

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТВЭЛОВ С ОБОЛОЧКАМИ ИЗ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

М.В. Баканов, В.В. Мальцев, Н.Н. Ошканов, В.В. Чуев

Белоярская АЭС, г. Заречный



Представлена методология послеексплуатационного контроля работоспособности тепловыделяющих элементов, осуществляемая на основании накопленного опыта массовых первичных послереакторных исследований состояния отработавших твэлов реактора БН-600.

Ключевые слова: штатная ТВС, реперная ТВС, опытная ТВС, комбинированная ТВС, твэл, радиационное распухание, допустимый предел.

Key words: standard fuel sub-assembly, reference fuel sub-assembly, test fuel sub-assembly, multiple-purpose fuel sub-assembly, fuel pin, radiation swelling, allowable limit.

Опыт эксплуатации и последующих первичных исследований реакторных сборок в «горячей» камере блока №3 Белоярской АЭС, накопленный за предыдущий период эволюции активных зон реактора БН-600, позволяет сформулировать наиболее приемлемую современную методологию повышения ресурсных характеристик материалов оболочек, конструкций твэлов и ТВС промышленного реактора большой мощности.

Основной методологии является практика принятия частных технических решений по шаговому увеличению длительности отдельных микрокампаний (МК) реактора БН-600 и осуществление при этом контроля работоспособности элементов наиболее представительных ТВС после их эксплуатации. В состав таких ТВС могут входить твэлы с оболочками, изготовленными из

- штатных материалов по штатным технологическим схемам и режимам (штатные ТВС);
- модернизированной штатной стали ЧС68-ИД х.д. по улучшенной технологии и удовлетворяющими требованиям действующих технических условий (ТУ), наряду с твэлами, укомплектованными штатными материалами (реперные ТВС);
- перспективных экспериментальных материалов, наряду с твэлами, укомплектованными штатными материалами (комбинированные ТВС);
- перспективных экспериментальных материалов в соответствии со своими технологическими схемами и режимами, удовлетворяющих требованиям ТУ на эти материалы (опытные ТВС).

На реперные и комбинированные ТВС составляются картограммы с указанием оболочек с аттестованными исходными параметрами (рис. 1). Для представительности результатов реакторных испытаний в каждую перегрузку реперные ТВС устанавливаются, как минимум, по одной в зону малого (ЗМО) и большого обогащения (ЗБО). Дополнительного обоснования ядерной и радиационной безопасности при их эксплуатации до штатного ресурса не требуется. Комбинированные и опытные ТВС устанавливаются в активную зону по мере проработанности материалов и конструкций элементов после дополнительного обоснования их работоспособности. После окончания облучения все типы ТВС проверяются на герметичность твэлов системами контроля герметичности оболочек (КГО) и наиболее надежные из них передаются в горячую камеру на контроль их работоспособности. После окончания облучения все типы ТВС проверяются на герметичность твэлов системами контроля герметичности оболочек (КГО) и наиболее надежные из них передаются в горячую камеру на контроль их работоспособности. После анализа полученных результатов оперативно выдаются заключения по состоянию ТВС в целом. Отдельные твэлы передаются на материаловедческие исследования в Институт реакторных материалов (ИРМ), расположенный на одной территории. При таком подходе всегда имеется реальная возможность в рамках практически идентичных условий облучения сопоставить результаты исследований, полученные на твэлах с оболочками, изготовленными из различных материалов, с данными по поведению твэлов со штатными оболочками.

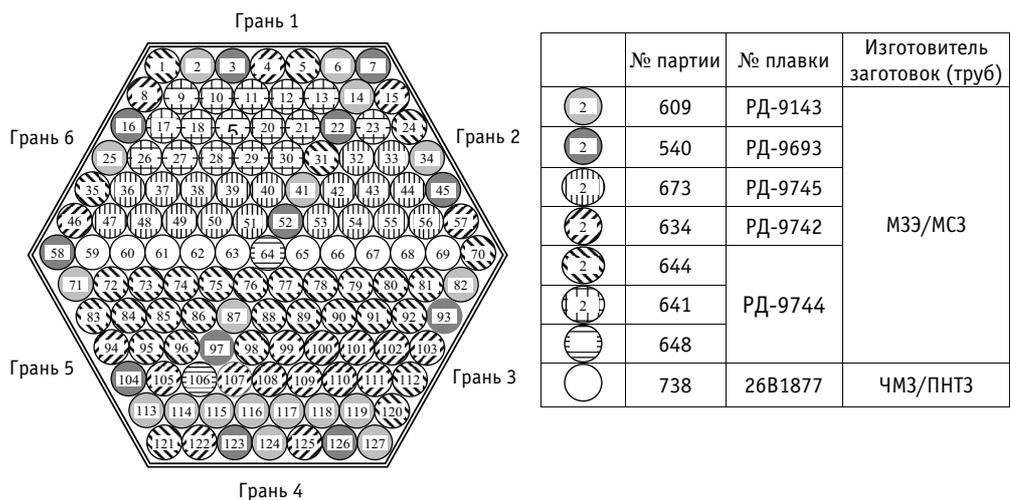


Рис. 1. Комплекция пучка твэлов ТВС 4565

В период подготовки к переводу реактора БН-600 на активную зону третьей модернизации О1М2 происходил перевод производства чехлов и оболочек с ОАО «Первоуральский новотрубный завод» (ПНТЗ) на ОАО «Машиностроительный завод» (МСЗ). С января 2000 г. на МСЗ началось производство чехлов из стали ЭП450-Ш, которые до этого времени изготавливались на ПНТЗ по заказу МСЗ. С 2001 г. на МСЗ началось изготовление оболочек твэлов для отдельных ТВС, а с февраля 2003 г. – массовое изготовление оболочек для комплектации твэлов штатных ТВС БН-600. На ПНТЗ оболочечные трубы изготавливались до июня 2005 г. Металл выплавлялся на Челябинском металлургическом заводе (ЧМЗ). В настоящее время металл выплавляется на Металлургическом заводе «Электросталь» (МЗЭ).

В 2005–2010 гг. контроль работоспособности прошли шесть ТВС, содержащие в своем составе твэлы с оболочками из стали ЧС68-ИД х.д. производства ПНТЗ и МСЗ. Их характеристики приведены в табл. 1.

Таблица 1

Перечень ТВС, прошедших контроль работоспособности после эксплуатации в реакторе БН-600 в 2005–2010 гг.

Дата изготовления	Заводской номер	Доза, сна	Выгорание, % т.а.	Наработка, эфф.сут	Комплектация
Март 2002	1817456502 Реперная	79	9,4	558	МЗЭ, МСЗ: 5 плавки, 7 партий $V=0,003$ и $V=0,005$ мас.%; $T_{28\text{ мм}}^{\text{Орк.}} = 1010^\circ\text{C}$ +10 ЧМЗ, ПНТЗ 1-ой партии $V=0,003$ мас. %
Август 2003	1817487203 Реперная	74	8,8	560	МЗЭ, МСЗ: 1 плавка, 6 партий $T_{42\text{ мм}}^{\text{Орк.}} = 1180^\circ\text{C}$, $T_{42\text{ мм}}^{\text{Орк.}} = 1060^\circ\text{C}$, ПТР, КОВ
Август 2003	2026487303 Реперная	70	10,1	560	МЗЭ, МСЗ: 1 плавка, 6 партий $T_{42\text{ мм}}^{\text{Орк.}} = 1180^\circ\text{C}$, $T_{42\text{ мм}}^{\text{Орк.}} = 1060^\circ\text{C}$, ХПТР, КОВ + 30 ЧМЗ, ПНТЗ: плавка, 2 партии КОВ
Январь 2005	1817530205 Штатная	80	9,5	568	МЗЭ, МСЗ: 3 плавки, 4 партии (периферийные) + ЧМЗ, ПНТЗ: 2 плавки, 3 партии (центральные)
Январь 2006	1817554106 Штатная	82	9,6	572	МЗЭ, МСЗ: 4 плавки, 5 партий $T_{\text{вир.}} = 1055^\circ\text{C}$, КОВ
Январь 2006	3417550606 Комбинированная	77	9,1	569	ЧС68-ИД х.д. – МЗЭ, МСЗ: 1 плавка, 1 партия $T_{42\text{ мм}}^{\text{Орк.}} = 1180^\circ\text{C}$, ХПТР, КОВ ЭК164-ИД х.д. (48 шт.) – ЧМЗ, ПНТЗ: 1 плавка, 1 партия ХПТР, б/о волокение

Изготовленные в 2001–2003 гг. семь ТВС в реперном исполнении тремя партиями, две штатные ТВС и комбинированная ТВС характеризуются следующими особенностями:

- три ТВС партии 2001 г. укомплектованы оболочками, изготовленными на ПНТЗ, в основном, по штатной технологии с применением усовершенствованных технологических операций (послеэксплуатационный контроль не проходили);
- две ТВС партии 2002 г., в которую входила ТВС зав. № 1817 4565 02 (далее 4565) укомплектованы, в основном, оболочками твэлов производства МСЗ (в состав ТВС 4565 включены 10 твэлов производства ПНТЗ из металла ЧМЗ) с варьируемым составом по бору и с применением диффузионного отжига передельных труб на размере 28 мм при температурах 1010, 1060°C;
- две ТВС партии 2003 г. укомплектованы, в основном, оболочками твэлов из металла МЗЭ производства МСЗ разных партий с использованием прокатки на станках ХПТР и короткооправочного волочения, диффузионного отжига передельных труб на промежуточном размере 42 мм при температурах 1060, 1180°C (в состав ТВС 4873 дополнительно включены 30 твэлов, изготовленных из металла ЧМЗ на ПНТЗ с применением короткооправочного волочения);
- в штатной ТВС 5302 все периферийные твэлы имели оболочки, изготовленные на МСЗ, центральные – оболочки производства ПНТЗ;
- все твэлы штатной ТВС 5541 с оболочками производства МСЗ;
- пучок твэлов ЭТВС 5506 наряду с твэлами, оболочки которых изготовлены из стали ЧС68-ИД х.д. на МСЗ, содержал 48 твэлов с оболочками из стали перспективной ЭК164-ИД х.д. производства ПНТЗ, расположенных через ряд штатных твэлов.

Замечаний по входному контролю рассматриваемых ТВС, по их эксплуатации в реакторе и перемещению по транспортно-технологическому тракту не было. На контроле герметичности СОДС-ГО все ТВС признаны герметичными, отмыты по штатной схеме, выдержаны в БВ и переданы по одной в «горячую» камеру БН-600 в 2005 – 2009 гг. После окончания контроля три твэла из ТВС 4565, четыре – из ТВС 4872, пять – из ТВС 4873, восемь – из ТВС 5506 и четыре – из ТВС 5541 переданы в ИРМ на послереакторные исследования.

Таким образом, полный цикл работ по получению данных о влиянии исходного состояния оболочек твэлов на их служебные свойства после эксплуатации в реакторе БН-600 составил семь лет. С учетом предварительных поисковых работ на заводах-изготовителях длительность цикла составляет около десяти лет.

Основные результаты послеэксплуатационного контроля отработавших сборок заключаются в следующем.

Визуальный контроль ТВС показал сохранность прямолинейности сборок и отсутствие каких-либо механических повреждений головок, чехловых труб и хвостовиков. В результате измерений геометрических размеров чехлов ТВС показано, что размеры чехловых труб практически не изменились.

Определяющими служебными свойствами оболочек в условиях эксплуатации активных зон БН-600 являются радиационное распухание и последующая деградация механических свойств материала наиболее критичных элементов ТВС – оболочек твэлов. Поэтому определение распухания из формоизменения оболочек твэлов после облучения является одним из главных методов контроля их состояния. На рисунке 2 представлены дозные зависимости распухания материалов оболочек трех реперных ТВС, одной экспериментальной комбинированной ЭТВС и двух штатных ТВС, характеристики которых приведены выше. Данные представлены для оболочек всех партий, изготовленных на двух заводах с использованием различных технологических линий и режимов. Данные приведены в зависимости от по-

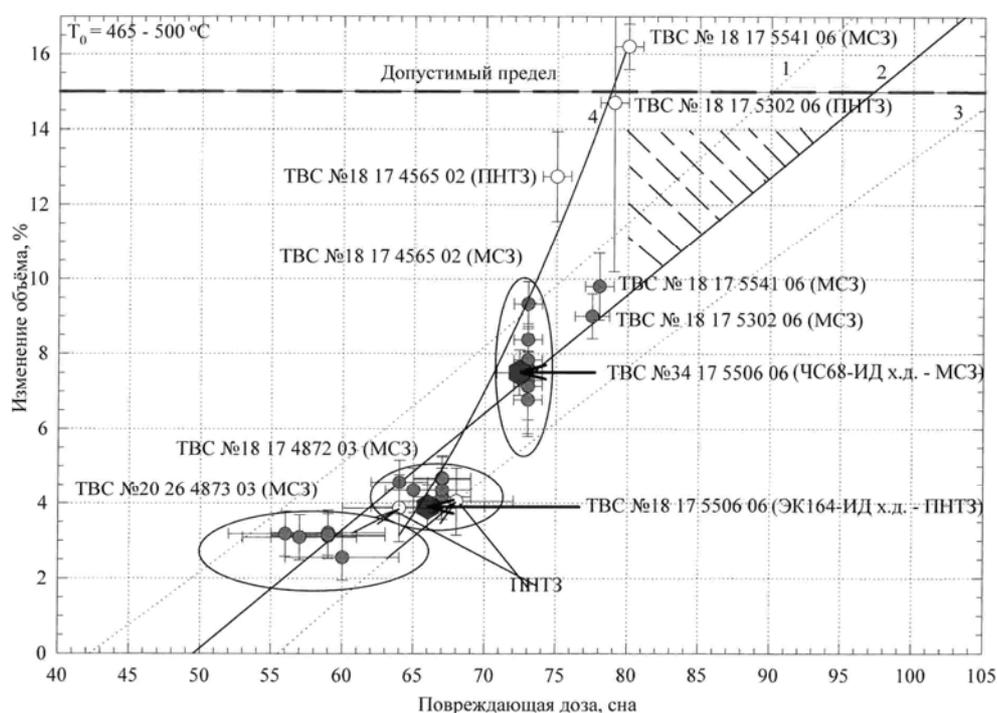


Рис. 2. Радиационное распухание стали ЧС68-ИД х.д. в зависимости от повреждающей дозы в сечениях ТВС с максимальным увеличением эффективного диаметра оболочек твэлов («физическая» зависимость): 1, 3 – доверительный интервал зависимости 2; 2 – оболочки изготовления МСЗ (светлые значки); 4 – оболочки ПНТЗ (темные значки)

вреждающей дозы в сечениях с максимальным изменением эффективного диаметра при характеристической температуре T_0 максимального распухания. Зависимость 2 построена усреднением данных по партиям оболочек, изготовленных на МСЗ из металла плавков ЭМЗ, для каждой из ТВС. Степень зависимости распухания от повреждающей дозы определялась по наилучшему совпадению измеренных и расчетных данных. Зависимость 2 оказалась линейной.

На зависимость 2 для сравнения нанесены отдельные точки, соответствующие распуханию оболочек, изготовленных на ПНТЗ из металла плавков ЧМЗ и облученных в составе тех же сборок. Этим данным наилучшим образом соответствует зависимость 4, близкая к квадратичной. На рисунке 2 представлен и критерий предельного состояния твэлов по формоизменению. Заштрихованная область между зависимостями 2, 4 и предельным распуханием 15% соответствует ресурсу стали ЧС68-ИД х.д., реализованному в результате совершенствования технологических режимов при выплавке стали на ЭМЗ и изготовлении оболочек на МСЗ.

Зависимость распухания от дозы является частным случаем дозно-температурной зависимости, традиционно описываемой функцией

$$R = V/V_0 = dR/dD \cdot \exp(-\beta(T - T_0)^2) \cdot (D - D_0)^\alpha, \quad (1)$$

где R – распухание (относительное изменение объема V_0), %; D – повреждающая доза, сна; T – температура облучения, °C; dR/dD – скорость распухания, %/сна; T_0 – характеристическая температура максимального распухания; β – параметр порядка коэффициента диффузии вакансий, K^{-2} ; D_0 – инкубационная доза, сна.

Параметры dR/dD , T_0 , α , β , D_0 определяются методом наименьших квадратов по наилучшей сходимости экспериментальных данных и результатов расчета минимизацией функционала:

$$\chi^2 = \left\{ \frac{\sum \frac{(f_i^{exp} - f_i^{calc})^2}{\sigma_i^2}}{\sum \frac{(f_i^{exp})^2}{\sigma_i^2}} \right\}^{1/2}, \quad (2)$$

где f_i^{exp} , f_i^{calc} – экспериментальные и расчетные значения функции (1) соответственно; σ_i – экспериментальная погрешность.

На рисунке 3 представлены типичные дозно-температурные зависимости радиационного распухания материалов оболочек твэлов, изготовленных из стали ЧС68-И.Д. х.д. разных плавок и партий труб. Экспериментальные данные показаны точками условно с большим шагом по высоте АкЗ.

Реальные экспериментальные зависимости получаются из непрерывных распределений диаметра твэлов по их высоте с дальнейшим усреднением по партиям оболочек. При анализе использовался шаг координаты по высоте АкЗ, равный 6 мм. Результаты анализа параметров распухания оболочек твэлов реперных ТВС приведены в табл. 2.

Несмотря на значительный разброс данных по распуханию оболочек разных партий, выявляются металлургические и технологические факторы, влияющие на их радиационную стойкость. В соответствии с полученными результатами можно сформулировать следующие выводы:

- металл выплавки ЭМЗ с максимальным содержанием бора более стоек против радиационного распухания по сравнению с металлом ЧМЗ; максимальная радиационная стойкость наблюдается для оболочек, изготовленных на Машиностроительном заводе методом холодной прокатки роликами;
- результаты применения волочения оболочек на короткой оправке и термообработок при температурах отжига 1060–1180°C на промежуточном размере $\varnothing 42$ мм по отношению к стойкости против распухания являются неоднозначными.

Зависимость 2 на рис. 2 отчетливо демонстрирует возможности использования штатной стали ЧС68-ИД х.д. до повреждающих доз ~95 сна. Максимальному распуханию стали соответствует сечение по высоте АкЗ на 100–200 мм ниже центральной плоскости, для которой, как правило, значение максимальной повреждающей дозы на ТВС выше на ~10% (рис. 4). Зависимости, представленные на рис. 3, следует считать «физическими», отображающими процесс распухания оболочек из стали ЧС68-ИД х.д. нового поколения с ростом повреждающей дозы.

На рисунке 4 приведены данные по распуханию оболочек, изготовленных из стали ЧС68-ИД х.д., облученных в составе твэлов с диоксидом урана. Представленные данные получены из измерений эффективного диаметра оболочек твэлов двадцати одной ТВС, отработавших во всех четырех типах активных зон БН-600. Данным по распуханию оболочек сопоставлены максимальные (пиковые) по сборке повреждающие дозы, достигнутые на конец эксплуатации каждой из ТВС. Эти зависимости следует считать «инженерными». Их удобно использовать для оценки работоспособности твэлов с оболочками, изготовленными из стали ЧС68-ИД х.д., по критерию допустимого формоизменения. С практической точки зрения они могут служить нормативными для осуществления послеексплуатационного контроля работоспособности твэлов и качества изготовления оболочек. С учетом всех данных критерий формоизменения твэлов позволяет достичь максимальных повреждающих доз ~90 сна. С учетом лучших данных по распуханию стали ЧС68-ИД х.д. аппроксимация зависимости 1 по критерию формоизменения дает значение ~110 сна.

Обсуждение результатов материаловедческих исследований других служебных свойств оболочек, изготовленных из стали ЧС68-ИД х.д. нового поколения, не яв-

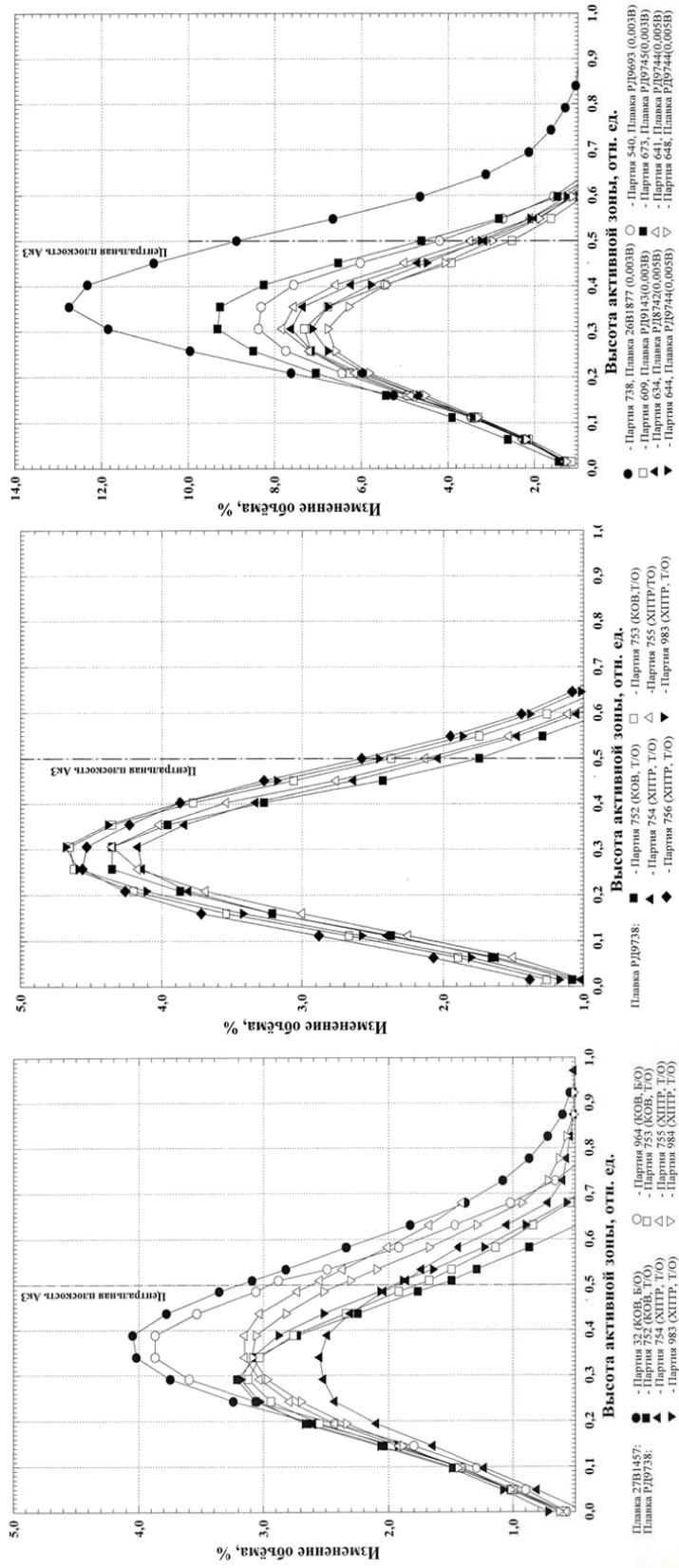


Рис. 3. Экспериментальные (значки) и расчетные значения (сплошные линии) радиационного распухания материала оболочек твэлов в зависимости от высоты АКЗ (от температуры облучения и повреждающей дозы) ТВС 4873 (а), ТВС 4872 (б) и ТВС 4565 (в)

Таблица 2

Параметры радиационного распухания оболочек твэлов БН-600, изготовленных из аустенитных сталей

Марка сталей/ № ТВС	№ плавки (партии) труб	dR/dD , %/сна	T_{σ} , °C	D_{σ} сна	β , $\times 10^{-4}$, К ⁻²
ЭИ-847 ауст.	-	0,40±0,02	480±10	20±5	(0,7±0,1)
ЭИ-847 х.д.	-	0,20±0,01	445±15	30±5	(3,5±1,1)
ЭП-172 х.д.	-	0,27±0,03	450±3	37±3	(4,5±0,5)
ЧС-68-ИД х.д.	-**	0,30±0,05	470±10	47±5	1,5±0,3
ЧС-68-ИД х.д.	-***	0,50±0,10	485±10	45±5	2,5±0,4
ЧС68-ИД х.д. (ТВС 4565)	26В1877 (738)	0,47±0,03	499±9	48±5	1,9±0,3
	РД-9143 (609)	0,30±0,05	483±5	49±3	2,7±0,5
	РД-9744 (641)	0,30±0,02	484±6	47±3	2,5±0,6
	РД-9744 (644)	0,31±0,02	484±8	50±3	2,4±0,6
	РД-9744 (648)	0,28±0,04	487±6	49±3	2,1±0,7
	РД-9742 (634)	0,26±0,04	485±7	49±5	2,4±0,7
	РД-9693 (540)	0,35±0,04	486±9	50±5	2,7±0,7
ЧС68-ИД х.д. (ТВС 4872)	РД-9745 (673)	0,39±0,02	486±8	44±3	2,2±0,5
	РД-9143 (752)	0,27±0,04	473±5	49±4	2,4±0,1****
	РД-9143 (753)	0,29±0,05	479±7	51±4	1,7±0,1****
	РД-9143 (754)	0,28±0,05	479±7	52±4	1,9±0,1****
	РД-9143 (755)	0,27±0,04	478±6	52±4	2,1±0,2****
	РД-9143 (756)	0,30±0,05	465±9	49±5	1,5±0,2****
ЧС68-ИД х.д. (ТВС 4873)	РД-9143 (983)	0,29±0,05	479±7	51±4	1,4±0,2****
	27В1457 (32)	0,34±0,05	494±7	56±7	1,7±0,1****
	27В1457 (964)	0,30±0,04	488±7	51±8	2,1±0,2****
	РД-9143 (752)	0,32±0,05	471±8	49±6	2,2±0,3****
	РД-9143 (753)	0,31±0,05	469±3	49±7	1,7±0,1****
	РД-9143 (754)	0,23±0,02	480±9	49±9	1,3±0,4****
	РД-9143 (755)	0,39±0,04	480±7	51±6	2,8±0,2****
	РД-9143 (983)	0,29±0,04	466±3	45±8	2,0±0,2****
РД-9143 (984)	0,31±0,05	475±2	47±9	2,5±0,2****	

Примечания:

* – обобщенные данные по всем партиям оболочек твэлов штатных и экспериментальных ТВС активных зон О1 и О1М (оболочки производства ПНТЗ);

** – обобщенные данные по всем партиям оболочек твэлов экспериментальных и штатных ТВС активных зон О1М и О1М1 (оболочки производства ПНТЗ);

*** – обобщенные данные по всем партиям оболочек твэлов штатных ТВС активной зоны О1М1 (оболочки производства ПНТЗ);

**** – данные, полученные в нелинейном приближении дозной зависимости распухания

ляется предметом данного доклада. Данные по механическим и коррозионным свойствам представлены в докладах Института реакторных материалов. Отметим только, что глубина коррозионного повреждения внутренней поверхности оболочек твэлов и прочностные свойства оболочек не являются ограничивающими

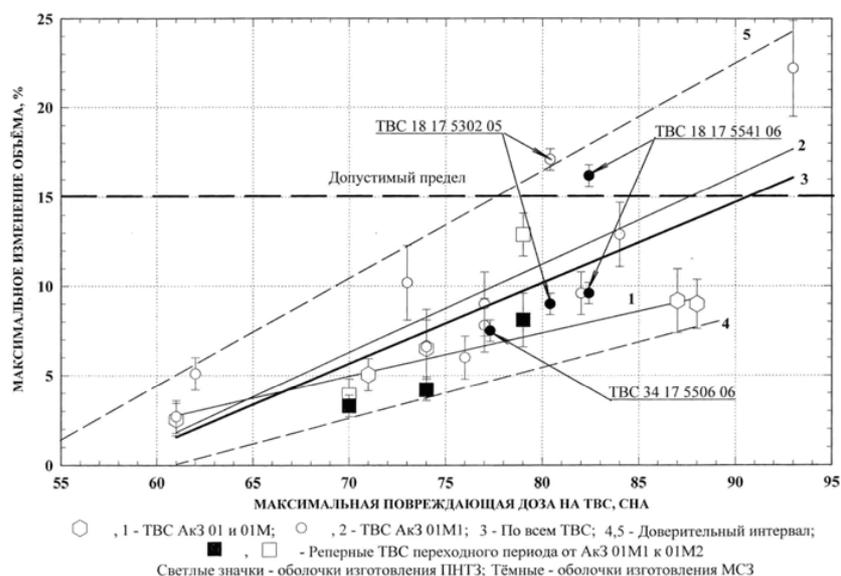


Рис. 4. Радиационное распухание оболочек твэлов, изготовленных из стали ЧС68-ИД х.д., в зависимости от максимальной повреждающей дозы на TBC

факторами достижения уровня выгорания оксидного топлива, соответствующего повреждающим дозам 85–90 сна.

Литература

1. *Ошканов Н.Н.* Планирование топливной кампании при фиксированном цикле работы АЭС// Атомная энергия. – 2001. – Т. 91. – Вып. 6. – С. 488-489.
2. *Fromont M.* PHENIX status and French SFR Demonstrator program. -Proc. of the 17th WG1 meeting of CEA (CEA – Nuclear Energy Division)-ROSATOM collaboration, Dimitrovgrad, November 14-15, 2006.
3. *Muehling G., Brown C., Languille A.* General of R&D «Fuels and Materials» in Europe/Proc. Specialist Meeting on Cladding and Materials. – Obninsk, 1992.
4. *Hamada M.* Present Status of Core and Fuel Design for Demonstration Fast Breeder Reactor/Proc. Japan-Russian Seminar on Study of Reactor Irradiation Effect on FBR Structural Materials. – Obninsk, 1992.
5. *Shibahara I., Nomura S. and Shikakura S.* Alloy Design and Irradiation Performance of Advanced Austenitics/Proc. Japan-Russian Seminar on Study of Reactor Irradiation Effect on FBR Structural Materials. – Obninsk, 1992. – P. 15.
6. *Süran Jean Louis, Fromont M. et al.* CEA program on ODS materials. -Proc. of the 17th WG1 meeting of CEA-ROSATOM collaboration, Dimitrovgrad, November 14-15, 2006.
7. *Kaito T., Ukai S. Satoshi Ohtsuka and Takeshi Nfrita.* Development of ODS Ferritic Steel Cladding for the Advanced Fast Reactor Fuels/Proc. of GLOBAL 2005 (Tsukuba, Japan, Oct 9-13, 2005). – Paper No. 196 p.

Поступила в редакцию 14.10.2010

УДК 621.039.5

Software Development in Support of the Fast Reactor Operation \E.V. Seleznyov, A.A. Belov; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2011. – 13 pages, 1 table, 3 illustrations. – References, 17 titles.

Since 1987 up to now at the Beloyarsk NPP the software package named Hephaestus has been used to justify the safety of the fuel loadings. The ways to further develop the operational software have been presented in the Federal target programme named «New generation nuclear energy technologies...».

УДК 621.039.54

Experience and Perspectives of the BN-600 Reactor Core Upgrade \B.A. Vasilev, N.G. Kuzavkov, O.V. Mishin, A.A. Radionycheva, M.R. Farakshin, Yu.K. Bibilashvili, Yu.A. Ivanov, A.V. Medvedev, N.M. Mitrofanova, A.V. Tselishchev, L.M. Zabudko, V.I. Matveev, Yu.S. Khomyakov, V.A. Chyorny; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2011. – 11 pages, 5 tables, 3 illustrations. – References, 10 titles.

The results of three modifications of the BN-600 reactor core are presented. The measures taken to increase the burnup and extend the period between refuellings are reviewed. The prospective measures on further improvement of the operational characteristics of the core are proposed.

УДК 621.039.543.4: 621.039.543.6

Structure of the Pelletized Oxide Fuel and its Corrosive Action on the BN-600 Reactor Fuel Cladding \E.A. Kinev; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2010. – 8 pages, 6 illustrations. – References, 5 titles.

The behavior of the structural materials of three modifications of the BN-600 reactor core is presented. The change in the condition of the structural steel with various burnup values is shown. The properties of the cladding steel of various types are compared.

УДК 621.039.53

Main Results of Operation of the Structural Materials in the BN-600 Reactor Cores \M.V. Bakanov, V.V. Maltsev, N.N. Oshkanov, V.V. Chuev; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2011. – 10 pages, 4 tables, 6 illustrations. – References, 7 titles.

The main results of research into structural materials of the test and standard fuel sub-assemblies as achieved stage by stage as they are introduced for the increase of the fuel burnup in the BN-600 reactor cores are reviewed.

УДК 621.039.54

Main Results of Inspection of the Serviceability of the Fuel Pins Clad with the New Generation Austenitic Steels \M.V. Bakanov, V.V. Maltsev, N.N. Oshkanov, V.V. Chuev; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2011. – 9 pages, 2 tables, 4 illustrations. – References, 7 titles.

The methodology of the post-irradiation inspection of the serviceability of the fuel pins as carried out on the basis of the experience accumulated from the mass primary post-irradiation examination of the condition of the spent BN-600 reactor fuel pins is presented.

УДК 669.14.018.8: 548.4: 621.039.531

Radiation Flaws in Austenitic Steels Induced by Neutron Irradiation and their Effect on the Physical and Mechanical Properties \A.V. Kozlov; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2011. – 15 pages, 3 tables, 13 illustrations. – References, 16 titles.

Research into the radiation flaws developing in austenitic steels during neutron irradiation in the wide range of temperatures and neutron exposure doses has allowed their evolution during cryogenic, low- and intermediate temperature irradiation to be depicted from the united positions.