

# ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПЛЕКСА ПЕРЕРАБОТКИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ НА СМОЛЕНСКОЙ АЭС

П. П. Качан<sup>1</sup>, И. М. Краснов<sup>1</sup>, М. Р. Стахив<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» Смоленская АЭС, г. Десногорск, Россия,

<sup>2</sup>АО «Концерн Росэнергоатом», г. Москва, Россия

Статья поступила в редакцию 15 января 2018 г.

*В статье рассмотрены вопросы эксплуатации комплекса переработки РАО Смоленской АЭС, ввод в эксплуатацию которого в полном объеме был осуществлен в 2015 году. Дана краткая характеристика эксплуатируемых установок и проведен обзор результатов их эксплуатации. Определены перспективные задачи по совершенствованию системы обращения с РАО, а именно: повышение производительности установок до проектных значений и повышение эффективности технологий переработки РАО в контексте передачи РАО на захоронение.*

**Ключевые слова:** радиоактивные отходы, комплекс по переработке РАО, переработка радиоактивных отходов, ионо-селективная очистка РАО, цементирование РАО, прессование РАО, сжигание РАО.

## Введение

По наличию установок переработки РАО и опыту их функционирования Смоленская АЭС входит в группу наиболее оснащенных АЭС концерна Росэнергоатом (табл. 1). Тем не менее длительные сроки эксплуатации АЭС определили значимый объем РАО, накопленных вследствие реализации прошлой стратегии, когда РАО накапливались без глубокой переработки в специализированных хранилищах, расположенных на территории станции. В рамках первичной регистрации зафиксировано, что в результате прошлой деятельности на САЭС накоплено значительное количество твердых радиоактивных отходов (ТРО), из них к категории ОНРАО в настоящее время относятся ~ 85%, НАО и САО ~ 15%, ВАО < 1% от общего объема отходов, и значительное количество жидких радиоактивных отходов (ЖРО).

Утвержденной в 2013 году стратегией АО «Концерн Росэнергоатом» [2] предусмотрен широкий набор мер — начиная от снижения образования РАО и до развития систем их переработки с выходом на переработку всех образующихся и накопленных РАО и приведением их в соответствие с установленными критериями

приемлемости [3]. Для решения этих задач, а также в связи с тем, что мощности эксплуатируемых хранилищ были практически исчерпаны, на Смоленской АЭС построен и введен в эксплуатацию комплекс по переработке РАО (КП РАО). При его создании ставилась задача переработки не только ежегодно образующихся, но и постепенное кондиционирование всех ранее накопленных РАО.

Цель статьи состоит в том, чтобы предоставить краткую информацию по проблематике переработки РАО на Смоленской АЭС, определить лучшие и пригодные для применения на других производствах технологии, а также описать технологические переделы, нуждающиеся в развитии.

## Организации переработки РАО на КП РАО

Общая технологическая схема обращения с РАО включает в себя предварительную подготовку, хранение и переработку.

Предварительная подготовка производится в местах образования радиоактивных отходов персоналом производственных подразделений

Таблица 1. Оснащенность АЭС установками переработки РАО [1]

АЭС	УСТАНОВКИ								
	ЖРО				ТРО				
	Ионоселективная очистка	Глубокое упаривание	Цементирование ИОС, КО	Битумирование КО	Сжигание	Прессование	Фрагментация, измельчения	Цементирование золь, ТРО	Плавление теплоизоляции и алюминия
Балаковская	×	✓	×	✓	✓	✓	×	✓✓	×
Белоярская	2022	×	2022	×	✓	2020	2020	×	×
Билибинская	×	×	×	×	×	2017	×	×	×
Калининская	×	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	×
Кольская	✓	×	✓	×	✓	✓	✓	×	×
Курская	2019	×	2019	×	✓	✓	2019	×	✓
Ленинградская	2019	×	2019	✓	✓	✓	✓	×	×
Нововоронежская	×	✓	×	×	×	✓	×	×	×
Ростовская	×	×	✓	×	✓	✓	×	✓	×
Смоленская	✓	×	✓✓	×	✓	✓	✓	×	×
ОДИЦ	×	×	×	×	✓	×	×	×	×

✓	– действующие установки
✓	– в резерве
2017	– идет сооружение (указан срок ввода в эксплуатацию)
2020	– идет проектирование (указан прогнозный срок ввода в эксплуатацию)
×	– не требуется

и отделом радиационной безопасности и включает в себя:

- отделение ТРО от нерадиоактивных промышленных отходов на основании дозиметрических измерений;
- разделение ТРО в соответствии с их морфологией, по предполагаемым методам переработки, разделение ТРО по категориям активности (на основании дозиметрических измерений);
- поверхностную дезактивацию (при возможности);
- измельчение крупногабаритных ТРО (до размеров не более 300×300×300 мм);
- размещение ТРО в первичной упаковке (полиэтиленовые или многослойные бумажные мешки);
- транспортировка упаковок с РАО к месту хранения или переработки.

Дальнейшее обращение с ТРО осуществляется персоналом цеха по обращению с радиоактивными отходами (ЦОРО) и заключается в их хранении в пункте хранения (ПХ) или переработке на КП РАО в том случае, если РАО относятся к перерабатываемым видам и имеют соответствующий уровень активности. Отметим, что на КП РАО могут перерабатываться ТРО категорий ОНРАО, к которым относятся более 80% образующихся отходов.

Предварительная подготовка ЖРО осуществляется в химцехе, после чего отходы в виде кубового остатка (КО) направляются для временного хранения в хранилище жидких и твердых отходов (ХЖТО) или в хранилище жидких отходов (ХЖО) и затем на переработку на КП РАО.

Особенностью обращения с РАО на Смоленской АЭС является то, что переработка ТРО и

ЖРО осуществляется в одном цехе — ЦОРО, на специально созданном КП РАО. Задача комплекса состоит в том, чтобы переработать и кондиционировать основной объем РАО для последующей передачи их национальному оператору. Так как основной объем как накопленных, так и образующихся отходов относится к категориям ОНРАО (ТРО), НАО и САО (ЖРО), то комплекс проектировался для переработки таких отходов.

При выборе технологий, оборудования и установок по переработке РАО ориентировались на накопленный российский и зарубежный опыт. Для каждой группы РАО были выбраны наиболее эффективные из существовавших и отработанных на практике технологий, в том числе с учетом опыта применения установок по переработке РАО на других АЭС.

Все образующиеся ТРО делятся на следующие группы материалов (по особенностям обращения с ними):

- прессуемые (металлические изделия, теплоизоляция, резинотехнические изделия, оболочки кабелей и пр.);
- измельчаемые (пластикат);
- сжигаемые (изделия из ткани, бумага);
- дезактивируемые (металл).

Для переработки основной части образующихся РАО при проектировании КП предусмотрено 9 установок, которые с учетом масштабов запланированного производства вводились в эксплуатацию в две очереди. В рамках первой очереди в 2011 году введены в эксплуатацию вспомогательные и инфраструктурные объекты (аналитическая лаборатория, центральный щит управления, центр документации и учета радиоактивных отходов, участок для хранения

Таблица 2. Перечень установок КП РАО

№	Наименование оборудования (поставщик)	Предназначение (проектная мощность)	Объем переработки РАО, м <sup>3</sup> /год (за 2017 г.)	Характеристики РАО после переработки, м <sup>3</sup>
Первая очередь				
1	Установка цементированья ЖРО (АО «СвердНИИхиммаш»)	Отверждение ЖРО, образующихся в процессе эксплуатации, методом цементирования (18 000 бочек/год)	57 м <sup>3</sup>	Образовалось 54,6 м <sup>3</sup> цементированных РАО в 200 л бочках, относящихся к РАО 4 класса
2	Установка сжигания твердых и жидких горючих РАО (АО «СвердНИИхиммаш»)	Сжигание твердых и жидких горючих ОНРАО (ТРО – 600 м <sup>3</sup> /год, ЖРО – 65 м <sup>3</sup> /год)	547,6 м <sup>3</sup>	Образовалось 18,8 м <sup>3</sup> зольного остатка, относящегося к РАО 4 класса
3	Установка цементированья зольных остатков (АО «СвердНИИхиммаш»)	Включение в цементную матрицу зольных остатков, образующихся при эксплуатации установки сжигания (11,4 т/год)	26,4 м <sup>3</sup>	Образовалось 26,4 м <sup>3</sup> цементированного зольного остатка РАО в 200 л бочках, относящихся к РАО 4 класса
4	Установка сортировки ТРО (ОАО «Атомэнергопроект»)	Контрольная сортировка радиоактивных отходов (820 м <sup>3</sup> /год)	827,4 м <sup>3</sup>	Образовалось сжигаемых РАО – 291,2 м <sup>3</sup> , прессуемых РАО – 536,1 м <sup>3</sup> , относящихся к РАО 4 класса
Вторая очередь				
5	Установка сортировки и прессования ТРО (АО «СвердНИИхиммаш»)	Контрольная сортировка и прессование (с усилием 95 т.с.) ТРО (980 т/год)	755,03 м <sup>3</sup>	Образовалось 252,4 м <sup>3</sup> спрессованных РАО в 200 л бочках, относящихся к РАО 4 класса
6	Установка измельчения (АО «СвердНИИхиммаш»)	Измельчение (дробление) листового пластика до частиц заданной крупности (21,5 т/год)	108,2 м <sup>3</sup>	Образовалось 52 м <sup>3</sup> дробленого пластика в 200 л бочках, относящихся к РАО 4 класса
7	Автооператорная установка жидкостной дезактивации загрязненных металлических изделий (АО «СвердНИИхиммаш»)	Дезактивация металлических изделий (300 м <sup>3</sup> /год или 1000 т/год)	52 м <sup>3</sup>	После обработки материалы выведены из-под регулирующего контроля
8	Установка ионоселективной очистки ЖРО (АО «СвердНИИхиммаш»)	Очистка от радионуклидов осветленной части КО (3600 м <sup>3</sup> /год)	88 м <sup>3</sup>	Образовалось 5,6 м <sup>3</sup> шлама, а также солевые растворы, выведенные из под регулирующего контроля.
9	Суперпресс FSC004 (нидерландская компания «FontijneGrotnes»)	Прессование ТРО (5 бочек/час, 3920 т/год)	443 шт. 200 л бочек (объемом 88,6 м <sup>3</sup> )	Образовалось 51 контейнер НЗК (объемом ТРО без учета габаритов 59,1 м <sup>3</sup> ), относящихся к РАО 4 класса

переработанных РАО), а также ряд установок по переработке РАО. В 2015 году с введением в эксплуатацию второй очереди КП РАО формирование КП было полностью завершено (табл. 2).

В табл. 2 приведен общий перечень всех установок КП РАО и их основные характеристики.

Рассмотрим более подробно схему переработки потоков ТРО (рис. 1).

Первый этап — сортировка РАО. На установке по сортировке РАО проводится контроль качества предварительной сортировки и дополнительный радиационный контроль отходов. В процессе контроля качества предварительной сортировки отходы дополнительно разделяются по морфологии в соответствии с будущими способами обращения. Дополнительный радиационный контроль предназначен для исключения возможности направления отходов категории НАО на переработку, в случае выявления подобных отходов они направляются на хранение.

В среднем на этой установке отделяется до 1% отходов, в отношении которых принимается решение об изменении технологии дальнейшего обращения или направлении их на хранение.

Отметим, что выбранный способ обращения с ТРО категорий НАО и выше (длительное хранение) оправдан, поскольку для отдельных категорий отходов (до 99%), основная доля активности в момент образования приходится на короткоживущие радионуклиды с периодом полураспада менее 6 лет (Co-60, Mn-54, Nb-95, Zr-95, Cr-95 и др.). При этом доля активности, приходящаяся на радионуклиды с периодом полураспада менее 1 года, может составлять до 70 % даже после нескольких лет выдержки.

Для различных категорий РАО применяются различные методы обращения в зависимости от их характеристик. Так металлические РАО могут подвергаться дезактивации, прессованию или отправляться на переработку в специализированную организацию.

Стоит отдельно остановиться на установке по суперпрессованию (рис. 2), так как это штучное для России оборудование, обладающее усилием прессования до 1500 т.с., спроектированное и изготовленное по техническому заданию специалистов станции в Нидерландах. Поставка суперпресса осуществлялась в рамках

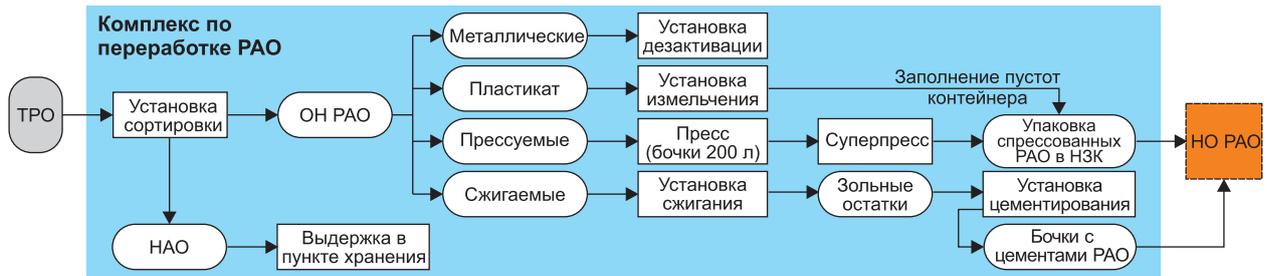


Рис. 1. Схема переработки потоков ТРО на КП РАО

международной программы технического содействия TACIS.

Установки суперпрессования давно и успешно используются в Европе. С начала 90-х годов аналогичная установка работает в НПО «Радон» [5]. Для обращения с РАО на АЭС России подобная установка применяется также на Балаковской АЭС. Возможности суперпресса позволяют уменьшать объем РАО до 10 раз. Установка позволяет перерабатывать РАО широкой номенклатуры (кабели, электротехнический лом, строительные отходы, теплоизоляционные и резинотехнические изделия), размещенные в бочках, превращая их в диски. Затем роботизированная система определяет их вес и габариты, чтобы наиболее эффективно организовать их дальнейшее размещение в защитных контейнерах.

Эффективность суперпрессования обеспечивает предварительная подготовка РАО на установке сортировки и прессования. После сортировки РАО размещаются в тонкостенные металлические бочки, в которых осуществляется их подпрессовка на установке прессования до полного заполнения. После заполнения бочка передается на суперпресс, где происходит ее окончательное прессование. Спрессованные отходы в виде дисков высотой около 20 см размещаются в контейнеры НЗК [6] (рис. 3), пространство между ними заполняется дробленым пластиком, поступающим от установки измельчения.



Рис. 2. Общий вид установки суперпрессования FSC004

Теоретически возможно, по крайней мере для РАО класса 4, дальнейшее повышение эффективности переработки за счет размещения в более тонкостенных контейнерах.

Для переработки жидких радиоактивных отходов (кубового остатка) применяется установка ионоселективной очистки и установка цементирования ЖРО. Общая схема переработки ЖРО на КП РАО представлена на рис. 4.

На первом этапе происходит извлечение из ЖРО Со-60 путем механического удаления осадка, получающегося в результате озонирования раствора. На втором этапе раствор пропускают через специальный фильтр-контейнер, наполненный сорбентом, селективно сорбирующим Cs-137. После прохождения раствора через фильтр-контейнер (однократного или многократного) его активность снижается до требуемой величины. В дальнейшем раствор упаривают, в результате чего образуется дистиллят и соли, которые по уровню удельной активности не относятся к категории РАО. Фильтр-контейнер в дальнейшем планируется к передаче во ФГУП «НО РАО» для захоронения. Смывый с механических фильтров осадок, содержащий Со-60, поступает для отверждения на установку цементирования ЖРО. Отвержденные РАО размещаются в специальные металлические бочки объемом 200 л.

Отметим, что в ходе эксплуатации установок КП РАО не отмечалось каких-либо серьезных поломок, которые требовали ремонта оборудования с привлечением сторонних организаций. При этом на этапе пусконаладочных работ необходимо тщательно подходить к анализу возможных сложностей и выработке компенсирующих мероприятий. Примером может служить образование застойных зон в установке цементирования ЖРО, наличие которых потребовало введения в регламент проведения периодического контроля и своевременных профилактических мероприятий.

#### Контроль качества при кондиционировании РАО

Стоит отдельно отметить существующую систему контроля качества кондиционирования РАО, которая реализована на КП РАО. Она



Рис. 3. Бочка с РАО до и после прессования

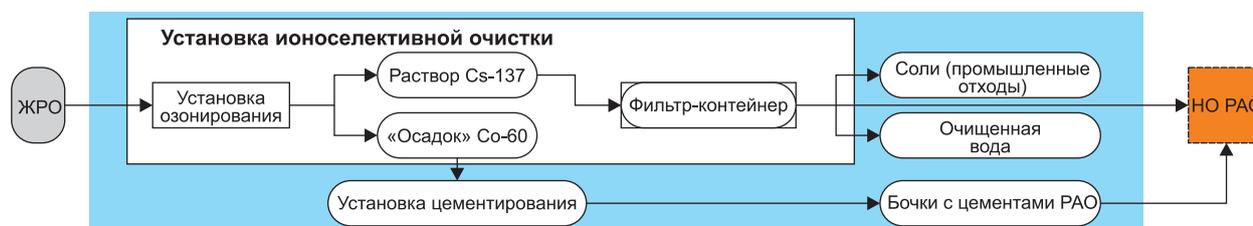


Рис. 4. Схема переработки ЖРО на КП

является многоступенчатой: контроль исходных материалов, контроль параметров технологического процесса и контроль кондиционированных РАО. Обеспечение контроля качества осуществляют аналитическая и спектрометрическая лаборатории.

На первом этапе осуществляется контроль качества (соответствие техническим требованиям) всех исходных материалов, которые используются при кондиционировании РАО, а также контроля характеристик исходных РАО, направляемых на ту или иную стадию переработки, в том числе для определения необходимых параметров технологических процессов (например, раствор-цементного отношения при цементировании ЖРО).

На втором этапе контроля качества осуществляется наблюдение за параметрами технологического процесса. Управление КП РАО осуществляется с использованием компьютеризированных систем управления и контроля технологических процессов, все регистрируемые параметры автоматически сохраняются в системе. Наиболее важные показатели дублируются в рабочих журналах персоналом КП РАО. В случае если система технологического контроля регистрирует отклонения от заданных условий технологического процесса, она автоматически

сообщает персоналу посредством предупредительной сигнализации.

Для цементированных РАО предусмотрен еще третий этап контроля качества кондиционирования — контроль итогового цементного компаунда. После заливки цементированных РАО в контейнеры производится отбор проб цементного компаунда, которые после застывания подвергаются серии испытаний на прочность и выщелачивание, в том числе после многократного цикла (более 30 раз) замораживания/размораживания (рис. 5). Результаты контроля качества также фиксируются.

Опыт контроля качества кондиционирования РАО показывает, что при соблюдении параметров технологического процесса кондиционирования и качества исходных материалов итоговая продукция установки цементирования полностью соответствует всем установленным нормам.

На основании данных учета и контроля РВ и РАО на предприятии, данных аналитических лабораторий, результатов контроля качества подготавливаются паспорта на упаковки РАО, содержащие всю необходимую информацию, которая, в частности, может быть предоставлена национальному оператору, в том числе заблаговременно (в целях планирования деятельности по захоронению).

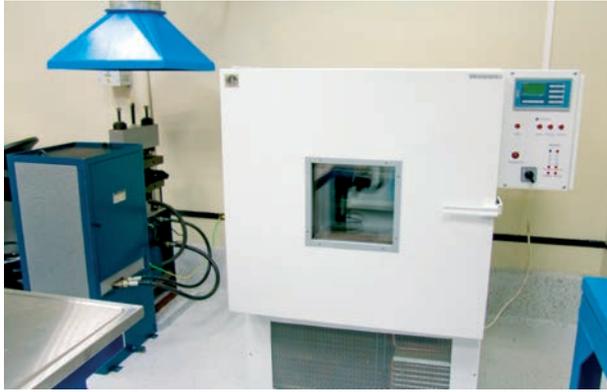


Рис. 5. Холодильная установка

### Перспективы развития КП РАО

Подводя промежуточные итоги первых лет работы КП РАО можно отметить, что большинство установок показали свою эффективность. Количество вторичных РАО, образующихся при эксплуатации КП РАО, незначительно, их переработка также осуществляется на КП РАО. Для решения задач по развитию мощностей по переработке РАО на АЭС реализовались несколько проектов в рамках производственной системы Росатома (ПСП), среди которых можно выделить: «Вывод КП РАО на проектную мощность» и «Оптимизация процесса. Оценочные обязательства РАО». Первый направлен на высвобождение заполненных объемов в хранилищах ЖРО Смоленской АЭС за счет увеличения объема переработки ЖРО. Реализация второго проекта позволила снизить стоимость производственно-технологических цепочек на 18% за счет применения менее дорогих контейнеров, а также оптимизации технологического процесса прессования (переход с 1 на 2 стадию прессования), приводящее к снижению стоимости производственно-технологических цепочек.

Заявленный производителем срок службы всех установок составляет 40 лет, что в перспективе должно обеспечить нужды АЭС по переработке РАО в течение всего срока эксплуатации энергоблоков.

Имеющийся темп переработки накопленных РАО позволяет сделать вывод о достаточности текущих мощностей (с учетом ПСП-проектов) для решения масштабной задачи ликвидации накопленных РАО до начала работ по выводу из эксплуатации энергоблоков АЭС. В качестве возможностей для дальнейшего увеличения эффективности деятельности по обращению с РАО можно выделить изменение типов применяемых контейнеров для передачи РАО на захоронение. Проектирование КП РАО начиналось в начале 2000-х годов, когда отсутствовала расширенная номенклатура сертифицированных контейнеров для РАО. Поэтому для размещения прессованных РАО был выбран контейнер типа

НЗК. С учетом того, что уровень активности размещаемых в контейнере спрессованных РАО не превышает категории ОНРАО, перспективным видится рассмотреть возможность использования тонкостенного металлического контейнера, например КМЗ, в качестве упаковки, который соответствует внешним габаритным размерам НЗК. Это позволит размещать большее количество брикетов прессованных РАО в контейнере за счет его большего полезного объема [7], что сократит затраты на закупку контейнеров и захоронение РАО [8]. При этом количество контейнеров, необходимых для упаковки РАО, снизится более чем на 20%.

Есть и определенные проблемные моменты, которые необходимо решить для осуществления эффективной деятельности по переработке РАО. Например, с точки зрения действующей классификации удаляемых РАО, установленной постановлением Правительства РФ [4], фильтр-контейнеры, содержащие сорбент с накопившимся Cs-137, могут относиться к классу 2 (при максимальной длительности использования). Это означает, что они подлежат захоронению в будущем пункте глубинного захоронения (ПГЗРО), создаваемом в Нижнеканском массиве, который не предназначен для захоронения подобных отходов. С учетом того, что аналогичные упаковки с РАО образуются на Кольской АЭС и аналогичные установки планируются к введению в эксплуатацию на Курской, Ленинградской и Белоярской АЭС, требуется своевременно запланировать необходимые мероприятия для решения указанной проблемы. В том числе представляется важным поддержать предложения по внесению изменений в критерии классификации РАО для захоронения, предлагаемых в работе [9].

Также необходимо решить проблемы дальнейшего обращения с отработанными ионообменными смолами (ОИОС). По результатам экспериментов, применяемая в настоящее время технология цементирования позволяет добиться включения всего 11% процентов ОИОС в цементную матрицу. Сейчас проводится поиск новых технологий переработки, например, технология включения смолы в полимерную матрицу, состав которой позволяет обволакивать зерна смолы, не увеличивая ее в объеме, или технология сушки ОИОС, которая планируется к внедрению на Балаковской АЭС. В отношении ОИОС существует также проблема нормативного характера. В критериях приемлемости [3] указано, что содержание свободной жидкости в РАО классов 2 и 3 не должно превышать 3%, что может представлять сложности как в плане достижения указанных значений, так и в плане осуществления контроля этого нормируемого параметра. В связи с наличием ряда вышеуказанных проблем в настоящее время переработка ОИОС не осуществляется.

### Заключение

В начале 2000-х годов начались работы по проектированию КП РАО, в 2011 году введена в эксплуатацию его первая очередь, полностью объект введен в эксплуатацию в 2015 году. Объект ориентирован на переработку ТРО категорий ОНРАО и ЖРО в виде кубовых остатков, к которым относятся подавляющее большинство образующихся на АЭС РАО.

Опыт эксплуатации КП РАО показал, что выбранные технические и технологические решения для большинства типов РАО являются эффективными. С вводом в 2015 году второй очереди удалось перерабатывать не только ежегодно образующиеся РАО, но и часть из накопленных. В настоящий момент реализуется ряд проектов, направленных на увеличение эффективности переработки РАО, а также повышение производительности комплекса.

Основные пути повышения эффективности обращения с РАО связаны:

- с применением более легких контейнеров или оборотных чехлов;
- с развитием технологий цементирования ЖРО с лучшими показателями затворения жидкой фазы;
- с организацией захоронения ОНРАО на площадке АЭС.

За время эксплуатации оборудования не было выявлено серьезных неисправностей, которые бы требовали привлечения сторонних организаций для их устранения.

Разработанная система контроля качества исходных материалов и кондиционированных отходов зарекомендовала себя положительно. За счет ее планомерной работы за все время эксплуатации не выявлено случаев несоответствия качества конечных продуктов переработки РАО установленным требованиям.

### Благодарность

Выражаем благодарность за содействие в подготовке материалов и написании статьи сотрудникам ИБРАЭ РАН А. А. Самойлову и П. А. Блохину.

### Информация об авторах

*Качан Петр Павлович*, начальник цеха по обращению с радиоактивными отходами, филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Смоленская атомная станция» (216400, Смоленская область, Десногорск). e-mail: kachanpp@saes.ru.

*Краснов Игорь Михайлович*, заместитель главного инженера по радиационной защите, филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Смоленская атомная станция» (216400, Смоленская область, Десногорск). e-mail: krasnov@saes.ru.

*Стахов Михаил Романович*, заместитель директора департамента инженерной поддержки (ОЯТ, РАО и ПВЭ) АО «Концерн Росэнергоатом» (115191, Москва, Холодильный пер., 3а). e-mail: stakhiv-mr@rosenergoatom.ru.

### Библиографическое описание данной статьи

Качан П. П., Краснов И. М., Стахов М. Р. Опыт эксплуатации комплекса переработки радиоактивных отходов на Смоленской АЭС // Радиоактивные отходы. — 2018. — № 1 (2). — С. 33–41.

### Литература

1. *Стахов М. Р.* Опыт обращения с РАО на АЭС АО «Концерн Росэнергоатом» URL:[http://www.atomeco.org/mediafiles/u/files/2017/materials/05.Staxiv\\_Opyt\\_obrashheniya\\_s\\_RAO\\_na\\_AES\\_KREA.pdf](http://www.atomeco.org/mediafiles/u/files/2017/materials/05.Staxiv_Opyt_obrashheniya_s_RAO_na_AES_KREA.pdf).
2. Стратегия обращения с радиоактивными отходами АО «Концерн Росэнергоатом»: Утв. Госкорпорацией «Росатом» 06.12.2013 : введена в действие приказом Концерна от 19.03.2014 № 9/2790-П.
3. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Критерии приемлемости радиоактивных отходов для захоронения» (НП-093-14).
4. Постановление Правительства РФ от 19 октября 2012 г. № 1069 «О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов»
5. *Лифанов Ф. А., Карлина О. К.* Опыт и перспективы развития технологий обращения с РАО на ГУП МосНПО «Радон». — URL: <http://www.atomic-energy.ru/technology/47937?page=1738>
6. *Гатауллин Р. М. и др.* Контейнеры для радиоактивных отходов низкого и среднего уровня активности: монография / Р. М. Гатауллин, Н. Н. Давиденко, Н. В. Свиридов и др.; под ред. В. Т. Сорокина. — М.: Логос, 2012. — 256 с. + ил.
7. *Радченко М. В., Кормилицына Л. А., Матюнин Ю. И., Могулян В. Г.* Многоцелевые упаковки для радиоактивных отходов // Радиоактивные отходы. — 2017. — № 1. — С. 75–85.
8. Тарифы на захоронение различных классов РАО. — Утв. Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России) от 13 марта 2013 г. № 89.
9. *Дорофеев А. Н., Линге И. И., Самойлов А. А., Шафутдинов Р. Б.* К вопросу финансово-экономического обоснования повышения эффективности нормативной базы ЕГС РАО // Радиоактивные отходы. — 2017. — № 1. — С. 23–32.

## EXPERIENCE OF EXPLOITING THE RADIOACTIVE WASTE RECYCLING COMPLEX AT THE SMOLENSK NPP

P. P. Kachan<sup>1</sup>, I. M. Krasnov<sup>1</sup>, M. P. Stakhiv<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Subsidiary of JSC «Concern Rosenergoatom» Smolensk NPP, Desnogorsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Joint-stock company JSC «Concern Rosenergoatom», Moscow, Russian Federation

Article received 15 January 2018

The article considers issues of exploiting the RW recycling complex of Smolensk NPP, which was fully commissioned in 2015. Brief description of the exploited facilities is given, and the review of their exploitation results is fulfilled. Perspective tasks on improvement of RW handling system such as, increasing the facilities productivity to the project values, and increasing the effectively or RW recycling technologies in the context of disposal if the RW for the landfill.

**Keywords:** radioactive waste, RW recycling complex, radioactive waste recycling, RW ionoselective purification, RW cementation, RW compressing, RW burning.

### Acknowledgements

The authors would like to acknowledge for the assistance in preparing materials and writing articles of: Samoylov A. A., Senior Research Scientist and Blokhin P. A. Junior Research Scientist, IBRAE RAN (Nuclear Safety Institute).

### References

1. Stakhiv M. R. Opyt obrasheniya s RAO na AES AO «Koncern Rosenergoatom». url:[http://www.atomeco.org/mediafiles/u/files/2017/materials/05.stakhiv\\_opyt\\_obrasheniya\\_s\\_rao\\_na\\_aes\\_krea.pdf](http://www.atomeco.org/mediafiles/u/files/2017/materials/05.stakhiv_opyt_obrasheniya_s_rao_na_aes_krea.pdf). (In Russian).
2. Strategiya obrasheniya s radioaktivnymi othodami AO «Koncern Rosenergoatom»: Utv. Goskorporatsiyey «Rosatom» 06.12.2013 : vvedena v deystvie prikazom Koncerna ot 19.03.2014 № 9/2790-P. (In Russian).
3. Federalnye normy i pravila v oblasti ispolzovaniya atomnoj energii «Kriterii priemlemosti radioaktivnyh othodov dlya zahoroneniya» (NP-093-14): Utv. Prikazom Rostehnadzora RF ot 15.12.2014 № 572. Vved. 12.04.2015. (In Russian).
4. Postanovlenie pravitelstva RF ot 19 oktyabrya 2012 g. № 1069 «O kriteriyah otneseniya tverdyh, zhidkih i gazoobraznyh othodov k radioaktivnym othodam, kriteriyah otneseniya radioaktivnyh othodov

k osobym radioaktivnym othodam i k udalyaemym radioaktivnym othodam i kriteriyah klassifikatsii udalyaemym radioaktivnyh othodov». (In Russian).

5. Lifanov F. A., Karlina O. K. Opyt i perspektivy razvitiya tehnologiy obrasheniya s RAO na GUP MosNPO «Radon». [elektronnyj resurs] url: <http://www.atomic-energy.ru/technology/47937?page=1738>. (In Russian).
6. Gataullin R. M. i dr. Kontejnery dlya radioaktivnyh othodov nizkogo i srednego urovnej aktivnosti: monografiya / R. M. Gataullin, N. N. Davidenko, N. V. Sviridov i dr.; pod red. V. T. Sorokina. — M.: Logos, 2012. — 256 s. + il. (In Russian).
7. Radchenko M. V., Kormilicyna L. A., Matyunin Yu. I., Mogulyan V. G. Mnogocelevye upakovki dlya radioaktivnyh othodov. Radioaktivnye othody, 2017, no 1, s. 75—85. (In Russian).
8. Tarify na zahoronenie razlichnyh klassov RAO, utv. prikazom ministerstva prirodnyx resursov i ekologii Rossijskoj Federacii (Minprirody Rossii) ot 13 marta 2013 g. no. 89. (In Russian).
9. Dorofeev A. N., Linge I. I., Samojlov A. A., Sharafutdinov R. B. K voprosu finansovo-ekonomicheskogo obosnovaniya povysheniya effektivnosti normativnoj bazy EGS RAO. Radioaktivnye othody, 2017, no 1, s. 23—32. (In Russian).

### Information about the authors

Kachan Petr Pavlovich, Head of Radwaste Treatment Department Subsidiary of JSC «Concern Rosenergoatom» «Smolensk NPP» (Desnogorsk, Smolensk Region, Russia, 216400). e-mail: [kachanpp@saes.ru](mailto:kachanpp@saes.ru).

Krasnov Igor Mikhaylovich, Deputy Chief Engineer of Radiation Protection Subsidiary of JSC «Concern Rosenergoatom» «Smolensk NPP» (Desnogorsk, Smolensk Region, Russia, 216400). e-mail: [krasnov@saes.ru](mailto:krasnov@saes.ru).

Stakhiv Mikhail Romanovich, Deputy Director of Engineering Support Department Joint-stock company JSC «Concern Rosenergoatom», (3a, Holodilny per., Moscow, Russia, 115191). e-mail: [stakhiv-mr@rosenergoatom.ru](mailto:stakhiv-mr@rosenergoatom.ru).

### Bibliographic description

Kachan P. P., Krasnov I. M., Stakhiv M. P. Experience of exploiting the radioactive waste recycling complex at the Smolensk NPP. *Radioactive Waste*, 2018, no 1 (2), pp. 33—41 (In Russian).