

Раздел 14 Обращение с РАО и ОЯТ

14.1. Обращение с РАО

14.1.1. Типы РАО

Согласно Закону Республики Беларусь от 18.06.2019 N 198-З «О радиационной безопасности» радиоактивные отходы (далее – РАО) – это источники ионизирующего излучения, эксплуатировавшиеся в ходе экономической или иной деятельности, дальнейшая эксплуатация которых не предусматривается, и содержащие радионуклиды с активностью сверх уровней, установленных гигиеническими нормативами.

Эксплуатирующая организация должна обеспечивать безопасное обращение со всеми РАО, образующимися и накопленными в результате осуществления деятельности организации.

На Белорусской АЭС работы по обращению с эксплуатационными РАО выполняются в рамках действия лицензии на право осуществления деятельности в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения с правом осуществления деятельности по эксплуатации ядерных установок, которая выдается Министерством по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь в соответствии с требованиями Указа Президента Республики Беларусь «О лицензировании отдельных видов деятельности» от 01.09.2010 № 450 (с изменениями и дополнениями Указа № 475 от 26.11.2015).

РАО образуются в процессе эксплуатации АЭС (средства индивидуальной защиты, ветошь, сорбенты, ионообменные смолы, кубовый остаток выпарных установок, шлам трапных вод, фильтрующие элементы систем вентиляции и т.п.). В периоды проведения ремонтных работ образуются дополнительно РАО в виде отработавшего свой срок оборудования, трубопроводов, арматуры, датчиков, инструмента, и т.п.

По агрегатному состоянию РАО подразделяются на следующие виды: твердые РАО (далее – ТРО), жидкие РАО (далее – ЖРО) и газообразные РАО (далее – ГРО).

В соответствии с требованиями законодательства радиоактивные отходы по удельной активности делятся на категории: очень низкоактивные, низкоактивные, среднеактивные и высокоактивные РАО.

Концепцией обращения с радиоактивными отходами на Белорусской АЭС является кондиционирование, которое в качестве заключительной стадии включает размещение отходов в упаковке.

14.1.2. Газообразные РАО

В рамках функционирования системы очистки радиоактивного газа предусматриваются сбор и очистка сдувок из технологического оборудования и воздуха зоны контролируемого доступа. Система оснащена аэрозольными и йодными фильтрами с высокой эффективностью очистки (эффективность очистки удаляемого воздуха от радиоактивных аэрозолей и соединений йода составляет не менее 99 процентов). Используемые в проекте технические решения по обращению с радиоактивным газом позволяют поддерживать активность газовых выбросов АЭС на уровне ниже квоты на облучение населения в 100 мкЗв в год, установленной санитарными правилами.

14.1.3. Твердые РАО

Система обращения с ТРО обеспечивает безопасный сбор, сортировку, переработку, кондиционирование, временное хранение в хранилищах АЭС и вывоз ТРО на захоронение в пункт захоронения РАО.

Сбор ТРО на АЭС производится непосредственно в местах их образования с сортировкой по активности РАО по категориям (очень низкоактивные РАО, низкоактивные РАО, среднеактивные РАО), а также с учетом взрыво- и пожароопасности РАО (горючие и негорючие) и методов дальнейшего обращения с РАО (прессуемые и непрессуемые).

После сортировки ТРО передаются на комплекс оборудования по переработке ТРО, где происходит их окончательная сортировка, переработка и кондиционирование.

Прессуемые ТРО подлежат прессованию в 200 л металлических бочках, непрессуемые ТРО затариваются в 200 л металлические бочки навалом. Горючие ТРО размещаются в бочки отдельно от негорючих.

После заполнения бочка герметизируется, что обеспечивает изоляцию РАО от окружающей среды, и подается на установку паспортизации. На установке производится контроль активности бочки с ТРО и формируется паспорт на упаковку РАО. На основании полученных результатов для упаковки РАО устанавливается категория РАО. После паспортизации упаковка РАО передается в хранилище ТРО в соответствии с установленной категорией РАО.

Высокоактивные РАО образуются только в ходе проведения планово-предупредительного ремонта энергоблока. Высокоактивными РАО являются детекторы и отходы резки образцов свидетелей реакторной установки. Высокоактивные РАО собираются в специальные капсулы, паспортизируются и размещаются в хранилищах ТРО на хранение в течение всего срока эксплуатации АЭС.

Все операции с РАО (от сбора до передачи упаковки в хранилище) фиксируются в оперативных журналах, а также в электронных базах данных.

Количество ТРО с учетом переработки в год на одном энергоблоке рассчитано на основании эксплуатационных данных АЭС с реакторной установкой типа ВВЭР-1000 (проекты-аналоги):

Тип ТРО	Класс РАО для обеспечения долгосрочной безопасности захоронении	Объем ТРО с учетом переработки, м ³ в год	Количество упаковок, бочек в год
Очень низкоактивные	4	31	157
Низкоактивные	3, 4	27	135
Среднеактивные	2, 3	2,5	25
Высокоактивные	1, 2	0,5	-

14.1.4. Жидкие РАО

В процессе эксплуатации АЭС образуются следующие ЖРО:

кубовый остаток;
отработавшие сорбенты.

В соответствии с нормативными требованиями ЖРО должны быть переведены в отвержденную форму.

Для отверждения кубового остатка на Белорусской АЭС принят метод цементирования. Кубовый остаток предварительно концентрируется, после чего смешивается с цементом в соответствии с установленной рецептурой. Образующийся цементный компаунд не горюч, непластичен при нагреве, обладает достаточной прочностью, что облегчает последующие транспортировку и хранение. Полученный цементный компаунд подается в невозвратный защитный железобетонный контейнер типа НЗК.

После заполнения контейнера НЗК осуществляется отбор пробы цементного компаунда и проводится контроль качества полученного цементного компаунда.

После выдержки цементного компаунда до отверждения или заполнения контейнера НЗК осушенными сорбентами НЗК герметизируется, после чего паспортизируется на установке паспортизации ЖРО и размещается в хранилище ТРО.

Для отверждения отработавших сорбентов на Белорусской АЭС предусмотрено два метода: метод цементирования и метод обезвоживания. Основным методом переработки отработавших сорбентов принят метод обезвоживания, обеспечивающий минимизацию объемов РАО. Поступающая на сушку смесь сорбентов и воды осушается до содержания свободной жидкости менее 3%. Осушенные сорбенты подаются в контейнер НЗК.

В результате переработки образуются отвержденные ЖРО в объеме 33 м³ в год на один энергоблок (22 контейнера НЗК: 14 контейнеров НЗК с цементным компаундом, 8 НЗК с осушенными сорбентами).

Соблюдение технологического процесса, исключение поступления в ЖРО опасных веществ (способных взрываться; легковоспламеняющихся и самовозгорающихся; реагирующих с водой с выделением самовоспламеняющихся или воспламеняющихся газов; выделяющих при взаимодействии с водой, воздухом или другими веществами токсичные газы, аэрозоли или возгоны; химических токсичных веществ; инфицирующих (патогенных) веществ) обосновывает отсутствие опасных свойств ЖРО и, как следствие, контейнера НЗК с отвержденными ЖРО.

14.1.5. Хранение ТРО на Белорусской АЭС.

Хранилище ТРО разделяется на отсеки (помещения) для упорядоченного раздельного размещения РАО по категориям.

Вместимость отсеков хранилища очень низкоактивных, низкоактивных, среднеактивных РАО рассчитана на 10 лет эксплуатации АЭС. Через 10 лет накопленные отходы будут вывезены из хранилища АЭС в пункт захоронения. Высокоактивные РАО хранятся в хранилище ТРО в течение всего срока эксплуатации Белорусской АЭС (60 лет).

Хранилище ТРО имеет инженерно-технические барьеры, исключая возможность попадания в отсеки атмосферных осадков, грунтовых вод и вод поверхностного стока. Способ размещения упаковок РАО в хранилище исключает возможность разуплотнения упаковок РАО с выходом радиоактивных веществ в окружающую среду в течение всего периода хранения РАО. Конструкция хранилища ТРО обеспечивает биологическую защиту персонала от ионизирующего излучения.

Конструкцией хранилища ТРО предусмотрена возможность безопасного извлечения упаковок РАО из хранилища АЭС для отправки на захоронение.

14.1.6. Захоронение РАО

Конечной стадией обращения с РАО является захоронение на пункте захоронения РАО с обеспечением надежной изоляции РАО и радиационной безопасности населения и окружающей среды. Для передачи РАО на захоронение упаковка РАО повторно паспортизируется с оформлением нового паспорта на упаковку РАО.

Выбор способа захоронения РАО (приповерхностное или глубинное захоронение) определяется в соответствии с классификацией РАО для обеспечения долгосрочной безопасности при захоронении, установленной в Нормах и правилах по обеспечению ядерной и радиационной безопасности "Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения", утвержденными постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28.09.2010 N 47.

Согласно «Стратегии обращения с радиоактивными отходами Белорусской атомной электростанции», утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 02.06.2015 № 460, строительство пункта захоронения РАО для обеспечения безопасного захоронения очень низкоактивных, низкоактивных, среднеактивных РАО планируется осуществить в срок до 10 лет с начала эксплуатации Белорусской АЭС (до 2030 г.) с использованием приповерхностного способа локализации отходов с возможностью расширения пункта захоронения РАО для обеспечения захоронения РАО, образующихся при выводе атомной электростанции из эксплуатации. В настоящее время прорабатывается вопрос о сооружении пункта захоронения высокоактивных РАО в глубокой геологической формации.

14.2. Обращение с ОЯТ

14.2.1. Обращение с отработавшим и облученным ядерным топливом на АЭС

14.2.1.1. Перегрузка топлива

В соответствии с физической частью технического проекта активной зоны для энергоблока № 1 Белорусской АЭС применен 4-х годичный топливный цикл, предусматривающий перегрузку 42 ТВС 1 раз в 12 месяцев, за исключением первой перегрузки, когда количество ТВС подпитки составляет 48 ТВС.

Для замены отработавших ТВС, ПС СУЗ в активной зоне реактора проектом предусмотрена система перегрузки, которая обеспечивает:

- выгрузку ТВС, ПС СУЗ из реактора в бассейн выдержки;
- перестановку ТВС, ПС СУЗ внутри активной зоны реактора;
- загрузку свежих ТВС, ПС СУЗ в реактор;
- загрузку ОТВС из бассейна выдержки в транспортный упаковочный комплект (ТУК).

Для обеспечения безопасности при перегрузке топлива проектом предусмотрены следующие системы:

- телевизионная система для контроля перегрузки под водой, телевизионная система обзора за рабочей зоной машины перегрузочной, система контроля герметичности оболочек, входящие в состав перегрузочной машины и позволяющая контролировать все операции, производимые машиной;

- система охлаждения бассейна выдержки;
- система обнаружения дефектныхборок;
- система электроснабжения оборудования системы.
- система контроля за возникновением пожара в реакторном отделении;
- система контроля температуры и уровня воды бассейна выдержки и шахты реактора, а также концентрации борной кислоты в воде;
- система дозиметрического контроля в реакторном отделении в период проведения перегрузки;

- в течение всего времени перегрузки реактора в работе находится АКНП и система контроля при перегрузке, проводится непрерывный контроль плотности потока нейтронов и периода нарастания мощности реактор;

С целью визуального наблюдения за процессом перегрузки активной зоны, на эстакаде транспортного шлюза и на оперативной отметке обслуживания реакторной установки здания реактора устанавливаются телевизионные камеры цветного изображения.

14.2.1.2. Приреакторное хранение ОЯТ

После выгрузки отработавшие ТВС направляются в систему приреакторного хранения ОЯТ, предназначенную для выдержки отработавшего ядерного топлива с целью снижения активности и остаточных энерговыделений ОТВС до допустимых значений (для его транспортирования).

Система приреакторного хранения ОЯТ представляет собой бассейн выдержки, который расположен в здании реактора энергоблока АЭС в пределах гермозоны и оснащен необходимым оборудованием и системами, а именно:

- системой охлаждения бассейна выдержки
- системой подпитки бассейна выдержки
- системой очистки воды бассейна выдержки
- системой измерения, контроля и сигнализации
- системой контроля, сбора и возврата протечек

Емкость бассейна выдержки обеспечивает хранение ОЯТ в течение 10-ти лет с учетом выгрузки всей активной зоны на любой момент эксплуатации энергоблока. В

бассейне выдержки размещены 12 стеллажей общей емкостью 732 ячейки (для ТВС) и 24 ячейки (для пеналов герметичных).

Требуемая подкритичность (0,05) при хранении ОЯТ в бассейне выдержки обеспечивается за счет шага расположения ТВС в стеллажах.

14.2.1.3. Отправка ОЯТ с площадки АЭС

Для перевозки ОЯТ по территории АЭС, включая отправку ОЯТ с площадки АЭС, проектом предусмотрена система внутрисканционной перевозки ядерного топлива, включающая в себя необходимое транспортно-технологическое и грузоподъемное оборудование для обращения с транспортным упаковочным комплектом, загруженным отработавшими ТВС.

В части отправки ОЯТ с площадки АЭС из приреакторного хранения система обеспечивает выполнение следующих функций:

- прием вагон-контейнерного поезда с порожними ТУК для ОТВС на площадку отстоя АЭС;

- подача вагонов-контейнеров (по одному) по внутрисканционным путям в открытый сканционный перегрузочный узел (ОППУ) для перегрузки порожнего ТУК на автоприцеп г/п 140 т;

- доставка на автоприцепе г/п 140 т порожнего ТУК из ОППУ в здание реактора для загрузки в него ОТВС;

- отправка ТУК с ОТВС из здания реактора энергоблока через транспортный шлюз эстакады, его установка с помощью крана эстакады на автоприцеп г/п 140 т и доставка в ОППУ;

- перегрузка ТУК с ОТВС с автоприцепа г/п 140 т в вагон-контейнер; формирование эшелона вагон-контейнеров и его отправка с территории АЭС.

Дальнейшее обращение с отработавшим ядерным топливом после его отправки с площадки Белорусской АЭС будет осуществляться в соответствии со «Стратегией обращения с отработавшим ядерным топливом Белорусской АЭС», утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22.08.2019 №558.

14.2.2. Обращение с отработавшим ядерным топливом за пределами АЭС

Для формирования и реализации оптимальной с технологической точки зрения, экономически целесообразной, экологически и социально безопасной государственной политики в области обращения с ОЯТ, Советом Министров Республики Беларусь в 2019 году была утверждена Стратегия обращения с ОЯТ Белорусской АЭС.

Стратегией предусматриваются ключевые организационные моменты по созданию и реализации национальной системы обращения с ОЯТ, основные направления научно-технической и практической деятельности участников процесса обращения, поэтапный, адаптивный, основанный на согласии вовлеченных в процесс обращения субъектов, подход к заключительной стадии ядерного топливного цикла.

При разработке Стратегии были рассмотрены различные варианты обращения с отработавшим ядерным топливом после его выгрузки из бассейна выдержки. В соответствии с Соглашением о взаимодействии в строительстве атомной электростанции на территории Республики Беларусь, отработавшее ядерное топливо, приобретенное у российских организаций-исполнителей, должно быть возвращено в Российскую Федерацию для переработки в рамках условий, определенных сторонами в отдельном соглашении.

В настоящее время согласно положениям Стратегии, предпочтительным вариантом обращения с ОЯТ Белорусской АЭС является переработка ОЯТ в Российской Федерации с возвратом в Республику Беларусь отходов, включенных в стеклоподобную матрицу, содержащих радионуклиды цезиево-стронциевой фракции, с исключением долгоживущих радионуклидов.

При этом обязательным этапом обращения с ОЯТ перед направлением его на переработку является долговременное промежуточное хранение, которое возможно, как на территории Российской Федерации, так и на территории Республики Беларусь.

Для оптимизации транспортно-технологических операций, связанных с подготовкой и последующей отправкой ОЯТ на переработку в РФ, Стратегией предусматривается создание накопительной площадки для ОЯТ с использованием двухцелевых контейнеров, технологически совместимых с проектной системой обращения с ОЯТ Белорусской АЭС.

Механизмом реализации Стратегии определены необходимые первоочередные мероприятия, а именно:

- разработка и заключение соглашения между Правительством Республики Беларусь и Правительством Российской Федерации о сотрудничестве при обращении с ОЯТ Белорусской АЭС и назначение белорусской и российской уполномоченных организаций по вопросам обращения с ОЯТ Белорусской АЭС, отходами и полезными продуктами их переработки (не позднее первого полугодия 2022 года);

- закрепление в указанном соглашении принципов необходимости обоснования готовности (техническая, экономическая, общественная) Российской Федерации к приему облученного топлива, а Республики Беларусь к приему продуктов его переработки по каждой конкретной сделке и обоснования общего снижения риска радиационного воздействия, повышения уровня экологической безопасности в результате реализации соответствующего проекта, радиационной эквивалентности возвращаемых продуктов переработки;

- подписание соглашения в области перевозки ядерных материалов из Республики Беларусь в Российскую Федерацию, регулирующего вопросы обеспечения физической защиты ядерного материала сторонами и порядка его передачи от одного государства к другому (не позднее 2021 года);

- подписание долгосрочного рамочного контракта на обращение с ОЯТ Белорусской АЭС между белорусской и российской уполномоченными организациями, содержащего комплекс работ, предполагаемых для выполнения в рамках отдельно заключаемых исполнительных контрактов по обращению с ОЯТ и продуктами его переработки, включая работы по созданию в Республике Беларусь национальной инфраструктуры обращения с ОЯТ и образующимися при этом отходами, разработку необходимой разрешительной документации, определение условий эквивалентности активности облученных ТВС, вывозимых на переработку в Российскую Федерацию, РАО и регенерированных ядерных материалов, возвращаемых в Республику Беларусь (не позднее 2023 года);

- создание накопительной площадки с возможностью ее расширения для сооружения промежуточного (долговременного) хранилища ОЯТ (не позднее 2028 года);

- выполнение работ по выбору и обоснованию пригодности площадки размещения установок по обращению с возвращаемыми отходами переработки (не позднее 2030 года).

14.3. Выводы

Предоставленные выше сведения по системе обращения с твердыми радиоактивными отходами и обращения с ОЯТ показывают, что проект содержит все необходимые решения по обращению с РАО и ОЯТ, а также с учетом принятых стратегических решений предусматриваются мероприятия по надлежащему обращению с РАО и ОЯТ в долгосрочной перспективе. Принятые проектные и стратегические решения по обращению с РАО и ОЯТ отвечают требованиям нормативно-технической документации Республики Беларусь и Российской Федерации в области использования атомной энергии, а также рекомендациям Руководств по безопасности МАГАТЭ.