35.

9. Овчинников В.А., Кобылянский Г.П., Медведев А.В. и др. Результаты исследований состояния рефабрикованных твэлов, испытанных на реакторе МИР в условиях, моделирующих маневренный режим ВВЭР-440/Сборник докладов VII Российской конференции по реакторному материаловедению (ФГУП ГНЦ РФ НИИАР, 8–12 сентября 2003, г. Димитровград). Т. 2. Ч. 3. – Димитровград, 2004. – С. 27-44.
10. Киселева И.В., Махин В.М., Шулимов В.Н. и др. Интегральные реакторные эксперименты по испытанию многоэлементных фрагментов ТВС ВВЭР-440 и ВВЭР-1000 при параметрах аварии с потерей теплоносителя. Обобщение результатов по циклу экспериментов «Малая течь»//Вопросы атомной науки и техники. Сер.: Физика ядерных реакторов. – 2004. – Вып. 2. – С. 29-38.
11. Алексеев А.В., Шулимов В.Н. Результаты испытания в канале реактора МИР М1 фрагмента ТВС ВВЭР-1000 в режиме МПА (II и III стадии)/Сб. докл. III научно-технической конф. «Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР» (ФГУП ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 2003, Подольск, Россия). – Т.6. – Подольск, 2003. – С.105-109.
12. Алексеев А.В., Киселева И.В., Шулимов В.Н. Изучение поведения твэлов ВВЭР-440 и ВВЭР-1000 в условиях аварии с выбросом регулирующего органа/Сб. тезисов докл. IV Международной научно-технической конф. «Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР» (ФГУП ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 23 – 26 мая 2005, Подольск, Россия). – Подольск, 2005. – С. 53-54.

Поступила в редакцию 6.02.2007

visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher School. Nuclear Power Engineering). – Obninsk, 2007. – 11 pages, 2 tables, 1 illustration. – References – 5 titles.

The estimation of efficiency of the analysis of emergencies on the investigated parameters and the reasons causing an emergency are formulated. On it basis a number unexplored initial events determining safety of reactor and the atomic power station is carried out. Initial date, initial and boundary conditions for the settlement analysis of emergencies are formulated. The settlement analysis of emergencies covered with complete set COAI for the concrete NPP is carried out. Actions of operation personnel in support of technical systems of safety on management of emergencies are developed and proved with the purpose of change over the power unit in a final safe condition. It is shown, that in all investigated emergencies and state it is provided (systems of safety independently or systems of safety and their support by operation personnel) change over reactor in a final safe condition and maintenance of sub-criticality, heat removal from core and maintenance of integrity of fuel elements, localization of radioactive substances in the set borders. All developed recommendations are included in corresponding instructions.

УДК 504.5: 621.039.7

Estimation of Influence of Regional Radioactive Waste Storage on Natural Environment and the Population \A.N. Vasilyeva; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher School. Nuclear Power Engineering). – Obninsk, 2007. – 9 pages, 1 table, 3 illustrations. – References – 13 titles.

In article results of researches of a technical and ecological condition of radioactive waste storage (RWS), located in the North are submitted to the Kaluga area, in Obninsk, and taking place in operation with 1954 on 1961. The reasons and ways of radionuclide receipt on adjacent with a platform of storage accommodation territory are investigated. It is shown, that migration of radionuclides caused by the occurred infringements of tightness of capacities of storage, and also by geomorphological features of territory. Results of radiating, chemical and biological monitoring are submitted. According to radiating monitoring ^{137}Cs pollution has not distributed for limits of territory of storage. It is established, that the basic source of radioactive pollution is ^{90}Sr . The low contents of mobile forms ^{90}Sr in polluted soils of lowland by the terrace is marked. The given circumstance is caused as properties of the natural environment (carbonate soils), and a construction of a geochemical barrier on the basis of the zeolites, limiting migration ^{90}Sr . Ways of receipt ^{90}Sr in people organisms in this case are absent, probably only radiating influence in small doses on some biological objects in area of RWS accommodation. Increased contents of proteins-metallothioneines (MT) – a parameter of general technical environmental contamination is registered in soft tissues of overland molluscs, kidneys and a liver of the mice caught in a zone of accumulation of radioactive and toxic substances. Among changes of parameters of peripheral blood of the mice living in surveyed territory, for skilled group reduction of the contents of leukocytes on 14,5 % is marked only in comparison with the control. Results of biotesting, most likely, are caused not only the radiating factor, but also the registered pollution of the natural environment by heavy metals.

УДК 504.5: 621.039.7

The assessment of protective barriers against radionuclide migration in the region of the radioactive waste storage situation \A.N. Vasilyeva, G.V. Kozmin, V.I. Vaizer, O.V. Starkov, N.E. Latynova; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher School. Nuclear Power Engineering). – Obninsk, 2007. – 9 pages, 2 tables, 4 illustrations. – References – 6 titles.

The analysis of existent sources of environment contamination in the region of the old radioactive waste storage situation is presented in this paper. The assessment of the natural barriers and possibility of technical protective barrier creation against radionuclide migration was carried out. The peculiarities of the researched object were taken into account. It have been determined the main source of ^{90}Sr entering into groundwaters – contaminated soil layer. The thickness of this layer is about 12 meters. Under certain conditions the existent protective trepel barrier of the emergency trench partly prevents from contamination entry into groundwaters. There is no meaning in a using of the additional artificial barriers to reduce ^{90}Sr mobility in environment because of peculiarities of contamination source and researched territory. The natural geochemical barrier on the migration way of ^{90}Sr was formed in the region of the lower part of researched object. The additional measures against the possible entry of radioactive strontium into groundwaters and human organism were proposed.

УДК 621.039.54

Test Methods of VVER Fuel with Simulating Transitive and Emergency Modes In the MIR Reactor \A.V. Alekseev, A.V. Burukin, A.L. Izhutov, V.V. Kalygin, I.V. Kiseleva, V.A. Ovchinnikov, V.N. Shulimov. – Editorial board of Journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Hight Schools. Nuclear power engineering). – Obninsk, 2007. – 9 pages, 6 tables, 4 illustrations. – References, 12 titles.

The quoted information touches upon goals and methods of loop tests in the MIR research reactor with the purpose of VVER fuel elements serviceability study in transitive and emergency modes (power cycling, RAMP, LOCA, RIA). Loop installations characteristics and their instrumental equipment are represented. The applied irradiation devices and sensors for measuring and determination of experimental parameters are listed. The developed instrumentation and installations are available for testing of VVER-type fuel at transient and project emergency conditions.

УДК 621.039.56

Reactivity Temperature Coefficient Measurement by the Dynamic Method under Non-equilibrium Xenon Concentration Conditions \ N.A. Vinogorov, Yu.A. Groznov, D.N. Jukovsky; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher School. Nuclear Power Engineering). – Obninsk, 2007. – 7 pages, 2 tables, 3 illustrations. – References – 7 titles.

Some methodical characteristic features of the application of the known method to measure the reactivity temperature coefficient under xenon transient conditions are considered.

The consideration is illustrated with the results obtained at pressurized water transportation-purpose reactor in the isothermal state.

УДК 621.039.543.6

Experiments in Support of MOX Fuel Disposal Program in VVER \ A.L. Kochetkov, I.P. Matveenko, E.V. Rojihin, A.M. Tsibulya; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher School. Nuclear Power Engineering). – Obninsk, 2007. – 10 pages, 5 tables, 11 illustrations. – References – 10 titles.

Accordingly to the national program of neutronic experiments, needed for licensing of VVER-100 cores with MOX fuel, certification of calculational codes and the receiving of the national experience, at SSC RF IPPE site (Obninsk) the construction of SUPR facility is planned. Till the finalization of SUPR construction, the settle down of the experimental and calculational methods were carried out at MATR and RF-GS facilities. Now days, so called pre-SUPR experimental program is accomplished by experiments at BFS-1 facility. The results of these experiments and their analysis are presented.

УДК 621.534: 519.7

Statistical Analysis Data for Neutron Library of Activation Files «IEAF-2005» \ G.B. Pilnov, A.V. Tikhonenko; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher School. Nuclear Power Engineering). – Obninsk, 2007. – 11 pages, 5 tables, 5 illustrations. – References – 5 titles.

Statistical analysis of experimental and theoretical data obtained with eight models for nuclei-nuclei interactions is executed as stage of establishment of neutron library of activation files «IEAF-2005» (The Intermediate Energy Activation File). Authors held a factor, correlation and least-square analyses for chosen of the best model describing experimental data. Analyses were made by using of EXFOR open experimental data of 2006 and 2007.

УДК 621.039.54

Regular Burnup Compensations Method to Locate Defected Fuel Assemblies on BN-600 Sodium Cooled Fast Reactors \ A.O. Skomorokhov, D.A. Lukyanov; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher School. Nuclear Power Engineering). – Obninsk, 2007. – 10 pages, 2 tables, 5 illustrations. – References – 5 titles.

The paper describes the method to locate failed fuel elements by using regular burnup compensations on BN-600 and BN-800 sodium cooled fast reactors. The functioning algorithms of FLUT-600 system on BN-600 reactor and the operation testing results are given.

УДК 621.039.51

Physics of fast reactor cores \ M.F. Troyanov, V.I. Matveev, M.N. Nickolaev; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher School. Nuclear Power Engineering). – Obninsk, 2007. – 15 pages. – References – 9 titles.

At present a new engineering science arose on the basis of numerous studies and developments in the area of fast reactors, which might be termed "Technical physics of fast reactor" based on fast reactor physics.

The paper gives a brief review of the main sections of this science including brief description of nuclear data and energy-group constants, based on neutron-physics characteristics of fast reactors BN-250, BN-600, BN-800, possibility of utilization of radioactive waste of nuclear power in fast reactors and oth.