

## ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ НА БЕЛОЯРСКОЙ АЭС РАДИАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ «ПОЛИМЕР»

**Ю.В. Носов, В.И. Оглезнев, И.А. Чернов**

*Белоярская АЭС, г. Заречный*



На Белоярской АЭС совместно с Обнинским филиалом НИФХИ им. Л.Я. Карпова спроектирована, изготовлена и 18 лет успешно эксплуатировалась радиационно-технологическая установка (РТУ) «Полимер» ( $\gamma$ -источниками служили отработавшие стержни системы управления и защиты (СУЗ) с европейским поглотителем реактора БН-600). Представлены основные характеристики установки и кратко освещены организационно-технические и экономические вопросы обеспечения ее безопасной эксплуатации.

**Ключевые слова:** радиационно-технологическая установка, отработавшие европейские стержни, стерилизация, валидация.

**Key words:** process radiation facility, spent europium rods, sterilization, validation.

Радиационные технологии являются очень значимой отраслью «мирного» использования ядерной энергии. Радионуклиды по областям применения можно разделить на следующие основные группы:

- для биологических и медицинских исследований сложных органических соединений или при приготовлении радиофармацевтических препаратов;
- в радиоизотопных источниках энергии;
- для производства радиоактивных источников.

Основной объем производства изотопов в реакторах составляют мощные источники  $\gamma$ -излучения (такие как  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{192}\text{Ir}$ ), применяемые для радиационного структурирования полимеров, получения прочных прессованных тканей, стерилизации древесины, пищевых и медицинских продуктов.

Радиационную стерилизацию применяют уже более 40 лет. С 1965 г. крупная американская фирма «Этикон» начала производство на продажу изделий медицинского назначения, стерилизованных ионизирующим излучением. Этим способом стерилизовалось более 80% всего шовного материала, изготовленного фирмой, и все предметы однократного применения. С этого времени метод лучевой стерилизации используется в промышленных масштабах в Канаде, Дании, Швеции, Великобритании, Франции и т.д.

При эксплуатации в активной зоне реактора БН-600 стержней СУЗ с оксидом европия в качестве поглотителя нарабатывается большое количество изотопов

Таблица 1

**Основные характеристики фотонного излучения долгоживущих радионуклидов европия [2, 3]**

Радионуклид	Eu-152	Eu-154
Период полураспада, лет	13,2	8,8
Суммарный квантовый выход на распад, %	236	194
Энергия фотонов, МэВ:		
диапазон	0,04101 – 1,7691	0,04396 – 1,895
средняя	0,499	0,654
Полная гамма-постоянная, $R \times \text{см}^2 / (\text{ч} \times \text{мКи})$	6,5	6,76

европия ( $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{154}\text{Eu}$ ) [1] с ценными характеристиками для применения в качестве  $\gamma$ -источника (табл. 1). Такие стержни с успехом могут заменить, например, кобальтовые источники в том случае, когда нет жестких требований по равномерности облучения мишени, а требуется облучение с дозой не менее заданной.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА**

На основе использования отработанных европиевых стержней Белоярской АЭС совместно с Обнинским филиалом НИФХИ им. Л.Я. Карпова разработан и реализован проект радиационно-технологической установки, размещенной в бассейне выдержки энергоблока № 3 (БВ-3). Первоначально установка «Полимер» была предназначена для включения в технологическую цепочку по производству термоусаживающихся изоляционных изделий, применяемых в электротехнической и других отраслях промышленности. В дальнейшем основное применение установка получила для стерилизации медицинских изделий, производимых предприятием «Медин-Н».

Проектирование установки велось с учетом геометрии компенсирующих стержней (КС), транспортных щелей бассейна выдержки, уровня воды в бассейне, монтажных проемов, грузоподъемности крана БВ-3 и т.п.

Соответствующими подразделениями Белоярской АЭС были произведены необходимые расчеты и разработана чертежно-техническая документация на изготовление элементов РТУ. В частности, были подготовлены

- обоснование безопасности размещения в БВ-3 установки для облучения;
- расчет герметичного контейнера установки на прочность;
- расчет прочности РТУ при сейсмическом воздействии;
- расчет температурного режима камеры облучения полимерных изделий;
- расчет мощности экспозиционной дозы от радиационно-технологической установки в БВ-3;
- программа пусконаладочных работ установки.

Была произведена реконструкция пола БВ-3 и выполнена разводка трубопроводов азота и обессоленной воды.

Для размещения стержней КС в трубах кассеты, согласно проекту, у 56-ти стержней необходимо было уменьшить длину нижней части. Для этого стержни по штатной схеме транспортировки передавались в «горячую» камеру (ГК) блока № 3. В ГК у 28-ми стержней от низа хвостовика отрезали 830 мм и еще у 28-ми стержней – 1160 мм. Затем стержни были переданы в БВ-3. Загрузка кассеты стержнями производилась в приемке бассейна выдержки (отметка 3.50) под слоем воды крапом г/п – 15 т и штатными захватами. Кассета со стержнями при помощи захвата

для транспортировки чехлов краном г/п – 15 т транспортировалась на место установки в третьем отсеке БВ-3.

Наличие РТУ не влияет на микроклимат и работу технологических систем охлаждения и очистки вод и дренажа БВ.

В качестве конструкционных материалов в установке использована нержавеющая сталь 12Х18Н10Т, которая не влияет на водно-химический состав воды бассейна выдержки.

Следовательно, условия надежности и безопасности РТУ определяются работой штатных технических средств БВ-3:

- арматуры системы охлаждения контура;
- трубопроводов технической воды;
- теплообменников, насосов;
- спецвентиляции.

Наличие РТУ в осях Д-7 (3-А,Б-11,12 в координатах БВ-3), в редко обслуживаемой зоне, не изменяет системы расположения чехлов с отработанными ТВС и условий охлаждения (находящихся в ней) стержней СУЗ. Радиационная обстановка в районе размещения установки не изменяется.

### **ОПИСАНИЕ РАДИАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ «ПОЛИМЕР»**

Установка «Полимер» (основные характеристики даны в табл. 2) представляет собой кассету в виде кольца с наружным диаметром 1756 мм, внутренним диаметром 240 мм, высотой 3800 мм. По наружной и внутренней окружностям кассеты установлены вертикально трубы диаметром 108×5 мм, скрепленные между собой обечайками. В трубы вставляются стержни КС, которые являются источниками излучения. В трубах имеются отверстия для охлаждения стержней водами БВ-3 и вырезы в местах расположения поглощающих элементов. Кассета устанавливается на дне БВ-3 (отметка 0.00). В кольцевое пространство кассеты вставляется герметичный кольцевой контейнер, изготовленный из нержавеющей стали толщиной 8 мм. На дне контейнера залит слой свинца толщиной 290 мм для противо-

Таблица 2

#### **Основные характеристики РТУ «Полимер»**

Количество стержней СУЗ в кассете, шт	84
Суммарная расчетная активность всех стержней, ТБк (МКи) на 01.01.1991:	
– Eu-152	117,5 (3,18)
– Eu-154	174,1 (4,70)
– сумма	291,6 (7,88)
на 01.01.2009:	
– Eu-152	43,3 (1,17)
– Eu-154	39,0 (1,05)
– сумма	82,3 (2,22)
Мощность поглощенной дозы в продукции «Медин-Н», Гр/с	0,58 – 1,02
Полезный объем контейнера, м <sup>3</sup>	3,7
Рабочее давление в контейнере, МПа	0,05
Рабочая температура, °С	40±5

действия выталкивающей силе воды и биологической защиты от ионизирующего излучения при опускании и подъеме контейнера. В контейнер загружаются две решетчатые корзины с изделиями для облучения, которые ставятся одна на другую и крепятся между собой замками. Герметичная конструкция контейнера не позволяет «грязным» водам БВ-3 контактировать с облучаемыми изделиями. Установка – стационарная, в процессе эксплуатации не перемещается.

Конструкция головки под захват у кассеты и у контейнера полностью соответствует головке штатного чехла для хранения и транспортировки отработавших ТВС.

Максимальная аварийная нагрузка (контейнер заполняется водой) составляет 12000 кгс.

Для фиксации контейнера в верхнем положении (на полу БВ-3) была произведена реконструкция полов в районе размещения РТУ и изготовлены откидные опоры, на которые устанавливается контейнер. Для обмыва контейнера обессоленной водой с целью частичной дезактивации по периметру проема смонтирована кольцевая душирующая установка. Для вакуумирования контейнера и создания избыточного давления в нем на полу БВ-3 установлен вакуумный насос и подведена азотная линия. В крышке контейнера вварены два штуцера с вентилями. К вентилям при помощи накидной гайки крепится и уплотняется съемный участок трубопровода.

Узел уплотнения контейнера заимствован от радиационно-химических установок, разработанных НИФХИ им. Карпова. Аналогичные узлы зарекомендовали себя как надежные уплотнения, проработавшие не один десяток лет. Для быстрого уплотнения и разуплотнения крышки с контейнером используется специально изготовленный комплект ключей-коловоротов.

Контейнер является сосудом, работающим под давлением. После его изготовления и контроля сварных швов были проведены гидравлические испытания ( $P_{исп} = 0,2$  МПа) и выдан паспорт на сосуд.

### **ВАЛИДАЦИЯ ПРОДУКЦИИ, УСТАНОВКИ И ПРОЦЕССА**

Одним из важнейших требований, предъявляемым к используемым для стерилизации медицинской продукции РТУ, является обеспечение того, что рассматриваемый процесс будет всегда давать результат, соответствующий заданным характеристикам и требованиям к качеству. С этой целью проводится валидация, которая включает в себя следующие этапы:

- аттестация самой продукции;
- аттестация оборудования;
- аттестация процесса;
- сертификация;
- поддержание результатов валидации.

На РТУ «Полимер» ежегодно проводились измерения поглощенных доз ионизирующего излучения в продукции с целью метрологической аттестации установки в соответствии с ГОСТ Р ИСО 11137-2000 «Стерилизация медицинской продукции». Требования к валидации и текущему контролю. Радиационная стерилизация», ГОСТ Р 50325-92 «Изделия медицинского назначения. Методика дозиметрии при проведении процесса радиационной стерилизации», Инструкцией по стерилизации радиационным способом изделий медицинского назначения, МИ 2548-99 «ГСИ. Установки радиационно-технологические с радионуклидными источниками излучения для стерилизации изделий медицинского назначения. Методика аттестации», МИ 2682-2001 «ГСИ. Метрологическое обеспечение измерений поглощенной дозы ионизирующего излучения при испытаниях и радиационной стерилиза-

ции изделий медицинского назначения. Общие требования», МИ 2774-2002 «Методика применения ГОСТ Р 50325-92 «Изделия медицинского назначения. Методика дозиметрии при проведении процесса радиационной стерилизации».

Первичную и периодические аттестации РТУ, обучение и аккредитацию персонала Белоярской АЭС на проведение измерений, методическую и научно-техническую помощь в проведении работ, а также инспекторский контроль процесса радиационной стерилизации осуществляла лаборатория технологической дозиметрии ФГУП «ВНИИФТРИ» [4], возглавляемая лауреатом государственной премии, доктором технических наук, профессором Генераловой Валентиной Васильевной.

**Облучаемые объекты** – алюминиевые контейнеры размером 240×360×610 мм с продукцией

- кетгут полированный стерильный в ампуле (100 шт. ампул, уложенные в картонные коробки размером 130×130×120 мм);
- кетгут полированный стерильный в полимерной упаковке (40 упаковок, уложенные в картонные коробки размером 160×220×75 мм);
- иглы атравматические, нити хирургические в полимерной упаковке (40 упаковок, уложенные в картонные коробки размером 160×220×75мм).

#### **Укладка изделий**

1. Шесть коробок с кетгутом в ампулах укладывают в алюминиевые контейнеры (три ряда (вертикально) по две коробки в ряду). Пространство между стенками контейнера и коробками с продукцией заполняют пустыми картонными коробками размером 160×220×75 мм.

2. Десять коробок с кетгутом в полимерной упаковке укладывают в алюминиевые контейнеры (пять рядов (вертикально) по две коробки в ряду).

3. Десять коробок с продукцией (иглы атравматические, нити хирургические плетеные полиэфирные и полиамидные) в полимерной упаковке укладывают в алюминиевые контейнеры (пять рядов вертикально по две коробки в ряду).

#### **Схемы облучения изделий**

Восемь контейнеров с продукцией равномерно (через 45°) устанавливают на дно верхней загрузочной корзины. Контейнеры располагают таким образом, чтобы маркировка контейнера (номер контейнера) была обращена к центру камеры для облучения. Загрузочную корзину с продукцией устанавливают в камеру для облучения РТУ так, чтобы контейнер № 1 находился напротив направляющей № 1. Камеру для облучения РТУ герметично закрывают и в нее закачивают азот до давления 0,5 кг/см<sup>2</sup>. После выдержки при этом давлении 30 мин (падение давления не допускается) камеру для облучения вводят в рабочую зону РТУ. Облучение продукции проводят в четыре этапа. Полный цикл облучения  $t_{\text{ст}}$  разбивают на четыре равные части и через 0,25  $t_{\text{ст}}$  камеру для облучения поворачивают на 90°.

#### **Средства измерения поглощенной дозы**

- вторичный эталон единицы мощности поглощенной дозы фотонного ионизирующего излучения в стандартных материалах (ВЭТ 38-7-94) (ГОСТ 8.070-96);
- рабочий эталон – пленочные химические детекторы СО ПД(Ф) Э-5/50 (ГСО 7004-2001) (далее детекторы);
- спектрофотометр для измерений оптической плотности в видимой и ультрафиолетовой областях спектра СФ-46.

Детекторы располагают внутри контейнера на поверхностях групповых упаковок (коробок с продукцией), а также в «контрольной точке». «Контрольная точка» – детекторы в фантоме (пластины из ПММА (оргстекло) толщиной 4 мм) располагают на внешней поверхности контейнеров. Пример расположения контейнеров с продукцией «кетгут полированный стерильный в ампуле» и детекторов при проведении сертификации в 2008 г. показан на рис. 1.

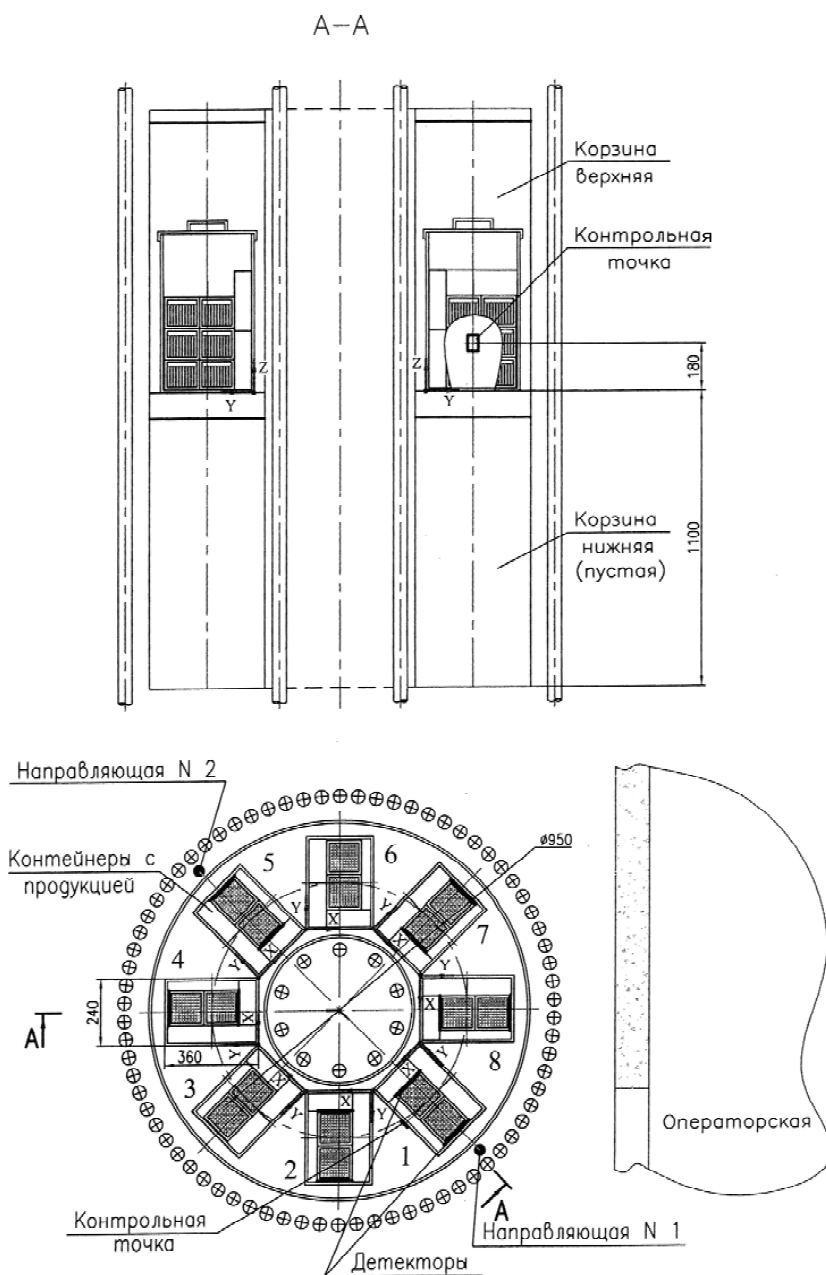


Рис. 1. Схема расположения контейнеров с продукцией «кетгут полированный стерильный в ампуле» и детекторов в РТУ «Полимер»

Далее проводятся измерения поглощенной дозы в продукции и в «контрольной точке», предназначенной для осуществления приемочного дозиметрического контроля процесса радиационной стерилизации. Пример распределения поглощенной дозы в продукции при проведении сертификации в 2008 г. представлен на рис. 2.

На базе проведенных измерений определяются метрологические характеристики РТУ, а именно, значения коэффициентов пропорциональности  $k_{\min}$  и  $k_{\max}$ , относительная погрешность определения минимальной  $\delta_{D_{\min}}$  и максимальной  $\delta_{D_{\max}}$  поглощенной дозы, среднее квадратическое отклонение  $S(D_{\text{контр}})$  для данных ви-

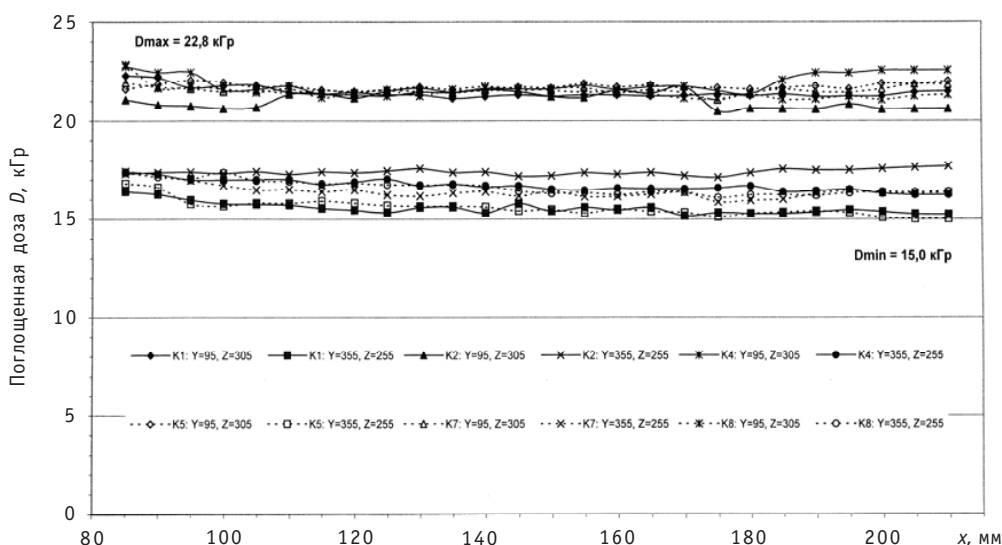


Рис. 2. Распределение поглощенной дозы по высоте в продукции «кетгут полированный стерильный в ампуле» (контейнеры 1, 2, 4, 5, 7, 8; время облучения 400 мин)

дов продукции. Пример полученных метрологических характеристик РТУ (2008 г.) приведен в табл. 3.

Таблица 3

**Метрологические характеристики РТУ в 2008 г.**

Продукция	$k_{\min}$	$\delta_{D_{\min}}, \%$	$k_{\max}$	$\delta_{D_{\max}}, \%$	$S(D_{\text{контр}}), \%$
Кетгут полированный стерильный в ампуле	0,843±0,055	14	1,107±0,051	13	2
Кетгут полированный стерильный в полимерной упаковке	0,925±0,081	15	1,119±0,051	13	2
Иглы атравматические, нити хирургические в полимерной упаковке	0,873±0,076	15	1,073±0,049	13	2

На основании метрологических характеристик РТУ и нормативных требований (значения стерилизующей и максимально допустимой поглощенной дозы) по радиационной стерилизации для данных видов продукции определяются допустимые интервалы длительности облучения для каждой группы продукции на время действия свидетельства с периодом  $T_y$ , равным одному месяцу ( $T_y$  – период, через который необходимо производить корректировку длительности облучения, обусловленную распадом радионуклидов РТУ), при погрешности рабочего детектора ±12% и доверительной вероятности 0,95.

При соблюдении регламентированных условий облучения качество радиационной стерилизации признается обеспеченным.

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ АСПЕКТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ РТУ «ПОЛИМЕР»**

Важным преимуществом использования отработавших европейских стержней в качестве источников является то, что они имеют нулевую себестоимость (отработавший ресурс в реакторе, полностью перенесли свою стоимость на стоимость отпущенной электроэнергии). Находясь в БВ-3 на хранении, они явля-

ются отходами производства электроэнергии на АЭС. Для создания подобной установки вне территории АЭС потребуются несравнимо большие денежные затраты (рыночная цена  $^{60}\text{Co}$  с удельной активностью 40 Ки/г, используемого в облучательных установках, составляет примерно 0,60 \$ за 1 Ки).

Минимальные затраты связаны с эксплуатацией РТУ «Полимер». Все системы, обеспечивающие безопасное хранение отработанного ядерного топлива и обслуживание оборудования в БВ-3, работают независимо от того, эксплуатируется РТУ или нет. Максимальное время пребывания персонала в БВ-3, связанное с работой на РТУ, составляет три часа в сутки. Расходы на обессоленную воду (1,5–2 м<sup>3</sup> в сутки) для обмыва контейнера не учитываются, т.к. ежесуточная подпитка БВ-3, связанная с потерями на испарение (~ 3 м<sup>3</sup>), превышает расходы, связанные с эксплуатацией РТУ.

За 18-летний срок эксплуатации РТУ (установка эксплуатировалась до конца 2008 г.) проводились работы по незначительной доработке установки с целью улучшения условий ее эксплуатации. Периодически производилась замена резиновой прокладки в уплотняющем узле крышки контейнера.

Физическая защита радиационно опасного производства осуществляется в рамках физической защиты всего ядерно-опасного объекта.

Необходимо отметить, что прибыль от работы РТУ несопоставима с той прибылью, которую получает Белоярская АЭС от продажи электроэнергии. В большой степени результаты работ на РТУ «Полимер» носят рекламный и гуманитарный характер. В последние годы Белоярская АЭС помимо вопросов безопасности и экономической эффективности уделяет большое внимание проблеме имиджа станции и атомной энергетики в целом.

Степень социальной значимости сотрудничества Белоярской АЭС и предприятия «Медин-Н» очень высока. Компания «Медин-Н» широко известна в медицинском мире страны как ведущий производитель атравматичных (не травмирующих) хирургических игл однократного применения и шовного материала. За месяц предприятие производит более 160-ти тысяч игольных наконечников различных диаметров (от 0,15 до 1,1 мм), сечений, длины (от 5,5 до 90 мм) – всего более 200 разновидностей. Запущено производство игл для репродуктивной медицины. Раньше такие иглы в России не производились, их закупали в Англии и Франции. Сейчас специалисты «Медин-Н» занимаются разработкой новых рассасывающихся синтетических шовных материалов второго и третьего поколений. Для многих видов изделий предприятия альтернативы радиационной стерилизации просто нет.

Сотрудничество с предприятием «Медин-Н» выявило высокую востребованность установок по радиационной стерилизации в Уральском регионе (подобных установок на основе радиоизотопов на Урале нет). Предложения значительно превышали технические возможности установки.

За время эксплуатации РТУ «Полимер» вследствие распада радионуклидов европия активность стержней в установке уменьшилась более чем в 3,5 раза. Соответственно, уменьшилась и создаваемая ими мощность дозы, что привело к увеличению длительности облучения продукции и повышению затрат на обслуживание РТУ (временных и материальных). Перезарядка установки без частичной разборки практически невозможна. Кроме того, в качестве поглотителя стержней СУЗ реактора БН-600 вместо оксида европия в настоящее время используется карбид бора.

Это основные причины завершения эксплуатации РТУ «Полимер» на Белоярской АЭС.



## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Использование отработанных стержней СУЗ с поглотителем на основе оксида европия для стерилизации медицинских изделий в РТУ возможно и целесообразно.

2. При создании установки станцией были затрачены минимальные финансовые ресурсы. Создание подобной установки вне территории АЭС потребует несравнимо большие денежные затраты (рыночная цена  $^{60}\text{Co}$  с удельной активностью 40 Ки/г, используемого в облучательных установках, составляет примерно 0,6 \$ за 1 Ки) и значительные организационные усилия (получение всех необходимых лицензий, подготовка персонала и т.п.).

3. Затраты, связанные с эксплуатацией РТУ «Полимер», минимальны.

4. За 18 лет на РТУ не было ни одного инцидента. Надежная и безопасная эксплуатация установки обеспечивается

- штатными системами эксплуатации бассейна выдержки блока №3;
- квалифицированным, подготовленным и аттестованным персоналом;
- получением всех необходимых документов от государственных органов контроля и периодическими проверками со стороны этих органов.

5. Физическая защита радиационно опасного производства осуществляется в рамках физической защиты всего ядерно-опасного объекта.

6. Эксплуатация РТУ «Полимер» показала состоятельность данного проекта, его полезность для Белоярской АЭС и Свердловской области. Занимаясь стерилизацией медицинских изделий, Белоярская АЭС тем самым внесла свой вклад в производство высокотехнологичной социально-значимой продукции. Это положительно влияет на имидж станции и ядерной энергетики в целом.

## **Литература**

1. Чернов И.А., Широковских И.А. Расчет изменения изотопного состава органов СУЗ реактора БН 600/Сб. «Физика и теплофизика реактора БН-600». – Екатеринбург: УрО РАН, 1994.
2. Хольнов Ю.В., Чечев В.П. и др. Характеристики излучений радиоактивных нуклидов, применяемых в народном хозяйстве. Оцененные данные: Справочник. – М: Атомиздат, 1980.
3. Хольнов Ю.В., Чечев В.П. и др. Оцененные значения ядерно-физических характеристик радиоактивных нуклидов, применяемых в народном хозяйстве: Справочник. – М.: Атомиздат, 1982.
4. Под общей редакцией Красовского П.А. Обеспечение единства измерений в радиационных технологиях. – Менделеево: ВНИИФТРИ, 2007.
5. Свидетельство о метрологической аттестации установки «Полимер». Менделеево. ВНИИФТРИ, 2008.

Поступила в редакцию 11.11.2011

**УДК 621.311.25.004.7**

*Place and Role of Information Technologies at Decommissioning of NPP Power Units* \V.L. Tikhonovsky, B.K. Bylkin; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2011. – 8 pages, 1 illustration. – References, 6 titles.

The place and role of information technologies at decommissioning (DBD) (БДВЭ) have been analysed in the context of final stage of life cycle of NPP unit, as well as prospect of creation of unified information system (IS) DBD OAO «Concern Rosenergoatom» with use of three-dimensional modeling.

It was shown, that creation of IS DBD will provide not only system unitized solution of the problem of D process information информационного accompaniment, but also solution of more wide spectrum of tasks on control of engineering-technical information at the operation stage.

**УДК 621.039.534.6**

*Estimation of Intensity of Consumption of Oxygen Constructional Steels of Primary Coolant Circuit Power Reactor Facility with Heavy Heat-Carriers* \R.Sh. Askhadullin, K.D. Ivanov, V.M. Shelemetev, R.P. Sadovnichy; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2011. – 8 pages, 3 illustrations. – References, 6 titles.

On the basis of the executed experimental researches on influence of temperature and an oxygen mode of heavy liquid-metal heat-carriers on intensity of course of oxidizing processes of their interaction with various constructional steels the technique of numerical estimations of local and integrated streams of the oxygen spent for oxidation of internal surfaces of the first contour of reactor installations is developed.

Use of the given technique allows carrying out tentative estimations of results of long operation of constructional steels, to prove use optimum from the point of view mass carry oxygen modes of the heat-carrier, to form requirements to systems of technology of the heat-carrier.

**УДК 621.039.51**

*Creation of the WWR-c Reactor Precision Model for Its Construction Optimisation and Following Optimisation of the <sup>99</sup>Mo and Other Radioisotope Productivity* \V.V. Kolesov, O.Yu. Kochnov, Yu.V. Volkov, V.F. Ukraintsev, R.I. Fomin; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2011. – 5 pages, 2 tables, 2 illustrations. – References, 3 titles.

For the WWR-C research reactor construction optimization for optimal <sup>99</sup>Mo and other radioisotope productivity a precision mathematical model of reactor was created. Monte-Carlo calculation with use of this model were carried out to determine reactor criticality, neutron fluxes at an experimental channels and control rod worth. It is shown that calculated values are in good accordance with experimental ones.

**УДК 621.039.526: 621.039.83**

*Experience of development and operation of the process radiation facility «Polymer» at the Beloyarsk NPP* \Yu.V. Nosov, V.I. Ogleznev, I.A. Chernov; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2011. – 9 pages, 3 tables, 2 illustrations. – References, 5 titles.

Using spent control rods with europium absorber of the BN600 reactor as gamma sources, the Beloyarsk NPP together with the Obninsk branch of the Physical-Chemical Research Centre named after L.Ya. Karpov has designed and manufactured the process radiation facility «Polymer» and successfully operated it for 18 years. This paper presents main characteristics of the facility and summarizes the technical-organizational and economic issues of ensuring its safe operation.