

РАЗВИТИЕ РАБОТ ПО ОБРАЩЕНИЮ С РАО НА АО «СХК»

С. А. Котов¹, В. В. Тинин²

¹АО «Сибирский химический комбинат», Северск, Томская область

²Госкорпорация «Росатом», Москва

Статья поступила в редакцию 24 апреля 2024 г.

Статья посвящена обзору опыта АО «Сибирский химический комбинат» (АО «СХК») в области решения проблем в сфере обращения с радиоактивными отходами и вывода из эксплуатации (ВЭ) объектов использования атомной энергии (ОИАЭ). В особых деталях рассматривается вывод из эксплуатации производства по переработке облученных стандартных урановых блоков (ОСУБ), площадки № 3 радиохимического завода (РХЗ) как пример системных работ с цифровыми моделями крупных комплексов, на основании которых АО «СХК» впервые была разработана проектно-сметная документация в полностью цифровом виде и проведена реабилитация бассейнов-хранилищ Б-1 и Б-2. Отдельным достижением АО «СХК» выделяется активное участие в проекте «Прорыв», укрепляющее позиции предприятия как одного из лидеров атомной промышленности России.

Ключевые слова: радиоактивные отходы (РАО), захоронение РАО, обращение с РАО, жидкие радиоактивные отходы (ЖРО), нормативно-правовое регулирование, вывод из эксплуатации, цифровая модель, федеральная целевая программа.

Введение

В марте 2024 года исполнилось 75 лет с момента принятия решения Правительства СССР о создании Зауральского машиностроительного завода (Комбинат 816, п/я 129, п/я 153, п/я В-2994, Сибирский химический комбинат — СХК). В 1951 году началось сооружение объектов Комбината, а уже в 1953 году были введены в эксплуатацию первые производства. При его проектировании не только полностью учитывались уроки создания системы обращения с РАО, полученные на химкомбинате «Маяк», но и были реализованы новые технологические подходы ко всем производствам. Они способствовали динамичному развитию отрасли, которая к 80-м годам прошлого века стала одной из крупнейших в мире, обладающей мощными

предприятиями в полной цепочке ядерных технологий: обогащение урана и разделение изотопов, реакторное производство для наработки ядерных материалов, атомное получение электроэнергии и тепла, радиохимический и химико-металлургический заводы, подготовка РАО к захоронению и захоронение ЖРО в пласты-коллекторы.

Последующая трансформация отрасли и исчерпание ресурса реакторных установок поставили перед Комбинатом новые сложные задачи, связанные с ВЭ промышленных реакторов (И-1, ЭИ-2, АДЭ-3, АДЭ-4, АДЭ-5), а также многих производственных зданий, включая такие крупные комплексы, как радиохимический завод, объекты обращения с РАО, в том числе

бассейны-хранилища ЖРО (Б-1, Б-2, Б-25), пульпохранилища (ПХ-1 и ПХ-2), водохранилища (ВХ-1, ВХ-2, ВХ-3 и ВХ-4), хранилища ТРО и др. [1]. Ключевым вопросом стало обращение с РАО, как образующимися при ВЭ, так и накопленными на промплощадке за долгие годы работы Комбината. С началом реализации ФЦП ЯРБ-1, обеспечившей значительные объемы финансирования из федерального бюджета, а затем и с привлечением средств специальных резервных фондов Госкорпорации «Росатом», проблема наследия перешла из категории обсуждаемых, но по большей части откладываемых на будущее, в категорию планомерно решаемых.

Значительную роль сыграл принятый в 2011 году Федеральный закон № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Он в целом ориентировал на кондиционирование вновь образующихся РАО и передачу их на захоронение в пункты захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО). Важно отметить, что схожие требования к Комбинату выдвигались и со стороны зарубежных партнеров. Предстояло провести первичную регистрацию накопленных РАО и решить вопрос об отнесении их к особым или удаляемым, а также реализовать меры по консервации в отношении первых. Эти требования в полной мере соответствуют миссии АО «СХК», которая заключается в производстве продукции на уровне мировых стандартов для российских и зарубежных потребителей и предусматривает в качестве приоритета деятельность по обеспечению безопасности и качества, соблюдению требований законодательства в области экологической и социальной ответственности как основополагающих принципов устойчивого развития.

На протяжении этого нового этапа своей деятельности Комбинат демонстрирует применение широкого комплекса мероприятий с целью повышения эффективности работ по ликвидации ядерного наследия — начиная от приверженности к последовательному и планомерному решению задач с постоянным анализом и использованием накопленного опыта до реализации структурных изменений и активного использования научно-технического потенциала своих подразделений и партнеров как в отрасли, так и за ее пределами.

Планомерное решение накопленных проблем

Первыми объектами хранения ЖРО, в отношении которых еще в 1982 году были приняты решения о прекращении эксплуатации, являлись

бассейны-хранилища Б-1 и Б-2. Однако практические работы по их закрытию начались только в 1991 году с бассейна Б-2. В течение 10 лет акватория бассейна не использовалась, и объект был переведен в этап выдержки. В период 2008—2012 годов, уже в рамках ФЦП ЯРБ-1, был выполнен комплекс мер по созданию многобарьерного покрывающего экрана и систем мониторинга за его состоянием. По итогам первичной регистрации Б-2 получил статус пункта консервации особых РАО. Его перевод в пункт захоронения состоится после получения подтверждения долгосрочной безопасности. Итого весь цикл первоочередных практических работ от начала закрытия акватории до создания пункта консервации занял 21 год. По бассейну Б-1 подготовительные работы начались в 2008 году. В 2015 году его акватория была закрыта грунтом и песком, а уже к 2020 году — за существенно более короткий срок по сравнению с Б-2 — создана многобарьерная система безопасности и надлежащие системы мониторинга (рис. 1). По бассейну Б-25 работы также начались в рамках ФЦП ЯРБ-1, но были приостановлены в связи с выявлением новых влияющих на безопасность обстоятельств. Уже в рамках ФЦП ЯРБ-2 были найдены необходимые технические решения, и его консервация была полностью завершена в 2020 году.



Рис. 1. Консервация бассейна Б-1

Следующие практические работы предстоит реализовать в отношении пульпохранилищ ПХ-1 и ПХ-2. Активные проработки и предпроектные исследования их состояния были начаты в 2018 году. В рамках этих работ было проверено несколько инновационных эффективных решений, предложенных Комбинатом и АО «ТВЭЛ», включая размещение в ПХ-1 и ПХ-2 дополнительно накопленных РАО. Основным побуждающим стимулом был имеющийся резерв их полезных объемов, который на момент прекращения поступления в них ЖРО составлял 7,5 и 21 тыс. м³ соответственно. В качестве материалов дополнительного размещения предлагались

фрагментированная техника, участвовавшая в работах в зоне Чернобыльской АЭС, а также пульпы из хранилищ ЖРО Сублиматного завода. Анализ возможностей реализации расположения их и радиоактивных отходов требовал не только решения общепринятых для консервации пунктов размещения особых РАО комплекса задач, но и рассмотрения новых. К традиционным можно было отнести: определение физико-химических характеристик накопленных РАО, оценку состояния имеющихся барьеров безопасности и возможностей их улучшения, создание геологических и гидрогеологических моделей ближней и дальней зон и выполнение геомиграционных расчетов с целью оценки их безопасности. К новым задачам, прежде всего, относились: обоснование прогноза поведения дополнительных материалов в системе захоронения и их влияние на долгосрочную безопасность. В их решении приняли участие специалисты Комбината и институтов РАН (ИБРАЭ РАН и ИФХЭ РАН).

Приведем один пример, характеризующий общий подход и детальность анализа процессов в отношении неординарного вида РАО, так называемой чернобыльской техники. Это более 200 колесных и гусеничных транспортных средств, работавших в зоне Чернобыльской АЭС и возвращенных на СХК после применения всевозможных способов дезактивации. Оценки этих затрат в совокупности с полной невозможностью их повторного использования однозначно указывали на необходимость их захоронения с предварительным фрагментированием. В условиях нахождения в ПХ-1 и ПХ-2 это могло сопровождаться биodeградацией пластика, резины, масел, а также химической и биокоррозией металлов (рис. 2) с образованием: при коррозии металлов — их оксидов и гидроксидов, а также

водорода; при биodeградации пластика — метана, углекислого газа, микрочастиц; при биodeградации резины — углекислого газа и комплексонов, которые будут потребляться бактериями в качестве питания.

Для рассматриваемого вопроса важно, что коррозия стали ведет к сдвигу Eh в восстановительную сторону, что позволяет рассчитывать на более полную иммобилизацию радионуклидов, в том числе на перевод урана в малоподвижную четырехвалентную форму. Сами продукты коррозии являются хорошими сорбентами радионуклидов.

В отношении иных дополнительных материалов ситуация была более понятной, поскольку они были морфологически ближе к материалам основной загрузки пунктов хранения (ПХ).

Рассмотрение различных сценариев загрузки ПХ с применением методов геомиграционного моделирования и консервативных сценариев облучения населения (потребление колодезной воды и продуктов питания, вырощенных на месте размещения законсервированных объектов через сотни лет после утраты обществом информации о них) дало результаты, которые в принципе важны для понимания совокупности процессов, сопровождающих приповерхностное захоронение долгоживущих РАО в месте нахождения. Кратко охарактеризуем их: максимальные значения доз потенциального облучения от данного воздействия станут наблюдаться только на очень больших временах, с максимумом в конце первых 10 тыс. лет, и будут обусловлены в основном загрязнением продуктов питания (94 %) и питьевой воды (6 %). При этом значения этих дополнительных доз будут находиться на низком уровне (табл. 1) и составят порядка 0,01 мкЗв/год.

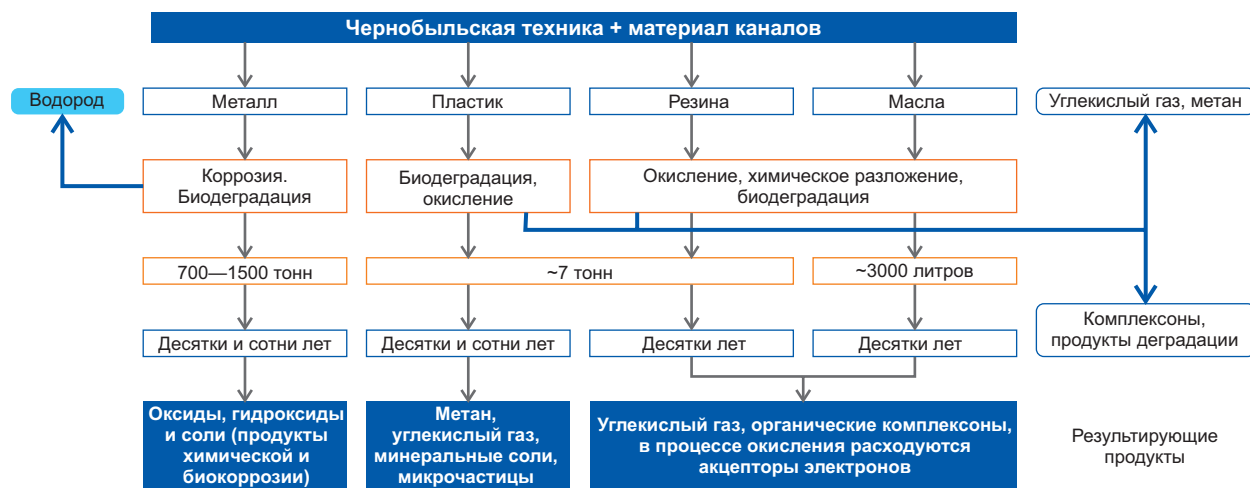


Рис. 2. Общая схема процессов деструкции материалов чернобыльской техники

Таблица 1. Оценка максимальных пожизненных дозовых нагрузок на население для различных сценариев загрузки пульпохранилищ в момент времени до 10 000 лет, мЗв

Сценарий	Суммарная доза за жизнь, мЗв
Базовый сценарий	0,48
Базовый + все пульпы здания 21 и чернобыльская техника	0,5

Возвращаясь к практической реализации этих сценариев, отметим, что решения и по чернобыльской технике, и по пульпам здания 21 найдутся на следующей стадии проработки — подготовке проектно-сметной документации. Это позволит провести все мероприятия по консервации пунктов размещения особых РАО ПХ-1 и ПХ-2 в период до 2030 года.

Оптимизация обращения с радиационно загрязненными материалами, в том числе признанными РАО, является перспективным направлением, на которое указывали и другие авторы [4], но впервые глубокая проработка вопроса была выполнена в отношении ПХ-1 и ПХ-2. Основной вывод на будущее может быть сформулирован следующим образом: дополнительное размещение РАО, активность которых ниже базовых на 3—4 порядка, при соблюдении требований по совместимости отходов, не оказывает никакого влияния на безопасность объекта консервации/захоронения РАО.

Иные, но также интересные в научном и практическом плане задачи возникают при выработке подходов к организации работ по ВХ-3 и ВХ-4, а затем и ВХ-1. Значительную базу для осуществления эволюции ВХ-1 дает опыт разработки стратегического мастер-плана по Теченскому каскаду водоемов на ФГУП «ПО «Маяк» [5]. Программа перевода ПХ РАО ВХ-3, ВХ-4 в пункты консервации особых РАО, утвержденная в конце 2022 г., во многом близка к намерениям по ПХ-1 и ПХ-2. При этом состояние ВХ-1, ВХ-3, ВХ-4 и общие гидрологические условия позволяют ставить более амбициозные задачи. Для достижения конечных целей потребуется цифровая гидрогеологическая модель всей площадки АО «СХК». Вместе с радиоэкологическими моделями, характерными для данного района, они предоставят широкие возможности для выбора оптимальных стратегий локализации РАО и обоснования радиационной безопасности на длительную перспективу. При этом важно не только рассматривать стратегии обращения в отношении отдельных объектов, но и видеть в своей целостности всю территорию Комбината и оценивать его потенциальное воздействие на

окружающую среду как в настоящее время, так и в отдаленные периоды. Такой подход начинает реализовываться в рамках создания концептуальной модели площадки.

Важно отметить реализацию крупного инфраструктурного проекта, начатого еще в рамках ФЦП ЯРБ-1. Это — реконструкция площадки №3 РХЗ АО «СХК», которая должна была обеспечить возможность прекращения сбросов ЖРО в открытые хранилища. В 2012 году на этом объекте были начаты строительные-монтажные работы, а в 2015 году завершён монтаж технологического оборудования, трубопроводов, внутренних сетей водоснабжения и водоотведения, систем электроснабжения и освещения и автоматизации технологического процесса. В этот же год по объекту, с производительностью участка переработки 418 тыс. м³ в год, был подписан акт приемки законченного строительства, а в 2016—2020 годах завершены работы по иным сооружениям площадки. Следует отметить, что при реализации этого проекта более двух третей объема финансирования составили внебюджетные источники.

В работах по выводу из эксплуатации производств АО «СХК» необходимо выделить две группы объектов. Первая — это относительно небольшие объекты, эксплуатация которых не сопровождалась нештатными ситуациями. По ним работы реализуются достаточно быстро. Так, вывод из эксплуатации установки по производству высокообогащенного урана (М2079), включая проектные и изыскательские работы, был выполнен в полном объеме за 2018—2021 годы. Объект снят с регулирующего контроля. Проект полностью финансировался за счет внебюджетных источников. Вторая группа — это крупные объекты, которые были задействованы при реализации оборонных программ. Работы по ним могут быть отнесены к задачам государственного уровня, решение которых невозможно без финансирования из средств федерального бюджета. Наиболее характерный пример — ВЭ производства по переработке облученных стандартных урановых блоков (ОСУБ), площадки №3 РХЗ (рис. 3). Первым шагом в реализации этого проекта стала разработка «Концепции вывода из эксплуатации производства переработки ОСУБ» (2017 г.). За ней последовала разработка «Программы вывода из эксплуатации» (2018 г.). В этот же период было выполнено КИРО площадки №3 РХЗ и создана цифровая инженерно-радиационная модель (ЦИРМ) объекта (рис. 4). Сегодня такой подход к планированию работ по ВЭ считается наиболее правильным, поскольку он предоставляет широкие возможности для анализа и интерпретации данных



Рис. 3. Площадка № 3 радиохимического завода АО «СХК» (ОСУБ)



Рис. 4. Визуализация цифровой информационной модели площадки № 3 АО «СХК»

КИРО, в том числе с применением методов геостатистики, и обоснованию постановки задач по дополнительным измерениям в целях наиболее полной характеристики объекта. Первый опыт проведения таких исследований на основе цифрового КИРО и геостатистического анализа был получен и применен на объектах площадки № 3 в 2021 году. Работы по цифровым моделям крупных комплексов системным образом были выполнены впервые в России.

Комплекс работ позволил выйти на разработку основных технологических и организационных решений по ВЭ (разработчик — АО «ЦПТИ»), которые были утверждены в 2020 году. Остановимся на нескольких примерах из данного документа, демонстрирующих основные подходы и детальность проработки схем обращения с РАО, образующихся при ВЭ ОИАЭ, которые стали возможными благодаря опыту, накопленному на Комбинате и в отрасли. К ним относятся:

1) Этапность работ, которая предусмотрена концепцией ВЭ. Рациональное выделение этапов существенно упрощает взаимодействие с заказчиком.

2) Структуризация основных технологических процессов. В качестве таковых были определены: демонтаж крупно- и малогабаритного

оборудования, теплоизоляции, трубопроводов, металлоконструкций, кабелей и электрооборудования, их сортировка и упаковка, жидкостная и вакуумная дезактивация поверхностей, дезактивация строительных конструкций и помещений, окончание демонтажных работ, снятие пластиковых покрытий. На ее основе были определены основные потоки РАО (рис. 5).



Рис. 5. Основные потоки отходов, образующихся при ВЭ зданий и сооружений ОСУБ РХЗ, и методы их переработки

3) Детализация, необходимая для выхода на реалистичные оценки объемов образования РАО различных категорий и требуемых ресурсов. Наиболее детализированные схемы предложены для групп металлических радиоактивных отходов (МРАО) (рис. 6). Для фрагментации крупногабаритного оборудования предусмотрено использование порталной канатнорезной машины. Полученные фрагменты подвергаются химической дезактивации с использованием существующих установок и последующим измерением радиационных характеристик с целью проверки их на соответствие критериям эффективности дезактивации. После нее и характеристики МРАО, подлежащие захоронению, объединяются в один поток с малогабаритными металлическими отходами сходной классификации по активности и подвергаются дальнейшему измельчению с использованием пресс-ножниц и цепочки шредеров до размеров от 30 до 50 мм, что позволит: унифицировать форму и габариты контейнеров для них, обеспечить высокий уровень их заполнения, значительно упростить представительный отбор образцов для лабораторного анализа трудноизмеряемых нуклидов, в частности, изотопов плутония. Для повышения насыпной плотности металлического скрапа до 2,5–3 т/м³ предлагается дополнительная



Рис. 6. Укрупненная схема обращения с металлическими отходами, образующимися при ВЭ зданий и сооружений ОСУБ РХЗ

переработка на вертикальном шредере. Указанные операции обеспечат уменьшение объема кондиционированных РАО и снижение стоимости захоронения в 2–3 раза.

4) Повторное использование имеющегося оборудования. Так, в качестве временной технологической тары предложены контейнеры ТУК-44, которые ранее использовались для хранения и транспортирования концентратов природного урана и накопились на РХЗ в больших количествах, что позволяет снизить стоимость работ. Опыт их применения был получен на АО «ОДЦ УГР».

5) Определение конечного состояния всех зданий и сооружений ОСУБ РХЗ предусматривает демонтаж строений, включая их фундаменты, а в отношении двух наиболее крупных (201 и 252) — перевод в радиационно безопасное состояние. Территории, занимаемые снесенными объектами, реабилитированы и соответствуют требованиям по радиационной безопасности для участков под строительство зданий производственного назначения.

Создание подобного документа представляется важным, поскольку он определяет план основных действий и задает более четкие рамки для проектирования, в том числе улучшения характеристик проекта вывода из эксплуатации. Среди основных потенциальных зон оптимизации нельзя не отметить отнесение РАО к определенным классам, обусловленное произошедшими изменениями критериев их классификации для захоронения. Не менее актуально и использование потенциала дистанционно управляемых машин при демонтаже сооружений. В документе пока предполагается традиционный подход: демонтаж оборудования и элементов инженерных систем организуется в здании по возможности по принципу от «чистого» к «грязному» и в пределах каждого его помещения. Сначала выполняются демонтажные

работы в пространстве III зоны, затем II и I. В то же время современные тенденции в разработке и применении импортонезависимой техники подобного рода внушают оптимизм. Эти и иные технологические новации могут снизить или как минимум не дать возрасти стоимости работ по ВЭ к началу их проведения, которое планируется на 2028–2035 годы.

С учетом положений данного документа в 2023 году была завершена подготовка проектно-сметной документации по ВЭ производства по переработке ОСУБ площадки № 3 РХЗ (впервые полностью в цифровом виде).

Готовность к структурным изменениям

В мировой практике [6] достаточно широко распространен подход, согласно которому работы по ВЭ, в силу специфики их содержания и выполнения, целесообразно поручать специализированной организации. В 2007 году Комбинат выступил с инициативой создания такой организации — ОДЦ УГР, которая в 2010 году была выделена в отдельное предприятие, а уже в 2015 году впервые в России и в мире завершила комплекс работ по ВЭ первого ПУГР по варианту «захоронение на месте».

После вступления в силу Федерального закона № 190-ФЗ «Об обращении с РАО...» полигон глубинного захоронения ЖРО «Северный» был передан ФГУП «НО РАО». В настоящее время на промплощадке данного предприятия его филиалом сооружается приповерхностный пункт захоронения радиоактивных отходов 3 и 4 классов. В целом на территории Комбината и в непосредственной близости к ней работают порядка десяти аутсорсинговых компаний и расположены объекты ФГУП «НО РАО».

Таким образом, СХК в ближайшем будущем будет обеспечен возможностью фактической передачи на захоронение не только ЖРО, но и

РАО классов 3 и 4, что в свою очередь даст возможность проводить более масштабные работы по ВЭ объектов по варианту «ликвидация».

Особое место в современной истории предприятия занимает его участие в проекте «Прорыв». На территории Комбината возводится опытно-демонстрационный энергетический комплекс (ОДЭК) в составе энергоблока с реактором БРЕСТ-ОД-300 со свинцовым теплоносителем и пристанционного завода, который включает в себя модули переработки облученного смешанного уран-плутониевого (нитридного) топлива и фабрики/рефабрики для изготовления тепловыделяющих элементов из переработанного ядерного топлива.

ОДЭК впервые в мире должен продемонстрировать устойчивую работу полного комплекса объектов, обеспечивающих замыкание топливного цикла в пристанционном варианте «короткого» топливного цикла в пределах одной площадки. Достижение поставленных целей даст мощный импульс для перехода к двухкомпонентной атомной энергетике и глубокой трансформации системы обращения с ОЯТ и РАО в Российской Федерации.

Одной из важных инициатив АО «СХК» стало активное участие в разработке концепции территории опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР) в ЗАТО Северск, в рамках которой определены основные параметры создаваемой ТОСЭР, включая перечень и характеристики земельных участков для ее формирования, а также проектов, планируемых к реализации. Эта концепция была реализована на основании Постановления Правительства РФ от 12.02.2019 № 132 с целью формирования благоприятных условий для привлечения инвестиций, обеспечения ускоренного социально-экономического развития и создания комфортных условий для жизнедеятельности населения городского округа ЗАТО Северск.

Использование научно-технического потенциала

На протяжении всей своей истории Комбинат активно сотрудничал с научными организациями отрасли, академии наук и Томского научного кластера. Среди них в первую очередь необходимо отметить АО «НИКИЭТ», АО «ВНИИНМ», АО «Радиевый институт им. В. Г. Хлопина», ИФХЭ РАН, ИБРАЭ РАН, Томский политехнический институт. В последние годы их перечень пополнился новыми компаниями, в том числе предприятиями контура АО «ТВЭЛ», а также участниками проекта «Прорыв», ЧУ «Наука

и инновации». Работы по обращению с РАО во многих случаях требуют чрезвычайно специфических компетенций и широкого мультидисциплинарного подхода. Знание локализаций этих компетенций позволяет Комбинату брать за широчайший спектр задач по обращению с РАО и ВЭ ОИАЭ.

Заключение

В год 75-летия создания АО «СХК» продолжает свое динамичное развитие в соответствии с новыми задачами и вызовами, сохраняя при этом лучшие традиции отрасли в области использования ядерных технологий. К ним относятся высокий уровень безопасности, стремление к постоянному совершенствованию, адаптивность к изменениям, постановка амбициозных целей и их достижение. Наряду с успешными результатами текущей производственной деятельности, предприятие показывает свою открытость инновациям и восприимчивость к внедрению результатов научных изысканий. Следует особо отметить широкий спектр компетенций Комбината и многоплановость решаемых им задач.

АО «СХК» демонстрирует устойчивый прогресс в решении накопленных проблем в сфере обращения с РАО. Среди основных вех этого роста необходимо, в первую очередь, подчеркнуть:

- успешное выполнение комплекса строительно-монтажных работ по реконструкции площадки № 3 РХЗ, которая обеспечила возможность прекращения сбросов ЖРО в открытые хранилища;
- эффективную реализацию этапов консервации бассейнов-хранилищ ЖРО Б-1, Б-2, Б-25 и подготовительных мероприятий для ее проведения в ПХ-1 и ПХ-2;
- обоснование решений по размещению дополнительных объемов отходов при консервации пунктов размещения особых РАО;
- организационную поддержку развития системы объектов захоронения РАО ФГУП «НО РАО» на промышленной площадке предприятия.

Деятельность АО «СХК» по решению накопленных проблем получила высокое признание на международном уровне. Работы по бассейнам-хранилищам Б-1 и Б-2 и ВЭ установки по переработке высокообогащенного урана отмечены в числе значительных достижений Российской Федерации на Седьмом совещании Договаривающихся сторон по рассмотрению выполнения обязательств Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами.

Опыт, накопленный на АО «СХК», позволяет выявлять лучшие практики и тиражировать их в масштабах отрасли. Ряд организационных идей, предложенных АО «СХК», уже получил свое развитие. В частности, вслед за АО «ОДЦ УТР», специализирующемся на ВЭ промышленных уран-графитовых реакторов, был создан ОДИЦ Концерна «Росэнергоатом», который решает сходные задачи для энергоблоков атомных станций. Имеющийся на Комбинате опыт использования технологии индукционной плавки в холодном тигле (ИПХТ) для остекловывания образующихся в процессе производства РАО также получит свое развитие в отрасли.

Успешным решением накопленных проблем и активным участием в проекте «Прорыв» Комбинат создает условия для укрепления своей позиции как одного из лидеров атомной промышленности России и тем самым закладывает долгосрочные перспективы для развития экономики и человеческого потенциала региона и прежде всего своего сверстника — города Северск.

Литература

1. *Короткевич В. М. и др.* В кн. «Проблемы ядерного наследия и пути их решения» / Под общ. ред. Е. В. Евстратова, А. М. Агапова, Н. П. Лаверова, Л. А. Большова, И. И. Линге. Т. 1. — М. : Энергопроманалитика, 2012. 356 с. С. 122—138.
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 19.10.2012 № 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».
3. *Особые радиоактивные отходы* / под общ. ред. И. И. Линге. — М. : ООО «САМ Полиграфист», 2015. 240 с.
4. *Ведерникова М. В., Иванов А. Ю., Линге И. И., Самойлов А. А.* Оптимизация обращения с загрязненными материалами и РАО в пределах промышленных площадок // Радиоактивные отходы. 2019. № 2 (7). С. 6—17. DOI: 10.25283/2587-9707-2019-2-6-17.
5. *Уткин С. С.* Стратегии перевода Теченского каскада водоемов ФГУП «ПО «МАЯК» в радиационно безопасное состояние // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2016. № 5. С. 132—139.
6. Лучшие зарубежные практики вывода из эксплуатации ядерных установок и реабилитации загрязненных территорий. Т. 1. / под общ. ред. И. И. Линге и А. А. Абрамова. — М. : ИБРАЭ РАН, 2017. 336 с.
7. *Тинин В. В., Абрамов А. А., Дорофеев А. Н.* Об актуальных задачах развития ЕГС РАО // Радиоактивные отходы. 2023. № 4 (25). С. 6—22. DOI: 10.25283/2587-9707-2023-4-6-22.

Информация об авторах

Котов Сергей Алексеевич, генеральный директор, АО «Сибирский химический комбинат» (636039, Томская обл., Северск, ул. Курчатова, д. 1), e-mail: sxk@rosatom.ru.

Тинин Василий Владимирович, кандидат технических наук, директор по государственной политике в области РАО, ОЯТ и ВЭ ЯРОО, Госкорпорация «Росатом» (119017, Москва, ул. Большая Ордынка, д. 24), e-mail: VVTinin@rosatom.ru.

Библиографическое описание статьи

Котов С. А., Тинин В. В. Развитие работ по обращению с РАО на АО «СХК» // Радиоактивные отходы. 2024. № 2 (27). С. 9—17. DOI: 10.25283/2587-9707-2024-2-9-17.

FOLLOW-UP EFFORTS ON RW MANAGEMENT AT SCC

Kotov S. A.¹, Tinin V. V.²¹Siberian Chemical Plant JSC, Seversk, Tomsk region, Russia²State Corporation “Rosatom”, Moscow, Russia

Article received on April 24, 2024

The article overviews the experience gained by the Siberian Chemical Combine in dealing with radioactive waste management and nuclear decommissioning challenges. It provides a particularly detailed discussion on the decommissioning efforts implemented at a production facility previously operated at the site No. 3 of its Radiochemical Plant and engaged in the reprocessing of irradiated standard uranium slugs (ISUS). This case study exemplifies SCC's consistent efforts focused on digital models representing large production facilities, that provided a basis for relevant design specifications and estimates developed in an entirely digital format. The paper also overview the cleanup activities implemented at storage pools B-1 and B-2. The paper considers SCC's active engagement in the Proryv project as a standalone achievement strengthening its position as a leading nuclear enterprise in Russia.

Keywords: radioactive waste (RW), RW disposal, RW management, liquid radioactive waste (LRW), legal and regulatory framework, decommissioning, federal target program.

References

1. Korotkevich V. M. et al. In book: *Problemy yadernogo naslediya i puti ikh resheniya* [Nuclear Legacy Cleanup Challenges and Ways to Address Them]. Under the general editorship of Evstratov E. V., Agapov A. M., Laverov N. P., Bolshov L. A., Linge I. I. Vol. 1. Moscow, Ehnergopromanalitika Publ., 2012. 356 p. Pp. 122–138.
2. *Postanovleniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 19.10.2012 No. 1069 "O kriteriyakh otneseniya tverdykh, zhidkikh i gazoobraznykh otkhodov k radioaktivnym otkhodam, kriteriyakh otneseniya radioaktivnykh otkhodov k osobym radioaktivnym otkhodam i k udalyayemym radioaktivnym otkhodam i kriteriyakh klassifikatsii udalyayemykh radioaktivnykh otkhodov"* [Decree of the Government of the Russian Federation of October 19, 2012 No. 1069 On criteria used to categorize solid, liquid and gaseous waste as radioactive waste, the criteria for radioactive waste categorization as non-removable radioactive waste or removable radioactive waste, and classification criteria for removable radioactive waste].
3. *Osobyie radioaktivnyye otkhody* [Non-removable radioactive waste] / Under general ed. I. I. Linge. Moscow, SAM Polygraphist Publ., 2015. 240 p.
4. Vedernikova M. V., Ivanov A. Yu., Linge I. I., Samoylov A. A. Optimizatsiya obrashcheniya s zagryaznennymi materialami i RAO v predelakh promyshlennykh ploshchadok [Optimization of Contaminated Materials and Radioactive Waste Management within Industrial Sites]. *Radioaktivnye otkhody – Radioactive Waste*, 2019, no. 2 (7), pp. 6–17. DOI: 10.25283/2587-9707-2019-2-6-17.
5. Utkin S. S. Strategii perevoda Techenskogo cascada vodoyemov FGUP “PO “MAYAK” v radiatsionno bezopasnoye sostoyaniye [Strategies of the Techa Cascade of Water Reservoirs at FSUE “PA “MAYAK” Transer to the Radiation Safety Conditions]. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Energetika – Thermal Engineering*, 2016, no. 5, pp. 132–139.
6. *Luchshiye zarubezhnyye praktiki vyvoda iz ekspluatatsii yadernykh ustanovok i reabilitatsii zagryaznenykh territoriy* [Best International Practices for the Decommissioning of Nuclear Decommissioning and Remediation of Contaminated Sites]. Vol. 1. / Edited by I. I. Linge and A. A. Abramov. Moscow, IBRAE RAS Publ., 2017. 366 p.
7. Tinin V. V., Abramov A. A., Dorofeev A. N. Ob aktual'nykh zadachakh razvitiya EGS RAO [Relevant challenges for the USS RW development]. *Radioaktivnye otkhody – Radioactive Waste*, 2023, no. 4 (25), pp. 6–22. DOI: 10.25283/2587-9707-2023-4-6-22.

Information about the authors

Kotov Sergey Alekseevich, General Director, Siberian Chemical Plant JSC (1, Kurchatov str., Seversk, Tomsk region, 636039, Russia), e-mail: sxk@rosatom.ru.

Tinin Vasily Vladimirovich, PhD, Director for the Public Policy on Radioactive Waste, Spent Nuclear Fuel and Nuclear Decommissioning, State Corporation “Rosatom” (24, Bolshaya Ordynka st., Moscow, 119017, Russia), e-mail: VVTinin@rosatom.ru.

Bibliographic description

Kotov S. A., Tinin V. V. Follow-up efforts on RW management at SCC. *Radioactive Waste*, 2024, no. 2 (27), pp. 9–17. DOI: 10.25283/2587-9707-2024-2-9-17. (In Russian).