

Акционерное общество  
«Российский концерн по производству электрической  
и тепловой энергии на атомных станциях»

**(АО «Концерн Росэнергоатом»)**

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом»  
«Белоярская атомная станция»

**(Белоярская АЭС)**

**Материалы обоснования лицензии  
на осуществление деятельности  
по безопасному обращению с РАО  
в области использования атомной энергии**

## 1. Аннотация

Настоящие материалы обоснования лицензии на осуществление деятельности по безопасному обращению с РАО в области использования атомной энергии (далее – МОЛ РАО) содержат оценку воздействия на окружающую среду и население, на деятельность по безопасному обращению с радиоактивными отходами на Белоярской АЭС при их хранении и переработке.

Рассмотрение природных и экологических характеристик выполнено с учетом существующих объектов хозяйственной деятельности района размещения, социально-экономических условий жизни населения, его здоровья.

При разработке МОЛ РАО были использованы следующие материалы:

– действующие на предприятии инструкции и регламенты по обращению с радиоактивными отходами;

– отчеты по экологической безопасности Белоярской АЭС за 2018 – 2020 гг.;

– проект нормативов допустимых выбросов Белоярской АЭС;

– проектная документация на строительство комплексов по переработке ЖРО и ТРО;

– отчеты по обоснованию безопасности деятельности Белоярской АЭС.

Материалы содержат краткую информацию о заказчике работ, сведения об образовании и обращении с радиоактивными отходами, характеристику природных и экологических условий, социально-экономическую характеристику района размещения АЭС, оценку воздействия объекта на окружающую среду и др.

## 2. Содержание

1	Аннотация.....	2
2	Содержание.....	3
3	Общие сведения о юридическом лице, планирующем осуществлять лицензируемый вид деятельности в области использования атомной энергии.....	. . 4
4	Сведения об основной хозяйственной и иной деятельности, сопряженной с осуществлением деятельности в области использования атомной энергии.....	. . 8
5	Сведения о радиоактивных отходах, деятельность по обращению с которыми планируется осуществляться.....	13
6	Оценка воздействия на окружающую среду в результате осуществления лицензируемого вида деятельности в области использования атомной энергии.....	. . 28
7	Сведения о деятельности по обращению с радиоактивными отходами.....	55
8	Сведения о получении юридическим лицом положительных заключений и (или) документов согласований органов федерального надзора и контроля по материалам обоснования лицензий на осуществление деятельности в области использования атомной энергии в установленном законодательством РФ порядке.....	. . . . 125
9	Сведения об участии общественности при принятии решений, касающихся лицензируемого вида деятельности в области использования атомной энергии.....	. . 126

### 3. Общие сведения о юридическом лице, планирующем осуществлять лицензируемый вид деятельности в области использования атомной энергии

Общие сведения о заказчике представлены в таблице 1.1.1

Таблица 1.1.1 - Сведения о заказчике

Наименование юридического лица	Акционерное общество «Российский концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях» (АО «Концерн Росэнергоатом») Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Белоярская атомная станция» (Белоярская АЭС)
Адрес	624251, Свердловская область, г. Заречный
Телефон/Факс	(34377) 3-67-90 / (34377) 3-80-08
E-mail	post@belnpp.ru
ИНН	7721632827
ОГРН	5087746119951

На Белоярской АЭС ведется строгий учет количества радиоактивных отходов.

Имеющиеся на Белоярской АЭС пункты хранения РАО надежны и изолированы от окружающей среды. Все РАО находятся под надежной физической (от несанкционированного использования), биологической (от радиационного воздействия на персонал и население) и экологической (от массопереноса в биосферу) защитой.

В процессе нормальной эксплуатации, при проведении ремонтных работ на АЭС образуются твердые радиоактивные отходы следующих категорий: очень низкоактивные (ОНРАО), низкоактивные (НАО), среднеактивные (САО), высокоактивные (ВАО).

Система обращения с РАО на Белоярской АЭС определена следующей основной документацией:

- Техническое обоснование безопасности (ТОБ) при хранении и переработке РАО первой очереди Белоярской АЭС (БЛ.1\_2-0-0-ТОБ-001);
- Программа обеспечения качества при обращении с радиоактивными отходами на Белоярской АЭС (ПОК РАО) ПОК-ЦОРО-016;
- Белоярская АЭС. Блок 3. Отчет по углубленной оценке безопасности. Глава 2. «Концепция безопасности»;
- Белоярская АЭС. Блок 4. Окончательный отчет по обоснованию безопасности. Том 10. Обращение с радиоактивными отходами (БЛ.4-0-0-ОООБ-001/10), ОАО «СпбАЭП», Санкт-Петербург, 2012;
- Инструкция по обращению с твердыми радиоактивными отходами на Белоярской АЭС (И-ЦОРО-006);
- Инструкция по обеспечению радиационной безопасности при эксплуатации Белоярской АЭС (И-ОРБ-013-с-2019);
- Регламент по обращению с жидкими радиоактивными отходами в химическом цехе на блоках 1, 2, 3 Белоярской АЭС (Рг-ХЦ-003-2021);
- Регламент эксплуатации хранилища жидких отходов (Рг-ХЦ-004);
- Инструкция по безопасному обращению с жидкими радиоактивными

отходами на энергоблоке №4 Белоярской АЭС (И-ХЦ4-007-2019);

На энергоблоках № 1,2,3 в настоящее время кондиционирование РАО не предусмотрено. Жидкие радиоактивные отходы блоков 1, 2 и 3 хранятся в виде солевых растворов (кубовых остатков), пульп фильтрующих материалов и шламов трапных вод в баках хранилищ жидких радиоактивных отходов ХЖО-1 и ХЖО-2.

С целью повышения надежности эксплуатации АЭС и защиты окружающей среды в 2018 году АО «РАОПРОЕКТ» разработана проектная документация «Белоярская АЭС. I очередь. Комплекс переработки жидких радиоактивных отходов» (цементирование, ионоселективная очистка, переработка отработавших ионообменных смол) для получения отвержденных РАО, отвечающих требованиям промежуточного контролируемого хранения и последующего захоронения. В 2019 году проведены общественные обсуждения по материалам оценки воздействия окружающую среду и материалов обоснования лицензии деятельности по сооружению и эксплуатации КП ЖРО. Материалы обоснования лицензии деятельности по сооружению и эксплуатации КП ЖРО получили положительное заключение государственной экологической экспертизы. В 2020 году:

– получено положительное заключение ФАУ «Главгосэкспертиза России» «О проверке сметной стоимости объекта Белоярская АЭС. 1 очередь. Комплекс переработки жидких радиоактивных отходов».

– получено положительное заключение Государственной экспертизы проектная документация и результаты инженерных изысканий строительство Белоярская АЭС. I очередь оценка соответствия результатов инженерных изысканий требованиям технических регламентов, оценка соответствия проектной документации установленным требованиям.

– получено «Разрешение на строительство № 66-42-411-2020 от 28.12.2020. «Белоярская АЭС. I очередь. Комплекс переработки жидких радиоактивных отходов»

Твердые радиоактивные отходы блоков 1, 2 и 3 хранятся в отсеках хранилищ ХСО-1, ХСО-2.

Для переработки накопленных и вновь образующихся ТРО, образующихся при выводе из эксплуатации 1, 2 блоков Белоярской АЭС в 2018 году АО «ВНИПИЭТ» разработана проектная документация «Белоярская АЭС. I очередь. Оснащение 1, 2 блоков оборудованием и установками для переработки ТРО» (фрагментация, прессование, ультразвуковая, химическая, дробеструйная дезактивация, паспортизация) для получения РАО, отвечающих требованиям промежуточного контролируемого хранения и последующего захоронения. В 2020 году по данному мероприятию заключены договоры на разработку, изготовление и поставку оборудования для оснащения участков комплекса переработки твердых радиоактивных отходов.

Переработка и кондиционирование ЖРО на энергоблоке №4 производится на установке цементирования, после паспортизации отвержденные ЖРО в невозвратных защитных контейнерах НЗК-150-1,5П размещаются в хранилище ХНЗК.

Переработка и кондиционирование ТРО (ОНРАО, НАО, САО) на энергоблоке №4 производится на комплексе переработки ТРО (фрагментирование, прессование),

после паспортизации ТРО размещаются в контейнерах в хранилищах ХТРО-1, 2. ТРО категории ВАО (извлекаемое из реактора оборудование – гильзы и стержни СУЗ, ИМ СУЗ и т.д.) размещаются на длительное хранение в пеналах в ячейках хранилища ХТРО-3.

Проектной основой технических решений, реализованных в проекте системы обращения с ТРО, является:

- выполнение требований НД к сбору, сортировке, упаковке, временному хранению, кондиционированию, транспортированию ТРО в пределах 1,2,3,4 блоков;
- соблюдение требований норм радиационной безопасности при обращении с ТРО, исключающее неконтролируемое распространение радиоактивных веществ по станции и за ее пределы, защиту персонала от воздействия проникающего ионизирующего излучения и от загрязнения воздушной среды радиоактивными веществами выше допустимых значений;
- снижение индивидуальных/коллективных доз и дозозатрат персонала при обращении с ТРО;
- использование сертифицированного оборудования, изготовленного в соответствии с нормами и Правилами, действующими в атомной энергетике, и прошедшего контроль и испытания.

К принципам безопасности при сборе, сортировке, промежуточном хранении, транспортировании по территории станции, переработке, кондиционировании, временном хранении и отправке ТРО с территории АЭС на захоронение в специализированную организацию относятся:

- обеспечение нормальной радиационной обстановки на территории и в помещениях АЭС в соответствии с действующими нормативными документам;
- недопущение получения обслуживающим персоналом дозовых нагрузок выше допустимых пределов;
- исключение всякого необоснованного облучения персонала при обращении с ТРО.

Соблюдение норм радиационной безопасности при обращении с ТРО базируется на создании и использовании различных защитных барьеров, которыми являются:

- первичная упаковка (мешок), предназначенный для сбора и транспортировки отходов на пункт приема отходов;
- металлический контейнер-сборник для приема и временного хранения отходов в специально помещении периодического пребывания персонала ЗКД.;
- закрытый металлический кузов спецавтотранспорта для транспортирования отходов по утвержденному маршруту.
- сертифицированные металлические бочки для ТРО категории ОНРАО, НАО и САО, а также железобетонные контейнеры (НЗК), предназначенные для хранения и захоронения отвержденных ЖРО. Для отходов категории ВАО контейнеры защитный и перегрузочный, металлические трубы бетонного отсека.

– сооружения ХТРО 1,2,3 и ХНЗК, предназначенные для промежуточного хранения некондиционированных ТРО и временного хранения кондиционированных ТРО. ХТРО 1,2 и ХНЗК представляющие собой железобетонные отсеки, облицованные по дну нержавеющей сталью на высоту по стенам 0,5м и толщину

стен от 300 до 800 мм. ХТРО-3 представляет собой железобетонный бункер, в котором установлены стальные трубы (в виде сот).

– спецкорпус, оборудованный системами вентиляции, радиационного контроля пожарной сигнализации.

– периметр АС.

Указанные барьеры препятствуют проникновению радионуклидов в окружающую среду и защищают обслуживающий персонал и население от воздействия ионизирующих излучений.

Эксплуатирующая организация организывает эффективное управление всеми видами деятельности связанных с эксплуатацией и обслуживанием систем обращения с РАО, направленное на предотвращение аварий и своевременную переработку РАО, исключая их незапланированное накопление, своевременно информировать федеральные органы власти о происшедших нарушениях при эксплуатации систем обращения с РАО и авариях на них в объеме и по форме, установленными указанными органами.

На АЭС ежегодно проводится анализ безопасности при обращении с РАО. Результаты анализа направляются в ЦА АО «Концерн Росэнергоатом» по представленным концерном формам.

#### **4. Сведения об основной хозяйственной и иной деятельности, сопряженной с осуществлением деятельности в области использования атомной энергии**

##### **4.1 Виды деятельности**

Акционерное общество «Концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях» (АО «Концерн Росэнергоатом») создано в результате преобразования в декабре 2015 года из открытого акционерного общества «Концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях» (ОАО «Концерн Росэнергоатом») «Концерн Росэнергоатом».

Основной вид деятельности концерна – производство электрической и тепловой энергии на атомных станциях, входящих в состав концерна.

Организационная деятельность эксплуатирующей организации на каждом из этапов жизненного цикла АЭС по получению лицензий государственных надзорных органов на площадку для строительства, сооружение и эксплуатацию АЭС заключается в выполнении процедур в соответствии с «Административным регламентом предоставления Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору государственной услуги по лицензированию деятельности в области использования атомной энергии», утвержденным Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 453 от 08 октября 2014 г. (в редакции Приказа Ростехнадзора от 24.10.2017 № 444).

Основные виды деятельности согласно уставу, утвержденному решением Общего собрания акционеров Акционерного общества «Российский концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях» (протокол от 28 декабря 2017 № 25):

- выполнение функций эксплуатирующей организации ядерных установок (атомных станций), радиационных источников, пунктов хранения ядерных материалов

и радиоактивных веществ в порядке, установленном законодательством Российской Федерации;

- размещение, сооружение, эксплуатация и вывод из эксплуатации ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилищ радиоактивных отходов;

- безопасное для работников объектов использования атомной энергии и населения обращение с ядерными материалами и радиоактивными веществами, в том числе при производстве, использовании, хранении, переработке, транспортировании и захоронении.

- координация разработки, утверждения, ввода в действие, выполнения, проверки выполнения и оценки результативности выполнения общих программ обеспечения качества объектов использования атомной энергии и частных программ обеспечения качества деятельности в области использования атомной энергии на всех этапах жизненного цикла ядерной установки, радиационного источника и пункта хранения.

- разработка и реализация мер по предотвращению аварий на ядерной установке, радиационном источнике и в пункте хранения, и по снижению их негативных последствий для работников указанных объектов, населения и окружающей среды;

- проведение работ по организации оказания экстренной помощи атомными станциями в случаях радиационно-опасных ситуаций;
- осуществление учета индивидуальных доз облучения работников объектов использования атомной энергии;
- разработка и реализация в пределах своей компетенции мер по защите работников и населения в случае аварии на ядерной установке, на радиационном источнике или в пункте хранения;
- осуществление учета и контроля ядерных материалов и радиоактивных веществ;
- разработка и реализация мер по пожарной безопасности;
- осуществление радиационного контроля в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения;
- деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов 1-5 классов опасности;
- осуществление подбора, подготовки и поддержания квалификации работников ядерной установки, радиационного источника, пункта хранения и создание для них необходимых социально-бытовых условий на производстве;
- информирование населения о радиационной обстановке в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения;
- обращение с радиоактивными отходами при их хранении, переработке, транспортировании и захоронении;
- использование ядерных материалов и/или радиоактивных веществ при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- проектирование и конструирование ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилищ радиоактивных отходов;
- конструирование и изготовление оборудования для ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, хранилищ радиоактивных отходов;
- производство электроэнергии атомными электростанциями;
- производство пара и горячей воды (тепловой энергии) атомными электростанциями;
- купля-продажа (поставка) электрической энергии и мощности;
- купля-продажа (поставка) тепловой энергии;
- распределение электроэнергии на всех видах электростанций;
- распределение электроэнергии по электросетям среди потребителей (населения, промышленных предприятий и т.п.)
- деятельность по обеспечению работоспособности атомных электростанций;
- деятельность по оперативно-диспетчерскому управлению технологическими процессами в электрических сетях;
- распределение пара и горячей воды по тепловым сетям среди потребителей (населения, промышленных предприятий и т.п.);
- деятельность по оперативно-диспетчерскому управлению технологическими процессами в тепловых сетях;
- осуществление в соответствии с законодательством Российской Федерации

функции инвестора, технического заказчика и заказчика-застройщика при строительстве объектов атомной энергетики, электроэнергетики и других объектов;

- осуществление физической защиты ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения, ядерных материалов и радиоактивных веществ;

- организация в пределах своей компетенции деятельности по противодействию угрозе ядерного терроризма, незаконному обороту ядерных материалов и радиоактивных веществ, а также незаконному распространению ядерных технологий.

- технические испытания, исследования и сертификация;

- сертификация производств организаций-изготовителей продукции для Общества;

- деятельность по обеспечению работоспособности тепловых сетей;

- монтаж, наладка, ремонт и техническое обслуживание теплотехнического и другого технологического оборудования, аппаратуры и средств защиты тепловых сетей;

- эксплуатация взрывопожароопасных производственных объектов;

- эксплуатация химически опасных производственных объектов;

- производство электромонтажных работ;

- производство работ по монтажу, ремонту и обслуживанию средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений;

- деятельность в области гидрометеорологии и смежных с ней областях (за исключением указанной деятельности, осуществляемой в ходе инженерных изысканий, выполняемых для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства);

- медицинская деятельность;

- деятельность в области использования источников ионизирующего излучения (генерирующих) (за исключением случая, если эти источники используются в медицинской деятельности);

- деятельность, связанная с использованием возбудителей инфекционных заболеваний человека и животных (за исключением случая, если указанная деятельность осуществляется в медицинских целях);

- перевозка пассажиров автомобильным транспортом, оборудованным для перевозок более восьми человек;

- осуществление международных автомобильных перевозок грузов и пассажиров;

- погрузочно-разгрузочная деятельность на железнодорожном транспорте;

- деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, размещению опасных отходов (промышленные);

- деятельность по изготовлению и ремонту средств измерений;

- проектирование зданий и сооружений;

- строительство зданий и сооружений;

- деятельность в области оказания услуг связи;

- телевизионное вещание и радиовещание;

- осуществление внешнеэкономических операций;

- использование природных ресурсов, в том числе недр (водопользование и

добыча подземных вод);

- образовательная деятельность;
- консультирование по вопросам коммерческой деятельности и управления;
- консультирование по вопросам финансового управления предприятием, кроме консультирования по вопросам налогообложения, проектирование систем бухгалтерского учета, программ учета производственных затрат, процедур контроля исполнения бюджета;
- консультирование по вопросам управления маркетингом;
- консультирование по вопросам управления людскими ресурсами;
- консультирование по вопросам планирования, организации, обеспечения эффективности и контроля, оценки стоимости объектов гражданских прав;
- предоставление услуг по обеспечению связей с общественностью;
- руководство проектами: координация и надзор за расходованием ресурсов, подготовка графиков выполнения работ, координация работы субподрядчиков, контроль за качеством выполняемых работ и т. д.;
- предоставление прочих услуг, связанных с управлением предприятием;
- деятельность по обеспечению общественного порядка и безопасности;
- деятельность по обеспечению работоспособности электрических сетей;
- монтаж, наладка, ремонт и техническое обслуживание электротехнического оборудования, аппаратуры и средств защиты электрических сетей;
- производство общестроительных работ по строительству атомных электростанций;
- производство общестроительных работ по строительству зданий, стадионов, гимнастических залов, бассейнов, закрытых катков, теннисных кортов и т. п.;
- производство общестроительных работ по строительству водоочистных сооружений;
- инженерные изыскания для строительства;
- маркшейдерские работы, инженерно-геологические, экологические изыскания для строительства, проектных и строительно-монтажных работ, включая изыскательские работы, связанные с ремонтом и реставрацией;
- деятельность в области архитектуры, инженерно-техническое проектирование в промышленности и строительстве;
- обеспечение защиты сведений, составляющих государственную тайну, в соответствии с законодательством Российской Федерации;
- проведение работ, связанных с осуществлением мероприятий и (или) оказанием услуг по защите государственной тайны;
- проведение работ, связанных с использованием сведений, составляющих государственную тайну;
- проведение работ, связанных с созданием средств защиты информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну;
- осуществление деятельности в области защиты информации с использованием шифровальных (криптографических) средств и оказание услуг в этой сфере деятельности;
- осуществление мероприятий по технической защите информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну, и оказание услуг в

этой сфере деятельности;

- осуществление мероприятий по технической защите конфиденциальной информации, не содержащей сведений, составляющих государственную тайну, и оказание услуг в этой сфере деятельности;

- выполнение функций по обеспечению экономической безопасности Общества в соответствии с законодательством Российской Федерации;

- проведение работ, связанных с обеспечением режима коммерческой тайны в соответствии с законодательством Российской Федерации;

- обеспечение подбора, подготовки и поддержания квалификации работников Общества;

- обеспечение численности и квалификации персонала, отвечающего за обеспечение специальной безопасности на уровне, достаточном для выполнения своих задач;

- обработка данных;

- научные исследования и разработки в области естественных и технических наук;

- осуществление операций с драгоценными металлами и драгоценными камнями;

- метрологическое обеспечение.

#### **4.2 Организационная структура**

Организационная структура АО «Концерн Росэнергоатом» включает (по вертикали):

- центральный аппарат;

- филиалы действующих АЭС

- филиалы (дирекция по сооружению и эксплуатации плавучих атомных теплоэлектростанций; технологический филиал, филиал по реализации капитальных проектов, опытно-демонстрационный инженерный центр по выводу из эксплуатации);

- филиалы-дирекции строящихся АЭС

- привлекаемые для реализации отдельных производственных задач и процессов специализированные организации.

Виды деятельности из числа предусмотренных уставом предприятия, связанные непосредственно с выработкой электрической и тепловой энергией, а также с обращением с радиоактивными веществами, материалами и отходами, в том числе с обеспечением радиационной безопасности персонала, населения и окружающей среды, осуществляются силами филиалов, действующих АЭС.

## **5. Сведения о радиоактивных отходах, деятельность с которыми планируется осуществлять**

### **5.1 Радиоактивные отходы**

В процессе нормальной эксплуатации и при проведении планово-предупредительных ремонтов, а также в аварийных режимах и при ликвидации последствий аварий на Белоярской АЭС образуются:

- твердые радиоактивные отходы (ТРО);
- жидкие радиоактивные отходы (ЖРО);
- газообразные радиоактивные отходы (ГРО).

К жидким радиоактивным отходам относятся не подлежащие дальнейшему использованию органические и неорганические жидкости, пульпы, шламы, содержание радионуклидов в которых превышает предельные значения удельной активности в отходах, установленные нормативными правовыми актами.

К твердым радиоактивным отходам относятся отработавшие свой ресурс радионуклидные источники, не предназначенные для дальнейшего использования материалы, изделия, оборудование, биологические объекты, грунт, а также отвержденные жидкие радиоактивные отходы, содержание радионуклидов в которых превышает предельные значения удельной активности в отходах, установленные нормативными правовыми актами.

К газообразным радиоактивным отходам относятся не подлежащие дальнейшему использованию газообразные среды, содержащие радионуклиды в виде аэрозолей и (или) инертных радиоактивных газов и (или) молекулярного йода, его органических или неорганических соединений, объемная активность которых превышает предельные значения объемной активности, установленные нормативными правовыми актами.

Основными источниками образования радиоактивных веществ на станции являются продукты деления актинидов при нейтронном облучении топлива активной зоны, продукты активации нейтронами внутрикорпусных устройств, защиты и конструкционных материалов, натрия теплоносителя первого контура и аргона в газовой системе реактора.

Очень небольшая часть всех радиоактивных продуктов деления и активации, образующихся при работе блока на мощности, может выходить в отходы станции, а тем более в окружающую среду. Значительно больше 99,9 % накопленных в топливе продуктов деления остается в отработавших ТВЭЛлах.

Ограничение распространения радиоактивных газов и аэрозолей по станции и выхода их в окружающую среду обеспечивается за счет последовательной реализации принципа глубоко эшелонированной защиты, основанной на применении системы барьеров.

Ограничивающими барьерами являются: топливная матрица; оболочка ТВЭЛлов; контур первичного теплоносителя; герметичная оболочка, ограждающая контур первичного теплоносителя. Дополнительно технологические контура и оборудование, содержащие радиоактивные среды, ограничивают неконтролируемое распространение радиоактивных веществ по станции и за ее пределы.

В условиях нормальной эксплуатации все барьеры и средства их защиты находятся в работоспособном состоянии. При выявлении неработоспособности

любого из предусмотренных барьеров или средств его защиты, согласно условиям безопасной эксплуатации, работа АЭС на мощности запрещается.

Для всех условий эксплуатации АЭС в проекте устанавливаются значения эксплуатационных пределов и пределов безопасной эксплуатации, характеризующие состояния систем (элементов) и АЭС в целом, и позволяющие гарантировать контроль целостности барьеров, и, в первую очередь, оболочек топливных элементов и, тем самым, предотвратить значительный выход продуктов деления из топлива в теплоноситель первого контура и газовую систему реактора и далее в помещения станции с основным технологическим оборудованием.

Обеспечение экологической безопасности при обращении с РАО АЭС достигается выполнением всех требований СП АС-03, ОСПОРБ-99/2010 и НРБ-99/2009.

## 5.2 Твердые радиоактивные отходы

### 5.2.1 Классификация твердых радиоактивных отходов

Твердые отходы, содержащие радионуклиды, относятся к радиоактивным отходам в случае, если сумма отношений удельных активностей радионуклидов в отходах к их предельным значениям превышает 1 (предельные значения удельной активности для радионуклидов в отходах, установлены Постановлением Правительства РФ от 19.10.2012 № 1069). При невозможности определения суммы отношений удельных активностей радионуклидов в отходах к их предельным значениям, отходы, содержащие техногенные радионуклиды, относятся к радиоактивным, если удельная активность радионуклидов в отходах превышает:

для твердых отходов:

- 1 Бк/г – для альфа-излучающих радионуклидов;
- 100 Бк/г – для бета-излучающих радионуклидов.

К твердым радиоактивным отходам относятся отработавшие свой ресурс радионуклидные источники, не предназначенные для дальнейшего использования материалы, изделия, оборудование, биологические объекты, грунт, а также отвержденные жидкие радиоактивные отходы, содержание радионуклидов в которых превышает предельные значения удельной активности в отходах, установленные нормативными правовыми актами.

По удельной активности твердые радиоактивные отходы, содержащие техногенные радионуклиды, подразделяются на 4 категории: очень низкоактивные радиоактивные отходы, низкоактивные радиоактивные отходы, среднеактивные радиоактивные отходы и высокоактивные радиоактивные отходы. Классификация твердых радиоактивных отходов представлена в таблице 5.2.1, которая определена в соответствии с критериями классификации удаляемых радиоактивных отходов утвержденными Постановлением Правительства РФ от 19.10.2012 № 1069.

Таблица 5.2.1.1 Классификация твердых радиоактивных отходов

Категория РАО	Удельная активность, кБк/кг			
	Тритий	Бета-излучающие радионуклиды (исключая тритий)	Альфа-излучающие радионуклиды (исключая трансурановые)	Трансурановые радионуклиды

Твердые отходы				
ОНРАО	до $10^7$	до $10^3$	до $10^2$	до $10^1$
НАО	от $10^7$ до $10^8$	от $10^3$ до $10^4$	от $10^2$ до $10^3$	от $10^1$ до $10^2$
САО	от $10^8$ до $10^{11}$	от $10^4$ до $10^7$	от $10^3$ до $10^6$	от $10^2$ до $10^5$
ВАО	более $10^{11}$	более $10^7$	более $10^6$	более $10^5$

В случае, когда по приведенным в таблице 5.2.1.1 характеристикам радионуклидов радиоактивные отходы относятся к разным категориям, для них устанавливается наиболее высокое из полученных значений категории отходов.

Для предварительной сортировки ТРО используются критерии разделения по уровню радиоактивного загрязнения, представленные в таблице 5.2.1.2 и по мощности дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от поверхности при соблюдении условий измерения в соответствии с утвержденными методиками в таблице 5.2.1.3. Классификация ТРО по методам переработки приведена в таблице 5.2.1.4. ТРО классифицируются по пожарной опасности на горючие и негорючие.

Таблица 5.2.1.2 – Классификация твердых РАО по уровню радиоактивного загрязнения

Категория ТРО	Уровень поверхностного радиоактивного загрязнения, част/(см <sup>2</sup> ·мин)	
	Бета-излучающие радионуклиды	Альфа-излучающие радионуклиды
ОНРАО	от 500 до $10^3$	от 500 до $10^2$
НАО	от $10^3$ до $10^4$	от $10^2$ до $10^3$
САО	от $10^4$ до $10^7$	от $10^3$ до $10^6$
ВАО	более $10^7$	более $10^6$

Таблица 5.2.1.3 – Классификация твердых РАО по мощности дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от поверхности

Категория ТРО	Мощность дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от поверхности, мЗв/ч
ОНРАО	от 0,001 до 0,03
НАО	от 0,03 до 0,3
САО	от 0,3 до 10
ВАО	более 10

Таблица 5.2.1.4 – Классификация твердых РАО по методам переработки

Вид отходов	Наименование отходов
Сжигаемые	Перчатки, лепестки, бумага, древесина, ветошь, спецодежда и др.
Прессуемые	Минеральная вата (теплоизоляция), фильтры и фильтровальные материалы, резиновые изделия, пластиковые СИЗ, полиэтилен

Переплавляемые	Изделия из цветного металлолома, нержавеющей и углеродистой стали
Не перерабатываемые	Бетон, кирпич, песок, штукатурка, грунт, стекло

Примечание: На основании распоряжения от 25.06.2019 № 9/766-01-06-Р «О приостановке эксплуатации установки сжигания ТРО УСТ-25» на Белоярской АЭС отсутствует переработка РАО категорий ОНРАО, НАО, методом сжигания.

Установка переплавки металла, как не соответствующая требованиям безопасности распоряжением ГИС №942 от 15.09.2015, из эксплуатации выведена.

### **5.2.2 Сведения об образовании ТРО на блоках 1, 2, 3**

Твердые радиоактивные отходы образуются на АЭС при работе энергоблоков №1, 2, 3 в процессе нормальной эксплуатации в технологических системах и в период проведения ремонтных работ (технологическое оборудование, датчики КИП, инструмент, спецодежда и др.), модернизации, текущего обслуживания оборудования, зданий, помещений, во время возникновения аварийных ситуаций, а также при переработке и очистке жидких отходов (отвержденные отходы, сорбенты, ионообменные смолы и т.п.).

При проведении работ по выводу из эксплуатации первой очереди Белоярской АЭС демонтажу, дезактивации, переработке или временному хранению подлежит следующее оборудование и материалы, которые будут относиться к ТРО:

– Технологическое оборудование:

- а) оборудование 1 и 2 контуров (насосы, сосуды, трубопроводы и арматура);
- б) оборудование систем охлаждения АР, РР, и АЗ; оборудование газовой систем
- в) оборудование реакторов;
- г) оборудование машинного зала.

Материал указанного оборудования в основном представлен нержавеющей сталью, а также легированными сплавами, цветными металлами и углеродистой (черной) сталью.

– Кладка реактора

Кладка реактора конструктивно выполнена в виде графитовых блоков. Часть графитовых блоков временно размещена в пеналах, которые хранятся в шахтах реакторов 1,2; ТШ ЦЗ-1,2 и в БВ-2.

– Строительные отходы

Строительные радиоактивные отходы образуются при проведении ремонтных работ и работ по дезактивации помещений. К ним относятся:

- д) цемент;
- е) штукатурка;
- ж) пластикат;
- з) теплоизоляция и пр.
- Электрооборудование
- и) Электрокабели;
- к) шкафы, панели и пр.

– Вторичные отходы

- л) средства индивидуальной защиты;

- м) спецодежда;
  - н) обтирочные материалы;
  - о) фильтрующие материалы;
  - п) строительные леса; инструмент и пр.
- Образование илов при очистке сточных вод.

Сточные воды с промплощадки проходят очистку в здании очистных сооружений промплощадки (ОСПП). В результате очистки образуются илы, которые являясь сорбентом радиоактивных веществ, становятся радиоактивными отходами и после завершения технологической стадии очистки транспортируются из ОСПП в резервуары хранения ила (РВХИ-1,2).

При эксплуатации действующего энергоблока 3 Белоярской АЭС – БН-600 образуются твердые радиоактивные отходы со следующим радионуклидным составом: Cs-134, Cs-137; Sr-89, Sr-90; Co-58,60; Mn -54; Zn-65; Cr-51; Eu-152, Eu-154 со следами младших актиноидов.

Хранение некондиционированных, очень низкоактивных, низкоактивных и среднеактивных, а также части высокоактивных ТРО в навал осуществляется в ХСО-1 и ХСО-2.

Допустимое количество некондиционированных ТРО для хранения в ХСО-1,2 составляет 22160 м<sup>3</sup> (в том числе для ВАО-190 м<sup>3</sup>, для САО-15970 м<sup>3</sup>, для НАО-6000 м<sup>3</sup>).

Проектное годовое поступление не переработанных ТРО в хранилища ХСО-1 и ХСО-2 при нормальной эксплуатации блоков № 1, 2, 3 составляет до 400 м<sup>3</sup>, а в случае максимальной проектной аварии 2500 м<sup>3</sup>.

Среднегодовое (за последние 10 лет) поступление ТРО в хранилища категории ОНРАО, НАО и САО с блока №3 составило 20 м<sup>3</sup>, категории ВАО 0,3 м<sup>3</sup>.

### **5.2.3 Сведения об образовании ТРО на блоке № 4**

Твердые радиоактивные отходы (ТРО) образуются при работе 4-го энергоблока БАЭС (с реактором БН-800) в процессе нормальной эксплуатации в технологических системах при переработке и очистке жидких и газообразных отходов (отвержденные отходы, фильтры, сорбенты и т.п.), в период проведения ремонтных работ (технологическое оборудование, датчики КИП, инструмент, спецодежда и др.), а также в случае возникновения аварийных ситуаций.

Твердые радиоактивные отходы (ТРО) образуются в следующих зданиях:

- здание главного корпуса;
- здание спецкорпуса;

В процессе нормальной эксплуатации и при проведении ремонтных работ на АЭС могут образовываться ТРО следующих видов:

- детали и оборудование, извлекаемое из реактора (отработавшие стержни и гильзы СУЗ и другие);
- загрязненное демонтированное оборудование, трубопроводы и арматура не подлежащие ремонту;
- загрязненный неисправный инструмент и приспособления для ремонта;
- отработавшие аэрозольные фильтры систем вентиляции;
- загрязненный обтирочный материал;
- загрязненные спецодежда, обувь, средства индивидуальной защиты;

- загрязненные строительные и теплоизоляционные материалы;
- отвержденные жидкие радиоактивные отходы (ОЖРО) и т.д.

Низко и среднеактивные твердые радиоактивные отходы образуются в процессе производства ремонтных работ (демонтируемое оборудование, трубопроводы и арматура, отработавшие аэрозольные фильтры систем вентиляции и газоочистки, строительные и теплоизоляционные материалы, обтирочный материал и т.п.).

Высокоактивные отходы образуются в активной зоне реактора, а также в непосредственной близости от нее: стержни и гильзы СУЗ, нижние части ИМ СУЗ, направляющие трубы ИМ СУЗ, ССТ, СБЗ, части термопар, устанавливаемых на поворотных пробках реактора.

В соответствии с СП 2.6.1.2612.10 ТРО, в зависимости от удельной активности подразделяются на 4 категории: очень низкоактивные, низкоактивные, среднеактивные и высокоактивные. Для предварительной сортировки ТРО используется критерий по мощности дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от поверхности при соблюдении условий измерения и в соответствии с утвержденными методами и по уровню поверхностного радиоактивного загрязнения в соответствии со значениями, указанными в п. 10.4.2.5.2

В процентном отношении ориентировочное количество ТРО составляет:

– очень низкоактивные, %	91,0;
– низкоактивные, %	4,0
– среднеактивные, %	1,5;
– высокоактивные, %	3,5.

Усредненное поступление в хранилище ТРО, с учетом их переработки (прессования, резка) на энергоблоке № 4, в год составляет:

– очень низкоактивные, мЗ	40;
– низкоактивные, мЗ	2,4
– среднеактивные, мЗ	2,0;
– высокоактивные, мЗ	1,6.

Образующиеся РАО имеют ориентировочно следующий радионуклидный состав:

Cs-134,137; Sr-89,90; Co-58,60; Mn-54; Zn-65; Cr-51; Eu-152,154.

Ориентировочное количество отвержденных жидких отходов в год составляет 57 м<sup>3</sup> с активностью от  $3,7 \times 10^6$  до  $1,2 \times 10^{12}$  Бк/м<sup>3</sup> /Ожидаемое количество НЗК с отвержденными жидкими радиоактивными отходами (ОЖРО) в год на блок ориентировочно – 92 контейнера.

Ориентировочное количество бочек с прессованными ТРО составляет порядка 208 шт. в год.

При возможной аварийной ситуации (проектной аварии) на блоке количество

образующихся ТРО не превышает пределы, установленные проектом при нормальной эксплуатации. Дополнительных технических мер по обращению с РАО в послеаварийный период не требуется.

### 5.3 Жидкие радиоактивные отходы

#### 5.3.1 Классификация жидких радиоактивных отходов

Жидкие отходы, содержащие радионуклиды, относятся к радиоактивным отходам в случае, если сумма отношений удельных активностей радионуклидов в отходах к их предельным значениям согласно «Приложению к критериям отнесения твердых, жидких отходов к радиоактивным отходам» (Постановление Правительства РФ № 1069 от 19.10.2012) превышает 1.

Классификация ЖРО по удельной активности приведена в таблице 5.3.1.1

Таблица 5.3.1.1 Классификация ЖРО по удельной активности

Категория	Удельная активность, кБк/кг			
	Тритий	Бета-излучающие радионуклиды (исключая тритий)	Альфа-излучающие радионуклиды (исключая трансурановые)	Трансурановые радионуклиды
Жидкие радиоактивные отходы				
Низкоактивные	до $10^4$	до $10^3$	до $10^2$	до $10^1$
Среднеактивные	от $10^4$ до $10^8$	от $10^3$ до $10^7$	от $10^2$ до $10^6$	от $10^1$ до $10^5$
Высокоактивные	более $10^8$	более $10^7$	более $10^6$	более $10^5$

#### 5.3.2 Сведения об образовании ЖРО на блоках №№ 1, 2, 3

При эксплуатации действующего блоков № 3, выполнении работ по консервации и выводу из эксплуатации остановленных энергоблоков № 1 и 2 Белоярской АЭС, образуются ЖРО.

Источниками поступления радиоактивных отходов являются:

- трапные воды (дезактивационные, отмывочные, регенерационные, протечки от эксплуатационных систем);

- воды спецпрачечной;

- душевые воды с содержанием радионуклидов выше установленных значений.

Основными источниками образования трапных вод являются;

- дезактивационные, отмывочные воды и протечки от эксплуатируемых систем и оборудования блоков № 1, 2 и 3;

- дезактивационные, отмывочные, регенерационные воды и протечки от оборудования систем спецводоочистки;

- регенерационные и отмывочные воды установок очистки вод бассейнов выдержки блоков № 1, 2 и 3;

- дезактивационные и отмывочные воды натриевого оборудования блока №3;

- сбросные радиоактивные воды от оборудования и систем реактора ОАО «ИРМ».

Учет ЖРО осуществляется в соответствии с «Инструкцией по учету и контролю радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в химическом цехе на блоках № 1, 2, 3 Белоярской АЭС».

При эксплуатации Белоярской атомной станции соблюдаются установленные

для атомных станций АО «Концерн Росэнергоатом» нормативы поступления ЖРО.

На блоках 1, 2, 3 установлены нормы образования ЖРО, приведенные в таблице 5.3.2.1

Таблица 5.3.2.1 – Нормы годового образования ЖРО на блоках 1, 2, 3

Блок, подразделение		Радиоактивная среда (трапная вода), м <sup>3</sup>	Кубовый остаток в пересчете на соли, т	Ионообменные сорбенты, шламы, м <sup>3</sup>
Блок 1,2,3 ХЦ	Норма	3000	5,625	-
	План	2900	5,440	-

При эксплуатации энергоблока 3 Белоярской АЭС образуется незначительное, по сравнению с тепловыми реакторами, количество жидких радиоактивных отходов.

Источниками ЖРО являются растворы, образующиеся после дезактивации и отмывки оборудования на энергоблоке № 3. Радионуклидный состав источников ЖРО от блока №3: Cs-137 99,6%, Cs-134 – 0,1%, Co-60 0,1%, Mn-54 0,1%, остальные радионуклиды 0,1%.

Сбор и удаление радиоактивных (трапных) вод осуществляется в промежуточные емкости, расположенные на территории промплощадки Белоярской АЭС.

Динамика образования трапных вод Белоярской АЭС в период с 1998 по 2017 г.г. приведена в таблице 5.3.2.2

Таблица 5.3.2.2 Динамика образования трапных вод Белоярской АЭС в период с 1998 по 2017 г.г

Год	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Годовой объем, м <sup>3</sup>	37037	35500	16612	19838	20009	17668	11828	10170	10447	8823
От энергоблока №3	8200	7930	2952	3015	2960	2938	3064	2454	4520	2842
Год	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Годовой объем, м <sup>3</sup>	8232	8954	9743	8187	8113	7839	7630	8664	6000	5126
От энергоблока №3	2509	2619	2262	2498	2757	2541	2195	2065	550	806,6

Трапные воды от энергоблока № 3 хранятся совместно (в смеси) с ЖРО от других источников (радиоактивные воды от энергоблока № 3 Белоярской АЭС собираются в емкостях, в которые перекачиваются радиоактивные воды от других источников: 1, 2 энергоблок, спецпрачечная, СВО). Количество и качество ЖРО от энергоблока № 3 Белоярской АЭС, поступившее в ХЖО в смеси с другими ЖРО, определяется расчетным путем по данным химического, радионуклидного и количественного контроля радиоактивных вод от энергоблока № 3 Белоярской АЭС).

Усредненный химический и радионуклидный состав трапных вод в баках солевых (трапных) вод СВО приведен в таблице 5.3.2.3

Таблица 5.3.2.3 Радионуклидный состав трапных вод в баках солевых (трапных) вод СВО

Наименование показателя, размерность	Величина	
	Баки СВО	От энергоблока N3

Солесодержание (сухой остаток), г/дм <sup>3</sup>	220	2-3
Величина рН	10-12,5	10-11
Жесткость общая, мг-экв/ дм <sup>3</sup>	56 490	0,1-0,42
Щелочность гидратная, мкг-экв/ дм <sup>3</sup>	4-50	1,2-18,6
Щелочность общая, мкг-экв/ дм <sup>3</sup>	10-160	7,3-98,5
Натрий, мг/ дм <sup>3</sup>	620-2150	800-900
Окисляемость, мгО/ дм <sup>3</sup>	20 250	16-134
Масло, мг/ дм <sup>3</sup>	1 -30	0,3-1,2
Основной радионуклидный состав, нуклид:		
Мп-54	(1,04-8,2)Е	1,04-2,2
Со-60	(0,15 – 1,7)Е	0,15-0,51
Sr-90	(1,2-3,7)Е	1,2-1,8
Cs-134	(0,3-5,67)Е	0,3-1,57
Cs-137	(0,5-5,8)Е+3	1,1-8,8Е+0,2

Общее количество вод спецпрачечной, поступающих на СВО, составляет 2000 м<sup>3</sup> в год.

Усредненный состав вод спецпрачечной: солесодержание (сухой остаток) 1,5 - 2,0 г/л, удельная активность 1,0х10<sup>3</sup> Бк/л.

При превышении норм радиоактивного загрязнения сточные душевые воды из контрольных баков поступают на выпарные аппараты СВО. Сброс душевых вод на СВО производился несколько раз за весь срок эксплуатации.

По мере заполнения емкостей вода направляется на переработку на выпарных установках спецводоочистки (СВО). Для переработки трапных, обмывочных, регенерационных вод в составе спецводоочистки предусмотрена выпарная установка III, состоящая из двух аппаратов производительностью по 6 т/ч каждый. Выпарная установка обеспечивает переработку 45000-50000 т/год, что в 5,0-7,5 раз превышает ежегодный объем всех образующихся радиоактивных сред.

Физико-химический состав душевых вод приведен в таблице 5.3.2.4.

Таблица 5.3.2.4 Физико-химический состав душевых вод

Наименование показателя, размерность	Величина
БПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	28,71
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	12,6
ХПК (не фильтрованная проба), мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	60,0
ХПК (фильтрованная проба), мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	20,0
ПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	1,55
Азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	4,8
Азот общий, мг/дм <sup>3</sup>	4,84
Величина рН	7,5-8,0
Прозрачность, %	36-38
Сухой остаток, мг/дм	196,4

Динамика образования трапных вод АО «ИРМ» поступающих в систему обращения ЖРО Белоярской АЭС период с 1998 по 2017 г.г. приведена в таблице 5.3.2.5.

Таблица 5.3.2.5 Динамика образования трапных вод АО «ИРМ» поступающих в

систему обращения ЖРО

Год	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Годовой объем, м <sup>3</sup>	500	440	375	355	330	400	340	390	284,65	328,4

Трапные воды АО «ИРМ» составляют 6% от общего количества.

Усредненный химический и радионуклидами состав трапных вод АО «ИРМ» приведен в таблице 5.3.2.6.

Таблица 5.3.2.6 Усредненный химический и радионуклидами состав трапных вод АО «ИРМ»

Наименование показателя, размерность	Величина
Величина pH	7,0 10
Жесткость общая, мг-экв/дм	3,0 17
Натрий, мг/л	70-250
Ионы аммония, мг/л	1-16
Ионы хлора, мг/л	3-20
Перманганатная окисляемость, мг О/л	10-30
Основной радионуклидный состав, нуклид, Бк/г:	Удельная активность
Мп-54	(1,2 – 3,2)E
Со-60	(1,1 – 5,6)E
Sr-90	(0,56 – 2,9)E+01
Cs-134	(0,73 – 8,1)E
Cs-137	(0,84 – 9,1) E+01
Ir-192	(1,2-8,6)E
Nb-95	(1,7 – 4,9)E

### 5.3.3 Сведения об образовании ЖРО на блоке № 4

В процессе эксплуатации блока БН-800 образуются жидкие радиоактивные среды (ЖРС), подлежащие переработке на установках спецводоочистки (СВО), и жидкие радиоактивные отходы (ЖРО), получаемые в процессе очистки радиоактивных сред и далее направляемые после переработки в отвержденном (кондиционированном) виде в хранилище отвержденных радиоактивных отходов.

К жидким радиоактивным средам и отходам относятся:

– малосолевые жидкие радиоактивные среды (ЖРС), к которым относятся воды БВ отработавшего топлива, характеризующиеся наличием взвешенных продуктов коррозии и относительно однородным химическим составом;

– ЖРС из реакторного отделения (РО) главного корпуса (ГК) и спецкорпуса (СК), с содержанием свыше 1 г/л – растворы отмылок тепловыделяющих сборок (ТВС) и оборудования 1 и 2 контуров от натрия, растворенные аэрозольные продукты горения натрия от системы удаления АПГН противопожарной системы вентиляции, дезактивирующие растворы при обмывке помещений, воды саншлюзов и раковин зоны контролируемого доступа, воды взрыхления и отмылок фильтров, регенерационные растворы ионообменных фильтров СВО, декантат гидровыгрузки фильтров СВО, растворы от химических промывок оборудования, сливы от радиохимических лабораторий (РХЛ) и пробоотбора;

– ЖРС от спецпрачечной, с расчетным содержанием 2,6 г/л – воды стирок и полосканий.

ЖРС подлежат переработке на установках спецводоочистки (СВО) и хранению получаемых жидких радиоактивных отходов (ЖРО) в отвержденном (кондиционированном) виде в хранилище отвержденных радиоактивных отходов (ХНЗК).

Учет ЖРО осуществляется в соответствии с «Инструкцией по учету и контролю радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в химическом цехе Белоярской АЭС», «Программой контроля качества измерений для учета и контроля РВ и РАО Белоярской АЭС».

Расчетное годовое поступление ЖРС (проектные данные) от реакторного отделения (РО), спецкорпуса (СК) и спецбытового корпуса (СБК) блока № 4, направляемых на переработку на выпарных установках спецкорпуса (системы 4КРФ30 и 4КРФ40), приведено в таблице 5.3.3.1.

Таблица 5.3.3.1 Годовое поступление ЖРС от реакторного отделения (РО), спецкорпуса (СК) и спецбытового корпуса (СБК) блока № 4, направляемых на переработку на выпарных установках спецкорпуса (системы 4КРФ30 и 4КРФ40)

Наименование	Количество	
1. Трапные воды от РО, СК и СБК, в том числе воды от саншлюзов и умывальников	Объём, м /год	11647
	Солесодержание, кг/м <sup>3</sup>	2,4
	Общее кол-во солей, кг (т)	27953 (28,0)
2. Сточные воды спецпрачечной	Объём, м /год	10013
	Солесодержание, кг/м	4,07
	Общее кол-во солей, кг (т)	40753 (40,8)
ИТОГО:	Объём, м /год	21660

Расчетное годовое поступление ЖРО (проектные данные) в баки промежуточного хранения ЖРО (система 4КРК) после переработки на установках 4КРФ30 и 4КРФ40, а также среднеактивных и низкоактивных сорбентов приведено в таблице 5.3.3.2.

Таблица 5.3.3.2 Годовое поступление ЖРО в баки промежуточного хранения ЖРО (система 4КРК) после переработки на установках 4КРФ30 и 4КРФ40, а также среднеактивных и низкоактивных сорбентов

Наименование	Количество	
Кубовый остаток (КО) от переработки трапных вод реакторного отделения и спецкорпуса	Объём, м /год	139,75
	Солесодержание, кг/м	200
	Общее кол-во солей, кг (т)	27953 (28,0)
Кубовый остаток (КО) от переработки вод спецпрачечной	Объём, м <sup>3</sup> /год	204,2
	Солесодержание, кг/м	200
	Общее кол-во солей, кг (т)	40753 (40,8)
Ионообменные смолы низкоактивные	Объём, м /год	7,92
Ионообменные смолы сред неактивные	Объём, м /год	8,66
Шлам трапных вод	Объём, м /год	0,613
Итого:	Объём, м /год	361,14

Для обеспечения не превышения норм образования ЖРО на энергоблоке №4 Белоярской АЭС устанавливаются нормы образования ЖРС (источников ЖРО) при

ведении технологических процессов и дезактивации, а также подразделения, ответственные за соблюдение норм образования радиоактивных сред от каждого вида работ, которые приведены в таблице 5.3.3.3.

Таблица 5.3.3.3 Нормы образования ЖРС (источников ЖРО) при ведении технологических процессов и дезактивации

Наименование работ (операций)	Исполнитель (цех)	Кол-во ЖРС от одной операции, мЗ	Количество операций в год, шт	Количество ЖРС за год, мЗ
2	3	4	5	6
Взрыхление, регенерация, отмывка фильтров системы очистки вод бассейна выдержки, 4FAL	ХЦ	150	3	450
Взрыхление, регенерация, отмывка фильтров установки переработки вод спецпрачечной, 4KPF40	ХЦ	100	3	300
Взрыхление, регенерация, отмывка фильтров установки переработки трапных вод, 4KPF30	ХЦ	100	3	300
Отмывка ОТВС и оборудования от натрия, 4FBC, 4FGN	РЦ-3	250	1	250
Трапные воды от РО, СК, СБК	РЦ-3, ХЦ, ЦОРО	20	125	2500
Сточные воды спецпрачечной	ЦОРО	16	125	2200
			Итого:	6000

## 5.4 Газообразные радиоактивные отходы

### 5.4.1 Общие положения

К газообразным отходам (ГРО) относятся не подлежащие использованию газообразные среды, содержащие тритий и (или)  $^{14}\text{C}$ , радионуклиды в виде аэрозолей и (или) инертных радиоактивных газов и (или) молекулярного йода, его органических или неорганических соединений, в количествах, превышающих предельные значения объемной активности, установленные нормативными правовыми актами.

Безопасность персонала при обращении с ГРО обеспечивается высокой степенью герметичности основного оборудования, а также ограничением радиационного воздействия ГРО на персонал сверх установленных нормами радиационной безопасности пределов.

Безопасность населения и окружающей среды обеспечивается предотвращением выброса радиоактивных веществ в окружающую среду в количествах, превышающих нормативы предельно допустимых выбросов, установленных в соответствии с нормативными правовыми актами.

С этой целью установлены пределы безопасной эксплуатации и эксплуатационные пределы для Белоярской АЭС по выбросам радиоактивных веществ в атмосферный воздух.

Поступление радиоактивных газов и аэрозолей в производственные помещения возможно при нарушении герметичности технологического оборудования, при

проведении ремонтных работ на извлеченном из реактора или первого контура оборудовании, при проведении исследовательских работ в «горячей» камере, а также при ведении технологического процесса (технологические сдвухи).

Основная часть ГРО подвергается выдержке в специальных емкостях в течение времени необходимого для снижения активности ГРО до безопасного уровня за счет радиоактивного распада. Далее ГРО поступают на фильтровальные станции, оснащенные высокоэффективными фильтрами очистки от аэрозолей и через систему спецвентиляции удаляются в атмосферу через вентиляционную трубу высотой 100 метров. Системы обращения с газообразными радиоактивными отходами обслуживаются подразделениями Белоярской АЭС в границах зон обслуживания и в соответствии с инструкциями по их эксплуатации.

Операции на технологическом оборудовании с возможным выходом радиоактивных газов и аэрозолей в окружающую среду проводятся по программам, технологическим картам, проектам производства работ и в соответствии с инструкциями по эксплуатации данного оборудования. При этом производится оценка возможных объемов и активности выхода газов и аэрозолей, после чего возможность проведения работ согласовывается с персоналом ОРБ.

На Белоярской АЭС осуществляется учет и документирование выброса газо-аэрозольных сред в окружающую среду всех нормируемых радионуклидов, указанных в Разрешении на выброс радиоактивных веществ в атмосферный воздух.

Данные по учетным параметрам газоаэрозольных выбросов направляются в эксплуатирующую организацию, органы государственного статистического наблюдения и государственные органы регулирования безопасности в установленном порядке. Данные о выходе радиоактивных газо-аэрозольных сред в атмосферу передаются в местные органы печати через информационно-справочную группу Белоярской АЭС.

Координацию работ и общий контроль по обращению с ГРО осуществляет руководство Белоярской АЭС, а организацию и выполнение работ - подразделения Белоярской АЭС в соответствии со станционными положениями о подразделениях и Положением о границах зон обслуживания между подразделениями Белоярской АЭС.

#### **5.4.2 Сведения об образовании ГРО на блоках № 1, 2,3**

Источниками газообразных радиоактивных отходов (радиоактивных аэрозолей) на 1 и 2 блоке являются графитовые кладки реакторов, бассейны выдержки, «горячая» камера и могильник «горячей» камеры, оборудование спецдренажных и газовых систем (монжюсы, баки), фильтры вытяжных вентсистем, извлекаемые из реакторов или бассейнов выдержки предметы, твёрдые и жидкие радиоактивные отходы, загрязнённое технологическое оборудование, трубопроводы и арматура при обращении с ними [1].

Концентрации радиоактивных аэрозолей в воздухе помещений могут значительно повышаться при проведении ремонтных и аварийных работ.

На остановленной первой очереди Белоярской АЭС в работе находятся только вентиляционные системы, предназначенные для поддержания температурного режима в помещениях АЭС. Источниками аэрозольных выбросов по отношению к внешней среде являются вытяжные вентсистемы 1 и 2 блоков. Удаление воздуха

производится через вентиляционные трубы высотой 100 м после очистки их от радиоактивных аэрозолей на фильтрах. Общее количество удаляемого с 1 и 2 блоков воздуха составляет  $1,6 \cdot 10^9$  м<sup>3</sup> / год.

Источниками газообразных отходов на энергоблоке № 3 Белоярской АЭС являются:

- реакторная установка с оборудованием первого контура;
- «горячая» камера;
- при работе установки сжигания радиоактивных отходов (УСТ-25) (на основании распоряжения от 25.06.2019 № 9/766-01-06-Р «О приостановке эксплуатации установки сжигания ГРО УСТ-25» на Белоярской АЭС в настоящее время отсутствует переработка РАО категорий ОНРАО и НАО методом сжигания).
- от бакового оборудования и оборудования выпарных установок.

При поступлении жидких радиоактивных сред и жидких радиоактивных отходов в баки систем спецводоочистки вытесняемый воздух, содержащий радиоактивные аэрозоли, удаляется по сдувочным трубопроводам в системы вентиляции. Сдувки перед сбросом в вентиляцию проходят очистку на аэрозольных фильтрах. Сдувки из баков хранилищ жидких радиоактивных отходов удаляются после очистки на аэрозольных фильтрах в вентиляционную трубу ХЖО.

Предусмотрена принудительная продувка баков ХЖО.

Общее количество удаляемого из оборудования воздуха составляет около 20000 м<sup>3</sup>/год.

ГРО, образующиеся при эксплуатации энергоблока №3, включают следующие компоненты:

- инертные радиоактивные газы (изотопы криптона, ксенона, аргона);
- <sup>14</sup>С, тритий;
- радиоактивные аэрозоли;
- <sup>131</sup>И (газовая + аэрозольные формы).

При обращении с ГРО обеспечен радиационный контроль всех нормируемых радионуклидов в венттрубе энергоблока №3, указанных в Разрешении на выброс радиоактивных веществ в атмосферный воздух:

- непрерывный контроль объемной активности инертных радиоактивных газов (изотопы криптона, ксенона, аргона);
- непрерывный контроль суммарной объемной активности инертных радиоактивных газов;
- непрерывный контроль объемной активности <sup>131</sup>И;
- квазинепрерывный контроль <sup>14</sup>С, трития с помощью специальных пробоотборников и последующих лабораторных измерений
- квазинепрерывный контроль аэрозолей методом отбора на аналитические фильтры и последующих лабораторных измерений;
- непрерывное измерение расхода выбрасываемого воздуха (газа).

#### **5.4.3 Сведения об образовании ГРО на блоке №4**

В процессе эксплуатации блока №4 Белоярской АЭС образуются газообразные радиоактивные отходы (ГРО).

При работе АЭС основными источниками загрязнения воздуха помещений АЭС радиоактивными веществами являются проливы натрия первого и второго контура

при разрыве трубопроводов, а также неорганизованные протечки других активных сред через неплотности элементов оборудования.

Частью газообразных радиоактивных отходов является воздух систем вентиляции зоны контролируемого доступа.

## **6. Оценка воздействия на окружающую среду планируемой (намечаемой) хозяйственной и иной деятельности**

### **6.1 Общие положения**

Согласно Федерального закона «О радиационной безопасности населения», «радиационная авария – потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей выше установленных норм или к радиоактивному загрязнению окружающей среды».

Возможность поступления радиоактивных веществ в помещения и в окружающую природную среду в количествах, превышающих установленные нормативными документами (НРБ-99/2009, ОСПОРБ 99/2010, СП АС-03) пределы, и переоблучение персонала при обращении с радиоактивными отходами (в условиях нормальной эксплуатации) исключается принятыми строительными, технологическими, техническими, организационными и эксплуатационными решениями.

Деятельность по обращению с РАО на Белоярской АЭС осуществляется в соответствии с действующими НД, отраслевыми стандартами и РД по обращению с радиоактивными отходами.

Обеспечение экологической безопасности при обращении с РАО АЭС достигается выполнением всех требований СП АС-03, ОСПОРБ-99/2010 и НРБ-99/2010.

Техническими решениями исключены сбросы ЖРО в окружающую среду. Все ЖРО перерабатываются и отверждаются.

Система обращения с ТРО также обеспечивает их надежное хранение без контакта с окружающей средой. Все ТРО хранятся на территории АЭС до вывоза на долговременное хранение на региональные хранилища РАО. Радиационное воздействие на окружающую среду и население не превышает уровней регламентированных НД.

Газоаэрозольный выброс в атмосферу воздуха из помещений зоны контролируемого доступа АЭС подвергается эффективной очистке при необходимости и непрерывному контролю, что гарантирует выполнение требований СП АС-03 в части защиты персонала и населения, а значит и всей биоты в целом. На территории АЭС (в ограде промплощадки) и ЗН предусматривается радиационный контроль за содержанием радионуклидов в окружающей среде

Порядок производства работ в условиях радиационной аварии и меры по защите персонала и населения при её возникновении регламентируются Планами мероприятий по защите персонала и населения в случае аварии

При эксплуатации Белоярской АЭС установлена система критериев качества радиоактивных отходов, образующихся при эксплуатации АС, а также разрабатываются меры, обеспечивающие получение достоверной и полной информации о количественном и качественном составе РАО в местах их образования и сбора, предотвращение незапланированного накопления РАО [2].

Прием РАО с других ОИАЭ на Белоярскую АЭС действующими лицензиями на эксплуатацию блоков №1,2,3,4 не предусматривается.

Работы, влияющие на безопасность:

- выполняются по утвержденным и действующим рабочим документам (процедурам) с определением ответственности исполнителя за качество, выполняемое им работы;

- учитываются, планируются, выполняются и контролируются для обеспечения их правильного выполнения.

С учетом факторов, влияющих на безопасность и соблюдении установленных пределов и условий безопасности при эксплуатации системы обращения с радиоактивными отходами Белоярской АЭС, выделены следующие направления:

- радиационная безопасность;
- охрана труда;
- пожарная безопасность;
- экологическая безопасность;
- техническая безопасность;
- физическая защита.

Планирование деятельности по обеспечению установленных показателей и критериев качества при обращении с РАО производится в рамках установленного на станции порядка перспективного, годового и ежемесячного планирования.

Сопровождение и контроль выполнения планов и установленных заданий, анализ получаемых фактических данных, выявление несоответствий с проектными параметрами и установленными показателями, выработка корректирующих и предупреждающих мер производится непосредственно в процессе проведения работ исполнителями и контролирующими лицами в соответствии с их должностные компетенцией. Намеченные меры утверждаются руководителями необходимого уровня в рабочем порядке или на регулярных рабочих совещаниях, также на еженедельных совещаниях при главном инженере и директоре.

## **6.2 Воздействие объекта на территорию, условия землепользования и геологическую среду**

### **6.2.1 Воздействие на земельные ресурсы, почвы и ландшафты**

Район размещения Белоярской АЭС не является особо охраняемой территорией и ценным объектом окружающей среды.

Территория промплощадки Белоярской АЭС, согласно кадастровому районированию расположена в границах участка №66:42:0102001:1148 на землях промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, землях для обеспечения космической деятельности, землях обороны, безопасности и землях иного специального назначения. Разрешенное использование – для размещения иных объектов промышленности, по документу – для промышленных целей (промплощадка I-III очереди Белоярской АЭС, в том числе площадки 1,2 стройбазы).

При обращении с радиоактивными отходами обеспечивается безопасность при сборе, сортировке, переработке, упаковке, временном хранении и вывозе твердых радиоактивных отходов (ТРО) и отвержденных жидких радиоактивных отходов (ОЖРО), образующихся на АЭС в процессе нормальной эксплуатации, при проведении ремонтных работ, а также в случае возникновения аварийных ситуаций.

Негативные воздействия на земельные ресурсы, почвы и ландшафты в режиме

нормальной эксплуатации при операциях по обращению с РАО могут быть связаны с опосредованным влиянием за счет оседания аэрозолей, содержащихся в выбросах предприятия.

Содержание в выбросах радионуклидов снижается за счет применения систем газоочисток, характеристик (высоты, скорости потока) источника выброса. Системы газоочистки, своевременная замена фильтрующих материалов снижает содержание вредных аэрозолей на 99% и более. Соответственно, их оседание на почву отсутствует или незначительно, при этом равномерно распределено и ограничено территорией производственной площадки и санитарно-защитной зоны.

Обращение с радиоактивными отходами регламентируется инструкциями и регламентами по безопасному обращению с отходами, при выполнении которых загрязнение территории исключается.

Оценка воздействия при нарушениях нормальной эксплуатации и авариях рассмотрена в подразделе 7.8.

### **6.2.2 Воздействие объекта на геологическую среду**

При операциях по обращению с радиоактивными отходами в режиме нормальной эксплуатации непосредственное воздействие на геологическую среду исключается.

Оценка воздействия при нарушениях нормальной эксплуатации и авариях рассмотрена в подразделе 7.8.

## **6.3 Определение уровня загрязнения воздушного бассейна радиоактивными веществами**

### **6.3.1 Воздействие объекта на атмосферу**

При определении воздействия деятельности по обращению с радиоактивными отходами учитывались:

- существующее положение (на основании действующего проекта «предельно-допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух Белоярской АЭС»);
- проектная документация по сооружению и эксплуатации Комплекса по переработке жидких радиоактивных отходов;
- проектная документация «Оснащение 1, 2 блоков оборудованием и установками для переработки ТРО»

В настоящем разделе приведены результаты расчетов суммарной годовой эффективной дозы облучения населения, полученной за счет:

- внешнего облучения от облака;
- внешнего облучения от радиоактивного загрязнения поверхности почвы;
- внутреннего облучения от вдыхания радионуклидов (ингаляционный путь);
- внутреннего облучения от поступления радионуклидов с пищей (пероральный путь).

### **6.3.2 Описание источников выбросов радиоактивных веществ (существующее положение)**

Выброс радионуклидов в атмосферу происходит через ВТ первой (ВТ-1, ВТ-2) и второй (ВТ-3) очередей Белоярской АЭС. После ввода в эксплуатацию третьей очереди Белоярской АЭС (с 2016 г.) радионуклиды поступают в атмосферу через ВТ-4 энергоблока № 4 и ВТ спецкорпуса третьей очереди.

В режиме нормальной эксплуатации выброс радионуклидов в крайне незначительных количествах возможен также через венттрубы: САРХ ВТО энергоблока № 3; ВТ САРХ ВТО UJD, САРХ ВТО 1UBR и САРХ ВТО 2UBR энергоблока № 4; ВТ ХЖО.

Эксплуатация установки сжигания ТРО УСТ-25, ранее являвшейся источником выбросов РВ, остановлена на основании распоряжения главного инженера Белоярской АЭС № 9/766-01-06-Р от 25.06.2019 г.

В таблице 6.3.2.1 приведены характеристики источников выбросов Белоярской АЭС.

Таблица 6.3.2.1 - Характеристики источников выбросов радиоактивных веществ Белоярской АЭС

№ источника	Обозначение (код)	Высоты трубы, м	Диаметр устья, м	Расход воздуха через устье, м <sup>3</sup> /год	Линейная скорость воздуха через устье, м/с
1	ВТ-1	100	2,5	$6,57 \cdot 10^8$	7
2	ВТ-2	100	2,5	$1,01 \cdot 10^9$	8
3	ВТ-3	100	4	$5,00 \cdot 10^9$	12
4	ВТ САРХ ВТО	30	1,4	$3,46 \cdot 10^5$	20
5	ВТ ХЖО	10	0,9	$3,36 \cdot 10^7$	2
6	ВТ САРХ ВТО UJD	106	6	$3,452 \cdot 10^4$	3
7	ВТ САРХ ВТО 1UBR	106	6	$3,452 \cdot 10^4$	3
8	ВТ САРХ ВТО 2UBR	106	6	$3,452 \cdot 10^4$	3
9	ВТ-4	100	4,3	$4,99 \cdot 10^9$	8
10	ВТ СК	70	2,7	$1,75 \cdot 10^9$	10

Газовые сдувки, формирующиеся в системах главных и спецкорпусов, перед сбросом в венттрубу проходят очистку на аэрозольных фильтрах.

Очистка вентиляционного воздуха и технологических сдувок от аэрозолей обеспечивается пропуском его через установленные в вытяжных системах вентиляции аэрозольные фильтры. Действующие системы очистки выбросов АС обеспечивают эффективность очистки не менее 90 % (до 99,9 %).

### **6.3.3 Описание источников выбросов радиоактивных веществ Комплекса по переработке жидких радиоактивных отходов**

Технологические сдувки от оборудования с радиоактивными средами установок переработки ЖРО, вспомогательных узлов и воздух систем вентиляции направляются на очистку в фильтры аэрозольные, где очищаются от радиоактивных аэрозолей и с помощью вентиляторов или газодувок выбрасываются в «высокую» венттрубу здания Комплекса. Степень очистки 99,95 %.

Параметры источника выбросов в атмосферу Комплекса по переработке жидких радиоактивных отходов представлены в таблице 6.3.3.1.

Таблица 6.3.3.1. - Параметры источника выбросов в атмосферу

№ п/п	Параметры источника		Параметры газовой смеси	
	Высота трубы, м	Диаметр устья трубы, м	Объем выброса V, м <sup>3</sup> /с	Скорость истечения выбросов, м/с
1	35	1,2	19,40	17,16

#### 6.3.4 Описание источников выбросов радиоактивных веществ Комплекса по переработке ТРО

Комплекс по переработке ТРО размещается в существующем главном корпусе (ГК-1) 1,2 блоков Белоярской АЭС.

Вновь проектируемое вытяжное вентиляционное оборудование располагается в помещениях машзала ГК-1 и не имеет самостоятельных выходов в окружающую среду. выбросы в атмосферу осуществляются через существующие выбросные трубы вт-1, вт-2.

Параметры источника выбросов в атмосферу Комплекса по переработке твердых радиоактивных отходов представлены в таблице 6.3.4.1.

Таблица 6.3.4.1. - Параметры источника выбросов в атмосферу

№ п/п	Параметры источника		Параметры газовой смеси	
	Высота трубы, м	Диаметр устья трубы, м	Объем выброса V, м /час	Скорость истечения выбросов, м/с
1	100	2,5	20,83	4,24
2	100	2,5	41,67	8,49

#### 6.3.5 Результаты расчета уровня загрязнения воздушного бассейна радиоактивными веществами

Точка с максимальным значением суммарной годовой эффективной дозы ( $5,05 \times 10^{-6}$  Зв,  $5,05 \times 10^{-3}$  мЗв,  $5,05$  мкЗв) обусловленной всеми выбрасываемыми радионуклидами, достигается в точке внутри СЗЗ БАЭС.

Максимальное значение суммарной годовой эффективной дозы ( $1,42 \times 10^{-6}$  Зв,  $1,42 \times 10^{-3}$  мЗв,  $1,42$  мкЗв) на границе СЗЗ достигается в точке расположенной в северо-восточной части СЗЗ.

Максимальное значение суммарной годовой эффективной дозы облучения населения по всем путям облучения составляет  $6,98 \times 10^{-10}$  Зв/год ( $6,98 \times 10^{-7}$  мЗв/год). В остальных точках расчетной области суммарная доза облучения по всем путям облучения будет меньше. Максимум суммарной годовой эффективной дозы достигается в точке к востоку на расстоянии 500 м от источника выбросов.

В соответствии СанПиН 2.6.1.2523-09 средняя годовая эффективная доза облучения для населения, исчисляемая за любые пять последовательных лет от всех техногенных источников ионизирующего излучения, не должна превышать предела дозы для населения 1 мЗв. Для ограничения облучения населения отдельными техногенными источниками излучений, в том числе АЭС, для них устанавливаются величины воздействия для каждого источника (квоты предела годовой дозы) с целью соблюдения основных пределов доз.

Квоты устанавливаются для средней индивидуальной эффективной дозы облучения критической группы населения, проживающей в зоне наблюдения объекта. Квоты устанавливаются для всех радиационных факторов, от которых об-

лучение критической группы населения за пределами санитарно-защитной зоны радиационного объекта при его нормальной эксплуатации может превысить минимально значимую дозу, равную 10 мкЗв/год.

С целью ограничения облучения населения от радиоактивных выбросов АЭС СанПин 2.6.1.24-03 установлена квота предела годовой дозы 5 на выбросы независимо от количества энергоблоков на промышленной площадке. Размер квоты рассматривается как верхняя граница возможного облучения населения от выбросов радионуклидов в атмосферу при оптимизации радиационной защиты населения в режиме нормальной эксплуатации АЭС.

Квота на облучение населения от радиоактивных газоаэрозольных выбросов в атмосферу для действующих атомных станций составляет 200 мкЗв/год. Для вновь вводимых энергоблоков, в том числе для 4-го энергоблока Белоярской АЭС- 50 мкЗв/год.

Суммарная расчетная доза облучения населения в критической точке местности на границе СЗЗ при фактических годовых выбросах радионуклидов БАЭС с учетом выбросов от проектируемых источников (КП ТРО и КП ЖРО), в семь раз меньше уровня порогового значения регулирования воздействия излучения, установленного п. 1.4 СанПиН 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2009) равного 10 мкЗв/год, в 35,19 раз меньше дозовой квоты 50 мкЗв/год (принята как наиболее жесткая) и в 704 раза меньше предела дозы облучения в 1,0 мЗв/год, установленного СанПиН 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2009) для населения от техногенного облучения.

#### **6.4 Оценка воздействия на поверхностные и подземные воды**

Неорганизованный сброс в окружающую среду радиоактивных веществ отсутствует. Сброс радиоактивных веществ в составе сточных и дренажных вод Белоярской АЭС осуществляется:

- выпуск № 1 - в Белоярское водохранилище отводится вода из объединенного коллектора промливневой канализации промплощадки;
- выпуск № 3 - в Ольховское болото отводится вода после очистных сооружений хозяйственно-бытовых стоков промплощадки;

Ввод в эксплуатацию КП ЖРО и КП ТРО не приведет к пересмотру показателей, установленных в настоящее время на Белоярской АЭС.

##### **6.4.1 Воздействие на водные экосистемы**

Деятельность по обращению с радиоактивными отходами непосредственное воздействие на гидробионты водного объекта в период нормальной эксплуатации не оказывает. Опосредованное воздействие может быть обусловлено:

- оседанием и вымыванием осадками аэрозолей, выбрасываемых в процессе эксплуатации;
- попаданием загрязнений с грунтовыми водами.

При соблюдении действующих на предприятии правил обращения с радиоактивными отходами, воздействие на водные биоресурсы и среду их обитания будет отсутствовать.

Оценка воздействия при нарушениях нормальной эксплуатации и авариях рассмотрена в подразделе 7.8.

Последствия аварий техногенного и природного характера с вероятностью негативного воздействия на животный мир ограничены границами участка и санитарно-защитной зоны Белоярской АЭС. Негативного воздействия на водный объект, а следовательно на гидробионты в результате таких аварийных ситуаций не ожидается.

### **6.5 Оценка воздействия на лесное хозяйство**

На рассматриваемой территории растения, занесенные в Красную книгу, отсутствуют.

Существующая на предприятии система обращения с радиоактивными отходами не оказывает непосредственного влияния на лесное хозяйство.

Деграляция болот, нарушение путей миграции животных, уменьшение размеров популяции, а также вымирание отдельных видов животных в результате заявленной деятельности отсутствует.

### **6.6 Оценка воздействия на животный мир**

Существующая на предприятии система обращения с радиоактивными отходами не оказывает непосредственного влияния на животный мир.

Редкие и исчезающие виды на территории не зарегистрированы, влияния на среду их обитания в пределах зоны наблюдения отсутствует.

Последствия аварий техногенного и природного характера с вероятностью негативного воздействия на животный мир ограничены границами участка и санитарно-защитной зоны Белоярской АЭС. Негативного воздействия на животный мир, в том числе редкие и исчезающие виды в результате таких аварийных ситуаций не ожидается.

### **6.7 Оценка воздействия на растительный мир**

Воздействие на растительный мир может быть связано с угнетением растительности при загрязнении территорий произрастания. На территории Белоярской АЭС растительный покров на большей части площади механически уничтожен. Существующая растительность относится к синантропным видам трав и адаптирована к техногенным видам воздействия. Редкие и исчезающие виды на территории не зарегистрированы, влияние на среду их обитания в пределах зоны наблюдения отсутствует.

## **6.8 Оценка воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду при аварийных ситуациях и нарушениях нормальной эксплуатации (анализ риска) техногенного характера**

### **6.8.1 Анализ аварийных ситуаций на энергоблоках №1-3**

#### **6.8.1.1. Перечень исходных событий аварий**

Согласно «Инструкции по ликвидации аварий на 1 очереди БАЭС», исходя из сложившейся конфигурации энергоблоков № 1 и 2, разработчиками проекта 1 очереди постулированы для отдельного рассмотрения и анализа следующие нарушения нормальной эксплуатации в системах обращения с РАО:

- разуплотнение емкости СВО;
- разуплотнение емкости ХЖО;
- россыпь ТРО при транспортировании в ХСО, загорание ТРО в ХСО.

При возникновении данных нарушений нормальной эксплуатации события на начальной стадии по радиационным последствиям не являются аварией. Однако в случае дальнейшего развития дефекта, в том числе из-за непринятия персоналом защитных действий, первоначально возникшие нарушения нормальной эксплуатации потенциально могут по радиационным последствиям перерасти в аварию. Поэтому при возникновении указанных нарушений нормальной эксплуатации (исходных событий) персоналом должны быть выполнены защитные действия, направленные на локализацию возникшего исходного события и предотвращение дальнейшего его перерастания в аварию.

Критерием перерастания возникшего нарушения нормальной эксплуатации (исходного события) в аварию является превышение пределов безопасной эксплуатации по допустимым выбросам и сбросам, установленным для Белоярской АЭС.

Действия персонала при нарушениях нормальной эксплуатации определяются инструкциями по эксплуатации соответствующих систем и оборудования. Действия персонала при возникновении исходных событий аварий определяются Инструкцией по ликвидации аварий на 1 очереди Белоярской АЭС, Планом мероприятий по защите персонала в случае аварии на Белоярской атомной электростанции. При срабатывании сигнализации радиационной опасности в помещениях зоны контролируемого доступа (включение световой и звуковой сигнализации) весь персонал должен немедленно прекратить работу, покинуть помещения.

#### **6.8.1.2 Разуплотнение емкостей СВО**

Возможной причиной утечки воды из емкости СВО является повреждение (дефект) емкости или трубопроводов обвязки емкости.

Удельная активность и объем воды, соответствующий максимально разрешенному уровню воды в отдельных емкостях СВО приведены в таблице 2 «Инструкции по ликвидации аварий на 1 очереди БАЭС».

При разуплотнении емкости (950 м<sup>3</sup>) выход радиационно-опасных нуклидов цезия и продуктов коррозии в атмосферу аварийного помещения оценивается на уровне:

- Cs<sup>137, 134</sup> 10<sup>12</sup>Бк;
- продукты коррозии 10<sup>10</sup>Бк.

Максимально возможное поступление активности в систему вытяжной вентиляции, оценено, исходя из выхода 0,1% аэрозолей в атмосферу помещений при разливах ЖРО. в расчетах аварийных выбросов в окружающую среду принята эффективность фильтрации 90%.

Оценка показала, что аварийный выброс Cs<sup>137</sup> в атмосферу при разуплотнении емкости с радиоактивной средой и работе вытяжных систем вентиляции и спецканализации в проектных режимах составляет 10 Бк и не превышает контрольного уров-

ня выбросов (КУ) Белоярской АЭС в условиях нормальной эксплуатации энергоблоков.  $1,7 \cdot 10$  Бк/мес.

Основным признаком разуплотнения баков СВО и поступления протечек в грунт является повышение удельной активности грунтовых вод на порядок от многолетнего сезонно наблюдаемого уровня в любой из пьезометрических скважин П-45, П-61. П-63 в районе баков.

Возникшее исходное событие в случае развития и загрязнения грунтовых вод может развиваться до аварий.

Радиационно значимое загрязнение грунтовых вод (при разуплотнении поддона) и, как следствие, выход  $\text{Cs}^{137}$  в количествах, соответствующих нормативам ДС для БАЭС ( $1,5 \cdot 10$  Бк), может быть достигнуто при выходе более  $15 \text{ м}^3$  ЖРО. При этом будет нарушен норматив ДС.

#### **6.8.1.3 Разуплотнение емкостей ХЖО**

Возможной причиной утечки воды из емкости ХЖО является повреждение (дефект) емкости. При разуплотнении емкости вода из емкости поступает в соответствующий поддон ХЖО-1, 2.

В случае разгерметизации емкости содержимое его через слой гравия поступает в приямок соответствующего дозиметрического колодца. Дозиметрические колодцы представляют собой металлическую трубу диаметром 150 мм, установленную вертикально на расстоянии 1 - 1,5 м от периметра бака. Под трубой находится приямок того же диаметра, расположенный на 250 мм ниже уровня поддона, на котором установлены баки ХЖО.

При разуплотнении емкости ХЖО, в случае неплотности поддона ХЖО будет происходить загрязнение радиоактивной водой грунта в районе утечки. Возможно разнесение загрязнения грунтовыми водами. Уровень загрязнения будет зависеть от удельной активности и количества поступившей воды. Максимальная удельная активность воды в емкостях ХЖО составляет  $1,8 \cdot 10$  Бк/л.

Возникающее исходное событие в случае развития и загрязнения грунтовых вод может развиваться до аварии.

Радиационно значимое загрязнение грунтовых вод (при разуплотнении поддона) и, как следствие, выход  $\text{Cs}^{137}$  в количестве, соответствующем нормативам ДС для БАЭС, может быть достигнуто при выходе более  $0,1 \text{ м}^3$  ЖРО. При этом будет нарушен норматив ДС.

#### **6.8.1.4 Россыпь ТРО при транспортировании в ХСО, загорание ТРО в ХСО**

Возможной причиной россыпи ТРО может быть неисправность транспортного средства или контейнера с ТРО, а также неисправность грузоподъемных средств или дорожно-транспортное происшествие, или ошибка персонала.

Возможной причиной загорания ТРО в ХСО может быть самовозгорание горючих ТРО в ХСО, ошибка персонала при проведении огневых работ на крыше ХСО.

В случае выпадения транспортного контейнера из спецмашины или его неисправности (повреждения) при транспортировке ТРО возможна россыпь ТРО на участке до  $10 \text{ м}^2$  и вынесение радиоактивных веществ за пределы вышеуказанного участка за счет раздувания ветром сыпучих ТРО и смыва радиоактивных веществ

при атмосферных осадках, что маловероятно в следствии того, что контейнеры-сборники для ТРО имеют крышки с механическим креплением, а ТРО в контейнере находятся в первичной упаковке, тем самым практически исключается возможность высыпания ТРО во время транспортировки. При нарушении целостности упаковки или контейнера при их падении, загрязненность территории не будет превышать величину 20 000 бета-частиц/см \*мин.

В случае загорания ТРО возможен выход образующихся при горении радиоактивных газов и аэрозолей в атмосферу. При тушении загорания в ХСО-1 водой не исключена возможность вынесения в грунт с водой радиоактивных веществ через возможные неплотности в днище отсека (техническое состояние днищ отсеков ХСО-2 исключает попадание воды из отсеков ХСО-2 в грунт.) Самовозгорание в ХСО-1 исключается в связи с тем, что отходы в него не поступали с 1988 года.

Работы, проведенные в 2015 году по извлечению отходов из ХСО, их сортировке, прессованию в 200 литровые металлические бочки и отправке на хранение в РосРАО в объеме 359 м<sup>3</sup>, показали отсутствие в них горючих отходов. Тушение водой отходов в ХСО-1 можно рассматривать как крайнюю меру, так как основным средством тушения является система азотного пожаротушения.

При загорании ТРО в ХСО возможно поступление в атмосферу радиоактивных газов и аэрозолей (составляющих 5-10% продуктов горения). Однако, как показывает отечественный и зарубежный опыт проектирования и эксплуатации объектов, аналогичных ХСО БАЭС, значительного ухудшения радиационной обстановки при этом не происходит

Для тушения загорания в ХСО-1, 2 предусмотрена система азотного пожаротушения. В случае тушения загорания ТРО в ХСО-1 водой возможно загрязнение грунтовых вод вследствие выхода радиоактивных веществ с водой из отсеков ХСО-1 в грунт.

Радиационная обстановка, возникшая вследствие загорания ТРО в ХСО, будет определяться количеством и составом сгоревших ТРО, применением для тушения загорания воды (в ХСО-1).

#### **6.8.1.5 Выводы**

Анализ данных эксплуатации энергоблоков №1 -3 Белоярской АЭС показывает, что эксплуатация систем и узлов обращения с РАО 1 очереди Белоярской АЭС в условиях НЭ отвечает требованиям действующих НД в части радиационной безопасности персонала/населения и защиты окружающей среды.

Содержание радиоактивных веществ в воздухе обслуживаемых и периодически обслуживаемых помещений при НЭ не превышает ДОАперс.

Индивидуальные уровни доз персонала не превышают регламентированные п. 3.1.2 НРБ-99/2009 и ниже контрольных уровней, установленных для Белоярской АЭС.

Подтверждено данными эксплуатации, что выбросы/сбросы радиоактивных веществ в окружающую среду не превышают уровни, установленные Технологическим регламентом согласно п. 5.13 СП АС -03.

Объем контроля в системах обращения с РАО Белоярской АЭС отвечает требованиям действующих норм и правил к контролю при обращении с радиоактивными отходами.

Отступление от требований действующих НД в части обращения с ЖРО, хранящимися на станции, должно быть устранено путем реализации проекта «Белоярская АЭС. I очередь. Комплекс переработки жидких радиоактивных отходов», в части обращения с ТРО реализацией проекта «Белоярская АЭС. I очередь. Оснащение 1, 2 блоков оборудованием и установками для переработки ТРО».

Действия персонала при возникновении ННЭ/аварий определяются «Инструкцией по ликвидации аварий на 1 очереди Белоярской АЭС» и «Планом мероприятий по защите персонала в случае аварии на Белоярской АЭС».

При возникновении ряда нарушений нормальной эксплуатации, таких как разуплотнение емкости СВО, емкости ХЖО, россыпь ТРО при транспортировании в ХСО или загорание ТРО в ХСО, данные события на начальной стадии по радиационным последствиям не являются аварией. Однако в случае дальнейшего развития дефекта, в том числе из-за непринятия персоналом защитных действий, первоначально возникшие нарушения нормальной эксплуатации потенциально могут по радиационным последствиям перерасти в аварию. Поэтому при возникновении указанных нарушений нормальной эксплуатации (исходных событий) персоналом должны быть выполнены защитные действия, направленные на локализацию возникшего исходного события и предотвращение дальнейшего его перерастания в аварию.

Предусмотренный Инструкциями объем контроля при эксплуатации емкостей ХЖО с целью определения возможных утечек ограничивает неконтролируемое распространение радиоактивных веществ по станции и дополнительное необоснованное облучение эксплуатационного и ремонтного персонала.

С целью полностью исключить возможность утечки радиоактивных растворов в грунт и попадание их в подземные воды, Белоярская АЭС должна реализовать проект «Белоярская АЭС. I очередь. Комплекс переработки жидких радиоактивных отходов», обеспечивающий перевод ЖРО в отвержденные отходы, пригодные для безопасного транспортирования и захоронения.

С целью исключения вынесения в грунт с водой радиоактивных веществ через возможные неплотности в днище отсеков ХСО-1, при тушении загорания рекомендуется использовать систему азотного пожаротушения.

## **6.8.2 Анализ аварийных ситуаций при эксплуатации КП ТРО (энергоблок №1)**

### **6.8.2.1 Перечень исходных событий аварий**

Проектной документацией рассмотрен следующий набор исходных событий, которые могут привести к нарушению нормальной эксплуатации:

- падение упаковки РАО при проведении транспортно-технологических операций;
- отказы механизмов при работе технологических установок;
- разгерметизация трубопроводов;

- отключение электрооборудования;
- пожар в здании.

### **6.8.2.2 Падение контейнера-сборника, содержащего прессуемые САО**

В результате падения контейнер-сборник разгерметизируется и часть ТРО падает в помещение. МЭД от рассыпанных прессуемых САО вплотную составит до 5000 мкЗв/ч, на расстоянии 1 м - не более 100 мкЗв/ч.

При времени ликвидации аварийной ситуации не более 0,5 час дозы облучения за счет внешнего гамма-излучения могут быть в пределах 50-300 мкЗв.

При расчете эффективной ожидаемой дозы внутреннего облучения принимаем, что количество аэрозольного материала, выброшенного в воздух - 0,01 кг, объем загрязненного воздушного пространства в помещении - до 500 м<sup>3</sup>.

Удельная активность пыли радионуклидов - до  $1 \cdot 10^5$  Бк/г по Cs-137.

Объемная активность воздуха при кратности воздухообмена не менее 2 объемов в час составит до 2000 Бк/м<sup>3</sup>. Дозы внутреннего облучения персонала за время работ 0,5 час не превысят 100 мкЗв, с учетом средств защиты - не более 1 мкЗв.

### **6.8.2.3 Отказы механизмов при работе технологических установок**

Отказы механизмов технологического оборудования могут привести к временной остановке технологического процесса. При этом выхода радиоактивных веществ в помещение не происходит.

### **6.8.2.4 Отказ подачи технологических сред**

При сбое подачи сжатого воздуха на установки сухоструйной абразивной дезактивации оборудование переходит в безопасное состояние до устранения причин отказа. В данном случае не происходит опасных радиационных последствий.

При сбое подачи сред (кислоты, щелочи, конденсата) на установку дезактивации процесс дезактивации металлических радиоактивных отходов откладывается до устранения причин.

### **6.8.2.5 Отказ системы вентиляции**

Отказы в системах вентиляции не имеют опасных радиационных последствий, так как проектом вытяжная вентиляция предусмотрена, с резервированием. Вентиляционное оборудование подключено к источнику аварийного питания.

При отказе местной вытяжной вентиляции выполняется останов технологических установок.

### **6.8.2.6 Разгерметизация трубопровода**

Разлив в помещении узла дезактивации (помещение 358) дезактивирующего раствора максимальным объемом 2,5 м<sup>3</sup> с удельной активностью до  $1 \cdot 10^3$  кБк/кг на высоту 60 мм и выход при испарении радиоактивных аэрозолей в воздух помещения.

Количество испарений зависит от удельной активности воды, а также и от площади поверхности воды. Скорость испарения воды при нормальной температуре согласно литературным данным составляет -  $2,5 \cdot 10^{-5}$  кг/м<sup>2</sup> с. При температуре 40-50 °С скорость испарения увеличивается до 3 раз и может составить -  $7,5 \cdot 10^{-5}$  кг/м с. Примем, что площадь испарения - до 1 м<sup>2</sup>.

За время 1 час в день в воздух перейдет:  $2,5 \cdot 10^{-5}$  кг/м<sup>2</sup> с 1 м<sup>2</sup> 3600 сек \* 1 час = 0,9 кг воды.

Принимаем удельную активность воды  $1 \cdot 10^3$  кБк/кг. Таким образом, за 1 час в воздух может перейти до  $9 \cdot 10^5$  Бк.

При объеме помещения до 500 м<sup>3</sup> и кратности воздухообмена до 2 объемов в час, объемная активность воздуха может быть - до 900 Бк/м<sup>3</sup>, что не превышает установленные нормы радиационной безопасности по ДОА<sub>перс</sub> (НРБ-99/2009, приложение П-1) для каждого радионуклида, входящего в состав перерабатываемых ТРО.

Объемная активность аэрозолей, поступающих в воздух помещения при испарении в результате разгерметизации трубопровода, по каждому радионуклиду в сравнении с ДОА<sub>перс</sub> приведена в таблице 6.8.2.6.1.

Таблица 6.8.2.6.1 - Объемная активность аэрозолей в воздухе помещения в сравнении с ДОА<sub>перс</sub>

Элемент	Вклад, %	Объемная активность аэрозолей, Бк/м <sup>3</sup>	ДОА <sub>перс</sub> , Бк/м <sup>3</sup>
Cs <sup>137</sup>	55-65	585	$1,7 \cdot 10^3$
Cs <sup>134</sup>	5-12	108	$1,2 \cdot 10^3$
Sr <sup>89</sup>	30	270	$8,0 \cdot 10^3$
Sr <sup>90</sup>	15	135	$3,3 \cdot 10^2$
Co <sup>60</sup>	2-4,5	40,5	$2,8 \cdot 10^2$
Co <sup>58</sup>	2	18	$4,0 \cdot 10^3$
Mn <sup>54</sup>	2	18	$9,2 \cdot 10^3$
Zn <sup>65</sup>	2	18	$2,8 \cdot 10^3$
Cr <sup>51</sup>	2	18	$3,8 \cdot 10^5$
Eu <sup>152</sup>	менее 1	менее 9	$2,1 \cdot 10^2$
Eu <sup>154</sup>	менее 1	менее 9	$1,6 \cdot 10^2$

Мощность дозы гамма-излучения от разлива ЖРО с удельной активностью  $1 \cdot 10^3$  кБк/кг может составить до 15-20 мкЗв/ч.

При времени ликвидации аварии (деактивация оборудования, помещения) до 1 час индивидуальные дозы облучения персонала за счет внешнего излучения не превысят 20 мкЗв, внутреннего облучения - до 30 мкЗв.

#### 6.8.2.7 Отключение электрооборудования

Отказ системы электроснабжения приводит к остановке в работе электроприводного оборудования и к простою технологических установок.

Проектирование установок выполнено так, что потеря электроснабжения не приводит к опасным отказам. Ответственное для безопасности персонала оборудование подключается к источнику аварийного питания.

Прекращение транспортных операций с помощью крана, тали не имеют опасных радиационных последствий.

Отказ системы электроснабжения на длительное время, превышающее время подачи гарантированного электроснабжения, также не имеет опасных последствий. Радиационный контроль проводится с помощью переносных приборов.

#### **6.8.2.8 Пожар**

Пожар в здании ГК-1 может возникнуть как в результате нарушений требований пожарной безопасности или нарушений инструкций, техники безопасности персоналом при обращении с перерабатываемыми горючими ТРО.

Потенциальным источником пожара могут быть кабели и электроприводы оборудования, а также дизельное топливо, используемое в качестве топлива в спецавтомобиле, при вывозе переработанных отходов из здания.

Возгорание электроприводов приводит к выходу из строя технологического и транспортного оборудования, но не приводит к радиационной аварии, т.к. выхода радиоактивных веществ не происходит.

При возгорании горючих ТРО происходит срабатывание автоматической пожарной сигнализации. Для обеспечения пожарной безопасности здание ГК-1 оборудовано внутренним хозяйственно-противопожарным водопроводом. Тушение возгорания производится с помощью первичных средств пожаротушения.

Рассмотрим возгорание прессуемых горючих отходов объемом  $1 \text{ м}^3$  в помещении 11/1. При этом выгорают все  $1 \text{ м}^3$  ТРО с средней плотностью  $0,4 \text{ г/см}^3$  с удельной активностью до  $10000 \text{ кБк/кг}$ .

Срабатывает автоматическая пожарная сигнализация. Вентиляция по сигналу пожарной сигнализации отключается. Прекращаются все работы.

При горении ТРО часть радиоактивных нуклидов, содержащихся в отходах, поступит в воздух помещений. Полная активность нуклидов в контейнере составляет  $5 \cdot 10^9 \text{ Бк}$ . При горении в воздух может выделиться до  $2,5 \%$  сгоревших РВ, т.е.  $1 \cdot 10^7 \text{ Бк}$  (большая часть РВ останется в золе, количество которой может составить до  $10\%$ ).

Принимаем, что вся активность останется в помещении и при объеме  $500 \text{ м}^3$  активность воздуха в помещении может составить до  $2 \cdot 10^4 \text{ Бк/м}^3$ .

Ликвидация последствий пожара заключается в уборке образовавшейся во время пожара золы.

После пожара аэрозоли оседают на пол помещения. При площади помещения примерно  $100 \text{ м}^2$ , поверхностная загрязненность может составить до  $10 \text{ Бк/см}^2$  или до  $300 \text{ част/см}^2 \text{ мин}$ . МЭД в помещении может оставить за счет аэрозолей - до  $5 \text{ мкЗв/ч}$ . МЭД от золы, которая осталась в помещении - до  $300 \text{ мкЗв/ч}$ . Однако, на расстоянии  $1 \text{ м}$  от золы - не более  $30 \text{ мкЗв/ч}$ .

При времени ликвидации последствий пожара (сбор золы, дезактивация помещения, оборудования)  $1 \text{ час}$  индивидуальная доза облучения персонала за счет внешнего облучения не превысит  $35 \text{ мкЗв}$ . Объемная активность воздуха после оседания аэрозолей будет существенно меньше  $20000 \text{ Бк/м}^3$  и не превысит  $200 \text{ Бк/м}^3$ . Индивидуальная доза облучения персонала за счет внутреннего облучения без применения средств защиты составит до  $5 \text{ мкЗв}$ .

#### **6.8.2.9 Ликвидация аварийных ситуаций**

В случае возникновения аварии работы прекращаются. При помощи радиометрических приборов определяются размеры аварийной зоны, на ее границе устанавливаются «дисциплинирующие барьеры» и определяется «аварийный режим» входа в аварийную зону и выхода из нее. на входе в аварийную зону персонал надевает дополнительную защитную одежду, обувь и др. СИЗ, при выходе из аварийной зоны обязательны раздевание и дозиметрический контроль.

Ликвидацию последствий аварии осуществляет постоянно действующая аварийная спасательная бригада. В необходимых случаях предусмотрено подключение к ликвидации аварии сил и средств постоянной готовности Госкорпорации «Росатом».

Проведение работ в аварийной зоне допускается с разрешения представителя службы радиационной безопасности, по специальному наряду-допуску с указанием регламента проведения работ.

Аварийная бригада проводит следующие работы:

- собирает с помощью специальных средств просыпавшиеся ТРО и помещает их в радиационную упаковку;
- осуществляет радиометрические замеры и устанавливает участки, подлежащие в случае необходимости дезактивации;
- проводит дезактивацию загрязненных участков, а также дезактивацию оборудования по методике, выбранной в зависимости от типа загрязненных поверхностей, характера загрязнения;
- упаковывает отходы, образовавшиеся в результате дезактивации;
- после окончания работ составляется акт результатов ликвидации последствий радиационной аварии с протоколами дозиметрических и радиометрических измерений.

В целях предотвращения возможных проектных аварий и снижения их последствий предусмотрены меры, указанные в таблице 6.8.2.9.1.

Таблица 6.8.2.9.1 - Меры по предотвращению аварий и снижению последствий аварии

Фактор опасности	Предусмотренные меры по предотвращению возможных аварий и снижению их последствий
Пожары	1. Исключение накопления горючих ТРО в помещениях. 2. Обеспечение зон участков переработки горючих ТРО первичными средствами пожаротушения Проектом предусматриваются ограничения по обращению с горючими веществами на рабочих местах: в зоне участка сортировки и прессования в боксе ТГ-1 на отметке 0,000 - не более 400 кг, что обеспечивается при эксплуатации наличием в зоне одного контейнера $V = 1$ м с горючими отходами; в зоне участка фрагментации кабельных и полимерных отходов на отметке минус 3,300 - не более 100 кг, что обеспечивается при эксплуатации

	наличием в зоне одной 200л бочки с горючими отходами
Механические повреждения бочек, контейнеров	1. Ограничение высоты подъема бочек, контейнеров. 2. Ограничение скорости перемещения бочек, контейнеров с помощью крана мостового маззала и тали электрической в помещении 11/1. 3. Организация безопасности при перевозках контейнеров автотранспортом (движение автомашины с ограничением скорости).
Разгерметизация трубопроводов, содержащих РВ	Контроль качества сварных швов трубопроводов неразрушающими методами и с периодичностью, установленными в Технологическом регламенте
Радиационная нагрузка на персонал и население	1. Снижение времени работы с бочками и контейнерами за счет механизации при повышенном уровне излучения 2. Чередование места работы для исключения повышенных доз облучения для отдельных категорий сотрудников. 3. Контроль загрязнения воздуха аэрозолями РВ в помещениях. 4. Использование средств локальной очистки в местах производства работ, улавливающих респирабельные аэрозоли. 5. Использование СИЗ.

#### **6.8.2.10 Выводы**

Анализ безопасности показал, что дозы облучения при возможных аварийных ситуациях не превысят допустимых.

### **6.8.3 Анализ аварийных ситуаций при эксплуатации КП ЖРО (энергоблок №1)**

#### **6.8.3.1 Перечень исходных событий аварий**

В разделе рассмотрены следующие отказы:

- разлив ЖРО;
- разгерметизация упаковки РАО;
- прекращение электроснабжения;
- пожар в здании;
- полное разрушение бака БПЛ-Г хранения кубовых остатков;
- разрыв трубопровода транспортирования ЖРО.

#### **6.8.3.2 Разлив ЖРО**

При разрыве трубопровода или разгерметизации емкости происходит разлив ЖРО в помещении. Во всех помещениях, где расположено оборудование, выполнена облицовка пола нержавеющей сталью с отбортовкой, высота которой рассчитана в соответствии с объемами ЖРО в данном помещении и нормативными документами. Разлившиеся ЖРО собираются в трапы, выполненные в помещениях, и поступают в приемный приямок и далее из приямка погружным насосом передаются в баки исходных растворов.

После сбора ЖРО производится дезактивация помещения.

Объем бака исходного раствора составляет от 20 до 5 м<sup>3</sup>. Согласно расчетным оценкам, мощность дозы гама-излучения в помещениях емкостей с ЖРО на расстоянии 1 м от составляет от 1 до 5 мЗв/ч. Мощность дозы гамма-излучения при разливе в помещениях практически не изменится, возможно только некоторое уменьшение МЭД, вследствие расширения площади загрязненности.

Персонал, возможно, будет задействован только в осмотре аварийной ситуации при времени не более 1 -2 мин. Дозы облучения персонала не превысят допустимой за смену. Для устранения причины протечек (замена вентиляей, труб и т.п.) работы, требующие длительного времени (более одной смены), необходимо выполнять при отсутствии ЖРО в емкостях и т.п.

### 6.8.3.3 Разгерметизация радиационной упаковки

Разгерметизация радиационной упаковки (контейнера) может произойти в результате падения при выполнении транспортных операций из-за ошибочных действий персонала или неисправности погрузочно-разгрузочного оборудования. Для цементированных РАО данная аварийная ситуация не приведет к последствиям, однако для контейнера с ИОС актуальная. Контейнер НЗК-150. Количество сухих ИСО - 10<sup>3</sup> кг, удельная активность до 10<sup>5</sup> Бк/г.

Падение контейнера может привести к его деформации, разгерметизации и частичной просыпи ТРО. В этом случае возможно загрязнение поверхности пола, транспортных средств, контейнера, а также спецодежды и кожных покровов персонала выше уровней, установленных НРБ-99/2009 и ОСПОРБ 99/2010.

Принимается консервативный подход, при котором происходит разгерметизация контейнера с максимальным объемом ТРО. В контейнере может находиться до 1,3 м<sup>3</sup> ТРО с максимальной плотностью до 0,8 г/см<sup>3</sup> и весом до 1 т. Примем, что просыпается до 10% содержимого, что составляет 100 кг ТРО. При этом в воздух, в виде аэрозолей, может поступить до 0,01% от массы просыпи, т.е. ~ 1х10<sup>-2</sup> кг (10 г). Удельная активность ТРО может составить до 10<sup>5</sup> Бк/г.

Суммарная активность, которая перейдет в воздух составит 1х10<sup>6</sup> Бк. Масса аэрозолей разбавляется в объеме воздуха, равного объему помещения, поскольку вентиляция работает в нормальном режиме. Поскольку обращение с контейнером происходит в транспортном въезде, то минимальный объем помещения составляет 100 м<sup>3</sup>, в расчетах кратность воздухообмена -10. Объемная активность воздуха в помещении может составить до 1000 Бк/м<sup>3</sup>.

При скорости оседания аэрозолей диаметром в среднем 10 мкм и плотностью до 1,5 г/см<sup>3</sup> в среднем 1 см/с (36 м/ч) и высоте выброса от падения до 4 м практически в течение 15 мин. все аэрозоли осядут на пол помещения.

Примем, что время ликвидации аварийной ситуации составит не более 1 час.

Для консервативных оценок рекомендуется принять ДОА<sub>перс</sub> = 1700 Бк/м<sup>3</sup> (Cs-137).

Индивидуальные дозы облучения персонала за счет внутреннего облучения при времени работы 1 час на ликвидацию рассыпания могут составить до 10 мкЗв без учета средств защиты органов дыхания. Индивидуальные дозы облучения персонала

за счет внешнего облучения при времени работы 1 час на ликвидацию рассыпания могут составить до 100 мкЗв.

#### **6.8.3.4 Прекращение электроснабжения**

При аварии, связанной с обесточиванием, работы прекращаются.

Если прекращение электроснабжения произойдет при транспортно-технологических операциях, возможно зависание контейнера с РАО в результате остановки грузоподъемного механизма. Данная ситуация не приводит к аварии, т.к. конструкция грузоподъемных механизмов исключает возможность падения контейнера.

#### **6.8.3.5 Пожар в здании**

Пожар может возникнуть, как вследствие внешних воздействий, так и внутренних нарушений. В частности, источником пожара может являться короткое замыкание в электрических сетях.

Основной состав горючих ТРО (образующихся в результате эксплуатации установок) представляют ТРО в виде материалов, используемые для дезактивации оборудования и помещений (ветошь, тампоны), отработанные СИЗ. Данный вид отходов - категория нАО.

Для оценки радиационных последствий пожара рассматривается авария, связанная с горением низкоактивных ТРО в бочке вместимостью 200 л. При этом выгорают все 0,2 м<sup>3</sup> ТРО с плотностью 0,5 г/см<sup>3</sup> с удельной активностью до 1000 кБк/кг. Полная активность нуклидов в бочке составляет 2,5х10<sup>8</sup> Бк. При горении в воздух может выделиться до 2,5% сгоревших РВ, т.е. 6,25х10<sup>6</sup> Бк (большая часть останется в золе, количество которой может составить до 10%).

Принимаем, что вся активность останется в помещении и при объеме 100 м<sup>3</sup> объемная активность воздуха в помещении может составить до 6,25х10<sup>4</sup> Бк/м<sup>3</sup>. Вентиляция во время пожара выключена, пожар ликвидируется вновь смонтированной системой пожаротушения. Ликвидация последствий пожара заключается в уборке образовавшейся во время пожара золы.

После пожара аэрозоли осядут на пол помещения. При площади помещения примерно 25 м<sup>2</sup> (объем 100 м<sup>3</sup>) поверхностная загрязненность может составить до 25 Бк/см<sup>2</sup> или 750 част/см<sup>2</sup> х мин.

При времени ликвидации последствий пожара (сбор золы, дезактивация) 1 час индивидуальная доза облучения персонала за счет внешнего облучения не превысит 20 мкЗв. Индивидуальная доза облучения персонала за счет внутреннего облучения без применения средств защиты - до 2,5 мкЗв.

Пожар в помещении будет носить локальный характер и не представляет большой опасности с точки зрения радиационных последствий.

Любые работы по тушению пожара необходимо проводить с использованием дополнительных средств защиты.

#### **6.8.3.6 Полное разрушение бака БПЛ-Г хранения кубовых остатков**

Жидкие радиоактивные отходы хранятся в баках хранилищ жидких радиоактивных отходов (ХЖО-1, ХЖО-2). Емкость БПЛ-Г является частью действующего сооружения ХЖО-2 Белоярской АЭС.

В случае полного разрушения приемного бака кубового остатка объемом  $20 \text{ м}^3$  происходит разлив ЖРО категории САО в помещении.

Помещения облицованы нержавеющей сталью с высотой отбортовки 1100 мм. Расчетная высота разлива составляет 850 мм (объем ЖРО  $20 \text{ м}^3$  и площадь помещения  $23,4 \text{ м}^2$ ) без учета объема приемка ( $0,8 \times 1,0 \times 0,5 \text{ м} = 0,4 \text{ м}^3$ ). По сигналу датчика, расположенного в приемке, о наличии влаги автоматически включается насос среднеактивной спецканализации, начинается откачка ЖРО в резервную пустую емкость объемом  $20 \text{ м}^3$ .

После удаления ЖРО из приемка (при производительности насоса  $5 \text{ м}^3/\text{ч}$  время откачки составит 4 часа) и оседания аэрозолей (по результатам контроля радиационной обстановки в помещении) производится дезактивация помещения (откачка образующихся ЖРО категории НАО производится из приемка помещения в баки трапных вод, расположенные в подвале здания). Объем отходов от дезактивации помещения составляет около 250 л. После дезактивации помещения производятся ремонтные работы.

### **6.8.3.7 Разрыв трубопровода транспортирования ЖРО**

При разрыве трубопровода на полное сечение истечение ЖРО происходит только из одного конца трубопровода, т.к. насос (напор в трубопроводе) может находиться только на одном конце трубопровода, а при монтаже выполняется уклон трубопровода, поэтому из другого конца трубопровода истечение будет направлено в сторону, противоположную разрыву. Протечка трубопровода может продлиться не более 10 минут в соответствии с алгоритмом, заложенным в управление насосами. Производительность подающих насосов не более  $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Поверхность пола транспортного коридора эстакады выполнена с уклоном и с облицовкой нержавеющей сталью, высота отбортовки не менее 200 мм. В стороне максимального уклона выполнен приемок (облицован нержавеющей сталью) для сбора протечек. Из приемка погружным насосом производится откачка ЖРО в емкости ХЖО. Таким образом, истечение ЖРО на подстилающую поверхность исключено.

При разрыве трубопровода в «грязном» коридоре эстакады и отключении подающего насоса в течение 10 мин, произойдет разлив ЖРО в количестве 830 л при производительности насоса  $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

По сигналу датчика (в течение 2-3 минут после разрыва трубопровода), установленного в приемке, автоматически включается насос, откачивающий ЖРО. За 3 мин. объем пролившихся ЖРО составит 250 л. Объем приемка составляет 200 л, высота отбортовки «грязного» коридора составляет 200 мм. Произойдет переполнение приемка, но за счет наличия облицовки коридора с высотой отбортовки 200 мм, выхода ЖРО за пределы облицовки не произойдет.

После откачки разлившихся ЖРО (время откачки составит 10 минут) производится дезактивация помещения. Объем вторичных ЖРО категории НАО от дезактивации помещения составит при максимальном удалении разрыва трубопровода от приемка до 400 л. После дезактивации выполняются ремонтные работы.

### **6.8.4 Порядок ликвидации аварийной ситуации**

В случае возникновения аварии работы прекращаются. При помощи радиометрических приборов определяются размеры аварийной зоны, на ее границе устанавливаются

ливаются «дисциплинирующие барьеры» и определяется «аварийный режим» входа в аварийную зону и выхода из нее. На входе в аварийную зону персонал надевает дополнительную защитную одежду, обувь и другие СИЗ, при выходе из аварийной зоны обязательны раздевание и дозиметрический контроль.

На Белоярской АЭС функционирует спасательная служба радиационной, химической защиты Белоярской АЭС, действующей на основании «Положения о спасательной службе радиационной, химической защиты Белоярской АЭС» № ПЖ-ОРБ-003, утвержденное директором Белоярской АЭС 11.02.2016 г. Ликвидацию последствий аварии осуществляет постоянно действующая аварийная спасательная бригада. В необходимых случаях предусмотрено подключение к ликвидации аварии сил и средств постоянной готовности Госкорпорации «Росатом».

Проведение работ в аварийной зоне допускается с разрешения представителя службы радиационной безопасности, по специальному наряду-допуску с указанием регламента проведения работ.

Аварийная бригада проводит следующие работы:

- собирает с помощью специальных средств просыпавшиеся ТРО и помещает их в радиационную защитную упаковку;
- осуществляет радиометрические замеры и устанавливает участки, подлежащие в случае необходимости дезактивации;
- проводит дезактивацию загрязненных участков, а также дезактивацию оборудования по методике, выбранной в зависимости от типа загрязненных поверхностей, характера загрязнения;
- упаковывает отходы, образовавшиеся в результате дезактивации;
- после окончания работ составляется акт результатов ликвидации последствий радиационной аварии с протоколами дозиметрических и радиометрических измерений.

## **6.8.5 Анализ аварийных ситуаций на энергоблоке № 4**

### **6.8.5.1 Перечень исходных событий аварий**

В разделе рассмотрены следующие нарушения нормальной эксплуатации в системах обращения с РАО:

- падение контейнера с ОЖРО или контейнера с высокоактивными ТРО;
- нарушение в работе узла промежуточного хранения ЖРО;
- нарушение в работе установки цементирования;
- отказы и нарушения в работе систем сдувок, вентиляции и газоочистного оборудования.

Нарушения нормальной эксплуатации в системах обращения с жидкими радиоактивными средами (ЖРС) не рассматриваются, так как концентрация радионуклидов в стоках незначительна и не может привести к аварийным ситуациям.

### **6.8.5.2 Падение контейнера с ОЖРО или контейнера с высокоактивными ТРО**

Отказом для системы обращения с ТРО является гипотетическое падение НЗК с ОЖРО и внутристанционного защитного контейнера с высокоактивными ТРО, а также ТУК ТК-11БН (как проходящего по технологической цепочке через ХТРО-3).

В случае гипотетического падения НЗК при выполнении подъема или опускания в отсеках хранения ХНЗК с максимальной высоты 12 метров без применения дополнительных технических средств может произойти разрушение НЗК, т.е. нарушение целостности упаковки и выход радиоактивных веществ в пределах отсека хранения. Для исключения разрушения нЗК проектом предусматривается применение амортизаторов, снижающего нагрузку до допустимой величины, эквивалентной падению НЗК с высоты 1,2 метра.

Предусмотренная система обращения с твердыми радиоактивными отходами, предназначенная для сбора, сортировки, переработки, упаковки, временного хранения и вывоза твердых и отвержденных жидких радиоактивных отходов (ТРО), отвечает требованиям НД.

Система надежно обеспечивает радиационную безопасность персонала и исключает радиоактивное загрязнение помещений АЭС и окружающей среды при обращении с радиоактивными отходами как в режиме нормальной эксплуатации, так и при возможных аварийных ситуациях.

### **6.8.5.3 Нарушение работы узла промежуточного хранения ЖРО**

К возможному нарушению нормальной эксплуатации системы могут привести следующие события:

- отказ в работе работающего насоса;
- превышение (понижение) установленного давления в баках;
- обесточивание системы;
- прекращение подачи сжатого воздуха;
- разгерметизация бака.

#### **6.8.5.3.1 Отказ в работе работающего шлангового насоса**

Признаком данного нарушения является падение давления на напоре насоса. На ЩУСК поступает сигнал и оператором производится включение резервного насоса. Функционирование системы продолжается.

Предусмотрено 100% резервирование насосного оборудования системы. При выходе из строя шланговых насосов для перекачки ЖРО на установку цементирования может быть задействован монжус.

#### **6.8.5.3.2 Превышение (понижение) установленного давления в баках.**

Признаком данного нарушения является повышение (понижение) давления в сдувочном коллекторе баков.

Происходит срабатывание гидрозатвора, установленного на каждом баке. При превышении давления избыточное давление воздушной среды сбрасывается из бака в помещение бокса бака. При этом не ожидается повышения давления в аварийном помещении, распространение загрязненного воздуха по другим помещениям и предотвращается выброс радиоактивных веществ в атмосферу, поскольку вытяжная система вентиляции обеспечивает разрежение в боксах баков и имеет аэрозольные фильтры, обеспечивающие необходимую степень очистки вытяжного воздуха.

При создании в баке разрежения ниже установленной величины воздух из помещения подсасывается через гидрозатвор в бак. Целостность бака не нарушается.

После устранения причин отклонения давления в баке нормальное функционирование системы 4КРК восстанавливается.

#### **6.8.5.3.3 Обесточивание системы**

В случае отказа системы подачи энергоснабжения все насосы прекращают работу, при этом все клапаны с электроприводом не меняют положения запорного органа. В этом случае функционирование системы прекращается до восстановления электроснабжения.

#### **6.8.5.3.4 Прекращение подачи сжатого воздуха**

При прекращении подачи сжатого воздуха прекращаются операции перекачки ЖРО с помощью монжусов и операции по взрыхлению содержимого баков ЖРО.

#### **6.8.5.3.5 Разгерметизация бака**

При разгерметизации бака происходит выход в помещение ЖРО, которые локализируются в объеме аварийного бокса, за счет облицовки помещения бака (облицовка пола выполнена нержавеющей сталью с отбортовкой на стены высотой на 200 мм больше уровня максимального залива помещения).

Факт аварии определяется по срабатыванию сигнализатора уровня в приемке (зумпфе) аварийного бокса, поступающего на ЩУСК.

При поступлении сигнала на щит управления прекращается подача ЖРО в разгерметизированный бак, собирается схема откачки в резервный бак с подключением всасывающего трубопровода насосов к трубопроводу удаления протечки из зумпфа бокса аварийного бака.

При разгерметизации бака не ожидается повышения давления в аварийном помещении, вытяжная система вентиляции, имеющая аэрозольную очистку, препятствует неконтролируемому распространению загрязненного воздуха по соседним помещениям, чем исключается нарушение нормальной эксплуатации, характеризующееся нарушениями пределов и/или условий безопасной эксплуатации энергоблока.

В послеаварийные мероприятия, связанные с локализацией ЖРО, вышедших при разгерметизации бака, входят:

- откачка ЖРО в резервный бак;
- последующая деактивация аварийного помещения;
- откачка деактивирующих растворов на последующую переработку;
- подготовка и вывод в ремонт разгерметизированного бака.

Функционирование системы при этом продолжается с использованием резервного бака.

Удаление протечек из помещений, оборудованных зумпфами, где расположено оборудование, содержащее сорбенты или кубовый остаток, производится насосами перекачки сорбентов или перекачки кубового остатка. Предусмотрена так же возможность удаления протечек с помощью монжуса.

#### **6.8.5.4 Нарушения в работе установки цементирования**

К возможному нарушению нормальной эксплуатации системы могут приводить следующие события:

- отказ в работе работающих насосов системы;
- превышение (понижение) установленного давления в баках ЖРО;
- отказ в работе перемешивающих устройств баков ЖРО;
- отказ в работе смесителя;
- разгерметизация баков ЖРО;
- разгерметизация концентратора;
- обесточивание системы;
- прекращение подачи охлаждающей воды;
- прекращение подачи греющего пара;
- прекращение подачи сжатого воздуха

#### **6.8.5.4.1 Отказ в работе работающих насосов системы**

Признаком отказа работающих насосов является падение давления в напорном коллекторе насосов. На ЩУСК подается сигнал и производится автоматическое включение резервного насоса. Функционирование системы продолжается. Насосы перекачки пульпы ИОС имеют независимые всасывающие и напорные трубопроводы, что позволяет продолжать работу системы цементирования при возможной забивке одного из трубопроводов подачи пульпы ИОС.

Для исключения пробок на трубопроводах подачи ЖРО для насосного оборудования после каждой остановки предусмотрена промывка горячим конденсатом. Слив промывочных вод из напорных трубопроводов насосов пульпы производится в специальный бак, с последующей выдачей рабочей среды бака в приемный бак пульпы.

#### **6.8.5.4.2 Превышение (понижение) установленного давления в баках ЖРО**

При превышении (понижении) установленного давления в баках, содержащих ЖРО, срабатывает гидрозатвор, которым оборудованы сдувные линии. При превышении давления воздушная среда бака выбрасывается в бокс бака через гидрозатвор и ловушку. При понижении давления воздушная среда из бокса подсасывается в бак через ловушку и гидрозатвор. После устранения причин отклонения давления в баках функционирование системы цементирования продолжается.

#### **6.8.5.4.3 Отказ в работе перемешивающих устройств баков ЖРО**

Признаком отказа в работе перемешивающего устройства бака является снижение токовой нагрузки на электродвигателях приводов. Рассматривается отказ в работе перемешивающего устройства одного из баков. На ЩУСК поступает информация о срабатывании сигнализатора вращения вала перемешивающего устройства, оператором открывается клапан на трубопроводе подвода сжатого воздуха в соответствующий бак и производится перемешивание содержимого бака сжатым воздухом через кольцо-барботер. В период перемешивания происходит сброс загрязненной воздушной среды из бака в систему СГО с расходом не более 120 м<sup>3</sup>/ч, при этом

выполняются операции по откачке содержимого бака в свободную емкость системы цементированья или в соответствующие баки системы промежуточного хранилища.

Бак готовится к ремонту и вскрывается для ремонта перемешивающего устройства. Система может продолжать работу в режимах, при которых не задействуется аварийный бак, или останавливается.

#### **6.8.5.4.3 Отказ в работе смесителя**

Причинами нарушения нормальной эксплуатации смесителя могут быть:

- неисправность механизмов перемешивания;
- заклинивание мешалки из-за резкого увеличения вязкости цементного компаунда;
- попадания металлического предмета в смеситель;
- поломка привода затвора

Признаком отказа в работе перемешивающего устройства смесителя является снижение или повышение токовой нагрузки на электродвигателе привода.

В случае снижения токовой нагрузки (неисправность механизмов перемешивания) срабатывает сигнализатор вращения вала перемешивающего устройства. При поступлении сигнала на ЩУСК автоматически отключается привод мешалки, прекращается подача сухого компонента и ЖРО, оператором включается привод запорного устройства смесителя на открытие патрубка выдачи ЖРО в монжус, открывается клапан на трубопроводе подвода воды собственных нужд с давлением 6,3 МПа из бака промывки смесителя и производится промывка смесителя с опорожнением цементосодержащего раствора в монжус.

В случае перегрузки по току (заклинивание мешалки, попадание предмета в смеситель) автоматически отключается привод мешалки, прекращается подача сухого компонента и ЖРО, производится аварийная промывка смесителя по вышеописанной схеме.

В случае поломки привода затвора оператором без отключения привода мешалки отсоединяется редуктор привода затвора, вручную сдвигается шток затвора и содержимое смесителя сливается в контейнер. По окончании операции производится промывка затвора и смесителя по штатной схеме.

Работа системы цементированья прекращается. Система подвергается промывке и готовится к выполнению ремонтных работ.

#### **6.8.5.4.4 Разгерметизация баков ЖРО**

При разгерметизации одного из баков, будет иметь место авария с течью радиоактивных сред, которые собираются в герметичной облицовке помещения бокса бака (облицовка пола и стен нержавеющей сталью на высоту на 200 мм больше высоты максимального залива помещения) и локализуется в объеме аварийного бокса.

Факт аварии определяется по сигналу датчика трапа спецканализации или сигнализатора наличия протечки в зумпфе этого бокса, поступающему на ЩУСК.

Повышения давления в аварийном боксе не ожидается, вытяжная система вентиляции препятствует неконтролируемому распространению загрязненного воз-

духа по соседним помещениям и обеспечивает аэрозольную очистку удаляемого воздуха, чем смягчаются последствия нарушения нормальной эксплуатации

В послеаварийные мероприятия, связанные с локализацией радиоактивных сред, вышедших при разгерметизации бака входят

- отключение разгерметизированного бака;
- дистанционное открытие спускного вентиля трапа спецканализации для слива радиоактивной среды в систему спецканализации или открытие вентиля откачки протечки из зумпфа и пуск соответствующего насоса, для удаления ЖРО в соответствующие баки узла промежуточного хранения;
- последующая дезактивация аварийного помещения горячим конденсатом, подаваемым из системы приготовления и подачи дезактивирующих растворов;
- закрытие спускного вентиля трапа спецканализации;
- подготовка и вывод в ремонт разгерметизированного бака.

Функционирование системы при этом сохраняется до завершения процесса перемешивания цементного компаунда в смесителе или до принятия решения о раздельной переработке ЖРО из не разрушенного бака пульпы (кубового остатка). После завершения процесса перемешивания цементного компаунда в смесителе и выгрузки его в контейнер система цементирования останавливается, выполняются операции промывки оборудования.

#### **6.8.5.4.5 Разгерметизация концентратора**

При разгерметизации концентратора будет иметь место авария с течью радиоактивных горячих сред, которые собираются в герметичной облицовке помещения бокса концентратора (облицовка пола и стен нержавеющей сталью на высоту на 200 мм больше высоты максимального залива помещения) и локализуется в объеме аварийного бокса.

Факт протечки обнаруживается по сигналу наличия протечки в трапе помещения концентратора, поступающему на ЩУСК.

В послеаварийные мероприятия, связанные с локализацией радиоактивных сред, вышедших при разгерметизации концентратора входят:

- аварийное отключение концентратора;
- дистанционное открытие спускного вентиля трапа спецканализации для слива радиоактивной среды в систему спецканализации с одновременной подачей горячего конденсата на обмывку помещения, для разбавления концентрата кубового остатка и предотвращения кристаллизации;
- последующая дезактивация аварийного помещения горячим конденсатом, подаваемым из системы приготовления и подачи дезактивирующих растворов;
- закрытие спускного вентиля трапа спецканализации;
- подготовка и вывод в ремонт концентратора.

Функционирование системы прекращается. Система цементирования останавливается и промывается для предотвращения схватывания цемента и образования твердых отложений.

#### **6.8.5.4.6 Обесточивание**

При аварийном обесточивании активные элементы системы останавливаются. Функционирование системы прекращается до восстановления электроснабжения. Смеси-тель и его запорное устройство промываются водой собственных нужд, из бака промывки смесителя с использованием сжатого воздуха для выдачи воды.

#### **6.8.5.4.7 Прекращение подачи сжатого воздуха**

При прекращении подачи сжатого воздуха нарушается нормальная эксплуатация эжектора, вследствие чего может произойти увеличение избыточного давления (не более 10 кПа) в аппаратах узла концентрирования.

Для исключения подобной ситуации автоматически отключаются насосы подачи кубового остатка в роторный концентратор и подача греющего пара.

Прекращение подачи сжатого воздуха также приведет к выходу из работоспособного состояния систем барботажа в аппаратах и транспортирования радиоактивных сред (для аппаратов, опорожняемых давлением сжатого воздуха).

При прекращении подачи сжатого воздуха необходимо прекратить проведение всех технологических операций.

Система вводится в режим работы при восстановлении подачи сжатого воздуха.

#### **6.8.5.4.8 Прекращение подачи охлаждающей воды**

При прекращении подачи охлаждающей воды нарушается нормальная эксплуатация конденсатора вторичного пара и, как следствие, прекращается конденсация пара, поступающего из роторного концентратора. В системе аппаратов узла концентрирования возникает кратковременное избыточное давление (не более 10 кПа).

При прекращении подачи охлаждающей воды на конденсатор автоматически отключаются насосы подачи кубового остатка, закрывается арматура на трубопроводе подачи кубового остатка из бака-мешалки КО в роторный концентратор и прекращается подача греющего пара в роторный концентратор. Система цементирования аварийно останавливается, выполняются операции промывки оборудования.

Система вводится в работу при восстановлении подачи охлаждающей воды.

#### **6.8.5.4.9 Прекращение подачи греющего пара**

При прекращении подачи греющего пара система цементирования аварийно останавливается. При длительном перерыве в подаче греющего пара принимаются меры по предотвращению кристаллизации концентрата кубового остатка (перекачка ККО в приемную емкость пульпы и разбавление его водой до безопасной концентрации), выполняются операции по промывке роторного концентратора и сборника ККО.

#### **6.8.5.5 Отказы и нарушения в работе систем сдувок, вентиляции и газоочистного оборудования**

Отказы и нарушения в работе систем сдувок, вентиляции и газоочистного оборудования не приводят к превышению пределов и условий безопасной эксплуатации энергоблока АС.

В режиме с отказом оборудования рабочей системы переключение на резервную систему производится оператором или автоматически. Функционирование системы продолжается.

В целях предотвращения возможных проектных аварий и снижения их последствий предусмотрены меры, указанные в таблице 6.8.5.5.1.

Таблица 6.8.5.5.1 — Меры по предотвращению аварий и снижению последствий аварий

Фактор опасности	Предусмотренные меры по предотвращению возможных аварий и снижению их последствий
Разность давлений на входе и выходе аэрозольного фильтра выше определенного значения	Замена фильтра или промывка специальными растворами. Функционирование системы при этом осуществляется с использованием резервного фильтра
Отказ в работе газодувки (вентилятора), определяемый по уменьшению разности давления на входе и выходе	Замена (ремонт) оборудования. Функционирование системы осуществляется с использованием резервной газодувки (вентилятора)
Разгерметизация воздуховода	Поврежденный участок отсекается арматурой, после проведения ремонта работа возобновляется
Отказ в работе насоса водокольцевого вакуумного	Замена (ремонт) оборудования. Функционирование системы осуществляется с использованием резервного насоса

Отказы и нарушения в работе системы не приводят к превышению пределов и условий безопасной эксплуатации АС.

### **6.9 Оценка воздействия объекта на зоны с особыми условиями использования**

Ближайшие ООПТ расположены на значительном расстоянии от площадки размещения Белоярской АЭС. Все виды воздействия ограничены территорией или санитарно-защитной зоны Белоярской АЭС, влияния на объекты, с целью сохранения которых созданы ООПТ, не предполагается.

## **7. Сведения о деятельности по обращению с радиоактивными отходами**

### **7.1 Сведения о праве собственности РАО.**

РАО, хранящиеся на Белоярской АЭС подразделяются по праву собственности на:

- накопленные (Федеральная собственность);
- собственные (собственность эксплуатирующей организации – КРЭА).

7.2 Система обращения с ЖРО исключают сбросы в окружающую среду. Все ЖРО перерабатываются и отверждаются.

Система обращения с ТРО также обеспечивает их надежное хранение без контакта с окружающей средой. Все ТРО хранятся на территории АЭС до вывоза на долговременное хранение или захоронение в региональные хранилища РАО. Радиационное воздействие на окружающую среду и население не превышает уровней регламентированных НД.

Газоаэрозольный выброс в атмосферу воздуха из помещений зоны контролируемого доступа АЭС перед выбросом подвергается эффективной очистке при необходимости и непрерывному радиационному контролю, что гарантирует выполнение требований СП АС-03 в части защиты персонала и населения, а значит и всей биоты в целом.

На территории АЭС и ЗН предусматривается радиационный контроль за содержанием радионуклидов в окружающей среде.

### **7.2 Сбор ТРО**

#### **7.2.1 Сбор ТРО. Блоки 1, 2, 3**

Сбор и сортировка очень низкоактивных и низкоактивных отходов производится персоналом подразделений Белоярской АЭС на рабочих местах в местах их образования. Прием ТРО производится цехом по обращению с радиоактивными отходами (ЦОРО) в установленное время в специально отведенных пунктах приема в рассортированном (в соответствии с их классификацией по постановлению Правительства РФ от 19.10.2012 № 1069 по активности, физическим, химическим свойствам и методам переработки) виде в контейнеры-сборники.

В случае образования на энергоблоке № 3 ТРО категории САО они собираются и упаковываются в металлические бочки в местах их образования и направляются на паспортизацию и промежуточное хранение в отсек № 9 ХСО-2, предназначенный для контейнерного хранения отходов в соответствующих железобетонных контейнерах типа НЗК, или в ХТРО-2 энергоблока № 4, предназначенные для контейнерного хранения ТРО средней активности. Пустые контейнеры-сборники ТРО хранятся в установленных для этого местах, включая места приема ТРО, допускается их хранение на крыше ХСО1.

Сбор ТРО производится строго отдельно в зависимости:

- от способа переработки (прессуемые, сжигаемые, неперерабатываемые);
- от степени активности (очень низкоактивные, низкоактивные, среднеактивные, высокоактивные);
- от физической природы и состава (металл, теплоизоляция, бетон, илы и т.д.);
- по принятому способу переработки или хранения.

Образующиеся при сортировке отходов в ЗКД нерадиоактивные отходы

направляются в ЗСД для повторной сортировки на «чистые» и на загрязненные техногенными радионуклидами. «Чистые» отходы направляются на полигон ТБО, а отходы, загрязненные техногенными радионуклидами на временное хранение в отсек №3 ХСО-2.

Для сбора отходов на месте их образования используются полиэтиленовые или крафт-мешки, которые после их заполнения герметизируются с помощью бечевки, степлера или другим способом для предотвращения разноса пыли.

ДЛЯ предварительной сортировки отходов ЗКД сборники-контейнеры имеют отличительную окраску:

- ОНРАО белый;
- НАО-желтый;
- САО -голубой;
- ВАО -красный.

Твердые радиоактивные отходы категории ОНРАО и НАО, поступают на штатные пункты приема отходов и в сортированном виде, по способам переработки, направляются на прессование, дезактивацию и хранение.

#### **7.2.2 Сбор ТРО. Блок №4**

Сбор и сортировка очень низкоактивных, низко и среднеактивных ТРО производится на местах их образования, в специально отведенных и соответствующим образом оборудованных местах, путем загрузки в соответствующую тару разового пользования (бумажные или пластиковые мешки), с учетом их уровня активности и способам переработки. Предварительная сортировка отходов по мощности дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от поверхности на очень низкоактивные, низко- и среднеактивные ТРО производится до затаривания отходов в мешки. После заполнения мешки запечатываются с помощью бечевки, степлера или другим способом, далее загружаются в необходимые оборотные контейнеры-сборники.

Мешки с очень низкоактивными отходами снабжаются этикетками с надписями «На прессование», «На сжигание», «Неперерабатываемые» и помещаются в соответствующие (белого цвета) оборотные контейнеры-сборники. Мешки с низко- и среднеактивными ТРО размещаются в соответствующих (желтого цвета (НАО), голубого цвета (САО)) контейнерах-сборниках с соответствующей маркировкой: «очень низкоактивные», «низкоактивные», «среднеактивные».

Контейнеры-сборники устанавливаются в специально отведенных местах.

Количество контейнеров-сборников должно определяться заранее путем прогнозирования количества ТРО, их состава и активности.

Контейнеры должны быть снабжены следующими надписями:

- на измельчение;
- на прессование.

### **7.3 Сбор ЖРО**

Сбор ЖРО является обязательным этапом подготовки их к переработке, хранению и кондиционированию и обеспечивает исключение поступления радионуклидов в окружающую среду выше пределов, установленных санитарными правилами, нормами и гигиеническими нормативами, федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии, путем сосредоточения ЖРО в

специальных емкостях, выполненных из нержавеющей стали.

Сбор ЖРО производится в последовательности, обеспечивающей минимальное возможное облучение работников (персонала).

Учитываемые характеристики ЖРО:

- химический состав и фазовое состояние;
- величина суммарной активности;
- радионуклидный состав, величина удельной бета-активности.

Характеристики отвержденных ЖРО (цементный компаунд):

- радионуклидный состав, величина удельной бета-активности, мощность эквивалентной дозы;
- водостойчивость (скорость выщелачивания радионуклидов по Cs137 и Sr90);
- механическая прочность (предел прочности при сжатии);
- радиационная устойчивость;
- устойчивость к термическим циклам;
- водостойкость;
- объем не вошедших в состав компаунда ЖРО.

### **7.3.1 Сбор ЖРО. Блоки 1, 2, 3**

В настоящее время ЖРО, образующиеся при эксплуатации систем действующего блока № 3 и блоков № 1 и 2, выведенных из эксплуатации, поступают в подземные или заглубленные баки трапных вод, бессолевых вод и душевых вод, откуда они направляются на переработку в системы здания СВО. Для переработки ЖРО в составе СВО предусмотрена выпарная установка III.

Баки СВО для приема трапных, обмывочных и регенерационных вод и баки чистого конденсата расположены вне здания СВО по его периметру. Баки имеют следующие защитные барьеры на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в окружающую среду: железобетонную конструкцию, облицовку внутри из нержавеющей стали, и имеют со всех сторон и наверху земляную обваловку. Все баки соединены с оборудованием СВО нержавеющей трубой, проложенными в непроходных подземных каналах, имеющих уклон в сторону здания СВО.

Контроль за герметичностью баков СВО осуществляется при помощи следующих технических решений и организационных мероприятий по обеспечению безопасности при обращении с РАО: контроля уровня воды, ее химического состава и активности в наблюдательных скважинах по периметру баков, сравнительного анализа на химический и изотопный состав проб воды из скважин с повышенной активностью воды на порядок от многолетнего сезонно наблюдаемого уровня и из баков СВО, вокруг которых находятся эти скважины.

В случае разуплотнения трубопроводов обвязки баков возможно появление течей в помещениях на минусовых отметках главного корпуса и СВО, где проходят эти трубопроводы, более быстрое накопление воды в дренажных приемках (определяется; регламентные обходы помещений производятся дважды в смену).

Выпарная установка расположена в отдельно стоящем здании спецводоочистки (здание СВО), относящемся к I очереди Белоярской АЭС.

В результате переработки радиоактивных вод на выпарной установке СВО получается раствор солей (кубовый остаток), который направляется на ХЖО.

ЖРО, образующиеся в результате переработки на выпарной установке радиоактивных вод блоков № 1, 2 и 3, хранятся в виде солевых растворов (кубовый остаток), пульпы фильтрующих материалов и шламов трапных вод в емкости ХЖО-1, ХЖО-2.

ЖРО хранятся в герметичных бетонных емкостях, облицованных внутри нержавеющей листовым металлом.

Перечень емкостей ХЖО приведен в таблице 7.3.1.

Таблица 7.3.1. Перечень емкостей ХЖО.

Наименование	Краткое обозначение	Вместимость, м <sup>3</sup>
<b>ХЖО-1</b>		
Бак кубового остатка	БКО-А	400
Бак кубового остатка	БКО-Б	400
Бак кубового остатка	БКО-В	400
Бак кубового остатка	БКО-Г	400
Бак пульпы	БПЛ-А	400
Бак пульпы	БПЛ-Б	400
<b>ХЖО-2</b>		
Бак кубового остатка	БКО-Д	1000
Бак кубового остатка	БКО-Е	1000
Бак кубового остатка (резерв)	БКО-Ж	1000
Бак пульпы	БПЛ-В	500
Бак пульпы	БПЛ-Г	500
Бак выдержки	БВ-А	500
Бак выдержки	БВ-Б	500
Бак аварийный	БА-А	14
Бак сбора протечек	БСП	10

ХЖО-1 включает в себя 4 емкости (БКО-А, БКО-Б, БКО-В, БКО-Г) объемом по 400 м<sup>3</sup> для хранения кубового остатка и 2 емкости (БПЛ-А, БПЛ-Б) объемом по 400 м<sup>3</sup> для хранения пульпы, отработанной ионообменной смолы и конденсата вторичного пара после ДЖО.

ХЖО-2 включает в себя 3 емкости (БКО-Д, БКО-Е, БКО-Ж) объемом по 1000 м<sup>3</sup> и 4 емкости (БВ-А, БВ-Б, БПЛ-В, БПЛ-Г) объемом по 500 м<sup>3</sup> для хранения кубового остатка. Емкость БКО-Ж находится в резерве для приема ЖРО из других емкостей ХЖО или СВО. Для приема на хранение горючих жидких радиоактивных отходов предусмотрен бак БА-А.

Бак сбора протечек предназначен для приема протечек из технологических приемков П-12, П-14, П-15, из дозиметрического приемка поддона ХЖО-2 П-13, а также для приема вод из дозиметрических колодцев Д-1-6, из наблюдательных скважин, расположенных в районе ХЖО-1 и ХЖО-2. Протечки из технологических приемков принимаются в БСП, а вода из Д-1-6, П-13 и наблюдательных скважин принимается в БСП через контрольную емкость, в которой установлен датчик контроля активности.

Контроль герметичности емкостей ХЖО осуществляется при помощи сигнализаторов уровней и уровнемеров, установленных на каждой емкости, при помощи сигнализаторов уровней воды, химического и радионуклидного состава

воды в дозиметрических колодцах Д-1 Д-6 для емкостей ХЖО-1 и дозиметрическом приямке П-13 для емкостей ХЖО-2. На каждой емкости ХЖО-1 и ХЖО-2 установлены сигнализаторы верхнего и нижнего уровня.

Дозиметрический колодец представляет собой металлическую трубу диаметром 0,15 м, установленную вертикально на расстоянии 1-1,5 м от периметра емкости. Под трубой находится приямок диаметром 0,15 м, расположенный на 0,25 м ниже уровня поддона, на котором установлены емкости ХЖО. При разгерметизации емкостей вода из неё, через слой гравия, поступает в приямок соответствующего дозиметрического колодца. Дозиметрический приямок П-13 представляет собой колодец площадью 1 м<sup>2</sup> и глубиной 2,1 м.

Откачка воды из дозиметрических колодцев Д-1-6 производится насосом НОП, из дозиметрического приямка П-13 насосом НП-13. Откачка ЖРО из емкостей ХЖО-1: БКО-Б, БКО-В, БКО-Г, БПЛ-А, производится насосом НПО. Откачка ЖРО из емкостей БКО-А и БКО-Б производится насосами НПК-1 и НПК-2. Откачка ЖРО из емкости БПЛ-Б производится насосами НПЖО-3 и НП-14Б.

Откачка ЖРО из емкостей ХЖО-2 осуществляется насосами НПЖО-1(2). Также предусмотрена откачка ЖРО из емкостей ХЖО-2 насосом НПО.

Трубопроводы для приема ЖРО в емкости ХЖО-1 и ХЖО-2 с СВО проложены по эстакаде СВО-ХЖО в специальном металлическом лотке. Слив протечек ЖРО с лотка заведен в приямок П-8 ХЖО. Откачка протечек из приямка П-8 осуществляется насосом НПО.

Трубопроводы с ЖРО расположены в трубных коридорах ХЖО-1 и ХЖО-2 на отметке -2,5. На отметке 0,00 ХЖО-1 и ХЖО-2 расположены трубопроводы технической воды, пара, конденсата, сжатого воздуха.

На отметке -5,5 ХЖО-1 расположен бак сбора протечек (БСП), насосы НБС-1(2) для откачки воды из БСП и насос НП-15 для откачки протечек из приямка П-15.

Для сбора протечек с оборудования ХЖО-2 на отметке -5,55 ХЖО-2 расположен технологический приямок П-12, вода из которого насосом НП-12А(12Б) откачивается в БСП или в емкости БКО-Д и БКО-Е. Рядом с приямком П-12 расположен дозиметрический приямок поддона емкостей ХЖО-2 (П-13). Вода из приямка П-13 откачивается насосом НП-13 в БСП или емкости БКО-Д и БКО-Ж.

### **7.3.2 Сбор ЖРО. Блок №4**

В процессе эксплуатации энергоблока №4 с реактором БН-800 образуются жидкие радиоактивные среды (ЖРС), подлежащие переработке на установках спецводоочистки (СВО), и жидкие радиоактивные отходы (ЖРО), получаемые в процессе очистки радиоактивных сред и далее направляемые после переработки в отвержденном (кондиционированном) виде в хранилище отвержденных радиоактивных отходов [9, 13].

ЖРС подлежат переработке на установках спецводоочистки (СВО) и хранению получаемых жидких радиоактивных отходов (ЖРО) в отвержденном (кондиционированном) виде в хранилище отвержденных радиоактивных отходов (ХНЗК).

В состав спецкорпуса и спецбытового корпуса энергоблока №4 входят следующие системы сбора и обращения с ЖРС:

– Установка очистки воды бассейна выдержки СВО-4, система 4FAL.

Предназначена для очистки воды бассейна выдержки с целью обеспечения и поддержания водно-химического режима бассейна выдержки.

– Узел промежуточного хранения жидких радиоактивных отходов, система 4КРК.

Предназначен для приема и хранения: кубовых остатков от выпарных установок СВО-3 и СВО-7 – в баках кубового остатка; отработавших ИОС от фильтров СВО – в баках сорбентов.

– Системы спецканализации и сбора душевых вод, системы 4КТФ, 4КТН, 4КТТ.

Трапные воды из реакторного отделения и спецкорпуса по трубопроводам систем спецканализации поступают в приемок спецканализации РО и подаются в спецкорпус на переработку на выпарные установки.

Душевые сточные воды из санпропускников зоны контролируемого доступа спецбытового корпуса поступают в контрольные баки, где проходят радиологический контроль. По результатам радиологического контроля душевые воды поступают на установку переработки душевых вод, либо на выпарную установку переработки вод спецпрачечной 4КРФ40

Установка очистки воды бассейна выдержки СВО-4, система 4FAL.

Система 4FAL предназначена для очистки воды бассейна выдержки (БВ) отработавших тепловыделяющих сборок для обеспечения прозрачности воды, снижения ее активности и поддержания норм водно-химического режима при хранении ОТВС.

Система и ее элементы являются системой нормальной эксплуатации, а по влиянию на безопасность важными для безопасности и относятся к 3 классу, классификационное обозначение 3Н по НП-001-15. По сейсмостойкости элементы системы относятся ко II категории согласно НП-031-01.

Система рассчитана на очистку 60 м<sup>3</sup>/ч воды бассейна, для обеспечения поддержания норм качества, приведенных в таблице 7.3.2, а также обеспечивает прием 300 м<sup>3</sup> воды одного из отсеков бассейна при выводе его в ремонт.

Таблица 7.3.2 Нормы качества воды БВ при работе энергоблока в номинальном режиме

Параметр	Единица измерения	Значение
Прозрачность в % по отношению к обессоленной воде, не менее	%	95
рН, в пределах		5,6 - 7,5
Электропроводность, не более	мксм/см	5,0
Содержание хлоридов, не более	мкг/кг	100
Активность, не более	Бк/кг	3,7 x 10 <sup>3</sup>

Срок службы системы 40 лет.

Для обеспечения поддержания норм водно-химического режима хранения ОТВС вода БВ насосами системы охлаждения бассейна периодически подается на очистку. Проходя параллельно включенные механические фильтры вода очищается от механических примесей и поступает на ионообменные фильтры Н-катионитовый

и ОНанионитовый, где очищается от растворенных примесей и радионуклидов очищенная вода возвращается в БВ.

Узел промежуточного хранения жидких радиоактивных отходов, система 4КРК. Система 4КРК предназначена для сбора, промежуточного хранения и подачи ЖРО, образующихся в процессе эксплуатации установок спецводоочистки, на дальнейшую переработку (кондиционирование) на установке цементирования 4КРС. Образующиеся в процессе эксплуатации энергоблока ЖРО подразделяются на три группы:

- низкоактивные ионообменные смолы, фильтрующие материалы и дисперсные осадки;

- среднеактивные ионообменные смолы и дисперсные осадки;

- концентрированные солевые растворы (кубовые остатки с солесодержанием не более 200 г/л) с невысоким содержанием дисперсной фазы:

- а) среднеактивные КО от переработки трапных вод реакторного отделения и спецкорпуса;

- б) низкоактивные КО от переработки вод спецпрачечной.

Хранение каждой группы ЖРО производится отдельно, в зависимости от их состава и радиоактивности:

- низкоактивные фильтрующие материалы и ионообменные смолы направляются на промежуточное хранение в бак 4КРК20ВВ001;

- среднеактивные ионообменные смолы и шламы направляются на промежуточное хранение в бак 4КРК30ВВ001;

- кубовые остатки направляются на промежуточное хранение в баки 4КРК10ВВ001, 4КРК10ВВ002.

Система и ее элементы являются системой нормальной эксплуатации, а по влиянию на безопасность важными для безопасности и относятся к 3 классу, классификационное обозначение 3Н по НП-001-15. По сейсмостойкости элементы системы относятся ко II категории согласно НП-031-01.

Срок службы системы 40 лет.

Система состоит из следующих функциональных групп:

- группа приема отработавших ионообменных смол и фильтрующих материалов;

- группа приема кубового остатка;

- группа резервного бака и монжуса.

Группа приема отработавших ионообменных смол и фильтрующих материалов состоит из бака низкоактивных сорбентов 4КРК20ВВ001, бака среднеактивных сорбентов 4КРК30ВВ001, насосов перекачки сорбентов 4КРК50АР001, 4КРК50АР002 и предназначена для приема, промежуточного хранения и выдачи на установку цементирования отработавших сорбентов.

В бак низкоактивных сорбентов производится гидровыгрузка отработавших фильтрующих материалов из механических (обезмасливающих) и ионообменных фильтров доочистки дистиллята (конденсата) выпарных установок переработки трапных вод и вод спецпрачечной и фильтров предочистки вод спецпрачечной.

В бак среднеактивных сорбентов поступает гидровыгрузка отработавших сорбентов из фильтров системы очистки воды бассейна выдержки, из фильтров

трапных вод.

В баки среднеактивных сорбентов и низкоактивных сорбентов производится также сброс вод, образующихся в процессе операций по взрыхляющей отмывке, регенерации и послерегенерационной отмывке фильтрующих материалов соответствующих фильтров.

Группа приема кубового остатка состоит из баков кубового остатка 4КРК10ВВ001, 4КРК10ВВ002, насосов перекачки кубового остатка 4КРК40АР001, 4КРК40АР002 и предназначена для приема, промежуточного хранения и выдачи на установку цементирования кубового остатка поступающего от выпарных установок переработки трапных вод и вод спецпрачечной.

Группа резервного бака 4КРК10ВВ003 и монжуса 4КРК41ВВ001 предназначена для приема низкоактивных сорбентов, среднеактивных сорбентов и кубового остатка в случае аварийной разгерметизации одного из баков, где хранятся ЖРО. Откачка ЖРО из разгерметизированного бака может быть осуществляться с помощью монжуса в случае отказа насосов 4КРК50 или 4КРК40.

Все баки систем 4КРК оснащены контрольно-измерительными устройствами для осуществления технологического контроля температуры, давления, рабочего уровня и сигнализации верхнего уровня в баках, устройствами предотвращения перелива ЖРО из баков в помещения, технологической сдувкой в систему спецгазоочистки 4КРЛ.

Во всех помещениях, где расположены баки систем 4КРК, установлены датчики контроля протечек ЖРО из баков, предусмотрены система сбора и возврата протечек, система вентиляции, система радиационного контроля и имеется возможность дезактивации с применением оборудования системы 4ФКК.

В системе 4КРК предусмотрена возможность перекачки ЖРО из одного бака в другой (с помощью насосов и монжуса).

Системы спецканализации и сбора душевых вод, системы 4КТФ, 4КТН, 4КТТ.

Система спецканализации здания реактора (4КТФ) предназначена для отвода, сбора и подачи на переработку трапных вод (аварийных протечек, организованных сливов оборудования и трубопроводов, обмывочных и дезактивирующих растворов), образующихся при эксплуатации вспомогательных систем, расположенных в зоне контролируемого доступа здания реактора, за исключением помещений, где расположено оборудование с жидкометаллическим натрием. Помещения, расположенные на отметке минус 4.800 и выше оборудованы самотечной системой спецканализации. Помещения, расположенные на отметке минус 11.400, минус 7.200 за осью 25 в рядах Е-И главного корпуса, для сбора возможных аварийных протечек оборудованы зумпфами (приямками, облицованными нержавеющей сталью), откуда протечки удаляются перистальтическим насосом.

Оборудование системы спецканализации обеспечивает работу вспомогательных систем зоны контролируемого доступа во всех режимах работы блока АЭС.

Система спецканализации здания реактора является системой нормальной эксплуатации и состоит из двух подсистем:

– система 4КТФ20 условно «грязная» спецканализация, которая является системой важной для безопасности и элементы которой по влиянию на безопасность относятся к 3 классу по НП-001-15, ко II категории сейсмостойкости согласно НП-

031-01, классификационное обозначение ЗН/II;

– система 4КТФ10 условно «чистая» спецканализация, элементы которой относятся к 4 классу безопасности по НП-001-15 и II категории сейсмостойкости согласно НП031-01, классификационное обозначение 4/II.

Проектный срок службы системы 40 лет. Для трубопроводов спецканализации, прокладываемых по условиям компоновки в бетоне, срок службы принят на основании расчета прибавки на коррозию к расчетной толщине трубопроводов спецканализации РУ БН800 при проектном сроке службы 60 лет, учитывающем возможность продления срока службы и вывод из эксплуатации.

Система условно «чистой» спецканализации состоит из:

- бака условно «чистой» спецканализации 4КТФ10ВВ001;
- агрегатов электронасосных 4КТФ10АР001, 4КТФ10АР002;
- трубопроводов их обвязки;
- сети самотечных трубопроводов с трапами;
- запорной арматуры;
- контрольно-измерительных приборов.

Система условно «грязной» спецканализации состоит из:

- бака условно «грязной» спецканализации 4КТФ20ВВ001;
- агрегатов электронасосных 4КТФ20АР001, 4КТФ20АР002;
- трубопроводов их обвязки;
- сети самотечных трубопроводов с трапами;
- запорной арматуры;
- контрольно-измерительных приборов.

Обвязка трубопроводов баков 4КТФ10ВВ001 и 4КТФ20ВВ001 предусматривает взаимное их резервирование при выходе из строя одного из баков.

Система спецканализации спецкорпуса (4КТН) предназначена для отвода, сбора и подачи на переработку трапных вод (аварийных протечек, организованных сливов оборудования и трубопроводов, обмывочных и дезактивирующих растворов), содержащих радиоактивные загрязнения, образующихся при эксплуатации систем, расположенных в зоне контролируемого доступа здания спецкорпуса. Стоки спецканализации спецкорпуса направляются самотечными трубопроводами по «грязному» трубопроводному тоннелю в баки приемка спецканализации здания реактора, откуда насосами перекачиваются на переработку в спецкорпус.

Система спецканализации обеспечивает работу систем зоны контролируемого доступа спецкорпуса во всех режимах работы блока АЭС.

В зависимости от технологической принадлежности и состава стоков система спецканализации спецкорпуса разделена на следующие самостоятельные сети:

– система спецканализации условно «чистых» стоков обслуживаемых и периодически обслуживаемых помещений 4КТН40, 4КТН41, 4КТН42, 4КТН43, 4КТН44, 4КТН46, 4КТН49 элементы которой относятся к 4 классу безопасности по НП-001-15 и II категории сейсмостойкости согласно НП-031-01, классификационное обозначение 4/II;

– система спецканализации условно «грязных» стоков периодически обслуживаемых и необслуживаемых помещений 4КТН51, 4КТН52, 4КТН53, которая является системой важной для безопасности и элементы которой по

влиянию на безопасность относятся к 3 классу по НП-001-15, ко II категории сейсмостойкости согласно НП-031-01, классификационное обозначение ЗН/II.

Проектный срок службы системы 40 лет, для трубопроводов спецканализации, прокладываемых по условиям компоновки в бетоне, срок службы принят на основании расчета прибавки на коррозию к расчетной толщине трубопроводов спецканализации РУ БН800 при проектном сроке службы 60 лет, учитывающем возможность продления срока службы и вывод из эксплуатации.

Система условно «чистой» спецканализации состоит из:

- трапов;
- сети самотечных трубопроводов и сборных коллекторов;
- запорной арматуры;
- контрольно-измерительных приборов.

Система условно «грязной» спецканализации состоит из:

- трапов;
- запорной арматуры;
- сети самотечных трубопроводов и сборных коллекторов;
- контрольно-измерительных приборов.

Стоки от трапов спецканализации помещений спецкорпуса направляются по самотечным трубопроводам в баки приемка спецканализации, расположенные в здании реактора 4 блока:

– в бак 4КТФ10ВВ001 – условно «чистые» -4КТН41, 4КТН42, 4КТН43, 4КТН44, 4КТН46, 4КТН49;

– в бак 4КТФ20ВВ001 – условно «грязные» -4КТН51, 4КТН52, 4КТН53.

## **7.4 Газообразные радиоактивные отходы**

### **7.4.1 Общие положения**

Назначением системы сбора и очистки газообразных радиоактивных отходов (ГРО) является обеспечения радиационной безопасности персонала, населения и окружающей среды в районе размещения АЭС при обращении с РАО.

Обязательным условием при обращении с ГРО является обеспечение безопасности при обращении с ГРО, предотвращение выброса радиоактивных веществ в окружающую среду в количествах, превышающих допустимые выбросы, установленные в соответствии с федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии, а также их минимизация по величине и активности.

### **7.4.2 Сбор ГРО. Блоки № 1, 2, 3**

На энергоблоках № 1, 2, 3 ГРО из производственных помещений и технологические сдувки поступают в систему спецвентиляции. После очистки на фильтрах и выдержки в специальных емкостях газоаэрозольные среды удаляются в атмосферу посредством вентиляционной трубы высотой 100 метров. Системы обращения с газообразными радиоактивными отходами обслуживаются подразделениями Белоярской АЭС в границах зон обслуживания и в соответствии с инструкциями по их эксплуатации.

Операции на технологическом оборудовании с возможным выходом радиоактивных газов и аэрозолей в окружающую среду проводятся по программам, технологическим картам, проектам производства работ и в соответствии с инструкциями по эксплуатации данного оборудования. При этом производится

оценка возможных объемов и активности выхода газов и аэрозолей, после чего возможность проведения работ согласовывается с ОРБ.

В целях защиты населения и окружающей среды на Белоярской АЭС установлены допустимые выбросы радиоактивных газов и аэрозолей за год, для текущего контроля выбросов установлены контрольные уровни за месяц и за сутки. Концентрация радиоактивных газов и аэрозолей в вентиляционных трубах контролируется непрерывно.

При обращении с ГРО, с целью их минимизации, обеспечен контроль следующих основных параметров:

- непрерывный контроль объемной активности в источниках выброса;
- периодический контроль объемной активности и радионуклидного состава потоков ГРО);
- расход выбрасываемого воздуха (газа), (непрерывно);
- суммарная активность радионуклидов в выбросах, Бк/сут, Бк/мес, Бк/год;
- суммарная активность инертных радиоактивных газов в выбросах, Бк/сут, Бк/мес, Бк/год;
- активность отдельных долгоживущих нуклидов, Бк/сут, Бк/мес, Бк/год;
- объем, характер и периодичность контроля выбросов в венттрубы определен и согласован с Региональным управлением № 32 ФМБА России.

Узлы удаления и очистки газовых сдувок (системы спецвентиляции СВО и ХЖО) предназначены для удаления неконденсирующихся газов и вытесняемого воздуха, содержащих радиоактивные аэрозоли, из оборудования выпарных установок и бакового оборудования с жидкими радиоактивными средами и жидкими радиоактивными отходами. Узлы удаления и очистки газовых сдувок входят в состав бакового оборудования СВО, установки III СВО и хранилищ жидких радиоактивных отходов ХЖО-1, ХЖО-2.

Для удаления газовых сдувок в составе систем СВО и ХЖО предусмотрены:

- узел удаления неконденсирующихся газов выпарных установок;
- узел удаления сдувок из бакового оборудования СВО;
- узел удаления сдувок и вентиляции бакового оборудования ХЖО-1 и ХЖО-2.

Узел удаления неконденсирующихся газов выпарной установки III СВО включает в себя общий коллектор, фильтры Петрянова и конденсаторы сдувок 4КС и 5КС/

При периодических операциях вывода кубового остатка из выпарных аппаратов В-4 и В-5 в монжюс 4МКО в процессе заполнения монжюса вытесняемый из него воздух через фильтр Ф удаляется в систему вентиляции 2В-9.

В узел сдувок из бакового оборудования СВО в режиме заполнения баков происходит вытеснение воздушной среды из свободного объема бакового пространства, вытесненный воздух по трубопроводам, проложенным в трубопроводных каналах, поступает в вентиляционный короб вытяжной вентиляционной системы В-9, откуда через систему очистки транспортируется в вентиляционную трубу главного корпуса.

Узел удаления сдувок и вентиляции бакового оборудования ХЖО-1 и ХЖО-2

Узел удаления сдувок из баков ХЖО-1 включает в себя общий коллектор, фильтры Петрянова ФБ-Б, ФБ-В, ФБ-Г и воздушный эжектор Э.

Узел удаления сдувок из баков ХЖО-2 включает в себя общий коллектор, фильтры ФСД-А, ФСД-Б.

Трубопроводы сдувок из баков ХЖО-1 заведены в коллектор. Сдуваемый воздух из коллектора через фильтр ФБ-Б, где очищается от радиоактивных аэрозолей, отводится через эжектор в атмосферу через трубу вентиляционной системы В-1.

Для продувки баков ХЖО включается эжектор и осуществляется вентиляция воздушного пространства баков для предотвращения образования взрывоопасных концентраций водорода.

Продувка баков производится атмосферным воздухом, который предварительно очищается от пыли в фильтре ФБ-А.

Из баков ХЖО-2 удаляемый по сдувочным трубопроводам воздух поступает в общий коллектор, из которого, пройдя очистку от радиоактивных аэрозолей на фильтрах ФСД-А, ФСД-Б отводится в атмосферу через вентиляционную трубу ХЖО-2.

Периодическая сдувка неконденсирующихся газов из охладителя выпара доупаривателя ОВД выпарной установки кубовых остатков ХЖО производится в бак БЛП-Б.

Система газоочистки установки сжигания ТРО включает в себя барботёр-холодильник А2. теплообменники АТ1. АТ2, АТ3. АТ4, АТ5. влагоотделители В1. В2. фильтры Ф-1.2.3.4. баки Б1, Б2, В5. пробоотборник ПГЗ, насосы НД1, НД2, Н2, Н3, Н4, трубопроводы и датчики КИПиА.

Дымовые газы поступают из рекуперативного теплообменника с температурой 900 °С в воздухоохлаждаемый кожухотрубчатый теплообменник АТ1. с помощью которого они охлаждаются до 350°С.

Из теплообменника АТ1 через компенсатор А3 дымовые газы поступают в барботёр-холодильник А2. который предназначен для улавливания аэрозолей и нейтрализации хлористого водорода, а также охлаждения дымовых газов до температуры 35 °С. Дымовые газы поступают в нижнюю часть барботёра-холодильника, проходят первую барботажную ступень, где охлаждаются с помощью погружных омега-образных трубок, в которые подаётся охлаждающая вода. Далее по внешним газодамам дымовые газы поступают в турбулентную ступень барботёра-холодильника, представляющую собой две бездиффузионные трубы Вентури. направленные соосно навстречу друг другу по диаметру аппарата. Проходное сечение труб регулируется продольным перемещением конических обтекателей. расположенных соосно внутри труб. Для орошения дымовых газов щелочным раствором в трубах установлены форсунки. Щелочной раствор забирается из кубовой части барботёра-холодильника с помощью насоса Н2 и через теплообменники АТ3 и АТ4 подается в форсунки труб Вентури. Между выходными торцами труб в зоне встречи газожидкостных потоков происходит интенсивный тепломассообмен и улавливание частиц аэрозоля.

Бак Б1 служит для приготовления 30% щелочного раствора (NaOH).

Дымовые газы из барботёра-холодильника поступают во влагоотделители В1 и В2, где происходит осаждение капельной жидкости из дымовых газов. Уловленная жидкость непрерывно сливается в сборный бак Б2. Далее дымовые газы попадают в рукавные фильтры грубой очистки Ф1 и Ф2, где происходит осаждение аэрозолей,

затем в фильтры тонкой очистки Ф3 и Ф4 для окончательной очистки дымовых газов перед их выбросом в атмосферу.

Для термической обработки отработанного раствора из бака Б2 предусмотрена возможность его подачи в печь с помощью насоса-дозатора НД2.

Отсос дымовых газов производится с помощью водокольцевого насоса Н4. Подача воздуха на охлаждение дымовых газов осуществляется вентилятором В3.

На основании распоряжения от 25.06.2019 № 9/766-01-06-Р «О приостановке эксплуатации установки сжигания ТРО УСТ-25» на Белоярской АЭС в настоящее время отсутствует переработка РАО категорий ОНРАО. НАО. методом сжигания.

На основании распоряжения от 25.06.2019 № 9/766-01-06-Р «О приостановке эксплуатации установки сжигания ТРО УСТ-25» на Белоярской АЭС в настоящее время отсутствует переработка РАО категорий ОНРАО и НАО методом сжигания.

#### 7.4.3 Сбор ГРО. Блок №4

На энергоблоке №4 БАЭС функции обращения с ГРО выполняют следующие системы:

- система технологических сдувок в здании реактора, система 4КТК;
- система спецгазоочистки в спецкорпусе, система KPL;
- системы вентиляции.

Система технологических сдувок реакторного отделения 4КТК предназначена для сбора газовых сдувок от оборудования и систем реакторного отделения их последующей очистки в аэрозольных фильтрах для ограничения газоаэрозольных выбросов в атмосферу через вентиляционную трубу.

Газовые сдувки из оборудования забираются газодувками. На всасе газодувок установлены аэрозольные фильтры, в которых происходит очистка от аэрозолей. После очистки на фильтрах газовая смесь попадает через вентиляционную трубу в атмосферу. Предусмотрен обязательный контроль активности перед сбросом в вентиляционную трубу.

Расходы сдувок по системе 4КТК представлены в таблице 7.4.3.1.

Таблица 7.4.3.1 - Расходы сдувок по системе 4КТК

Наименование оборудования	Объем сдувки, м3	Активность сдувки, Бк	Температура газа, °С	Расход газа, м/ч	Периодичность сдувки
Активные сдувки					
Продувка газовой полости реактора	89,0	$6,1 \times 10^{14}$	200	10	Периодически, 1 раз в 6 мес.
Сдувка из системы КГО по газу	44,0	$4,8 \times 10^{14}$	350	20	Периодически
Сдувки из СОДС-Р	0,1	$2,5 \times 10^{10}$	150	20	Периодически, 1 раз в 6 мес.
Сброс из ресиверов выдержки в систему	89,0	$9,5 \times 10^{11}$	30	20	Периодически, 1 раз в 6 мес.
Сдувки с барабана от-	21,6	$6,3 \times 10^{11}$	250	25	Периодически,

работавших сборок (БОС)					1 раз в 6 месяцев
Сдувки с барабана свежих сборок (БСС) (10кратная продувка)	650,0	$6,3 \times 10^{10}$	до 30	100	Периодически, 1 раз в 6 мес.
Сдувки из перегрузочного бокса (ПБ) (10кратная продувка)	1500,0	$6,3 \times 10^{10}$	до 80	150	Периодически, 1 раз в 6 мес.
Сдувки из обмывочного бокса (ОБ) (10кратная продувка)	1450,0	$6,3 \times 10^{10}$	до 80	150	Периодически, 1 раз в 6 месяцев
Наименование оборудования	Объем сдувки, м <sup>3</sup>	Активность сдувки, Бк	Температура газа, °С	Расход газа, м/ч	Периодичность сдувки
Сдувки из гнезда отмывки ТВС (на одну сборку)	80,0	$1,1 \times 10^{12}$	до 160	500	Периодически, 1 раз в 6 мес.
Сдувки из шахты наклонного подъемника (шахта выдачи)	1700,0	$6,3 \times 10^{11}$	до 30	100	Периодически
Сдувки из системы отмывки оборудования	650,0	$1,2 \times 10^{10}$	70	20	Периодически
Сдувки из системы вакуумирования оборудования 1 контура	500,0	$1,0 \times 10^{12}$	30	20	Периодически
Сдувка с пробоотборника 1 контура	1,0	$1,0 \times 10^5$	100	1	Периодически, 1 раз в 6 мес.
Сдувки от лабораторий	40	$4,0 \times 10^{12}$	30	10	Периодически
Неактивные сдувки					
Сдувки из сливных сосудов 2 контура	500,0	-	150	20	Периодически
Сдувки из со суда в аварийного сброса САС-1	300,0	-	100	20	Периодически
Сдувки из буферных емкостей 2 контура	300,0	-	350	20	Периодически
Сдувки из системы газового разогрева реактора	1000,0	-	200	50	1 раз перед заполнением 1 контура натрием
Сдувки из системы	200,0	-	30	20	Периодически

					ски
приготовления аргона					
Сдувки из системы раздачи чистого аргона	200,0	-	30	20	Периодически
Сдувки из оборудования 2 контура (ловушки, пробоотборники, ловушки паров натрия)	100,0	-	150	20	Периодически
Сдувки из системы вакуумирования оборудования 2 контура	500,0		30	20	Периодически

Система спецгазоочистки в спецкорпусе, система KPL предназначена для ограничения до допустимых пределов газоаerosольных выбросов в атмосферу, обусловленных технологическими сдувками с баков систем спецводоочистки и установки цементирования.

Система 4KPL обеспечивает сбор газовых сдувок от оборудования СВО, последующую их очистку на aerosольных фильтрах перед выбросом в атмосферу через вентиляционную трубу.

Газовые сдувки из баков СВО забираются газодувками. На всасе газодувок установлены aerosольные фильтры, в которых происходит очистка от aerosолей.

После очистки на фильтрах газовая смесь попадает через вентиляционную трубу в атмосферу. Выделившаяся в рабочем aerosольном фильтре влага отводится через бак-гидрозатвор в спецканализацию. Предусмотрен обязательный контроль активности перед сбросом в вентиляционную трубу.

Расходы сдувок по системе 4KPL представлены в таблице 7.4.3.2

Таблица 7.4.3.2 - Расходы сдувок по системе 4KPL

Наименование оборудования	Объем сдувки, нм /ч	Температура, °С	Периодичность
Бак перелива	25-50	60	постоянно
Бак трапных вод	25-50	60	постоянно
Бак трапных вод	-	60	постоянно
Бак трапных вод	-	60	постоянно
Дефлектор сдувки	10	80	постоянно
Дефлектор сдувки	10	80	постоянно
Бак предремонтного опорожнения бассейна выдержки	80	45	1 раз в 4 года 4 часа
Бак среднеактивных сорбентов	15-20	30	Периодически 1 раз в 3 мес, 2 часа
Бак низкоактивных сорбентов	10	30	Периодически 1 раз в 3 мес, 2 часа
Бак резервный	10	60	При аварийной разгер-

			метизации баков
Бак кубового остатка	1,3	110	Периодически от 1 до 6 раз в сутки
Бак кубового остатка	-	60	Периодически 1 раз в сутки в течении часа
Монжус	73,5	30	Периодически при аварийном отказе насосов течении 1 часа 10 мин.
Бак приема кубового остатка	10	60	периодически
Бак приема ионообменных смол	10	30	периодически
Бак-мешалка кубового остатка	10	60	периодически
Бак-мешалка ионообменных смол	10	30	периодически
Баки сбора промывки насосов	10	30	периодически
Баки сбора промывки насосов	10	30	периодически
Баки сбора промывки насосов	10	30	периодически
Пробоотборное устройство	10	30	периодически
Пробоотборное устройство	10	30	периодически
Пробоотборное устройство	10	30	периодически
Ресивер (пробоотборного узла)	0,05	30	периодически
Ресивер (пробоотборного узла)	0,05	30	периодически
Ресивер (пробоотборного узла)	0,05	30	периодически

## 7.5 Переработка РАО

### 7.5.1 Переработка ТРО

#### 7.5.1.1 Блоки № 1, 2, 3

Металлические отходы в настоящее время дезактивируются в ваннах жидкостной дезактивации, и отправляются на переработку в специализированные предприятия.

На энергоблоке № 3 не предусмотрено кондиционирование РАО, но в настоящее время ведутся работы по созданию КП ТРО на первой очереди, что позволит в будущем кондиционировать РАО, накопленные за весь период эксплуатации энергоблоков № 1, 2, 3. В настоящее время решается задача по минимизации и прекращения поступлений ТРО в ХСО-1,2 образующихся при эксплуатации энергоблоков № 1,2,3, в том числе и путем переработки отходов на существующих установках и использования КП ТРО и хранилищ ТРО энергоблока № 4 и путем кондиционирования РАО с отправкой их на захоронение в ПЗРО, с не превышением установленного десятилетнего срока промежуточного хранения.

Металлические радиоактивные отходы направляются на переработку в специализированные организации на переработку методом их переплавки, в результате которой образуется небольшое количество вторичных отходов в виде шлаков с фиксированными радионуклидными загрязнениями, основная часть металлических ТРО, как правило выводится из-под радиационного контроля.

Извлечение ТРО из хранилищ, их измельчение (резка) крупногабаритных ТРО с

переводом в стабильную форму мелкодисперсных и пылевидных ТРО, переработка, кондиционирование и захоронение может производиться с привлечением сторонних специализированных организаций.

Комплекс по переработке ТРО на 1 очереди Белоярской АЭС.

Для переработки накопленных и вновь образующихся ТРО, образующихся при выводе из эксплуатации 1, 2 блоков Белоярской АЭС в 2018 году АО «ВНИПИЭТ» разработана проектная документация «Белоярская АЭС. I очередь. Оснащение 1, 2 блоков оборудованием и установками для переработки ТРО» (фрагментация, прессование, ультразвуковая, химическая, дробеструйная дезактивация, паспортизация) для получения РАО, отвечающих требованиям промежуточного контролируемого хранения и последующего захоронения. В 2020 году по данному мероприятию заключены договоры на разработку, изготовление и поставку оборудования для оснащения участков комплекса переработки твердых радиоактивных отходов.

Проектируемые участки рассчитаны на переработку очень низкоактивных радиоактивных, низкой среднеактивных ТРО на этапе вывода из эксплуатации 1 очереди Белоярской АЭС. Проектом предусматривается размещение установок по переработке ТРО в здании ГК-1.

Технологической схемой переработки твердых радиоактивных отходов предусмотрены следующие операции:

- фрагментация металлических РАО;
- фрагментация полимерных отходов;
- фрагментация отходов кабеля;
- прессование;
- дезактивация металлических РАО;
- учет и контроль ТРО, в том числе:
  - паспортизация 200 л бочек;
  - паспортизация контейнеров.

Для обращения с твердыми радиоактивными отходами в здании ГК-1 предусмотрены:

- участок фрагментации ТРО;
- участок сортировки и прессования;
- установка дезактивации;
- система учета и контроля ТРО;
- вспомогательное оборудование.

Участки переработки ТРО размещаются в зоне контролируемого доступа здания ГК-1 в помещениях II и III категории по СанПиН 2.6.1.24-03 (СП АС-03).

Эксплуатационные отходы и отходы, образующиеся при выводе из эксплуатации, в здании ГК-1 отсортировываются на местах образования. Сбор отходов, с целью сокращения путей доставки ТРО от мест их образования к местам сбора, осуществляется в соответствии с действующим на Белоярской АЭС регламентом в непосредственной близости от мест проведения работ и образования отходов.

Направляемые на переработку ТРО подвергаются входному контролю для учета всех поступающих отходов и для их дальнейшей передачи на технологические

участки переработки. Процедура входного контроля выполняется в помещении железнодорожного въезда (пом. 330) здания ГК-1.

Доставка отходов к установкам переработки, перемещение отходов в пределах установок, передача упаковок с кондиционированными отходами на паспортизацию и размещение вывозимых контейнеров в кузове спецавтомобиля осуществляется с помощью существующего грузоподъемного оборудования здания ГК-1 и предусмотренных проектом транспортных средств и ГПМ.

На участках предусмотрен предварительный радиометрический контроль отходов для определения дальнейшего направления перемещения отходов при помощи переносного и стационарного оборудования системы контроля и учета ТРО.

На участке фрагментации ТРО предусмотрено применение оборудования для выполнения следующих операций:

- механическая разборка узлов трубопроводной арматуры и электрооборудования (электродвигателей и т.п.);
- механическая фрагментация длинномерных металлических отходов;
- разделка кабельной продукции;
- фрагментация полимерных, теплоизоляционных материалов и строительных отходов;
- сухоструйная абразивная дезактивация металлических отходов;
- термическая фрагментация металлических отходов (плазменная резка).

Оборудование для механической разборки узлов и фрагментации длинномерных металлических отходов размещается в помещении бокса ТГ-1 (помещение 6/1) на отметке минус 3,300. Процесс разборки производится персоналом вручную при помощи соответствующих инструментов и механизмов. После разборки отходы передаются на переработку. Фрагментация длинномерных МРАО осуществляется на ленточнопильном станке. Далее, полученные фрагменты перемещаются на дезактивацию.

Для снятия изоляции, оболочек и фрагментации отходов кабельной продукции предусмотрен станок □ стриппер. Станок устанавливается в помещении 3/3а машзала на отметке минус 3,300. Фрагментированные металлические жилы кабеля направляются на паспортизацию. Изоляция и оболочка, снятые с кабельной продукции направляются на участок прессования. Отходы брони и стальных оболочек кабеля в 200 л бочках направляются на установку дезактивации.

Фрагментация полимерных отходов, теплоизоляционных материалов и строительных отходов производится в дробилке-измельчителе полимерных материалов. Дробилка-измельчитель размещается в машзале в помещении 3/3а на отметке минус 3,300. Измельченные отходы собираются в 200 л бочку и передаются на прессование.

Для снятия с МРАО покрытий и радиоактивного загрязнения механическим способом предусмотрена установка сухоструйной абразивной дезактивации. Крупногабаритные МРАО направляются в кабину сухоструйной абразивной дезактивации для ручной обработки изделий. Кабина сухоструйной абразивной дезактивации расположена в боксе ТГ-1, помещение 11/1, на отметке 0,000.

Для снятия радиоактивного загрязнения с отходов сложной геометрии предусмотрена дезактивация МРАО в галтовочном барабане. Галтовочный барабан

размещается в помещении 3/3а машзала на отметке минус 3,300.

Термическая фрагментация металлических отходов (плазменная резка) предназначена для фрагментации металлических ТРО сложной геометрической формы. Плазменная резка выполняется с помощью полуавтоматического аппарата. Защитный бокс с размещенным внутри оборудованием расположен в боксе ТГ-1, помещение 11/1, на отметке 0,000.

На участке сортировки и прессования осуществляется переработка отходов при помощи пресса и устройства для прессования фильтров для обеспечения многократного уменьшения объема РАО. Оборудование участка сортировки и прессования размещается в боксе ТГ-1, помещение 11/1, на отметке 0,000. Спрессованные отходы загружаются в 200 л бочку и затем направляются на паспортизацию.

Для удаления радиоактивного загрязнения, оставшегося после абразивной очистки, предусмотрена обработка металлических отходов в ванне дезактивации путем химического растворения поверхностного слоя металла в дезактивирующих растворах. Для увеличения эффективности дезактивации предусмотрен режим включения интенсивного ультразвукового поля. Транспортировка и дезактивация металлических РАО производится в специальной корзине. Корзина устанавливается в ванной с помощью ГПМ. Установка дезактивации расположена в помещении 358 на отметке плюс 3,800.

Система учета и контроля ТРО обеспечивает управление потоками отходов и их документальный учет. С этой целью предусматривается технологический радиационный контроль РАО, осуществляемый до и после проведения отдельных технологических операций, по результатам которого принимается решение о дальнейшем обращении с отходами. В состав системы входит стационарное и переносное оборудование радиационного контроля, а также – установки паспортизации 200 л бочек и контейнеров типа НЗК. Оборудование радиационного контроля применяется непосредственно в местах проведения технологических операций по переработке ТРО. Установки паспортизации размещаются в машзале на отметке 0,000 в специально отведенных зонах.

#### Участок фрагментации ТРО Разборка узлов

На участке фрагментации предусматривается разборка фланцевых соединений трубопроводной арматуры, электроприводов и других механических узлов металлических отходов, отнесенных к категории очень низкоактивных и низкоактивных отходов.

С помощью существующего мостового крана контейнер или транспортный поддон с отходами опускается через существующий проем в перекрытии с отметки плюс 8,000 и устанавливается на приемном столе. Приемный стол расположен непосредственно под проемом.

С контейнера краном снимается крышка, отходы извлекаются из контейнера. Крупногабаритные отходы освобождаются от пленочной упаковки. Далее, отходы перемещаются к месту разборки на гидравлическом штабелере. Подлежащее разборке изделие устанавливается и закрепляется на рабочей поверхности (стол, верстак). Переработчик РАО выполняет разборку с использованием соответствующих инструментов и механизмов.

После разборки малогабаритные отходы загружаются в 200 л бочку. Крупногабаритные отходы на транспортном поддоне через существующие проемы на отметке плюс 8,000 краном машзала передаются на обработку в кабину сухоструйной абразивной дезактивации в помещение 11/1 бокса ТГ-1 на отметке 0,000. Фрагментация твердых металлических РАО

Длинномерные твердые металлические ТРО поступают для фрагментации на ленточнопильном станке в помещение 6/1 бокса ТГ-1 на отметке минус 3,300 с мест сбора и сортировки ТРО или после обработки в кабине сухоструйной абразивной дезактивации в помещении 11/1 бокса ТГ-1.

Коэффициент уменьшения объема ТРО при фрагментации металла – 1,70.

В местах сбора и сортировки отходы упаковываются в пленочный материал. Перед упаковкой изделия должны быть отдезактивированы и/или покрыты пленками, предотвращающими распространение радионуклидов в окружающую среду.

Металлические длиномерные отходы размещаются на транспортных поддонах. С помощью существующего крана машзала грузоподъемностью 50/20 т транспортный поддон с отходами опускается с отметки плюс 8,000 на отметку минус 3,300 в помещение 6/1 бокса ТГ-1 через существующий проем в перекрытии и устанавливается на приемном столе. Переработчик РАО высвобождает отходы из упаковки и при помощи гидравлического штабелера размещает на транспортере ленточнопильного станка. Затем, с местного пульта управления включает станок. Фрагментация производится в автоматическом режиме: во время работы станка переработчик РАО находится в помещении оператора (помещение 24/1) и осуществляет контроль с помощью видеокамеры. По окончании резки полученные фрагменты собираются в 200 л бочку для ОНРАО, НАО. После заполнения переработчик РАО на гидравлическом штабелере перемещает 200 л бочку под проем в перекрытии и выполняет строповку. 200 л бочка с помощью захвата подвешивается на крюк крана машзала и передается на установку сухоструйной абразивной дезактивации – в галтовочный барабан, расположенный в помещении 3/3а. Разделка отходов кабеля

Отходы кабеля доставляются на участок в контейнере тип I с помощью существующего крана машзала. Контейнер устанавливается в специально отведенном месте помещения 3/3а на отметке минус 3,300. Переработчик РАО извлекает фрагменты кабеля из контейнера и подает к станку для разделки кабеля. Станок предназначен для отделения с кабеля наружных покровов:

- алюминиевых, свинцовых, пластмассовых, стальных оболочек;
- толстой резиновой изоляции;
- ленточной, гофрированной брони.

Кабель перед разделкой предварительно сортируется. На станок устанавливается блок под определенный тип и диаметр кабеля. Глубина реза ножа регулируется вручную, с помощью специальных зажимов, так, чтобы производился срез оболочки кабеля, не повреждая жилу, если это требуют условия. Ножи легко снимаются и затачиваются заточной машиной. Для снятия ПВХ оболочки используются вальцы.

Очищенные от брони, оболочки и изоляции жилы кабеля переработчик РАО

режет с помощью ручного инструмента на фрагменты длиной не более 800 мм и загружает в 200 л бочку для ОНРАО, НАО. Заполненную 200 л бочку с кабельными жилами стропальщик с помощью захвата для бочек подвешивает на крюк крана машзала. Бочка краном поднимается в машзал на отметку 0,000. Далее, стропальщик на гидравлическом штабелере 200 л бочку направляет на установку паспортизации. После выполнения измерений стропальщик с помощью гидравлического штабелера вывозит 200 л бочку и устанавливает ее в транспортную тару. Заполнения 200 л бочками транспортная тара краном машзала загружается в спецавтомобиль и направляется на участок вывода из-под контроля, расположенный на площадке Белярской АЭС.

Отходы пластмассовых оболочек, резиновой изоляции, образующиеся при разделке кабеля, собираются в 200 л бочки. Бочки гидравлическим штабелером перевозятся к дробилке-измельчителю полимерных материалов, расположенной в том же помещении. Отходы брони и стальных оболочек в 200 л бочках направляются на установку дезактивации в помещение 358. Фрагментация полимерных отходов

Отходы полимерных материалов (пластикат, ПВХ, резина) с места сбора и сортировки ТРО поступают в помещение 3/3а на отметке минус 3,300 в контейнере тип I.

Для фрагментации отходов предусмотрена дробилка-измельчитель полимерных материалов. Конструкция дробилки-измельчителя также позволяет выполнять переработку отходов теплоизоляционных материалов и строительных отходов (дерево, штукатурка, гипсокартон).

Коэффициент уменьшения объема ТРО при дроблении и измельчении – 1,85.

Контейнер с помощью крана машзала перемещается к устройству для загрузки полимерных отходов в бункер дробилки-измельчителя. С помощью крана снимается крышка контейнера, контейнер опрокидывается и отходы высыплются в загрузочный бункер. Переработчик РАО включает дробилку-измельчитель с расположенного рядом пульта управления и контролирует процесс измельчения.

Измельченные отходы ссыпаются в 200 л бочку для ОНРАО, НАО. Заполненную измельченными отходами 200 л бочку стропальщик на гидравлическом штабелере перевозит к месту строповки и с помощью захвата подвешивает на крюк крана машзала. Бочка направляется на участок сортировки и прессования в помещение 11/1 бокса ТГ-1.

Установка сухоструйной абразивной дезактивации металлических РАО

Установка сухоструйной абразивной дезактивации обеспечивает дезактивацию металлических радиоактивных отходов (МРАО) от снимаемого загрязнения до уровня вывода из-под регулирующего контроля. На установке выполняется дезактивация таких видов отходов, как арматура, фасонные элементы трубопроводов, куски труб, металлоконструкции, листовой металлолом:

- из углеродистой стали;
- из коррозионностойкой стали.

На установку сухоструйной абразивной дезактивации МРАО поступают в контейнере тип I, тип II или на транспортном поддоне в зависимости от габаритных размеров отходов.

Дезактивация крупногабаритных металлических отходов производится в кабине

сухоструйной абразивной дезактивации, расположенной в помещении 11/1 бокса ТГ-1. Кабина представляет собой герметичную камеру с распашными воротами. В качестве абразивного материала для обработки металла используется дробь. На установке в первую очередь производится дезактивация металлических ОНРАО, НАО и затем – САО. Далее выполняется дезактивация внутреннего объема установки.

Транспортный поддон или контейнер с отходами краном маззала опускается в помещение 11/1 через проем с отметки плюс 8,000 и устанавливается на приводной рельсовой тележке грузоподъемностью 10 т. Затем стропальщик с переносного пульта управления перемещает тележку в зону действия электрической тали грузоподъемностью 5 т. Выполняется строповка. При помощи тали транспортный поддон или контейнер доставляется к кабине. Переработчик РАО открывает ворота кабины и выкатывает транспортную рельсовую тележку. Отходы перемещаются на тележку. Затем, тележка направляется по рельсам с позиции загрузки назад на позицию очистки. Переработчик РАО входит в камеру и производит дезактивацию. По окончании, обработанные МРАО на тележке вывозятся из кабины и краном маззала через проемы в перекрытии направляются в помещение 6/1 бокса ТГ-1 на отметке минус 3,300 для фрагментации на ленточнопильном станке. Отходы, имеющие сложную геометрическую форму, а также – среднеактивные МРАО, на транспортном поддоне или в контейнере передаются при помощи тали грузоподъемностью 5 т на установку плазменной резки, расположенную в помещении 11/1.

На дезактивацию в галтовочном барабане отходы поступают с мест сбора и сортировки ТРО в контейнерах тип I или после фрагментации в 200 л бочках для ОНРАО и НАО. Транспортировка отходов в помещение 3/3а выполняется краном маззала. Контейнер или 200 л бочка краном размещаются в узле загрузки галтовочного барабана. Переработчик РАО управляет загрузкой с местного пульта управления. Обработанные изделия автоматически выгружаются в 200 л бочку. Дозиметристом проводятся измерения бочки переносными приборами. По результатам принимается решение о направлении отходов либо на паспортизацию, либо – на установку дезактивации в ванну. Стropальщик выполняет строповку, бочка в соответствии с транспортно технологической схемой передается на соответствующий участок.

Установка плазменной резки твердых металлических РАО

Установка плазменной резки твердых металлических РАО обеспечивает фрагментацию металлических отходов сложной геометрической формы:

- из углеродистой стали;
- из коррозионностойкой стали.

На установку плазменной резки отходы поступают в контейнере тип I, тип II или на транспортном поддоне упакованные в пленочный материал.

Плазменная резка выполняется в защитном боксе, расположенном в помещении 11/1 бокса ТГ-1 на отметке 0,000. Персонал, осуществляющий плазменную резку, должен быть обеспечен необходимыми средствами индивидуальной защиты.

Коэффициент уменьшения объема ТРО при резке металла – 1,70.

Отходы на плазменную резку поступают после дробеструйной обработки в

камере сухоструйной абразивной дезактивации. Рельсовая тележка с контейнером или транспортным поддоном, в котором размещены обработанные отходы, выезжает из ворот кабины. Переработчик РАО или стропальщик выполняет строповку контейнера или транспортного поддона. Далее, при помощи тали грузоподъемностью 5 т отходы направляются к защитному боксу плазменной резки. Для подачи отходов в защитный бокс предусмотрена рельсовая приводная тележка грузоподъемностью 5 т с переносным пультом управления. В защитном боксе предусмотрен проем, перекрытый шибером, для проезда рельсовой тележки. Стropальщик устанавливает контейнер или транспортный поддон на тележке, кнопкой пульта управления шибера открывает проем. Рельсовая тележка с отходами через открытый шибер заезжает внутрь бокса. С помощью грузоподъемного оборудования, входящего в состав установки, отходы размещаются на столе вытяжном для плазменной резки.

Порожний контейнер или транспортный поддон стропальщиком вывозится из защитного бокса, при помощи ГПМ в помещении 11/1 перемещается к проему в перекрытии. Далее, через отметку плюс 8,000 краном машзала и существующей талью транспортного коридора (помещение 362) передается в железнодорожный коридор на отметку 0,000 к поддону для обмыва транспортно-технологического оборудования на дезактивацию.

Переработчик РАО выполняет фрагментацию отходов. Полученные после резки фрагменты металлических ОНРАО, НАО, переработчик РАО собирает в 200 л бочку. Бочка с отходами направляется на установку сухоструйной абразивной дезактивации в галтовочный барабан. Отфрагментированные среднеактивные МРАО загружаются в корзину, установленную в транспортном контейнере, и передаются на установку дезактивации в помещение 358 на отметке плюс 3,800.

#### Участок сортировки и прессования

Прессуемые отходы с мест сбора и сортировки в здании ГК-1 поступают в контейнерах-сборниках с нижней выгрузкой объемом 1 м<sup>3</sup>. Твердые прессуемые радиоактивные отходы с других зданий энергоблоков 1,2 в контейнерах-сборниках, установленных в транспортные контейнеры, доставляются спецавтотранспортом в здание ГК-1 в железнодорожный коридор (помещение 330). Поступающие отходы подвергаются входному контролю.

Контейнер-сборник в транспортном контейнере с помощью существующей тали грузоподъемностью 10 т через проем в перекрытии поднимается на отметку плюс 8,000. Далее, через транспортный коридор (помещение 362) этой же талью транспортный контейнер направляется в помещение машзала. Стropальщик устанавливает транспортный контейнер на колесную тележку грузоподъемностью 5 т. Тележка подъезжает в зону действия крана машзала. Затем, контейнер при помощи крана машзала направляется на сушку в сушильную камеру с выкатным подом, расположенную в машзале на отметке плюс 8,000. С транспортного контейнера стропальщик и переработчик РАО снимают крышку и выполняют строповку контейнера-сборника. Переработчик РАО с пульта управления открывает дверь камеры и выкатывает под. Пульт управления расположен рядом с сушильной камерой. Контейнер-сборник с помощью крана устанавливается на выкатном поде. Стropальщик или переработчик РАО отцепляет контейнер-сборник от крана,

запускает механизм перемещения пода, под с контейнером-сборником заезжает в рабочее пространство камеры. Переработчик РАО включает режим сушки.

После сушки контейнер-сборник размещается в транспортном контейнере и направляется в помещение 11/1 бокса ТГ-1 машзала на сортировку и прессование. Перемещение транспортного контейнера в машзале осуществляется с помощью существующего мостового крана машзала грузоподъемностью 50/20 т.

Стропальщик снимает крышку с транспортного контейнера и зацепляет стропы за проушины контейнера-сборника. Стropы навешиваются на крюк крана машзала и контейнер-сборник опускается краном с отметки плюс 8,000 в помещение бокса ТГ-1 через существующий проем по направляющим, расположенным в стене. Достигнув упора, контейнер-сборник останавливается и переработчиком РАО, находящемся в помещении 11/1, снимаются фиксаторы с нижней крышки. Отходы по наклонному желобу рассыпаются на сортировочный стол. Переработчик РАО выполняет сортировку – отделяет непрессуемые отходы, случайно попавшие в контейнер, сбрасывая в установленную 200 л бочку для НАО, которая после заполнения направляется на существующие установки переработки ТРО.

При необходимости, переработчик РАО направляет прессуемые отходы для измельчения в гильотине до размеров 400×400×400 мм. Измельченные ТРО с помощью питателя поступают в пустую 200 л бочку для ОНРАО, НАО или САО, установленную под прессом и прессуются непосредственно в бочке. Приведение в движение пресса, гильотины, питателя производится с помощью гидропривода. Заполненная бочка на рельсовой тележке перемещается под приспособление для герметизации бочек. Дозиметрист проводит измерение бочки. Закрытая бочка с отходами ОНРАО и НАО на рельсовой тележке перемещается на позицию расположения тали грузоподъемностью 5 т. С помощью тали стропальщик или переработчик РАО устанавливает бочку на приводную рельсовую тележку грузоподъемностью 10 т. Тележка заезжает под проем в перекрытии, стропальщик при помощи захвата подвешивает бочку на крюк крана машзала. Далее, краном бочка направляется на паспортизацию. Бочку с спрессованными САО после измерения при помощи тали грузоподъемностью 5 т и мостового крана машзала стропальщик или переработчик РАО устанавливает в помещении 11/1 в контейнер типа НЗК.

При разделке фильтров системы спецвентиляции отделяется рама, которая отправляется к прессуемым отходам, а фильтрующий материал передается к устройству для прессования фильтров в 200 л бочках для САО. Прессование фильтрующих элементов в бочке производится без фрагментирования. Заполненная бочка на рельсовой тележке перемещается под устройство закрытия бочки крышкой и затем на рельсовой тележке перемещается на позицию расположения тали грузоподъемностью 5 т. Закрытая бочка с отходами с помощью тали и мостового крана стропальщик или переработчик РАО устанавливает в контейнер типа НЗК.

Заполненный 200 л бочками с спрессованными отходами контейнер типа НЗК стропальщик при помощи траверсы закрепляет на крюке крана машзала и контейнер перемещается на паспортизацию.

Процесс прессования осуществляется дистанционно, при отсутствии персонала и контролируется оператором из помещения управления (помещение 21/4) визуально

при помощи видеокамеры.

#### Установка дезактивации

На установку дезактивации металлические РАО поступают с участка фрагментации ТРО:

- после обработки в галтовочном барабане;
- с установки плазменной резки;
- от станка разделки кабеля – металлические оболочки, броня кабеля.

Перед отправкой на дезактивацию металлические отходы в помещениях участка фрагментации ТРО переработчик РАО загружает в специальную корзину, установленную в транспортном контейнере. Далее, стропальщик при помощи грузозахватных приспособлений подвешивает транспортный контейнер на крюк крана машзала. Контейнер через машзал краном перемещается на отметку плюс 8,000 в транспортный коридор (помещение 362). Затем, по транспортному коридору контейнер направляется к существующему проему над помещением 358 на отметке плюс 3,800, где расположено оборудование установки дезактивации.

Проем перекрыт двустворчатым шибером. Стropальщик с помощью тали грузоподъемностью 5 т снимает шибер, извлекает из контейнера корзину с МРАО. Далее, через открытый проем в перекрытии при помощи тали и чалочного приспособления опускает корзину в ванну дезактивации, заполненную приготовленным дезактивирующим раствором. Дезактивация МРАО осуществляется непосредственно в корзине. Дезактивирующий раствор приготавливается дезактиваторщиком до начала дезактивации, при отсутствии металла в ванне. Для дозированной подачи в ванну дезактивации щелочи и кислоты предусмотрены соответственно два мерника объемом по 1 м<sup>3</sup>. Заполнение мерников производится от существующих в помещении 358 трубопроводов NaOH и HNO<sub>3</sub>.

Управление процессом дезактивации осуществляется оператором дистанционно с пульта управления, который расположен в помещении 360.

Оператор в процессе дезактивации МРАО в ванне выбирает соответствующий текущей технологической операции режим ее работы:

- приготовление дезактивирующего раствора;
- циркуляция после приготовления дезактивирующего раствора и при нагреве рабочей среды при помощи циркуляционного насоса;
- дезактивация;
- режим включения интенсивного ультразвукового поля при отсутствии барботажа рабочей среды;
- слив отработавшего дезактивирующего раствора по окончании процесса дезактивации и освобождения ванны от рабочей среды.

Для нагрева рабочей среды в ванной используется пар, поступающий от существующей системы пароснабжения Белоярской АЭС.

Паровоздушная смесь, образующаяся во время дезактивации, отводится через систему газоочистки в существующую систему вентиляции. Система газоочистки состоит из фильтра-влагоотделителя и аэрозольного фильтра. Конденсат греющего пара отводится в существующую систему канализации.

Для барботажа рабочей среды во время дезактивации в ванну подается сжатый воздух при отсутствии ультразвукового поля.

По окончании дезактиваторщик открывает запорную арматуру на сливном трубопроводе ванны и осуществляет слив отработавшего дезактивирующего раствора в существующую систему спецканализации. После опорожнения ванны, дезактиваторщик выполняет промывку дезактивируемых МРАО, корзины и внутренней поверхности ванны конденсатом. Порядок работы при промывке аналогичен процессу дезактивации.

Далее производится сушка дезактивируемых МРАО. Дезактиваторщик перегружает отходы из корзины в 200 л бочку и с помощью штатных транспортных средств и вновь проектируемых ГПМ бочка передается в помещение расположения камеры сушки.

После сушки дозиметристом проводится радиационный контроль дезактивируемых МРАО. После первичного контроля металлические отходы направляются на участок паспортизации.

Если первичный радиационный контроль показал, что среднеактивные МРАО не были отдезактивированы, корзина с МРАО устанавливается в транспортный контейнер и передается в машзал с использованием грузоподъемного оборудования по транспортному коридору (помещение 362) и через проемы на отметке плюс 8,000 к месту перегрузки МРАО в контейнер НЗК в помещение 11/1.

Вторичные отходы в виде отработавшего дезактивирующего раствора направляются в существующую систему спецканализации. Вторичные отходы в виде механических примесей размером от 2 мм после фильтра механической ловушки собираются в 200 л бочку. После радиометрического контроля, 200 л бочка направляется на паспортизацию.

#### **7.5.1.2 Блок № 4**

Для компактирования низкоактивных ТРО на энергоблоке №4 Белоярской АЭС применяется комплекс переработки ТРО, включающий в себя в том числе следующие установки:

- установка прессования;
- установка измельчения;
- установка паспортизации ТРО.

Комплекс оборудования для переработки ТРО предназначен для сортировки, измельчения, прессования ТРО в бочки, закрытие крышкой бочек и подачи их на хранение, а также оснащен оборудованием для паспортизации бочек.

Основным оборудованием комплекса переработки ТРО является:

- пресс;
- гильотина;
- приспособление для герметизации крышки бочки;
- стол сортировочный – приёмный;
- установка пылеулавливания;
- рольганги;
- система управления.

Пресс предназначен для уменьшения объёма низкоактивных ТРО от 3 до 5 раз в зависимости от типа ТРО. Прессование низкоактивных ТРО производится в бочки ёмкостью 200л.

Максимальное расчетное усилие пресса, кН – 950.

Прессованию подлежат следующие виды низкоактивных отходов:

- загрязненный обтирочный материал;
- загрязненная спецодежда;
- обувь;
- средства индивидуальной защиты;
- строительные и теплоизоляционные материалы;
- отработавшие аэрозольные фильтры систем вентиляции;
- и др.

Измельчение ТРО диктуется необходимостью уменьшения размеров отходов для обеспечения возможности их дальнейшего компактирования на других установках (например, на установке прессования), улучшения условий хранения и сокращения объемов ТРО.

Гильотина предназначена для разделки на куски негабаритных ТРО, доставленных с места их образования в контейнере-сборнике. Установка измельчения (гильотина) позволяет уменьшить габариты ТРО из металлических и других материалов. Максимальный размер кусков ТРО после измельчения должен составлять не более 200 мм в любом направлении измерения.

Приспособление для герметизации крышки бочки предназначено для герметичного обжатия крышки на бочке, заполненной ТРО, либо размещённых в ней в защитном контейнере РАО в виде ОЗРИ.

Блок радиационного контроля и учёта ТРО представляет из себя стационарный паспортизатор радиоактивных отходов, который позволяет обеспечить определение мощности дозы гамма-излучения, изотопный состав, суммарную и удельную активность, вес ТРО в бочке, учёт качественного состава полученных после компактирования бочек с ТРО. Кроме того с его помощью должна обеспечиваться подготовка отчётной документации и этикетки для бочек.

Стол сортировочный предназначен для приёма и сортировки низкоактивных ТРО. Сортировка производится на прессуемые и непрессуемые ТРО и отходы, подлежащие измельчению на гильотине. Сортировка производится вручную с применением перчаток, респираторов, фартуков и других индивидуальных средств защиты персонала.

Рольганги предназначены для транспортировки бочки к установке прессования и гильотине.

Производительность комплекса переработки ТРО до 1,0 м<sup>3</sup>/час.

Управление работой оборудования комплекса переработки ТРО производится из пультовой, расположенной в отдельном помещении в непосредственной близости от комплекса переработки.

Установка пылеулавливания предназначена для предварительной очистки воздуха, который отсасывается из зон сортировки, прессования и измельчения ТРО. Пыль осаждается в накопителе, а затем загружается в бочку через специальное защитное устройство. При этом выделение пыли в помещение исключается.

Конструкция оборудования комплекса обеспечивает прочность и сохраняет работоспособность во время, и после прохождения сейсмических воздействий силой до ПЗ включительно.

Измельченные ТРО помещаются в металлические бочки, и по возможности

прессуются, после чего бочки закрываются крышками и герметизируются.

Контейнеры-сборники для ТРО являются оборотными емкостями, предназначенными для сбора низкоактивных и среднеактивных ТРО в местах их образования

При заполнении контейнеров-сборников обеспечивается радиационная безопасность обслуживающего персонала в процессе сбора и транспортировки ТРО организационными мероприятиями, при этом:

- емкость контейнера, м<sup>3</sup>, не менее 0,4;
- контейнеры имеют верхнюю загрузку и нижнюю выгрузку отходов;
- внутренние и внешние поверхности контейнеров допускают проведение их дезактивации;
- мощность дозы излучения на расстоянии 1м от контейнера с ТРО не превышает 0,10мЗв/час.

### **7.5.2 Переработка ЖРО**

#### **7.6.2.1 Блоки №№ 1, 2, 3**

В настоящее время ЖРО, образующиеся при эксплуатации систем действующего блока № 3 и блоков № 1 и 2, выведенных из эксплуатации, поступают в подземные или заглубленные баки трапных вод, бессолевых вод и душевых вод, откуда они направляются на переработку в системы здания СВО. Для переработки трапных, обмывочных, регенерационных вод в составе спецводоочистки предусмотрена выпарная установка III, состоящая из 2-х аппаратов производительностью по 6 т/ч каждый. Выпарная установка обеспечивает переработку 45000-50000 т/год, что в 5,0-7,5 раз превышает ежегодный объем всех образующихся радиоактивных сред.

Третья установка спецводоочистки (III СВО) входит в состав действующих систем здания спецводоочистки и предназначена для очистки методом дистилляции всех жидких радиоактивных сред, образующихся при эксплуатации оборудования блоков 1,2 и 3 и воды спецпрачечной.

В состав установки III СВО входят два выпарных аппарата (при нормальной работе один из них находится в работе, а второй в резерве). Греющей средой выпарных аппаратов служит пар блока №3 или пар котельной промплощадки. Конденсат греющего пара возвращается на блок №3.

Баки СВО для приема трапных, обмывочных и регенерационных вод и баки чистого конденсата расположены вне здания СВО по его периметру.

Выпарная установка расположена в отдельно стоящем здании спецводоочистки (здание СВО), относящемся к I очереди Белоярской АЭС.

Оборудование СВО III состоит из следующих групп:

- группа бакового оборудования;
- группа насосного оборудования;
- группа выпарных аппаратов
- группа фильтровального оборудования;
- группа вспомогательного оборудования.

Группа бакового оборудования предназначена для сбора, промежуточного хранения и выдачи на последующую переработку радиоактивных вод. В эту же группу входят баки для сбора, контроля и последующей выдачи потребителям

очищенных на выпарных установках жидких сред (конденсата), а также баки конденсата греющего пара.

В состав группы насосного оборудования входят

- насосы НПОВ-3, НПОВ-4 предназначенные для подачи радиоактивных вод на переработку на выпарном аппарате В-4 (В-5);

- конденсатные насосы выпара НКВ-1, НКВ-2, предназначенные для подачи конденсата вторичного пара из контрольных баков на повторное использование на собственные нужды Белоярской АЭС;

- конденсатные насосы греющего пара НКП-1, НКП-2, предназначенные для перекачки конденсата греющего пара из контрольных баков в дренажный бак машзала блока №3;

- насосы дегазированной воды 4НДКВ-1 (5НДКВ-1), 4НДКВ-2 (5НДКВ-2), предназначены для подачи дегазированной воды на фильтры доочистки конденсата;

- трубопроводы и арматуру.

Группа выпарных аппаратов предназначена для очистки радиоактивных вод методом дистилляции и включает в свой состав следующее оборудование:

- выпарные аппараты В-4 и В-5;

- конденсаторы-дегазаторы 4КД, 5КД, предназначенные для конденсации и деаэрации вторичного пара выпарного аппарата;

- охладители сдувочных газов и паров 4КС, 5КС предназначенные для конденсации и охлаждения паровоздушных сдувок конденсаторов-дегазаторов;

- охладители конденсата греющего пара 40ГКП (50ГКП), предназначенные для охлаждения конденсата греющего пара перед его поступлением в контрольные баки;

- охладители конденсата вышара 40КФ (50КФ), предназначены для охлаждения конденсата вторичного пара перед его очисткой на ионообменных фильтрах;

- монжюс 4МКО, предназначенный для приема упаренного раствора из выпарных аппаратов и последующей выдачи его в емкости СВО или ХЖО;

- трубопроводы и арматуру.

Группа фильтровального оборудования включает в свой состав:

- угольные фильтры 4ФАУ-1 (5ФАУ-1), 4ФАУ-2 (5ФАУ-2), ионообменные фильтры НКФ, 4НКФ (5НКФ), 4АФ (5АФ);

- ловушки Л, предназначенные для улавливания фильтрующих материалов в случае разрушения дренажной системы фильтров;

- трубопроводы и арматуру.

Угольные фильтры 4ФАУ-1, 4ФАУ-2 (5ФАУ-1, 5ФАУ-2) предназначены для обезмасливания конденсата вторичного пара выпарных аппаратов.

Н-катионитовый фильтр НКФ предназначен для очистки конденсата пара греющих камер выпарных аппаратов от примесей, находящихся в катионной форме.

Н-катионитовые фильтры 4НКФ (5НКФ) предназначены для очистки конденсата вторичного пара выпарных аппаратов от примесей, находящихся в катионной форме.

Анионитовые фильтры 4АФ (5АФ) предназначены для очистки конденсата вторичного пара выпарных аппаратов от примесей, находящихся в анионной форме.

В группу вспомогательного оборудования входят:

- фильтр аэрозольный Ф, предназначенный для очистки от аэрозолей сдувки из

монжюса перед ее сбросом в вентиляцию 2В-9 главного корпуса 1 очереди.

– дренажные насосы приемка НДП-2А, НДП-2Б, предназначены для откачки технологических протечек из оборудования III СВО из приемка отметки минус 5,55 м в сбросные баки БС-3А (БС-3Б);

– трубопроводы и арматура.

В соответствии с Технологическим регламентом эксплуатации 1 очереди Белярской АЭС установка III СВО отнесена к системам нормальной эксплуатации. Оборудование установки III СВО, содержащее среднеактивные среды, относится к системам нормальной эксплуатации важным для безопасности (класс ЗН). Емкости обмывочных и регенерационных вод БС-3А, БС-3Б, также относятся к системам важным для безопасности (класс ЗН).

Описание технологической схемы.

Вода из баков БС-3А и БС-3Б насосом НПОВ-3 (НПОВ-4) подается в вышарной аппарат В-4 (В-5). Уровень в вышарном аппарате поддерживается регулятором 4ВО-2 (5ВО-2), который установлен на трубопроводе подачи воды в вышарной аппарат.

Переработка радиоактивных вод производится на вышарных аппаратах В-4, В-5 методом упаривания. Производительность аппаратов по вторичному пару 5,0-6,0 т/ч. Пар в греющие камеры вышарных аппаратов поступает из коллектора собственных нужд блока №3. Конденсат греющего пара после охлаждения в теплообменниках 40КГП (50КГП) поступает в контрольные баки КБП-1 и КБП-2.

Вторичный пар из аппарата В-4 (В-5) поступает в конденсатор-дегазатор 4КД (5КД), где происходит конденсация и деаэрация за счет поддержания температуры конденсата в пределах 104 °С.

Уровень в 4КД (5КД) поддерживается регулятором 4КВ-1 (5КВ-1), который установлен на напорном трубопроводе насосов 4НДКВ-1,2 (5НДКВ-1,2).

Дегазированная вода из 4КД (5КД) насосом 4НДКВ-1,2 (5НДКВ-1,2) подается на фильтры доочистки конденсата. После обработки на фильтрах 4ФАУ-1,2 (5ФАУ-1,2), 4НКФ (5НКФ), 4АФ (5АФ) конденсат сливается в контрольные баки КБВ-1, КБВ-2.

С напора насосов 4НДКВ-1,2 (5НДКВ-1,2) часть конденсата с расходом 1200 л/ч подается на барботажные тарелки вышарного аппарата В-4 (В-5) для промывки вторичного пара.

Из контрольных баков выпара КБВ-1 и КБВ-2 насосом НКВ 1 (НКВ-2) конденсат подается на блок №3, в спецрабочую, для обмывки помещений и оборудования, в емкости БЧК-1А, БЧК-1Б, БПЧК-1А и БПЧК-1Б. При неудовлетворительных анализах конденсат может быть направлен на фильтры доочистки для повторной очистки или в емкости ББВ-1А и ББВ-1Б для повторной переработки.

Из контрольных баков конденсата пара КБП-1, КБП-2 конденсат греющего пара насосом НКП-1 (НКП-2) через "Н"-катионитовый фильтр НКФ откачивается на блок №3 в дренажный бак машзала или перекачивается в контрольные баки выпара КБВ-1 и КБВ-2.

Упаренный раствор из вышарных аппаратов периодически дренируется в монжюс кубового остатка 4МКО, с последующей выщачей в емкости БС-2А, БС-2Б оборудования СВО.

Технологические протечки из оборудования установки Ш СВО по трапной системе собираются в прямке объемом 3 м<sup>3</sup> на отметке минус 5,550 м, из которого насосами НПОВ-4 или НДП-2А (НДП-2Б) откачиваются в емкости БС-3А, БС-3Б или в емкость ББВ-1 Б.

Сливы из трапов на отметках 0,000 и выше заведены в 3-ю дроссельную камеру СВО.

Для регенерации фильтров доочистки и промывки выпарных аппаратов предусмотрен подвод к ним раствора кислоты и щелочи из узла приготовления растворов СВО и слив их через систему спецканализации в емкости БС-2А, БС-2Б.

В результате переработки радиоактивных вод на выпарной установке СВО получается раствор солей (кубовый остаток) и дистиллят испарителей. Кубовый остаток направляется на ХЖО в емкость БКО-А для дальнейшей переработки на доупаривателе ЖРО (ДЖО). В этот же бак поступают дезактивационные радиоактивные воды от ИРМ.

ДЖО входит в состав хранилища ЖРО и предназначен для концентрирования кубового остатка с начальным солесодержанием 100-270 г/дм<sup>3</sup> до солесодержания 400-500 г/дм<sup>3</sup>, позволяющего значительно уменьшать объемы ЖРО, подлежащие хранению в баках хранилищ перед последующим кондиционированием (отверждением). Упаренный на ДЖО кубовый остаток направляется на временное хранение в емкости ХЖО-1, ХЖО-2.

Выпарная установка кубовых остатков ХЖО (доупариватель ДЖО) расположена в зале ХЖО-1 на отметке 0,00 в помещении №32.

В состав выпарного аппарата ДЖО входят:

- греющая камера ГК;
- сепаратор С;
- циклон Ц;
- охладитель выпара доупаривателя ОВД;
- насос циркуляции доупаривателя НЦД.

Подача кубового остатка в доупариватель осуществляется насосом НПК-1, НПК-2 из бака БКО-А. Производительность насоса 1,4 м<sup>3</sup>/ч.

Выносная греющая камера ГК предназначена для нагрева циркулирующего через нее раствора кубового остатка при его дополнительном упаривании. Греющая камера, имеющая поверхностью теплообмена 13 м<sup>2</sup>, расположена горизонтально и соединена с сепаратором трубопроводами. На паропроводе, подводящем греющий пар к греющей камере, установлен предохранительный клапан. Слив конденсата из греющей камеры выполняется через мерный бачок. Греющая камера состоит из кожуха, куда подается греющий пар, и двух трубных досок с развальцованными в них 40 трубками диаметром 38х3.

Сепаратор С предназначен для отделения пара из кипящего солевого раствора и выполнен в виде цилиндрического сосуда диаметром 1400 мм с толщиной стенки 6 мм. Объем сепаратора составляет 1,25 м<sup>3</sup>. В верхней сфере сосуда смонтированы: труба отвода вторичного пара в циклон, гильза для установки датчика нейтронного уровнемера, сигнализатор наличия пены, смотровой люк диаметром 400 мм, в крышке которого предусмотрена установка сигнализаторов нижнего, верхнего и предельно верхнего уровней.

В нижнюю сферу сосуда врезаны два трубопровода (всасывающий и напорный НЦД) диаметром 219 мм. Напорный трубопровод заведен в сепаратор и на его конце выполнен отбойник разделитель.

Циклон Ц предназначен для отделения жидкости, унесенной со вторичным паром из сепаратора. Циклон выполнен в виде цилиндрического сосуда диаметром 400 мм. Внутри циклона установлен отбойник для разделения пароводяной смеси. Слив отделенной жидкости заводится во всасывающий трубопровод насоса НЦД.

Охладитель выпара доупаривателя ОВД (конденсатор-охладитель) предназначен для конденсации и охлаждения вторичного пара ДЖО и представляет из себя прямоточный теплообменник, охлаждаемый технической водой.

Насос циркуляции доупаривателя НЦД предназначен для принудительной циркуляции упариваемого кубового остатка через греющую камеру и сепаратор-Производительность насоса составляет 280 м<sup>3</sup>/ч.

#### Описание схемы ДЖО

Кубовый остаток с солесодержанием 100 270 г/дм<sup>3</sup> из баков БС-2А(2Б) СВО и баков кубового остатка ХЖО поступает в бак БКО-А. Перед переработкой на доупаривателе происходит его подготовка в баке путем корректировки величины рН до значения 2 -3.

Исходный кубовый остаток из бака БКО-А подается во всасывающий трубопровод циркуляционного насоса НЦД перистальтическим насосом НПК-1(2) работающим в режиме насоса-дозатора. При заполнении ДЖО закрывается регулятор на трубопроводе подачи кубового остатка в ДЖО и открывается регулятор на линии возврата кубового остатка с напора насоса НПК-1(2) в бак БКО-А. При этом обеспечивается поддержание номинального уровня в ДЖО и перемешивание кубового остатка в баке. Всасывающий трубопровод насоса НПК-1(2) заглублен в емкость на 3 м, а дренажный на 1 м. На напорном трубопроводе насосов НПК установлен электроконтактный манометр, который отключает насосы при превышении давления свыше 5,5 кгс/см<sup>2</sup>.

В доупаривателе жидких отходов происходит концентрирование ЖРО методом глубокого упаривания, который основан на принудительной циркуляции нагреваемого до температуры кипения раствора и отделения образовавшегося пара в сепараторе.

Греющий пар подается в греющую камеру с постоянным расходом 0,45 0,55 т/ч, поддерживаемым автоматическим регулятором. Конденсат греющего пара возвращается в баки промежуточного чистого конденсата БПЧК-1А(1Б) или в баки бессолевых вод ББВ-1А(1Б) СВО.

Вторичный пар, образующийся в сепараторе, поступает в циклон, где происходит отделение пара от жидкости, которая поступает во всасывающий трубопровод насоса НЦД. Из циклона пар поступает в охладитель выпара, где конденсируется и охлаждается, а затем самотеком сливается в бак БПЛ-Б, откуда насосом НПЖО-3 откачивается в баки ББВ-1А(1Б) для повторной переработки на выпарных аппаратах.

Все дренажные трубопроводы ДЖО снабжены линиями обогрева (паровыми спутниками).

Для контроля за степенью упаривания кубового остатка и герметичностью

греющей камеры предусмотрен пробоотбор:

- исходной воды на ДЖО;
- куба ДЖО;
- упариваемого раствора в ДЖО;
- конденсата греющего пара.

ЖРО, образующиеся в результате переработки на выпарной установке радиоактивных вод блоков № 1, 2 и 3, хранятся в виде солевых растворов (кубовый остаток), пульп фильтрующих материалов и шламов трапных вод в емкости ХЖО-1, ХЖО-2.

Дистиллят испарителей направляется на повторное использование в виде «чистого» конденсата в зоне контролируемого доступа или в виде дебалансных вод после дозиметрического контроля и оформления разрешения отводится в хозяйственно-фекальную канализацию (ХФК) на очистные сооружения промплощадки.

Суммарный с начала года сброс дебалансных вод по содержанию остаточной радиоактивности не должен превышать значения, установленного для Белоярской АЭС. Учет сброса ведет отдел радиационной безопасности (ОРБ). Сброс дебалансных вод осуществляется в соответствии с Положением о контроле поступления радионуклидов в окружающую среду со сточными водами Белоярской АЭС под контролем ОРБ.

С целью повышения надежности эксплуатации Белоярской АЭС и защиты окружающей среды разработан проект комплекса установок по обращению и кондиционированию ЖРО с целью перевода их в формы, пригодные для транспортирования и захоронения. Работы по созданию КП ЖРО ведутся на основании «Программы № БЕЛАЭС ПРГ-52К(04-03) 2015 работ по переработке и долговременному хранению некондиционированных РАО первой очереди филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Белоярская атомная станция». [3]

Для реализации производственной программы переработки жидких радиоактивных отходов Белоярской АЭС выбраны три метода [17]:

- метод ионоселективной сорбции радионуклидов из ЖРО, позволяющий сократить объемы РАО для захоронения;
- метод кондиционирования ионообменных смол (ИОС) путем их осушки;
- метод отверждения ЖРО (нерастворимого шлама) посредством включения их в цементную матрицу, позволяющий перевести ЖРО в форму безопасную при хранении, транспортировании и захоронении.

Для выполнения выбранных методов переработки ЖРО используются модульные установки переработки ЖРО разработки АО «СвердНИИхиммаш», работающие параллельно.

Производство состоит из трех основных технологических линий.

Первая линия – блочно-модульная установка ионоселективной очистки (УИСО) предназначена для очистки осветленной части кубового остатка из баков хранилищ ХЖО-1 и ХЖО-2 от радионуклидов  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и продуктов коррозии других переходных металлов, с целью получения концентрированного нерадиоактивного солевого продукта и его расфасовки в первичные упаковки.

Производительность УИСО по исходному раствору, не более – 0,15 м<sup>3</sup>/ч.

Режим работы установки – непрерывный. Количество смен в сутки – три, продолжительность смены – 8 ч. Время работы УИСО в течение года – 7200 часов (300 дней).

Вторая линия – блочно-модульная установка кондиционирования ИОС предназначена для кондиционирования отработанных ионообменных смол с целью сокращения объемов радиоактивных отходов.

Производительность установки – 215 м<sup>3</sup>/год.

Режим работы установки – периодический. Количество смен в сутки – две, продолжительность смены – 8 ч. Время работы установки кондиционирования ИСО в течение года – 4800 часов (300 дней).

Третья линия – блочно-модульная установка цементирования (УЦ) предназначена для переработки шламов РАО из баков и резервуаров хранилищ, шламов от УИСО, путем включения в цементную матрицу радиоактивных отходов.

Производительность установки цементирования по цементному компаунду – 1,5 м<sup>3</sup>/сут., 134 контейнера НЗК в год.

Режим работы установки – периодический. Количество смен в сутки – одна, продолжительность смены – 8 ч. Время работы УЦ в течение года – 2400 часов (300 дней).

Комплекс переработки ЖРО обеспечивает выполнение следующих технологических операций:

- размыв, извлечение ЖРО из емкостей хранилищ и их выдачу в здание установок на переработку;

- транспортирование по трубопроводным эстакадам, прием всех видов ЖРО и их подготовку к переработке;

- переработку поступающих кубовых остатков с осадком из баков хранения методом ионоселективной очистки с последующим цементированием шламов непосредственно в контейнерах НЗК-150-1,5П и получением сухих солей в металлических бочках (сухие соли с удельной активностью до  $9,2 \times 10^{-2}$  Бк/г являются промышленными отходами, освобожденными от радиационного контроля (в соответствии с разделом IV СП2.6.6.2572-2010).

- кондиционирование ионообменных смол методом сушки до содержания влаги 3% с упаковкой в контейнеры НЗК-150-1,5П(В) с вкладышем СМ-0,94 и свинцовым стаканом, далее НЗК-150-1,5П(АТ-9-...-03) (НП-20-15, п. 25);

- прием поступающих автомобильным транспортом готовых смесей цемента и бентонита в упаковках типа биг-бэг, временное их хранение на складе, транспортирование цементной смеси в здание установок и выдачу готовой смеси пневмотранспортом на установку цементирования;

- транспортирование свежих фильтр-контейнеров со склада, замену отработавших фильтр-контейнеров и передачу их в промежуточное хранилище кондиционированных РАО и отработавших фильтр-контейнеров на территории Белоярской АЭС;

- очистку газовых фаз до требований санитарных норм перед выбросом их в атмосферу (СанПиН 2.6.1.24-03 (СП АС-03, п. 10.1));

- вывоз упаковок: контейнеров НЗК-150-1,5П, с радиоактивным компаундом с установки цементирования; НЗК-150-1,5П(АТ-9-...-03) с осушенными

ионообменными смолами; фильтр-контейнеров с отработавшим сорбентом на ХТРО БАЭС;

– вывоз очищенного солевого продукта в пункт хранения ОНАО.

Установка ионоселективной очистки (УИСО)

Установка ионоселективной очистки ЖРО состоит из следующих блоков, узлов и систем:

– блок приема ЖРО предназначен для приема ЖРО из узла размыва и извлечения, смонтированного на емкостях хранения ЖРО.

– блок генерации озона предназначен для производства озона в количестве, необходимом для процесса озонирования (разрушения комплексов Со-60).

– блок озонирования ЖРО предназначен для проведения реакции озонирования (разложения) комплексных соединений радионуклидов. В состав блока входит реактор.

– блок дожигания озона предназначен для разрушения молекул озона, не вступивших в реакцию, перед сбросом в систему газоочистки.

– блок предварительной фильтрации предназначен для фильтрации жидкой фазы после проведения процесса озонирования.

– блок дозирования предназначен для дозирования солевого раствора в блок ионоселективной очистки.

– блок ионоселективной очистки предназначен для удаления радионуклидов Cs-137 из солевого раствора.

– блок сбора и передачи шлама предназначен для передачи полученного шлама на установку цементирования.

– блок тонкой фильтрации для удаления мелкодисперсных включений.

– блок газоочистки предназначен для очистки вторичного пара, получаемого в результате упаривания солевого раствора.

– блок корректировки pH.

– узел получения сухих солей предназначен для упаривания солевого раствора и получения сухих солей.

– система пробоотбора предназначена для отбора проб в разных блоках и узлах технологической цепочки.

Технические характеристики УИСО

Технические характеристики установки представлена в таблице 7.5.2.1.1

Таблица 7.5.2.1.1 – Технические характеристики

Наименование	Показатели
Производительность установки по исходному раствору, м <sup>3</sup> /ч	0,15
Годовая производительность по исходному раствору, м <sup>3</sup>	1080
Время работы установки в течение года, ч	7200
Объемная активность ЖРО на входе в установку, Бк/дм <sup>3</sup> :	
по Cs-137	до 1,3x10 <sup>8</sup>
по Cs-134	до 2,1x10 <sup>5</sup>
по Со-60	до 2,0x10 <sup>5</sup>

Суммарная удельная активность солевого раствора на выходе из установки, Бк/ дм <sup>3</sup>	1,1x10 <sup>5</sup>
---	---------------------

#### Описание технологической схемы

Кубовый остаток (КО) из узлов размыва подается по трубопроводам по эстакаде в блок приема ЖРО в приемные баки. Объем рабочего бака 20 м<sup>3</sup> обеспечивает работу установки в течение пяти дней при трехсменной работе.

Из приемных баков производится отбор пробы КО ЖРО для определения радионуклидного состава, ХПК и начального значения показателя рН. Отбор проб производится через боксы защитные и блока пробоотбора, расположенных в помещении 129.

КО перекачивается насосом в блок озонирования в реактор (объем реактора 2 м<sup>3</sup>).

При необходимости (по результатам анализа КО из приемного бака) производится корректировка рН раствора (до значения рН 12-13) подачей из емкостей блока корректировки рН расчетного количества 20% раствора щелочи (NaOH) или 20% раствора кислоты (HNO<sub>3</sub>) при помощи дозирочных насосов.

Раствор с откорректированным рН нагревается до температуры +80оС при помощи электрического нагревателя, расположенного на наружной поверхности реактора.

При достижении в реакторе требуемого показателя рН и температуры производится процесс озонирования КО. Из блока генерации озона в реактор поступает озон. В реакторе происходит процесс озонирования КО барботажем озона через раствор с целью разложения комплексона ТБФ. При этом, присутствующий в комплексном соединении Со-60 переходит в нерастворимую гидроокисную форму и выпадает в осадок.

После завершения процесса разложения органических соединений в реактор из блока корректировки рН добавляется мелкодисперсный сорбент на основе ферроцианида в соотношении не более 7 кг на 1 м<sup>3</sup> КО.

После выключения перемешивающего устройства твердая фаза (сорбент, осадок из приемного бака и гидроокисные соединения Со-60) осаждается в донной части реактора. Для корректировки рН раствора из блока корректировки рН подается щелочь или кислота.

Шлам, осевший на днище бака, подается в блок сбора и передачи шлама в сборник шлама. При помощи системы пробоотбора производится отбор пробы шлама из сборника через блок пробоотбора для определения удельной активности, количества твердой фазы и радионуклидного состава. После заполнения сборника, шлам насосом подается в расходный бак установки цементирования.

Солевой раствор, образовавшийся в блоке озонирования ЖРО, из реактора через встроенный фильтрующий элемент передается в блок предварительной фильтрации с помощью насоса на предварительные фильтры. Из блока предварительной фильтрации солевой раствор поступает в емкости фильтрата и блока предварительной очистки.

Далее при помощи насоса солевой раствор подается в блок тонкой фильтрации на мембранные фильтры. После блока тонкой фильтрации очищенный солевой

раствор поступает в промежуточный бак блока дозирования.

Из промежуточного бака солевой раствор при помощи насоса подается в блок ионоселективной очистки на ионоселективный фильтр. Фильтр выполняет очистку жидких отходов от радионуклидов цезия, концентрирование выделенных радионуклидов и перевод их в связанное водонерастворимое состояние. Очищенный солевой раствор после фильтра поступает в промежуточный бак. Осуществляется пробоотбор солевого раствора через блок пробоотбора для определения характеристик полученного фильтрата. После анализа, при положительных результатах, солевой раствор подается в блок получения сухих солей.

В случае отрицательных результатов («проскок» радионуклидов через фильтр), недоочищенный солевой раствор с помощью насоса возвращается в фильтр-контейнер на доочистку. После повторной очистки солевой раствор собирается в емкость, откуда после анализа и получения положительного результата с помощью насоса перекачивается в узел получения сухих солей.

Отработавший фильтр-контейнер отключается от контура циркуляции очищаемого раствора, промывается конденсатом (объемом от 0,1 до 0,15 м<sup>3</sup>) и продувается сжатым воздухом в течение 15-20 минут. После чего в течение двух часов проводится сушка фильтра-контейнера до 3% относительной влажности в свободном пространстве, переключив фильтр-контейнер на систему газоочистки.

Стыковочный узел отсоединяется от фильтра. Тележка с фильтром перемещается на позицию закрытия заглушки и крышки контейнера. Выполняется установка заглушки фильтра и крышки контейнера. Герметичность фильтра-контейнера обеспечивается за счет установки уплотнений из граффлекса.

Открывается шибер между помещением 139 и транспортным шлюзом (помещение 140). Тележка с фильтр-контейнером перемещается в транспортный шлюз и останавливается. Шибера закрывается. Открываются подъемные ворота между помещением 140 и помещением 156. Фильтр-контейнер на тележке перемещается в помещение обращения с контейнерами 156. Фильтр-контейнер с помощью крана помещения 156 устанавливается на участок временного хранения контейнеров. После прибытия в здание спецавтотранспорта фильтр-контейнер при помощи подъемного крана ГП1 перемещается с участка временного хранения контейнеров на грузовую тележку ТГ1. Подъемные ворота между помещением 156 и 159 открываются, и тележка с фильтр-контейнером перемещается в помещение 159. Ворота закрываются. Далее краном ПГ2 фильтр-контейнер устанавливается на спецавтомобиль. Ворота между помещением 159 и улицей поднимаются, и автомобиль выезжает из здания.

Новый фильтр-контейнер краном ГП2 устанавливается на тележку для фильтра и подается через транспортный шлюз в помещение 139 на позицию снятия крышки контейнера и заглушки фильтра.

Фильтр-контейнер подается на позицию присоединения стыковочного узла. Производится соединение стыковочного узла и фильтр-контейнера.

Из блока ионоселективной очистки очищенный солевой раствор поступает в расходный бак. Очищенный солевой раствор насосами подается в блок получения сухих солей.

В блоке получения сухих солей производится обезвоживание очищенного

солевого раствора в сушилках, в которые предварительно устанавливаются бочки. Бочка является упаковочной тарой для солевого продукта.

Сушилка оборудована электрическим электронагревателем и узлом стыковки с трубопроводами подачи раствора в бочку и отвода паро-газовой фазы в конденсатор.

Конденсат, образующийся в процессе обезвоживания, из конденсаторов поступает в сборники конденсата. Далее подсушенный пар поступает на фильтр (ФАРТОС Ц-250) для удаления аэрозолей из неконденсирующихся газов. Вакуумметрическое давление в системе создается вакуумным насосом.

В узле получения сухих солей бочки, заполненные сухими солями и отсоединенные от устройства подвода и отвода сред, перемещаются при помощи крана ГПЗ из сушилки на тележку для бочек. Производится отбор пробы сухих солей для определения химического и радионуклидного состава и категории отходов. Бочки закрываются крышкой и перемещаются на тележке на участок временного хранения.

После накопления партии бочек, бочки устанавливаются в клеть. Клеть перемещается краном на грузовую тележку ТГ1.

Подъемные ворота между помещением 156 и 159 открываются, и тележка с клетью бочек перемещается в помещение 159. Ворота закрываются. Далее краном ПГ2 клеть с бочками устанавливается на спецавтомобиль. Ворота между помещением 159 и улицей поднимаются, и автомобиль выезжает из здания.

Установка кондиционирования ионообменной смолы

Назначение установки

Установка кондиционирования ионообменной смолы (далее по тексту установка ИОС) разработана в блочно-модульном исполнении.

Установка ИОС предназначена для кондиционирования отработавших ионообменных смол с целью сокращения объемов радиоактивных отходов.

Установка кондиционирования ИОС является системой (НП-001-15, п. 2.2, 2.3):

– по назначению – системой нормальной эксплуатации;

– по влиянию на безопасность – системой, важной для безопасности.

Основным принципом, положенным в основу проектирования, является обеспечение радиационной безопасности при нормальном функционировании установки, а также снижение радиационного воздействия на персонал и население при авариях (СП 2.6.1.2612-10 (ОСПОРБ 99/2010), п. 2.1).

Для выполнения указанных принципов в системе реализованы следующие технические решения:

– конструкция оборудования и технические требования к его изготовлению разработаны в соответствии с требованиями, действующими в атомной энергетике;

– оборудование рассчитано на прочность от воздействия статических и сейсмических воздействий;

– наименьшую протяженность трубопроводов с минимально возможным количеством запорной арматуры и разъемных соединений (СанПиН 2.6.1.24-03 (СП АС-03, п.8.3));

– помещения емкостей с кубовым остатком имеют металлическую облицовку полов коррозионностойкой сталью с отбортовкой на стены на высоту не менее 200 мм, для предотвращения выхода ЖРО за пределы боксов при разгерметизации

аппаратов (ПиН АЭ-5.6, п. 2.14.1);

– оборудование оснащено необходимыми контрольно-измерительными приборами для контроля и регулирования расходов, давлений, уровней, температур технологических сред;

– технологические сдувки из оборудования с жидкими радиоактивными средами перед выбросом в атмосферу подвергаются специальной газоочистке (СанПиН 2.6.1.24-03 (СП АС-03, п.8.9));

– управление работой оборудования и арматуры, установленных в необслуживаемых помещениях, помещениях временного пребывания персонала, осуществляется дистанционно;

– контроль радиационной обстановки в помещениях.

Состав установки

Установка ИОС состоит из следующих блоков:

– блок приема и подготовки предназначен для приема пульп фильтрматериалов из узла размыва и извлечения, смонтированного на емкостях хранения ЖРО.

– блок сушки предназначен для удаления воды до значения критериев пригодности для длительного хранения/захоронения.

– блок газоочистки предназначен для создания в сушилке вакуумметрического, удаления парогазовой смеси, конденсации конденсирующихся газов и очистки от аэрозолей неконденсирующихся газов.

Технические характеристики установки

Техническая характеристика установки представлена в таблице 7.5.2.1.2

Таблица 7.5.2.1.2 – Техническая характеристика установки

Наименование	Показатели
Производительность установки, м /год	215
Время работы установки в течение года, ч	4800
Объемная активность ИОС на входе в установку, Бк/дм : по Cs-137	до $1,17 \times 10^8$
по Cs-134	до $4,7 \times 10^5$
по Со-60	до $2,5 \times 10^6$
по Eu-154	до $2,2 \times 10^5$
по Am-241	до $1,5 \times 10^6$
Суммарная удельная активность сухой ИОС на выходе из установки, Бк/ дм <sup>3</sup>	$1,2 \times 10^8$

Описание технологической схемы

Пульпа отработанных ионообменных смол с массовым соотношением Т:Ж= от 5 до 10 поступает в блок приема и подготовки (приемные баки ТЕ20В01, ТЕ20В02 резервный) из узла размыва емкостей ХЖО. Бак ТЕ20В02 является резервным для баков ТЕ21В01 и ТЕ22В01.

Технологическая операция, реализуемая в этом блоке удаление и возврат основного количества жидкой фазы в баки хранения ЖРО (ХЖО). Транспортная вода через встроенные фильтры приемного бака ТЕ20В01 насосом ТЕ21Д01 (ТЕ21Д02 резервный) перекачивается в бак транспортной воды ТЕ21В01. При заполнении бака ТЕ21В01 производится перекачка транспортной воды в баки

хранения ХЖО при помощи насоса УСН1 (УСН1а – резервный).

Частично обезвоженная пульпа из бака УСПБ при помощи насоса ТЕ22D01 (ТЕ22D02 – резервный) блока приема и подготовки направляется в расходный бак ТЕ22В01 блока сушки.

В расходном баке ТЕ22В01 производится дополнительное обезвоживание ИОС. Удаляемая транспортная вода при помощи насоса ТЕ21D03 (ТЕ21D04 – резервный) перекачивается в бак ТЕ21В01. Ионообменная смола после дополнительного обезвоживания дозировано поступает в сушилку ТЕ23V01.

Сушка ИОС производится при температурах ниже значений начала термодеструкции ИОС. Остаточная влажность ИОС составляет 3%.

Высушенная ИОС загружается в контейнеры НЗК-150-1,5П (АТ-9-...-03) при помощи шнекового устройства сушилки.

Пустой контейнер НЗК-150-1,5П (АТ-9-...-03), установленный на грузовую тележку транспортной системы, перемещается из помещения 156 через открытые подъемные ворота в транспортный шлюз 133. Ворота закрываются. Открывается защитный шибер между транспортным шлюзом 133 и помещением 131. Тележка с контейнером перемещается в помещение 131 на позицию снятия пробки. При помощи захвата, установленного на крюке тельфера, пробка вынимается из контейнера. Контейнер на тележке перемещается на позицию загрузки сухой смолы под загрузочное устройство УСУС.

Высушенная смола из сушилки ТЕ23V01 поступает через загрузочное устройство ТЕ23Т01 в контейнер. Заполненный контейнер на тележке перемещается из-под загрузочного устройства на позицию закрытия пробки. Пробка контейнера зарывается.

Открывается защитный шибер между помещением 131 и транспортным шлюзом. Закрытый контейнер перемещается транспортный шлюз, шибер закрывается.

Открываются ворота между помещением 156 и транспортным шлюзом. Тележка с контейнером перемещается в помещение 156.

Краном ПГ2 помещения 156 контейнер перемещается на грузовую тележку ТГ2, подающую контейнер на позицию герметизации пробки (под металлическую площадку рядом с помещением 158). Производится герметизация пробки цементным раствором.

Тележка с контейнером перемещается из-под площадки. Краном ПГ2 контейнер перемещается на участок временного хранения заполненных контейнеров.

Парогазовая фаза из сушилки поступает в блок газоочистки. В этом блоке производится конденсация пара, образовавшегося при сушке смолы, в конденсаторе ТЕ05W01 и очистка сбросных газов от аэрозолей на фильтре ТЕ05N01. Сбор конденсата производится в сборник конденсата ТЕ05В01.

Установка цементирования

Назначение установки

Установка цементирования разработана в блочно-модульном исполнении.

Установка цементирования (УЦ) предназначена для переработки шламов РАО из баков и резервуаров хранилищ, шламов от УИСО, путем включения в цементную матрицу радиоактивных отходов. Получаемый в установке цементный компаунд, с

включенными в него ЖРО, отверждается в невозвратных защитных контейнерах.

Установка цементирования является системой (НП-001-15, п. 2.2, 2.3):

- по назначению – системой нормальной эксплуатации;
- по влиянию на безопасность – системой, важной для безопасности.

Состав установки

Установка цементирования состоит из следующих блоков:

– блок приема и выдачи ЖРО предназначен для приема шламов из УИСО, корректировки рН ЖРО, поступающих на цементирование и дозированной подачи ЖРО в контейнер НЗК-150-1,5П для замешивания цементного компаунда.

– блок приема и подачи сухих компонентов предназначен для приема готовой смеси цемента и сухих технологических добавок и дозированной подачи смеси в блок цементирования.

– блок цементирования предназначен для смешения ЖРО и сухих компонентов с получением цементного компаунда, отвечающего требованиям ГОСТ Р 51883-2002.

Описание технологической схемы

Шлам из установки ионоселективной очистки поступают в расходный бак ТС11В01 (ТС11В02) блока приема и выдачи ЖРО. Аппаратурное оформление блока позволяет откорректировать (при необходимости) рН ЖРО, подаваемых на цементирование, и обеспечить дозированную подачу ЖРО при помощи мерника САО ТС11В03 определенного технологическим регламентом состава в блок цементирования. Корректировка рН ЖРО осуществляется подачей кислоты или щелочи в расходный бак из блока корректировки рН УИСО.

Пустой контейнер при помощи захвата, установленного на крюк крана ПГ1 помещения 156, устанавливается на тележку ТГ1 и перемещается через открытые ворота в помещение 156. С тележки краном ПГ2 контейнер перемещается на тележку ТГ3. Ворота между помещением 156 и транспортным шлюзом 147 открываются. Тележка с контейнером перемещается в помещение транспортного шлюза. Ворота закрываются. Открывается защитный шибер между транспортным шлюзом и помещением 146. Тележка перемещается в помещение 146. Шибер закрывается. Контейнер останавливается на позиции снятия пробки. Пробка извлекается при помощи устройства снятия/установки пробки. Тележка с контейнером перемещается на позицию приготовления цементного компаунда.

Производится присоединение узла стыковочного к контейнеру. Мешалка входит в состав контейнера. Производится подача ЖРО из мерника САО ТС11В03 и при включенном перемешивающем устройстве производится подача сухой цементной смеси в контейнер. После завершения процесса замешивания стыковочный узел отсоединяется от контейнера. Мешалка остается в контейнере. Тележка с контейнером перемещается на позицию установки пробки. Производится отбор пробы полученного компаунда. Установка пробки выполняется через сутки после осмотра состояния компаунда.

В случае нормального схватывания цементного раствора (без жидкости на поверхности) в контейнер устанавливается пробка при помощи устройства снятия/установки пробки.

Открывается шибер между помещением 146 и транспортным шлюзом, тележка

с заполненным контейнером перемещается в транспортный шлюз, шиббер закрывается. Открываются ворота между транспортным шлюзом и помещением 156. Тележка перемещается в помещение 156.

Далее краном ПГ2 помещения 156 контейнер переставляется на грузовую тележку ТГ2, подающую контейнер на позицию герметизации пробки (под металлическую площадку рядом с помещением 158). Производится герметизация пробки цементным раствором.

Требования к параметрам и качественным характеристикам упаковок РАО

Упаковка РАО должна ограничивать выход ионизирующего излучения и радиоактивных веществ за пределы упаковки. Упаковки РАО должны выдерживать воздействия и нагрузки, которые могут возникнуть при обращении с ними в условиях нормальной эксплуатации.

Конструкционные материалы контейнеров должны обладать стойкостью к радиационным, коррозионным и тепловым нагрузкам.

Мощность дозы вплотную к поверхности контейнера, передаваемого на временное хранение, не должна превышать 2 мЗв/ч (в соответствии с требованиями СанПиН 2.6.1.1281-03, таблица 3.1).

Мощность дозы на расстоянии 1 м от контейнера – не должна превышать 0,1 мЗв/ч (в соответствии с требованиями СанПиН 2.6.1.1281-03, таблица 3.1).

В качестве упаковочных средств для хранения и захоронения отвержденной формы ЖРО используются железобетонные контейнеры типа НЗК (НЗК-150-1,5П).

Отвержденные РАО, приведенные в соответствие с критериями приемлемости для захоронения, будут направляться на хранение в хранилище отвержденных РАО для промежуточного хранения. Проектом предусматривается возможность вывоза отвержденных РАО в региональный могильник на захоронение [3].

#### **7.5.2.2 Блок № 4**

ЖРС, образующиеся на энергоблоке №4, подлежат переработке на установках спецводоочистки (СВО) и хранению получаемых жидких радиоактивных отходов (ЖРО) в отвержденном (кондиционированном) виде в хранилище отвержденных радиоактивных отходов (ХНЗК) [4].

Главные задачи переработки ЖРС – минимизация количества ЖРО и кондиционированных радиоактивных отходов (РАО), идущих на захоронение, а также организация замкнутых циклов по воде с повторным использованием очищенных потоков в цикле АЭС – продиктованы требованиями обеспечения радиационной безопасности персонала, населения и окружающей среды в районе размещения АЭС, с учетом возможных внештатных ситуаций и аварий на станции при обращении с РАО и решаются в направлении использования современных технологий спецводоочистки, обращения с ЖРО и выполнения мероприятий по сокращению поступления ЖРС.

В состав спецкорпуса и спецбытового корпуса энергоблока №4 входят следующие установки переработки ЖРС:

- Установка очистки трапных вод СВО-3, система 4КРФ30;
- Установка очистки вод спецпрачечной СВО-7, система 4КРФ40;
- Установка цементирования 4КРС.

Установка очистки трапных вод СВО-3, система 4КРФ30.

Система 4КРФ30 предназначена для очистки трапных вод методом выпаривания в сочетании с дальнейшей доочисткой дистиллята на ионообменных фильтрах.

В результате переработки получается чистый конденсат, повторно используемый на собственные нужды (вода собственных нужд) и на подпитку третьего контура АЭС.

Система и ее элементы являются системой нормальной эксплуатации, а по влиянию на безопасность важными для безопасности и относятся к 3 классу, классификационное обозначение 3Н по НП-001-15. По сейсмостойкости элементы системы относятся ко II категории согласно НП-031-01.

В качестве метода очистки принято двухступенчатое упаривание соледержащих трапных вод в выпарном аппарате и доупаривателе, позволяющее получать коэффициент очистки вторичного пара не менее 105 (по отношению к исходному раствору). Конденсат вторичного пара подвергается дополнительной очистке на обезмасливающих и ионообменных фильтрах.

Срок службы системы 40 лет.

Обмывочные воды и дезактивирующие растворы от оборудования реакторного отделения из узла сбора и трапные воды из приемка трапных вод подаются на очистку на гидроциклоны.

Под действием центробежных сил в гидроциклонах происходит первоначальная очистка трапных вод от механических примесей, которые по мере накопления периодически выводятся в приемную емкость установки цементированная.

Осветленная (очищенная от механических примесей) вода поступает в бак перелива, а затем откачивается насосами в баки трапных вод. В баках трапных вод производится подготовка воды к переработке на выпарной установке.

В случае необходимости, воды бака перелива могут быть направлены на очистку на фильтры трапных вод для дополнительной очистки от механических примесей.

Из бака трапных вод подготовленный раствор насосом подается в греющую камеру выпарного аппарата, где, поднимаясь по трубкам, нагревается и вскипает за счет тепла греющего пара.

Парожидкостная смесь из греющей камеры поступает в сепаратор, где происходит отделение вторичного пара от упаренного раствора. Упаренный раствор из нижней части сепаратора за счет естественной циркуляции вновь поступает в греющую камеру, где смешивается с исходной водой и вскипает. Вторичный пар, отделившийся от кипящей жидкости, проходит очистку на ситчато-клапанных тарелках сепаратора, орошаемых флегмой, и подается в конденсатор. Конденсат вторичного пара собирается в баке сбора конденсата, откуда насосом откачивается через фильтры доочистки в контрольные баки. После контроля качества конденсат выпарной установки подается в бак собственных нужд на повторное использование на нужды АЭС.

Упаренный раствор из кубовой части выпарного аппарата самотеком поступает в греющую камеру доупаривателя, где происходит его дальнейшее концентрирование.

Упаренный раствор доупаривателя (кубовый остаток) при достижении заданной концентрации солей периодически сбрасывается в баки кубового остатка узла

промежуточного хранения ЖРО.

Вторичный пар доупаривателя после конденсации в конденсаторе сбрасывается в бак перелива.

Неконденсирующиеся газы из конденсаторов вторичного пара выпарного аппарата и доупаривателя после охладителя сдувок удаляются в систему спецгазоочистки.

Установка очистки вод спецпрачечной СВО-7, система 4КРФ40.

Система 4КРФ40 предназначена для очистки вод спецпрачечной методом выпаривания в сочетании с дальнейшей доочисткой дистиллята на ионообменных фильтрах.

В результате переработки получается конденсат, повторно используемый на подпитку химводоочистки АЭС.

В качестве метода очистки принято двухступенчатое упаривание соледержащих вод спецпрачечной в выпарном аппарате и доупаривателе, позволяющее получать коэффициент очистки вторичного пара не менее 105 (по отношению к исходному раствору). Конденсат вторичного пара подвергается дополнительной очистке на обезмасливающих и ионообменных фильтрах.

Система и ее элементы являются системой нормальной эксплуатации, а по влиянию на безопасность важными для безопасности и относятся к 3 классу, классификационное обозначение 3Н по НП-001-15.

По сейсмостойкости элементы системы относятся ко II категории согласно НП-031-01.

Срок службы системы 40 лет.

Воды спецпрачечной из баков сбора вод спецпрачечной насосами подаются на очистку на фильтры предочистки вод спецпрачечной.

На фильтрах предочистки вод спецпрачечной производится очистка вод от механических примесей.

Очищенные от механических примесей воды поступают в греющую камеру выпарного аппарата, где, поднимаясь по трубкам, нагреваются и вскипают за счет тепла греющего пара.

Парожидкостная смесь из греющей камеры поступает в сепаратор, где происходит отделение вторичного пара от упаренного раствора. Упаренный раствор из нижней части сепаратора за счет естественной циркуляции вновь поступает в греющую камеру, где смешивается с исходной водой и вскипает. Вторичный пар, отделившийся от кипящей жидкости, проходит очистку на ситчато-клапанных тарелках сепаратора, орошаемых флегмой, и подается в конденсатор. Конденсат вторичного пара собирается в баке сбора конденсата, откуда насосом откачивается через фильтры доочистки в контрольные баки. После контроля качества конденсат выпарной установки подается в бак сбора конденсата от переработки вод спецпрачечной на повторное использование в третьем контуре АЭС.

Упаренный раствор из кубовой части выпарного аппарата самотеком поступает в греющую камеру доупаривателя, где происходит его дальнейшее концентрирование.

Упаренный раствор доупаривателя (кубовый остаток) при достижении заданной концентрации солей периодически сбрасывается в баки кубового остатка узла

промежуточного хранения ЖРО.

Вторичный пар доупаривателя после конденсации в конденсаторе сбрасывается в бак перелива системы 4КРФ30.

Неконденсирующиеся газы из конденсаторов вторичного пара выпарного аппарата и доупаривателя после охладителя сдувок удаляются в систему спецгазоочистки.

#### Установка цементирования (4КРС)

Установка цементирования (4КРС) предназначена для отверждения методом цементирования кубовых остатков трапных вод и вод спецпрачечной, пульпы отработавших фильтрующих материалов и шламов трапных вод блока №4, поступающих из баков узла промежуточного хранения ЖРО системы 4КРК. Получаемый в установке цементирования цементный компаунд, с включенными в него ЖРО, упаковывается в невозвратные защитные контейнеры (НЗК), направляемые в хранилище НЗК для временного хранения.

Система и ее элементы являются системой нормальной эксплуатации, а по влиянию на безопасность важными для безопасности и относятся к 3 классу, классификационное обозначение 3Н по НП-001-15.

По сейсмостойкости элементы системы относятся ко II категории согласно НП-031-01.

Элементы системы, не содержащие радиоактивные среды, относятся к 4 классу безопасности, категории сейсмостойкости III.

Срок службы системы 40 лет.

Установка цементирования состоит из следующих групп оборудования:

- узла приема ЖРО;
- узла технологических добавок;
- узла концентрирования кубового остатка;
- узла цементирования;
- узла промывки смесителя;
- узла приема и транспортировки сыпучих материалов;
- транспортной системы НЗК.

Баки системы 4КРС, содержащие ЖРО, оборудованы защитными гидрозатворами, обеспечивающими не превышение пределов разрешенного давления в баках, которое может быть достигнуто при ошибке оператора или при отклонении от установленных эксплуатационных пределов вспомогательных систем.

Система 4КРС имеет 100% резервирование по насосному оборудованию.

Баки системы 4КРС установлены в защитных боксах. На случай разлива содержимого при аварийной разгерметизации баков помещения, где установлены баки, облицованы нержавеющей сталью на 200 мм выше максимального уровня залива.

Все баки системы 4КРС оснащены контрольно-измерительными устройствами для осуществления технологического контроля температуры, давления, рабочего уровня и сигнализации верхнего уровня в баках, устройствами предотвращения перелива ЖРО из баков в помещения, технологической сдувкой в систему спецгазоочистки 4КРЛ.

Баки системы 4КРС оснащены пробоотборными устройствами.

Во всех помещениях, где расположены баки системы 4КРС, установлены датчики контроля протечек ЖРО из баков, предусмотрены система сбора и возврата протечек, система вентиляции, система радиационного контроля и имеется возможность дезактивации с применением оборудования системы 4ФКК.

В системе 4КРС предусмотрена возможность перекачки ЖРО из одного бака в другой (с помощью насосов и монжуса).

Оборудование установки цементирования расположено с учётом прокладки кратчайших трасс трубопроводов, с минимальными отклонениями от вертикали для трубопроводов сыпучих материалов, отбора проб КО и концентрата КО.

Кубовый остаток (КО) из баков узла промежуточного хранения жидких радиоактивных отходов, системы 4КРК поступает в бак КО 4КРС10ВВ001 узла приема ЖРО. После выполнения операций отбора пробы кубового остатка и необходимой корректировки рН, подачей из системы реагентного хозяйства 4КВД технологических добавок, подготовленный КО насосом 4КРС10АР001 (4КРС10АР002) перекачивается в бак-мешалку КО 4КРС11ВВ001. Из бака-мешалки КО винтовым насосом 4КРС11АР001 (4КРС11АР002) подается в вертикальный роторный концентратор 4КРС40АТ001 для упарки. Концентрат кубового остатка (ККО) из 4КРС40АТ001 самотеком поступает в сборник концентрата КО 4КРС50ВВ001.

Парогазовая фаза из верхней части концентратора поступает в конденсатор 4КРС41АС001, охлаждаемый технической водой. Конденсат вторичного пара собирается в баке сбора конденсата 4КРС42ВВ001, откуда сливается в бак перелива системы 4КРФ30. Неконденсирующиеся газы через фильтр аэрозольный 4КРС41АТ001 воздушным эжектором 4КРС41АР001 транспортируются в вентиляционную трубу.

Роторный концентратор обогревается греющим паром давлением 0,40±0,6 МПа, другие емкости обогреваются паром давлением 0,2 МПа, сборник концентрата кубового остатка охлаждается технической водой 0,4 МПа.

Концентрация солей в ККО определяется по результатам анализа пробы, отбираемой из сборника концентрата кубового остатка с помощью пробоотборного устройства 4КРС40ВВ001. Транспортировка раствора ККО в пробоотборное устройство осуществляется его вакуумированием через ресивер 4КРС40ВВ002 или с напора насоса 4КРС50АР001 (4КРС50АР002).

ККО из сборника концентрата 4КРС50ВВ001 с помощью насоса 4КРС50АР001 (4КРС50АР002) подается в мерник 4КРС60ВВ001 узла цементирования. Контроль количества ККО, поступающего в мерник, осуществляется по показаниям уровнемера мерника. Из мерника 4КРС60ВВ001 порция раствора давлением сжатого воздуха поступает в объемный смеситель 4КРС70ВВ001. В случае высокой концентрации солей в исходном кубовом остатке технологической схемой предусмотрена подача КО напрямую из узла приема ЖРО в мерник 4КРС60ВВ001 узла цементирования.

Пульпа ИОС из баков узла промежуточного хранения жидких радиоактивных отходов системы 4КРК подается в приемный бак пульпы 4КРС20ВВ001. В этом же аппарате производится отделение отстоявшейся транспортной воды от ИОС и возврат ее в бак перелива системы 4КРФ30. Для предотвращения забивки

трубопровода при выносе ИОС из приемного бака на трубопроводе возврата транспортной воды установлена ловушка 4КРС20АТ001. Требуемое соотношение твердой и жидкой фаз (Т:Ж) в приемном баке пульпы достигается повторением процессов заполнения, отстоя и удаления воды гидротранспорта. После выполнения отбора проб и анализов содержимого приемного бака пульпа ИОС насосами 4КРС21АР001 (4КРС22АР001) с заданным соотношением твердой и жидкой фаз перекачивается в бак-мешалку пульпы 4КРС23ВВ001. Из бака-мешалки насосами 4КРС24АР001 (4КРС25АР001) пульпа ИОС перекачивается в мерник отходов 4КРС60ВВ001. Обвязка насосов, транспортирующих пульпу, позволяет резервировать также и трубопроводы подачи пульпы на случай их забивки. Цементирование пульп ИОС осуществляется с использованием того же оборудования, которое задействовано при цементировании КО, кроме узла концентрирования. Все технологические операции аналогичны операциям, выполняемым при цементировании КО.

Концентрация солей в КО, а также массовое соотношение Т:Ж для пульпы определяется анализом проб.

Для сложных для цементирования отходов целесообразно проводить цементирование совместно с солевыми отходами. Высокая эффективность технологического процесса достигается при максимальном включении разного вида отходов в цементный компаунд и рациональном сокращении вариантов составов цементных композиций, методов приготовления цементного компаунда и видов оборудования.

Технология установки цементирования предусматривает совместное цементирование КО или ККО с пульпой ИОС. При этом КО или ККО в расчетном количестве подается в бак пульпы 4КРС20ВВ001 и производится перемешивание рабочей среды в баке. Отбирается проба и передается в радиохимическую лабораторию для проведения анализа по определению

массового содержания в смеси твердой фазы пульпы ИОС и шламов, солей и жидкой фазы – воды.

Пробы отбираются из баков 4КРС10ВВ001, 4КРС20ВВ001 с помощью пробоотборных устройств 4КРС10ВВ004, 4КРС20ВВ004. Транспортировка растворов ЖРО в пробоотборные устройства осуществляется с помощью вакуумирования пробоотборных устройств через ресиверы 4КРС10ВВ005, 4КРС20ВВ005, вакуум-насосом системы СГО

Представительность отбираемых проб обеспечивается постоянным перемешиванием гетерогенных пульп и кубового остатка в емкостях с помощью мешалок и минимизацией длины пробоотборных линий. При этом пробоотборные боксы установлены на перекрытии, непосредственно над емкостями. Контроль процесса отбора проб осуществляется непосредственно с пульта управления, а также предусмотрена автоматизация процесса пробоотбора.

Аппараты 4КРС11ВВ001 и 4КРС23ВВ001 используются в качестве расходных емкостей и обеспечивают непрерывность работы установки цементирования во время заполнения баков 4КРС10ВВ001, 4КРС20ВВ001 и подготовки в них исходных растворов.

Доставка цемента и подача его на установку цементирования ЖРО

производится от цементовоза по транспортному цементопроводу в циклон 4KPG90AN001 приемного бункера цемента 4KPG90BB001 емкостью 12 м<sup>3</sup>. Контроль за количеством поступившего цемента в приемный бункер осуществляется по сигналам датчиков уровня. Транспортировка цемента из приемного бункера в циклон расходного бункера цемента 4KPG91BB001 емкостью 1 м<sup>3</sup> производится с помощью питателя шлюзового 4KPG90AN003 и камеры аэрационной 4KPG90AN002 по цементопроводу. Контроль за количеством поступившего цемента в расходный бункер осуществляется по сигналам датчиков уровня. Подача определенной порции цемента из расходного бункера цемента 4KPG91BB001 в мерник цемента и добавок 4KPG92BB001 емкостью 0,2 м<sup>3</sup> производится шнековым питателем цемента 4KPG91AF001 (масса порции цементной смеси определяется в соответствии с количеством и составом порции ЖРО, подаваемых в смеситель 4KPC70BB001).

Контроль за количеством сухого цемента, поступившего в мерник цемента и добавок, осуществляется тензометрическим датчиком.

Загрузка бентонитового глинопорошка, доставляемого в мешках, в бункер добавок 4KPG93BB002 производится через воронку 4KPG93BB001, установленную на бункере добавок. Подача определенной порции бентонитового глинопорошка из бункера добавок емкостью 1 м<sup>3</sup> в мерник цемента и добавок 4KPG92BB001 производится шнековым питателем добавок 4KPG93AF001.

Контроль за количеством, поступившего в мерник цемента и добавок, бентонитового глинопорошка осуществляется тензометрическим датчиком.

После этого предварительное перемешивание сухого цемента и бентонитового глинопорошка происходит в шнековом питателе мерника 4KPG92AF001 (длина шнека питателя составляет 2,5м), за счет пересыпания компонентов внутри шнека питателя.

Окончательная гомогенизации производится в объемном смесителе 4KPC70BB001 после дозированной выдачи порции сухих компонентов из мерника 4KPG92BB001, и порции ЖРО из мерника ЖРО, время перемешивания в смесителе составит не менее 1520 мин. (время уточняется в процессе ПНР)

Контроль за количеством поступившей в смеситель цементной смеси осуществляется тензометрическим датчиком измерения массы мерника цемента в процессе подачи смеси.

Одновременно с операцией замешивания цементного компаунда в смесителе в мерник 4KPC60BB001 подается порция ЖРО для подготовки следующего замеса.

Перед замешиванием цементного компаунда в смесителе производится доставка и установка в исходную позицию на рольганг 4KPG96AF001 транспортной линии порожнего невозвратного защитного контейнера (НЗК) с помощью подвешного электрического крана г/п 5 т 4KPG96AE010 (на схеме не показан) и траверсы для установки НЗК 4KPG97AE010. При этом пробка контейнера снимается вручную с заливочного отверстия в крышке контейнера и устанавливается на заданную координату на крышке НЗК (для возможности взятия пробки захватом механизма установки пробки). Производится открытие шибера защитного 4KPG96AB001 и перемещение НЗК по транспортной линии под смеситель 4KPC70BB001 на позицию заполнения его компаундом, после чего шибер защитный 4KPG96AB001

закрывается. С помощью узла стыковки 4KPG96AE003 производится стыковка разгрузочного патрубка смесителя с загрузочной горловиной контейнера.

Выгрузка цементного компаунда в контейнер из смесителя 4KPC70BB001 производится через запорное устройство смесителя, которое промывается подачей промывочной воды после каждой операции выгрузки. Заполнение контейнера НЗК производится за 6-7 циклов приготовления компаунда.

После загрузки НЗК компаундом и расстыковки со смесителем на рольганг 4KPG96AF001 устанавливается новый порожний НЗК, а заполненный НЗК последовательно перемещается транспортными рольгангами 4KPG96AF002÷4KPG96AF011 на следующие технологические позиции: промежуточные позиции выдержки (3-и позиции), позицию установки пробки, позицию герметизации пробки, позицию снятия НЗК с транспортной линии.

Во всех указанных позициях производится постепенное отверждение цементного компаунда. В позиции установки пробки, находящейся на заданной координате на крышке НЗК, пробка с помощью захвата механизма установки пробки 4KPG96AE001 устанавливается в заливочное отверстие крышки НЗК. После чего НЗК по транспортной линии перемещается на позицию герметизации, где с помощью узла герметизации 4KPG96AE002 производится заливка пробки специальным герметиком.

Перед перемещением НЗК из позиции герметизации пробки на позицию удаления НЗК с транспортной линии производится открытие шибера герметичного 4KPG96AB002, после чего НЗК перемещается на позицию удаления заполненных НЗК с транспортной линии и шибер герметичный закрывается. Производится контроль загрязненности наружных поверхностей НЗК, дезактивация их (при необходимости) путем протирки тампонами с дезактивирующими растворами, перемещение и установка заполненного НЗК на установку паспортизации 4KPG96AX001, затем на взвешивающее устройство 4KPG96AX002 и транспортировка над амортизатором А-12,0 4KPA10BQ001 краном мостовым электрическим г/п 10т и захватом для НЗК через проем на отм.9.600 в отсеки хранилища НЗК (пом.2UKS00121) спецкорпуса на временное хранение.

### **7.6 Транспортировка ТРО.**

Транспортировка ТРО с энергоблоков № 1,2,3 на энергоблок № 4 и обратно, производится персоналом специализированной организации на специальном транспорте, имеющем санитарно-эпидемиологическое заключение, по утвержденному руководством Белоярской АЭС маршруту, согласованному центром санэпиднадзора. и ОВД г. Заречный. Транспортировка ТРО внутри периметра промплощадки осуществляется по маршруту, утвержденному ГИС.

При транспортировке упаковок ТРО мощность поглощенной дозы в любой точке, находящейся на расстоянии 0,1 м от поверхности транспортных средств, после дезактивации не должна превышать 0,005 мЗв/ч, тогда разрешается выезд специального автотранспорта в “чистую” зону.

Транспортировка контейнеров в пределах помещений осуществляется с помощью штатных грузоподъемных механизмов и транспортных средств.

Вывоз контейнеров с ТРО производится через транспортные коридоры. Перед выездом из транспортного коридора производится радиационный контроль и, в

случае необходимости, производится обтирка загрязненных мест контейнеров и транспортных средств тампонами смоченными в дезактивирующих растворах.

Вывоз контейнера с высокоактивными ТРО из здания реактора осуществляется в через транспортный въезд бассейна выдержки.

### **7.6.1 Сведения о наличии технологической схемы для транспортирования радиоактивных отходов**

#### **7.6.1.1. Твердые радиоактивные отходы**

Транспортировка ТРО в установленные пункты приёма осуществляется следующим образом:

– рассортированные на месте сбора ТРО в полиэтиленовых или крафт-мешках в виде самостоятельных упаковок после радиационного контроля и наклеенными на них справками, содержащими информацию об источнике образования, типе и категории отходов, их массе, активности и радионуклидном составе транспортируются в установленные места приёма ТРО отходов, их массе, активности и радионуклидном составе транспортируются в установленные места приёма ТРО;

– после контроля ТРО на качество сортировки, переработчиком РАО, мешки загружаются в контейнеры-сборники. Сдача-приём отходов фиксируется в журнале приёма твёрдых радиоактивных отходов подписями сдающего и принявшего эти отходы. Дежурный дозиметрист производит измерение мощности дозы гамма-излучения от контейнера, при превышении контрольных уровней контейнер вывозится в ХСО;

– удаление подсохшего ила на очистных сооружениях бытовых стоков промплощадки осуществляется грейферным ковшом с погрузкой в пластиковый короб (контейнер-сборник), установленный на автомобиле и вывозится в резервуар хранения ила. Обращение с илами производится в соответствии с «Регламентом по обращению с ТРО (илами) на очистных сооружениях хозяйственно-бытовых стоков ЦОС» утвержденным главным инженером станции.

Контейнеры-сборники установлены в местах приёма ТРО и снабжены маркировкой с указанием:

- назначения («На прессование», «На сжигание», «На хранение», «Металл»);
- собственного веса;
- грузоподъемности;
- максимальной загрузки;
- принадлежности цеху владельцу;
- инвентарного номера;

Контейнеры окрашены в белый цвет для НАО, в голубой для САО.

Для сбора и транспортировки высокоактивных ТРО применяются специальные защитные контейнеры-сборники.

Каждый вид отходов загружается в предназначенный для него контейнер-сборник.

Во время ремонтных работ переносные контейнеры сборники, кроме штатных мест приёма ТРО могут дополнительно устанавливаются в местах образования таких отходов.

Обращение с крупногабаритным оборудованием производится согласно

программам, разрабатываемым в каждом конкретном случае отдельно и утверждаемых Главным инженером станции.

При превышении допустимых уровней мощности дозы гамма-излучения транспортировка контейнеров производится в соответствии со специально разработанной программой и выполнением дополнительных мероприятий.

Ответственность за сбор на местах образования ТРО несет руководитель работ, ответственность, в целом, за обращение с ТРО в подразделении лицо назначенное приказом директора станции.

Транспортировка контейнеров в пределах помещений осуществляется с помощью штатных грузоподъемных механизмов и транспортных средств (краны, электротележки, лифты и т. д.)

Вывоз контейнеров с ТРО производится через транспортные коридоры. Перед выездом из транспортного коридора производится радиационный контроль и, в случае необходимости, производится обтирка загрязненных мест контейнеров и транспортных средств тампонами смоченными в дезактивирующем растворе.

Транспортировка ТРО производится на специально оборудованном транспорте, имеющем санитарно-эпидемиологическое заключение (сертификация контейнеров-сборников не требуется)

Не реже одного раза в пять лет комиссия, назначаемая приказом директора Белоярской АЭС, проводит инвентаризацию РАО, проверяет правильность учета, переработки и хранения твердых радиоактивных отходов.

Вывоз контейнера с высокоактивными ТРО из здания главного корпуса энергоблока №4 осуществляется через транспортный въезд бассейна выдержки.

Отработавшие гильзы и стержни СУЗ, как высокоактивные ТРО реакторной установки энергоблока №4 после выгрузки из реактора проходят отмывку от натрия в отмывочном боксе, после чего по наклонному подъемнику передаются в бассейн выдержки, где загружаются в соответствующие чехлы. Загруженные чехлы вывозятся в защитном контейнере в хранилище высокоактивных отходов (ХТРО-3), где гильзы и стержни СУЗ загружаются в ячейки хранения. Радиационный контроль высокоактивных ТРО не проводится.

Допускается транспортирование ТРО энергоблока № 3 на комплекс переработки ТРО энергоблока № 4 с целью их переработки, кондиционирования и промежуточного хранения в ХТРО-1,2 так, чтобы срок хранения ТРО с момента их образования составлял не более 10 лет до их передачи Национальному оператору на захоронение в ПЗРО.

Транспортирование ТРО за пределы Белоярской АЭС может осуществляться как на специализированные предприятия, так и между площадками энергоблоков №№ 1,2,3,4 с целью переработки и (или) кондиционирования и (или) захоронения ТРО, до истечения установленного срока промежуточного хранения (спецавтотранспорт для транспортировки РАО передан в БАЭС-АВТО).

Транспортирование выполняется с использованием транспортных средств специализированных организаций, имеющих соответствующие разрешения на транспортирование РАО на переработку и (или) кондиционирование и (или) захоронение. При передаче РАО, отправляемых на захоронение отходы должны быть приведены к критериям приемлемости в соответствии с требованиями НП-093-14 в

контейнерах (упаковочных комплектах) в соответствии с утвержденным Госкорпорацией «Ростатом» перечнем контейнеров для захоронения РАО и в соответствии с принятой технологией обращения с РАО на пунктах захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО).

Передача РАО в специализированные организации на переработку и (или) кондиционирование и (или) захоронение должна осуществляться по договору, в условиях приема-передачи которого должен быть определен порядок проведения подтверждающих измерений и порядок действий при выявлении расхождений характеристик РАО. Данные, полученные в результате измерений, должны оформляться документально и содержать сведения о средствах и методах измерений, о типах и идентификаторах пломбировочных устройств, с указанием даты выполнения измерений и фамилий лиц, выполнявших измерения.

При передаче высокоактивных РАО организация-отправитель не менее, чем за 10 дней до предполагаемой даты отправления, должна направить предварительное уведомление об отправлении организации-получателю, а также в информационноаналитический центр системы государственного учета и контроля РВ и РАО, и в структурное подразделение Ростехнадзора, уполномоченное осуществлять федеральный государственный надзор за организацией-отправителем РАО.

Постановка на учет РАО организацией-получателем должна сопровождаться записью в учетных документах организации-получателя и уведомлением об этом организации-отправителя. Организация-отправитель после уведомления о постановке на учет РАО организацией-получателем должна снять отправленные РАО с учета.

При транспортировании ТРО оформляется сопроводительная документация в соответствии с действующими нормами и правилами.

Перед вывозом ТРО с площадки АЭС должен производиться контроль:

- мощности дозы гамма излучения на расстоянии 0,1 м от упаковки носимыми приборами, имеющимися в составе системы радиационного контроля;
- поверхностной «нефиксированной» загрязненности упаковки. Контроль производится отбором проб («мазки») и измерением их активности лабораторными радиометрами.

Радиационный контроль во время транспортирования производится производящей транспортирование организацией согласно НП-053-16.

Все транспортные и технологические операции при обращении с ТРО сопровождаются радиационным контролем для обеспечения безопасности персонала станции и окружающей среды.

## **7.7 Хранение**

### **7.7.1 Твердые радиоактивные отходы**

#### **7.7.1.1 Хранение ТРО. Блоки № 1, 2, 3**

Хранение некондиционированных, очень низкоактивных, низкоактивных и среднеактивных, а также части высокоактивных ТРО в навал осуществляется в ХСО-1 и ХСО-2, которые представляют собой два отдельно стоящих наземных железобетонных сооружения, относящиеся к I очереди Белоярской АЭС. Срок промежуточного хранения некондиционированных ТРО, образованных после

14.07.2011 года не должен превышать 10 лет. До окончания установленного срока хранения, эти отходы должны быть приведены к критериям приемлемости для захоронения.

Хранение илов, образующихся при очистке сточных вод на очистных сооружениях промплощадки, осуществляется в двух резервуарах хранения ила (РВХИ-1 и РВХИ-2).

В соответствии с концептуальным подходом к проблеме обращения с ТРО принятым в 1950-1960 годах, ХСО-1,2 проектировались как объекты «отложенного решения», т.е. принятие решений по извлечению, переработке, кондиционированию, упаковке, паспортизации и захоронению ТРО, ликвидации строительных конструкций ХСО-1,2 предусматривалось на стадии вывода энергоблоков №1 и №2 из эксплуатации, т.е по терминологии ФЗ № 190-ФЗ, ХСО-1,2 относятся к «пунктам долговременного хранения радиоактивных отходов».

Оборудование и системы ХСО-1 и ХСО-2 ремонтируются в плановом порядке в соответствии с годовыми графиками ремонта, утвержденными Главным инженером станции. Кроме того, состояние строительных конструкций проверяется путём проведения периодических обследований ХСО специализированными организациями (например, обследование ППП «Стелс» «Заключение инв. №ЗиС 0123 «Определение технического состояния отдельных элементов строительных конструкций ЗиС Белоярской АЭС. Раздел 12 «Обследование строительных конструкций здания хранения сухих отходов ХСО»). Установленный срок службы для ХСО-1 установлен 2064 год, для ХСО-2 2029 год.

#### **7.7.1.2 Хранение ТРО. Блок № 4**

В соответствии с техническим проектом и рабочей документацией на АЭС предусматривается промежуточное хранение некондиционированных очень низкоактивных, низкоактивных, среднеактивных, РАО в виде отработавших закрытых радионуклидных источников (в отдельном от очень низкоактивных, низкоактивных, среднеактивных ТРО отсеке) и высокоактивных ТРО, а также временное хранение кондиционированных очень низкоактивных, низкоактивных, среднеактивных, РАО в виде отработавших закрытых радионуклидных источников и высокоактивных ТРО.

Хранилища очень низкоактивных, низкоактивных, среднеактивных и высокоактивных ТРО, РАО в виде ОЗРИ обеспечивают возможность промежуточного хранения указанных некондиционированных ТРО на срок не более 10 лет, а также временного хранения кондиционированных очень низкоактивных, низкоактивных, среднеактивных, РАО в виде отработавших закрытых радионуклидных источников и высокоактивных ТРО до момента передачи в специализированную организацию, но не более заданного срока службы энергоблока № 4 Белоярской АЭС.

В помещениях хранилищ спецкорпуса энергоблока № 4 Белоярской АЭС (с реактором БН-800) предусматривается переработка и упаковка очень низкоактивных и низкоактивных ТРО, упаковка и паспортизация среднеактивных ТРО, упаковка и паспортизация РАО в виде ОЗРИ, промежуточное хранение некондиционированных очень низкоактивных, низкоактивных, среднеактивных и высокоактивных ТРО, РАО в виде ОЗРИ (в отдельном от очень низкоактивных, низкоактивных, среднеактивных

ТРО отсека ХТРО-1), а также временное хранение кондиционированных очень низкоактивных, низкоактивных, среднеактивных, РАО в виде отработавших закрытых радионуклидных источников и высокоактивных ТРО и отверждённых жидких радиоактивных отходов (ОЖРО), Перемещение РАО в виде ОЗРИ осуществляется в защитном контейнере ручным способом без применения грузоподъёмных механизмов.

РАО в виде ОЗРИ находящиеся в защитном контейнере, отправляются с применением грузоподъёмных механизмов на хранение в закрытых металлических бочках ёмкостью 200 литров в отсек помещения хранилища ТРО (ХТРО-1) отдельный от очень низкоактивных, низкоактивных ТРО.

Помещения хранения и переработки ТРО оборудованы комплексом средств для механизации транспортно – технологических операций и защиты персонала от радиационного воздействия.

Хранилище ТРО представляет собой железобетонную конструкцию, обеспечивающую биологическую защиту персонала и окружающей среды.

Хранение очень низкоактивных, низкоактивных ТРО осуществляется в закрытых металлических бочках ёмкостью 200 литров, размещённых в отсеках хранения в помещениях хранилищ ТРО (ХТРО-1 и ХТРО-2).

Хранение среднеактивных ТРО осуществляется в закрытых металлических бочках ёмкостью 200 литров, размещённых в отсеке хранения в помещении хранилища ТРО (ХТРО-2).

Ёмкость 3-х отсеков хранилища ХТРО-1 для хранения бочек с ТРО позволяет разместить 5130 бочек, которые устанавливаются в 6 рядов по высоте. Ёмкость хранилища ХТРО-2 позволяет разместить 1440 бочек с ТРО, которые устанавливаются в 6 рядов по высоте. Отсеки хранения выполнены железобетонными, при этом по дну они облицованы нержавеющей сталью на высоту, по стенам равную 0,5 метра.

Хранение ОЖРО осуществляется в невозвратных защитных контейнерах (НЗК), которые размещаются в отсеках хранения хранилища НЗК (ХНЗК). Ёмкость хранилища ХНЗК позволяет разместить 1944 НЗК с ОЖРО, которые устанавливаются в отсеках в штабеля в 8 рядов по высоте. Отсеки для хранения НЗК с ОЖРО выполняются железобетонными.

Хранение высокоактивных ТРО осуществляется в металлических трубах бетонного отсека хранилища ХТРО-3 в течение всего срока службы энергоблока, приведение высокоактивных ТРО в соответствие с критериями приемлимости производится на стадии вывода энергоблока из эксплуатации с последующей передачи их национальному оператору. Ёмкость хранилища ХТРО-3 позволяет разместить отработавшие стержни и гильзы СУЗ в трубах-ячейках. Общее количество труб-ячеек составляет 2118 шт., что позволяет разместить высокоактивные ТРО не только 4-го энергоблока БАЭС, но также обеспечить хранение аналогичных ТРО блока №3 БАЭС (БН-600). Отсек для хранения высокоактивных ТРО представляет собой железобетонный бункер, в котором установлены стальные трубы (в виде сот) для размещения ТРО, при этом трубы закрываются съёмными защитными пробками. Конструкция данного отсека обеспечивает требуемую биологическую защиту обслуживающего персонала. Отсек

хранения по дну облицован нержавеющей сталью на высоту, по стенам равную 0,5 м.

При этом предусматривается возможность хранения не только ТРО и ОЖРО, образующихся при эксплуатации 4-го энергоблока БАЭС. Объем отсека хранения высокоактивных ТРО позволяет разместить при необходимости высокоактивные ТРО энергоблока №3 (БН-600), объем отсеков ХТРО-1,2 позволяет разместить при необходимости эксплуатационные ТРО блоков 1,2,3 БАЭС. Все транспортно – технологические операции с твердыми и отвержденными отходами в помещениях, где осуществляется обращение с отходами и их временное хранение, сопровождаются радиационным контролем (измеряется мощность дозы гамма – излучения на поверхности контейнера, бочки) для обеспечения безопасности персонала станции.

### 7.7.2 Жидкие радиоактивные отходы

#### 7.7.2.1 Хранение ЖРО. Блоки №№ 1, 2, 3

Сроки хранения ЖРО в баках ХЖО-1 и ХЖО-2 установлены Решением №БЕЛАЭСР-449К(3,2)-2016 от 23.06.2016 до окончания срока эксплуатации емкостей ХЖО, при этом допустимый объем хранения ЖРО не должен превышать 6400 м<sup>3</sup>, суммарная величина активности накопленных ЖРО не должна превышать 3,1+6 ГБк. Основной радионуклидный состав ЖРО: Cs-137-до 97,9%, Cs-134-до 0,7%, Со60-до 0,4%, остальные радионуклиды до 1%.

До 2020 планируется выполнить работы по продлению срока эксплуатации ХЖО-1,2 с учетом остаточного ресурса емкостей хранения жидких радиоактивных отходов.

Динамика изменения объемов ЖРО в баках хранилищ за период 2007-2017 годы приведена в таблице 5.3.2.1.

Таблица 5.3.2.1 Динамика изменения объемов ЖРО в баках хранилищ за период 2007-2017 годы

Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Рабочий объем ХЖО, м <sup>3</sup>	6050	6050	6050	6050	6050	6050	6050	6050	6050	6050	6050
Заполнение ЖРО, м <sup>3</sup>	4334	4405	4207	4087	4189	4173	4180	4116	4093	4128	4136
Заполнение, %	71,6	72,8	69,5	67,6	69,2	68,9	69,1	68,0	67,7	68,3	68,4

Учет и контроль за ЖРО, поступающих в ХЖО, ведет лицо, ответственное за сбор, учет и хранение ЖРО, назначенное приказом директора Белоярской АЭС.

С целью повышения надежности эксплуатации Белоярской АЭС и защиты окружающей среды разработан проект комплекса установок по обращению и кондиционированию ЖРО с целью перевода их в формы, пригодные для транспортирования и захоронения. В состав КП ЖРО входит узел баков приема и промежуточного хранения ЖРО, ежегодно образующихся (кубовых остатков и отработавших сорбентов) от работающего энергоблока № 3 и выполнения работ по подготовке и снятию с эксплуатации остановленных энергоблоков № 1 и № 2. В эти же баки предусмотрен прием ЖРО, извлекаемых для последующей переработки из существующих баков хранилищ жидких радиоактивных отходов ХЖО-1 и ХЖО-2.

По мере извлечения и переработки ЖРО, существующие баки ХЖО будут опорожняться и выводиться из эксплуатации. Плановый срок вывода из эксплуатации существующих баков ХЖО-2030 год.

#### **7.7.2.2. Хранение ЖРО. Блок №4**

Жидкие радиоактивные отходы, образующиеся на энергоблоке No4, подлежат кондиционированию и дальнейшему цементированию.

Контейнеры с зацементированными РАО направляются в хранилище отвержденных радиоактивных отходов (ХНЗК) для временного хранения.

Для сбора, промежуточного хранения и подачи ЖРО, образующихся в процессе эксплуатации установок спецводоочистки, на дальнейшую переработку (кондиционирование) на установке цементирования 4КРС, предназначена система 4КРК.

В процессе переработки жидких радиоактивных сред образуются два вида отходов, различных по своим физико-химическим свойствам:

- ионообменные смолы в смеси с дисперсными осадками, шламы трапных вод;
- солевые концентрированные растворы (кубовые остатки).

Образующиеся в процессе эксплуатации АЭС ЖРО разделяются на три группы:

- низкоактивные ионообменные смолы, фильтрующие материалы и дисперсные осадки;
- среднеактивные ионообменные смолы и дисперсные осадки;
- концентрированные солевые растворы (кубовые остатки с солесодержанием не более 200 г/л) с невысоким содержанием дисперсной фазы;
- среднеактивные КО от переработки трапных вод реакторного отделения и спецкорпуса;
- низкоактивные КО от переработки вод спецпрачечной.

Хранение жидких радиоактивных отходов производится отдельно, в зависимости от

их состава и радиоактивности.

Система 4КРК рассчитана на прием, временное хранение (для распада короткоживущих радионуклидов) и выдачу на дальнейшую переработку трех групп ЖРО:

- низкоактивные фильтрующие материалы и ионообменные смолы;
- среднеактивные ионообменные смолы;
- кубовые остатки.

Система имеет 100% резервирование по насосному оборудованию и имеет в своем составе один резервный бак, предусмотренный для возможности приема и выдачи всех групп ЖРО. Кроме того, резервным средством выдачи ЖРО на дальнейшую переработку, на установку цементирования и перекачки в резервный бак является монжус.

Срок службы системы 40 лет.

### **7.7.3 Характеристика хранилищ радиоактивных отходов**

#### **7.7.3.1 Хранилища твердых отходов ХСО-1 и ХСО-2**

В состав системы обращения с ТРО энергоблоков №1-3 входят:

- хранилище сухих отходов № 1 – ХСО-1 (введено в эксплуатацию в 1964 г.);
- хранилище сухих отходов № 2 – ХСО-2 (введено в эксплуатацию в 1986 г.);

– транспортно-технологическое оборудование (спец. автотранспорт, защитные контейнеры, средства оснастки, установки: прессования, сжигания и плавления ТРО и др. оборудование);

– крановое хозяйство ХСО-1, ХСО-2, БВ-3, ЖДК главного корпуса I очереди Белоярской АЭС.

В ХСО-1 и ХСО-2 представляют собой два отдельно стоящих наземных железобетонных сооружения, относящиеся к I очереди Белоярской АЭС, в которых осуществляется хранение некондиционированных, очень низкоактивных, низкоактивных и среднеактивных, а также части высокоактивных ТРО в навалх.

Все отсеки ХСО-1, 2 оборудованы квадратными люками размером 1500x1500 мм с металлическими крышками соответствующих размеров. Для загрузки отходов хранилище ХСО-1 оборудовано краном грузоподъемностью 5 т, а хранилище ХСО-2, ХОК, ХФЛ – краном грузоподъемностью 10 и 100 тонн.

Сведения о заполнении хранилищ ХСО-1,2 приведены в таблице 7.7.3.1.1

Таблица 7.7.3.1.1 Сведения о заполнении хранилищ ХСО-1,2

Наименование хранилища	Категория отходов	Допустимый объем хранения ТРО, м3	Объем ТРО в хранилище, м3	Процент заполнения, %
ХСО-1	Низко и среднеактивные	13820	13341,48	95,8
	Высокоактивные	160	143,34	89,6
ХСО-2	Низкоактивные	6056	1281,74	21,2
ХОК	Отработанные кассеты	1750	-	0
ХФЛ	Фильтр-ловушки	650	-	0

ХСО-1 предназначено для промежуточного хранения низкоактивных, среднеактивных и высокоактивных ТРО в некондиционированном виде и состоит из основного сооружения, четырех пристроев, предназначенных для низкоактивных и среднеактивных ТРО и одного пристроя для высокоактивных ТРО. Все низкоактивные и среднеактивные отходы находятся в федеральной собственности. Высокоактивные отходы, поступающие в ХСО-1 до выхода федерального закона ФЗ № 190 от 11.07.2011, также находятся в федеральной собственности.

Общий объем ХСО-1 для низкоактивных и среднеактивных ТРО составляет 13820 м3. В настоящее время отсеки ХСО-1 заполнены и загрузка в них ТРО не производится.

Отсек ХСО-1 для высокоактивных отходов объемом 160 м3 заполнен на ~ 85% и в настоящее время находится в эксплуатации. Температура в отсеке с ВАО стабильна и равна температуре окружающей среды и охлаждения не требуется. Водород отсутствует.

ХСО-2 предназначено для временного хранения некондиционированных, очень низкоактивных и низкоактивных ТРО и состоит из трех отдельных сооружений примыкающих друг к другу:

- хранилище отработанных кассет (ХОК);
- собственно хранилище сухих отходов (ХСО-2);
- хранилище фильтр-ловушек (ХФЛ).

Общий объем ХСО-2 составляет 8400 м<sup>3</sup>.

Собственно хранилище сухих отходов общим объемом 6056 м<sup>3</sup> состоит из 9 отсеков. Первый отсек заполнен полностью, второй – на 50 % отходами категории низкоактивных отходов, находящихся в федеральной собственности. Прием отходов в эти отсеки не ведется. Четвертый и пятый отсеки заполняются навалом отходами, поступившими после выхода ФЗ № 190. их извлечение будет производиться по отдельным программам. Девятый отсек реконструирован для приема ТРО 1 очереди в контейнерах НЗК, образующихся при подготовке энергоблоков № 1, 2 к выводу из эксплуатации в соответствии с решением № 40-06/64, утвержденным ГИС 21.03.2012 «Об организации контейнерного хранения РАО накопленных до 15.07.2012 в секции № 9 ХСО-2 и реконструкции спецгаража и внутриплощадочных дорог для транспортирования ТРО из ГК в ХСО-2 на территории БАЭС».

В случае образования на энергоблоке № 3 ТРО категории САО, они будут направляться на промежуточное хранение отсек № 9 ХСО-2 или в ХТРО-2 энергоблока № 4, предназначенное для контейнерного хранения ТРО средней активности. Отходы категории ОНРАО и НАО будут перерабатываться на КП ТРО блока №4, который включает в себя установку сортировки, измельчитель и пресс для запрессовывания отходов в 200литровые металлические бочки.

Остальные 3 отсека не эксплуатировались и в настоящий момент пустые.

Хранилище отработанных кассет (ХОК) объемом 1750 м<sup>3</sup> относится к первой очереди и предназначено для хранения пустых облученных кассет типов К-17 и К-35 бассейнов выдержки первой очереди Белоярской АЭС. Хранилище (ХОК) представляет собой часть заглубленного ж/б сооружения ХСО-2, расположенную в осях «19-20/А-Б». Сооружение ХОК имеет прямоугольную конфигурацию, осевыми габаритами в плане 15,6×10,5 м, высотой 15,76м. Заглубление сооружения составляет – 3 м. Хранилище с момента сдачи в эксплуатацию не эксплуатировалось и в настоящий момент пустое.

Хранилище фильтр-ловушек (ХФЛ), являющееся частью сооружения ХСО-2, предназначено для временного хранения отработанных фильтров-ловушек натрия первого контура и высокоактивного длинномерного оборудования энергоблока № 3, мощность дозы гамма-излучения от которых на расстоянии 10 см составляет не более 10 Зв/ч. С момента сдачи в эксплуатацию хранилище не использовалось и в настоящее время пустое.

Резервуары хранения ила (РВХИ-1,2)

Сточные воды с промплощадки проходят очистку в здании очистных сооружений промплощадки (ОСПП). В результате очистки образуются илы, которые являясь сорбентом радиоактивных веществ, становятся радиоактивными отходами и после завершения технологической стадии очистки транспортируются из ОСПП в резервуары хранения ила (РВХИ-1,2).

РВХИ представляет собой заглубленное сооружение в виде прямоугольного ж/б резервуара размерами в плане 18,8×12,4 м и высотой 5 м, емкостью 1000 м<sup>3</sup>. Резервуар имеет наружную обваловку грунтом. На Белоярской АЭС имеется два идентичных резервуара РВХИ-1 и РВХИ-2.

РВХИ-1 заполнен на 902 м<sup>3</sup> отходами категории НАО. РВХИ-2 заполнен на 30 м<sup>3</sup> отходами категории ОНАО. В настоящее время оба резервуара находятся в

эксплуатации. Ежегодное поступление илов, при нормальной эксплуатации составляет ~ 20 м<sup>3</sup>.

### 7.7.3.2 Хранение оборудования в технологических шахтах ЦЗ-1 и ЦЗ-2

В центральном зале каждого блока 1 очереди Белоярской АЭС расположено по пять технологических шахт, которые в процессе эксплуатации использовались при выполнении транспортно-технологических операций для временного размещения аварийных каналов, временного хранения органов СУЗ, временного хранения и дезактивации специнструмента и прочего загрязненного оборудования. Проектом предусматривалось следующее назначение каждой из технологических шахт (назначение и конструкция соответствующих по номеру ТШ для каждого блока одинаково):

- ТШ-1 шахта 0800x10 глубиной 21,2 м, для хранения скафандра (пенала), предназначенного для извлечения и транспортировки из реактора в горячую камеру дефектных каналов;
- ТШ-2 шахта 0800x10 глубиной 21,5 м, заполненная водой и снабженная диафрагмой для установки чехлов под аварийные каналы и каналы СУЗ;
- ТШ-3 сухая шахта 0800x10 глубиной 16 м для хранения специнструмента;
- ТШ-4 шахта 0800x10 глубиной 21,5 м для обмывки загрязненного инструмента и оборудования кислотой и водой;
- ТШ-5 сухая шахта 0800x10 глубиной 21,5 м для хранения ионизационных камер, стержней-поглотителей и др. элементов СУЗ.

ТШ-5 блока №1 (ЦЗ-1) в настоящее время недоступна, т.к. перекрыта помещением бокса системы очистки БВ-1, смонтированной в 1999 году.

Шахты ТШ-4 и ТШ-5 имеют одинаковое конструктивное исполнение. Каждая шахта представляет собой металлическую сварную трубчатую конструкцию, основная часть корпуса которой выполнена из стальной трубы Ст.3 наружным диаметром 820 мм и толщиной 10 мм.

Все ТШ в соответствии с проектом снабжены крышками диаметром 1460 мм весом по 170 кг. Крышка ТШ-3 (шахта хранения специнструмента) изготовлена из чугуна и имеет вес 1200 кг. Крышки устанавливаются заподлицо с полом ЦЗ (отм.+16.400) и имеют съемные заграждения. В настоящее время некоторые крышки установить над ТШ не представляется возможным из-за выступающих верхних частей длинномерных ТРО.

Все ТШ в соответствии с проектом имеют дренажные сливы в днище корпуса. Сбросы дренажных радиоактивных вод из корпуса ТШ производились в спецканализацию. В настоящее время дренажная система находится в неудовлетворительном состоянии (часть трубопроводов и арматуры непроходимы) и ее использование невозможно.

#### Хранение в технологических шахтах ЦЗ-1

ТШ-1 освобождена от длинномерных изделий

ТШ-2 содержит:

- чехол трубным диаметром 300 мм с грузоподъемной петлей в виде троса, в чехле размещены длинномерные изделия;
- металлический трос диаметром ~ 10 мм;
- не идентифицированные металлические предметы;

- 1 пенал 0325 (графит и 5 неизвестных изделий);
- 1 канал СУЗ;
- 10 неизвестных изделий.

ТШ-3 содержит:

- 4 квадратных пенала с графитом № 1,2,3,4.

ТШ-4 содержит:

- 15 стержней СУЗ на тросах;
- 15 каналов СУЗ;
- 1 канал СДКР.

ТШ-5 недоступна (перекрыта боксом системы очистки бассейнов выдержки).

Хранение в технологических шахтах ЦЗ-2

ТШ-2 освобождена от длинномерных изделий.

ТШ-3 содержит:

- Кассету типа К-17у № 137 в герметичном чехле.

ТШ-4 содержит:

- 15 каналов АЗ;
- 5 каналов ИК;
- 3 пенала СУЗ;
- 1 стержень РР;
- 1 зенкер СУЗ;
- 1 фреза с керном;
- 3 канала СУЗ.

ТШ-5 содержит:

- 4 канала АЗ;
- 5 каналов РР;
- 1 фреза с керном;
- 1 термопара;
- 1 зенкер СУЗ;
- 1 пенал ИКЦ;
- 1 выколотка СУЗ;
- 1 труба Ø 76;
- 1 труба Ø 76.

Содержимое шахт не является постоянным и может изменяться в процессе вывоза кассет и освобождения от посторонних предметов.

В настоящее время изготовлено оборудование для извлечения длинномерных изделий из ТШ, их фрагментации и упаковки в контейнеры типа НЗК. Фрагментированные изделия категории НАО будут отправлены на переработку в специализированную организацию, а категории САО на хранение в контейнерах НЗК в модернизированный отсек ХСО-2. Работы по фрагментации, упаковке в контейнеры НЗК, транспортировке и загрузке контейнеров в модернизированный отсек ХСО-2 будут проводиться по Программе, утвержденной Главным инженером станции. Создана инфраструктура по обращению с НЗК, а именно проведена модернизация отсека № 9 ХСО-2 для хранения контейнеров НЗК, проведена модернизация автодороги до ХСО-2 с целью обеспечения транспортировки контейнеров НЗК и спецгаража для стоянки автомобиля для перевозки контейнеров

НЗК.

Учет ТРО на Белоярской АЭС ведется в соответствии НП-067-16 и Инструкцией по учету и контролю РВ и РАО на Белоярской АЭС. Плановая инвентаризация ТРО проводится в соответствии с Положением о порядке выполнения инвентаризации ТРО на Белоярской АЭС. Периодичность проведения плановой инвентаризации составляет 1 раз в пять лет.

Систематически (не реже одного раза в 15 дней) проводится контроль состояния хранилищ ТРО с проверкой отсутствия воды в отсеках. Случаев попадания воды в хранилища ТРО в течение всего срока эксплуатации на Белоярской АЭС не было. Радиационный контроль хранилищ ТРО выполняется в соответствии с «Регламентом по обращению с твердыми радиоактивными отходами на Белоярской АЭС» и «Техническим обоснованием безопасности (ТОБ)», том. 3, БЛ.1\_2-00-0-ТОБ-001/3-1.

Деятельность по обращению с ТРО организована в соответствии с требованиями нормативных документов, реализуются мероприятия, направленные на сокращение образования отходов и совершенствование системы обращения с ТРО в соответствии с современной концепцией.

Имеющиеся свободные объемы хранилищ для отходов низкой, средней активности достаточны для эксплуатации энергоблока 3 Белоярской АЭС с учетом продления ресурса.

Здания ХСО-1 и ХСО-2 оборудованы системой азотного пожаротушения, выполняющей также функции пожарной сигнализации с выходом сигнала в здание спецкомендатуры Белоярской АЭС.

Согласно проекта ХСО-1,2 контроль за наличием воды в отсеках ведётся путём отбора проб из наблюдательных скважин и определения удельной активности воды, превышение активности за всё время эксплуатации не наблюдалось.

Проектом ХСО-1,2 извлечение ТРО предусматривалось только при выводе энергоблоков из эксплуатации. Извлечение отходов из ХСО-1,2, их переработка, кондиционирование и передача Национальному оператору на хранение или захоронение, может производиться как силами АС, так специализированными организациями, как при выводе, так и при подготовке к выводу из эксплуатации энергоблоков. Промежуточное хранение, в том числе и кондиционированных отходов, может осуществляться в ХТРО-1,2 энергоблока № 4.

#### **7.7.3.3 Комплекс хранилищ твердых радиоактивных отходов энергоблока №4**

Комплекс хранилищ твердых радиоактивных отходов размещается в здании спецкорпуса в следующем составе [4]:

- хранилища невозвратных защитных контейнеров (хранилище НЗК);
- хранилище ТРО-1(ХТРО-1);
- хранилище ТРО-2 (ХТРО-2);
- хранилище ТРО-3(ХТРО-3).

При этом хранилища предназначены:

- ХНЗК для хранения НЗК с отвержденными ЖРО;
- ХТРО-1-для переработки и хранения в отсеках для хранения ТРО очень низкоактивных, низкоактивных ТРО, хранения РАО в виде ОЗРИ в отдельном отсеке, а также для упаковки и паспортизации среднеактивных ТРО, низкоактивных

ТРО, очень низкоактивных ТРО, РАО в виде ОЗРИ;

- ХТРО-2-для хранения низко среднеактивных ТРО;
- ХТРО-3-для хранения высокоактивных ТРО.

Описание хранилища ХТРО-1

ХТРО-1 входит в состав спецкорпуса и состоит из:

- Помещение транспортного въезда;
- Помещение комплекса переработки ТРО (сортировка, прессование, измельчение и упаковка);
- Помещение гидростанции и электрооборудования комплекса переработки ТРО;
- Пультовая;
- Отсеки хранения ТРО в бочках.

Ёмкость 4-х отсеков для хранения бочек с ТРО позволяет разместить 5634 бочек, которые устанавливаются в 6 рядов по высоте, что позволяет разместить не только ТРО 4 энергоблока, но и аналогичные эксплуатационные ТРО 1 очереди и энергоблока № 3 Белоярской АЭС. Максимальное количество ТРО блоков 1, 2, 3, которое можно разместить в ХТРО-1, составляет 75 мЗ/год.

Отсеки хранения выполнены железобетонными, при этом по дну они облицованы нержавеющей сталью на высоту по стенам равную 0,5 метра.

В помещениях обслуживания ХТРО-1 для обеспечения подъёмно-транспортных операций с ТРО предусмотрена установка подвесных электрических кранов г/п 3,2т.

Для обеспечения производства работ в ХТРО-1 предусматривается наличие захвата электромеханического для бочки и комплекс оборудования для переработки ТРО.

ХТРО-1 оборудовано системами вентиляции, освещения, радиационного контроля и пожарной сигнализацией.

Производство работ в ХТРО-1 следующее:

- в помещение транспортного въезда подаётся машина, загруженная контейнерами-сборниками с ТРО.
- контейнеры-сборники с ТРО с помощью крана перегружаются в помещение комплекса переработки ТРО.
- на сортировочном столе производится дополнительная сортировка ТРО на прессуемые и непрессуемые отходы.
- с сортировочного стола прессуемые отходы сбрасываются в приемную горловину питателя пресса.
- после заполнения бочка с непрессуемыми ТРО выкатывается по рольгангу изпод сортировочного стола, краном устанавливается на тележку и доставляется к приспособлению для герметизации бочки, где уплотняется крышкой.
- перед началом работы пресса пустая бочка устанавливается на тележку, находящуюся на исходной позиции прессования. С помощью приспособления для герметизации бочек с нее снимается крышка и бочка подается под пресс.
- на позиции прессования гильза опускается в бочку и, с помощью питателя, отходы порциями опускаются в гильзу (бочку). Пресс-штемпель циклически опускается в гильзу с отходами и прессует их. Количество циклов «загрузка-прессование» зависит от состава отходов. После заполнения гильзы спрессованными

отходами сначала гильза, а потом пресс-штемпель извлекаются из бочки.

- подача рабочей среды на гидропресс обеспечивается гидростанцией, расположенной в помещении, рядом с помещением переработки отходов.

- тележка с бочкой, заполненной ТРО, перемещается на позицию герметизации бочки, герметизируется и направляется на исходную позицию, откуда краном перемещается на паспортизацию. Бочка, прошедшая контроль, устанавливается краном на рольганг и по нему вручную перемещается в зону действия крана, с помощью которого ее помещают в хранилище.

- после завершения работ по упаковке ТРО в бочки и их паспортизации, бочки отправляются в отсеки хранения.

В процессе сортировки и прессования осуществляется отсос воздуха из зон сортировки и прессования, который очищается в циклонах установки пылеулавливания, доочищается на фильтре и вентилятором направляется в систему вентиляции. Осажденная пыль скапливается в бункере установки пылеулавливания. Для разгрузки накопленной пыли предусмотрена позиция установки тележки с бочкой под бункером. Пыление при разгрузке устраняется путем уплотнения рукавом горловины бункера с бочкой.

Операции повторяются до полной загрузки кондиционированных ТРО в металлические бочки.

ХТРО-2 входит в состав спецкорпуса и включает в себя единый отсек хранения ТРО в бочках.

Ёмкость хранилища ХТРО-2 позволяет разместить 1440 бочек с ТРО, которые устанавливаются в 6 рядов по высоте, что позволяет разместить не только ТРО 4 блока, но и эксплуатационные ТРО блоков 1,2,3 БАЭС. Максимальное количество ТРО блоков 1,2,3 которое можно разместить в ХТРО-2 составляет 10 м<sup>3</sup>/год.

Отсек хранения выполнен железобетонным, при этом по дну он облицован нержавеющей сталью на высоту по стенам равную 0,5 метра.

В помещении обслуживания ХТРО-2 для обеспечения подъёмно-транспортных операций с ТРО предусмотрена установка подвешенного электрического крана г/п 2т.

Для обеспечения производства работ в ХТРО-2 предусматривается наличие захвата электромеханического для бочки.

Производство работ в ХТРО-2 следующее:

- в ж/д въезд спецкорпуса подаётся спецавтомобиль, загруженный бочками с ТРО, и устанавливается под люком ХТРО-2.

- люк открывается и бочки с ТРО перегружаются со спецтранспорта в отсек хранения.

- люк ХТРО-2 закрывается.

Хранилище высокоактивных ТРО (ХТРО-3) входит в состав спецкорпуса и включает в себя единый отсек хранения высокоактивных ТРО.

Кроме того, в помещении ХТРО-3 производится перестановка ТУКа ТК-11 из спецвагона на внутреобъектную самоходную платформу и обратно для обеспечения операций по отправке отработавшего ядерного топлива с территории АЭС.

Ёмкость хранилища ХТРО-3 позволяет разместить отработавшие стержни и гильзы СУЗ в трубах-ячейках. Общее количество труб-ячеек составляет 2118 шт, что позволяет разместить высокоактивные ТРО не только 4-го энергоблока БАЭС, но

также обеспечить хранение аналогичных ТРО блока №3 БАЭС.

Отсек для хранения высокоактивных ТРО представляет собой железобетонный бункер, в котором установлены стальные трубы (в виде сот) для размещения ТРО, при этом трубы закрываются съёмными защитными пробками.

Конструкция данного отсека обеспечивает требуемую биологическую защиту обслуживающего персонала.

Отсек хранения по дну облицован нержавеющей сталью на высоту по стенам равную 0,5 метра.

В помещении обслуживания ХТРО-3 для обеспечения подъёмно-транспортных операций предусмотрена установка мостового электрического крана г/п 125/20т.

Производство работ в ХТРО-3 следующее:

- в ж/д въезд спецкорпуса подаётся внутриобъектовая самоходная платформа с установленным на ней защитным контейнером, в котором находится чехол с загруженными отработавшими стержнями и гильзами СУЗ. Платформа устанавливается под люком ХТРОЗ.

- люк открывается и защитный контейнер с чехлом при помощи траверсы подаётся краном в помещение ХТРО-3, транспортируется к приёмному колодцу и устанавливается на опору.

- люк ХТРО-3 закрывается.

- на свободную трубу отсека хранения краном электрическим г/п 125/20т устанавливается коробка переходная. Шибер коробки открывается, из трубы отсека хранения краном извлекается защитная пробка, шибер коробки переходной закрывается.

- на контейнер защитный краном устанавливается контейнер перегрузочный.

- открываются шибер контейнера защитного и контейнера перегрузочного, и перегружаемая сборка втягивается захватным устройством контейнера перегрузочного в сам контейнер перегрузочный. Шиберы контейнера защитного и контейнера перегрузочного закрываются, и ротор контейнера защитного, в который устанавливается контейнер, поворачивается. Под перегрузочное гнездо подводится следующее гнездо контейнера со сборкой.

- контейнер перегрузочный транспортируется к отсеку хранения, и устанавливается на коробку переходную. Шиберы коробки переходной и контейнера перегрузочного открываются, и перегружаемый элемент СУЗ устанавливается в соответствующую трубу отсека хранения. Шиберы коробки переходной и контейнера перегрузочного закрываются.

Операции повторяются до полной выгрузки отработавших сборок из защитного контейнера

Хранилище НЗК входит в состав спецкорпуса и представляет собой отсеки для хранения НЗК, а также транспортный въезд.

Ёмкость хранилища ХНЗК позволяет разместить 1552 НЗК с ОЖРО, которые устанавливаются в отсеках в штабеля в 8 рядов по высоте.

Отсеки для хранения НЗК с ОЖРО выполняются железобетонными.

В помещении обслуживания ХНЗК для обеспечения подъёмно-транспортных операций с НЗК предусмотрена установка мостового электрического крана г/п 10т.

Производство работ в хранилище НЗК следующее:

– из помещения отстоя после отверждения цементного компаунда с ЖРО (получаются ОЖРО), НЗК краном мостовым г/п 10т при помощи траверсы НЗК транспортируется в отсек хранения, где устанавливаются на штатное место хранения.

– при отправке НЗК в региональное хранилище спецавтомашина въезжает в помещение транспортного въезда под люк. Люк открывается, после чего НЗК краном мостовым г/п 10т с помощью траверсы НЗК транспортируется к люку и через проём люка загружается в кузов спецавтомашины и далее вывозится из ХНЗК для отправки в региональное хранилище.

Конструкция оборудования обеспечивает при нормальной эксплуатации исключение всякого необоснованного облучения обслуживающего персонала, а также неконтролируемого выхода радионуклидов в окружающую среду.

Наличие технических средств для сбора и удаления влаги из хранилищ ТРО не требуется, так как ТРО хранятся в уплотненных бочках в сухом состоянии и НЗК с ОЖРО имеют герметичные крышки, а температура в отсеках хранения поддерживается на уровне не ниже +50С, что исключает возможность образования конденсата. Для удаления появившихся в исключительных случаях, аварийных ситуациях протечек применяется передвижное мобильное оборудование гидровакуумная установка.

Также необходимо отметить, что водород в хранилище ХТРО-3 не образуется, т.к. это хранилище сухих ТРО, которые не содержат делящихся материалов. Таким образом контроль содержания водорода в хранилище не требуется.

Радиоактивное загрязнение внутренних поверхностей ХТРО-1 и ХТРО-2, а также ХНЗК исключается тем, что бочки с ТРО имеют уплотненные крышки (завальцованы), а контейнеры НЗК с ОЖРО герметизируются. Кроме того перед поступлением в хранилища упаковки проходят радиационный контроль внешних поверхностей и, при необходимости, дезактивируются тампонами, смоченными в дезрастворах.

ТРО в ХТРО-3 хранятся в закрытых пробками трубах-ячейках и перегружаются из транспортного контейнера через плиту-кондуктор, что исключает вынос гипотетически возможных газоаэрозолей, так как сами ВАО загружаются сухими.

#### **7.7.3.4 Блоки № 1, 2, 3. Хранилища жидких отходов ХЖО-1 и ХЖО-2**

ХЖО на блоках 1, 2, 3 предназначено для временного хранения жидких радиоактивных отходов (пульпа, кубовый остаток, отработанные ионообменные смолы).

В состав системы ХЖО входят хранилища жидких радиоактивных отходов ХЖО-1, ХЖО-2 и выпарная установка кубовых остатков (доупариватель жидких отходов -ДЖО).

Жидкие радиоактивные отходы хранятся в заглубленных герметичных бетонных баках (емкостях), облицованных внутри нержавеющей сталью.

ЖРО, находящиеся в емкостях ХЖО, по своей суммарной активности относятся к среднеактивным.

Общий объем баков ХЖО-1 и ХЖО-2 по проекту составляет 7400 м<sup>3</sup>. Из них один бак объемом 1000 м<sup>3</sup> – резервный. Установленный регламентом по эксплуатации рабочий объем баков, при их заполнении, составляет 6050 м<sup>3</sup>,

оставшийся свободный объем (350 м<sup>3</sup>) и объем резервного бака предназначены для аварийного приема радиоактивных вод в случае разгерметизации любого бака СВО, ХЖО или другой аварийной ситуации, с разрешения главного инженера станции.

Хранилища жидких радиоактивных отходов (ХЖО-1 и ХЖО-2), относящиеся к I очереди Белоярской АЭС, расположены в отдельных зданиях, которые соединены между собой и зданием СВО проходными технологическими эстакадами.

Перечень и назначение емкостей ХЖО приведен в таблице 5.2.2.1.

Баки ХЖО (13 баков) имеют следующие защитные барьеры на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в окружающую среду: железобетонную конструкцию, внутри облицовку из нержавеющей стали, бетонный поддон, земляную обваловку по периметру баков. Баки расположены по периметру зданий ХЖО. Между днищем баков и поддоном находится слой гравия для отвода аварийных протечек в дренажный приямок.

Характеристики ЖРО, размещенных в емкостях ХЖО-1 и ХЖО-2, представлены в таблицах 7.7.3.4.1-7.7.3.4.5

Таблица 7.7.3.4.1 – Характеристики ЖРО в емкостях ХЖО

Очередь	Ем-кость	Объем, м <sup>3</sup>	Габариты емкости, м	Среда	Соле-содер-жание	рН	Запол-нение, м	Высота осадка, м	Активность, Бк/дм <sup>3</sup>
ХЖО-1	БКО-А	400	Ø11,5x4,55	Трап. вода	88	10,1	332	0,1	2,85x10 <sup>7</sup>
	БКО-Б	400	Ø11,5x4,55	КО	390	9,4	370	0,1	1,07x10 <sup>8</sup>
	БКО-В	400	Ø11,5x4,55	КО	444	11,6	340	1,3	6,36x10 <sup>7</sup>
	БКО-Г	400	Ø11,5x4,55	КО	444	11,7	370	1,2	5,16x10 <sup>7</sup>
	БПЛ-А	400	Ø11,5x4,55	ИОС	29	9,77	360	-	Вода: 1,06x10 <sup>7</sup> ИОС: 1,17x10 <sup>8</sup>
	БПЛ-Б	400	Ø11,5x4,55	Трап. вода	4	10,4	310	0,1	1,37x10 <sup>6</sup>
ХЖО-2	БПЛ-В	500	9,6x11,6x5,0	КО	439	10,7	445	1,7	1,07x10 <sup>8</sup>
	БПЛ-Г	500	9,6x11,6x5,0	КО	339	11,6	445	1,35	9,08x10 <sup>7</sup>
	БВ-А	500	9,6x11,6x5,0	КО	457	11,1	445	1,35	1,33x10 <sup>8</sup>
	БВ-Б	500	9,6x11,6x5,0	КО	324	10,1	435	0,85	7,92x10 <sup>7</sup>
	БКО-Д	1000	9,6x11,6x5,0	КО	199	10,7	500	1,35	4,47x10 <sup>7</sup>
	БКО-Е	1000	9,6x11,6x5,0	КО	50	10,6	360	0,85	1,43x10 <sup>7</sup>
	БКО-Ж	1000	9,6x11,6x5,0	Резерв	105	12,1	10	0	2,63x10 <sup>7</sup>

Таблица 7.7.3.4.2 – Характеристика радионуклидного состава осадка в емкостях ХЖО (Бк/дм<sup>3</sup>)

Емкость	Cs-137	Cs-134	Co-60	Сумма	Класс отходов по Постановлению



	М <sup>3</sup>									
БКО-А	4,6	98,4	0,047	10,7	32,5	33,2	1,7	16,0	44,1	0,21
БКО-Б	5,8	20,2	0,070	4,5	21,9	0,96	0,0075	67,0	42,8	0,08
БКО-В	6,25	13,2	0,039	4,5	29,9	0,96	0,085	17,0	52,8	0,22
БКО-Г	0,75	17,6	0,043	5,4	45,9	1,10	0,043	12,0	56,9	0,40
БПЛ-А	4,5	4,84	0,0039	17,3	16,0	1,07	0,058	20,0	2,4	0,027
БПЛ-Б	3,5	61,3	0,023	6,8	25,4	19,6	0,82	11,5	7,8	0,057
БПЛ-В	7,0	13,2	0,033	5,8	36,76	0,96	0,046	70,0	38,0	0,066
БПЛ-Г	6,9	11,0	0,024	5,0	33,0	0,95	0,065	56,0	58,8	0,073
БВ-А	6,9	11,0	0,080	6,5	32,5	0,65	0,052	74,0	33,0	0,080
БВ-Б	6,25	17,6	0,050	3,7	29,7	0,96	0,111	55,0	23,6	0,076
БКО-Д	5,8	2,2	0,010	1,5	21,9	0,92	0,033	46,0	10,1	0,009
БКО-Е	5,5	2,2	0,013	1,1	4,5	0,96	0,070	75,0	7,4	0,041
БКО-Ж	5,6	2,1	0,010	1,1	4,5	0,93	0,068	76,0	7,2	0,039

При эксплуатации реакторов энергоблоков № 1 и № 2 имели место аварии с разгерметизацией ТВС, которые были перегружены в БВ, а дренажные воды, содержащие делящиеся материалы поступили в баки СВО и ХЖО.

По результатам проведенного исследования радионуклидных составов ЖРО и донных отложений в баках СВО: 35-1,2 и 41-1,2 получено заключение ФЭИ №06-067 по ядерной безопасности ЖРО в баках 35-1,2 и 41-1,2 СВО Белоярской АЭС.

Концентрация основных делящихся нуклидов ( $^{235}\text{U}$  и  $^{239}\text{Pu}$ ) в пробах осадков в среднем составляет от  $4,0 \times 10^{-6}$  до  $1,6 \times 10^{-5}$  г/г вещества осадка.

Концентрация основных делящихся нуклидов ( $^{235}\text{U}$  и  $^{239}\text{Pu}$ ) в пробах осадков в среднем составляет от  $4,0 \times 10^{-6}$  до  $1,6 \times 10^{-5}$  г/г вещества осадка или при плотности осадка 660 кг/м<sup>3</sup>, от  $2,6 \times 10^{-3}$  до  $1,06 \times 10^{-2}$  г/л, что более чем в 1000 раз меньше безопасной концентрации.

Безопасная масса для смеси обогащённого урана с водой для данного обогащения составляет 1,7 кг урана-235. Масса делящихся нуклидов во всех емкостях не превышает 300 г, а суммарная масса делящихся нуклидов во всех емкостях составляет 1,2 кг, что меньше безопасной массы.

Данное заключение утверждено Управлением ядерной и радиационной безопасности Федерального агентства по атомной энергии, №30-1037дсп от 13.07.2006 года.

По результатам проведенного обследования о состоянии просыпей облученного ядерного топлива в оборудовании и коммуникациях первой очереди Белоярской АЭС получено заключение ФЭИ №29-059 по ядерной безопасности баков ХЖО: БКО-А, Б, В, Г, Д; БПЛ-А, Б, В, Г. Данные баки содержат уран-235 существенно меньше 300 г каждая.

По бакам БКО-Е, Ж было проведено дополнительное обследование для подтверждения суммарной массы урана-235.

По результатам проведенного исследования радионуклидных составов ЖРО и донных отложений в баках БКО-Е и БКО-Ж получено заключение ФЭИ №00-008 по ядерной безопасности баков БКО-Ж и БКО-Е Белоярской АЭС.

Основные результаты исследований, важные для обеспечения ЯБ, следующие:

– в БКО-Е общая масса актиноидов (на дне и в воде), в которых преобладает  $^{238}\text{U}$ , составляет  $\sim 5,2$  кг; масса ( $^{5\text{U}}+^{9\text{Pu}}$ )-171 г, отношение масс ( $^{5\text{U}}+^{9\text{Pu}}$ ) к массе актиноидов  $\sim 3,3\%$ . Сумма ( $^{5\text{U}}+^{9\text{Pu}}$ ) определена с абсолютной погрешностью  $1\delta=46\text{г}$ ; следовательно, с вероятностью 0,95 она не превосходит 263г.

– в БКО-Ж общая масса актиноидов на дне и в воде с преобладанием  $^{238}\text{U}$  составляет  $\sim 400$  г; масса ( $^{5\text{U}}+^{9\text{Pu}}$ ) – 6,1 г; отношение масс ( $^{5\text{U}}+^{9\text{Pu}}$ ) к массе актиноидов  $\sim 2,1\%$ .

Ежегодно по результатам работы за год стационарной комиссией проводится инвентаризация ЖРО, поступивших в ХЖО, и составляется акт инвентаризации.

В хранилище жидких отходов имеется:

- узел очистки сбрасываемого в атмосферу воздуха из емкостей ХЖО;
- узел приточной вентиляции;
- узел вытяжной вентиляции.

Воздух из емкостей ХЖО-1 откачивается при помощи воздушного эжектора. Очистка атмосферного воздуха, поступающего в емкость, от механических примесей производится на фильтре ФБ-А, а очистка воздуха, откачиваемого эжектором из емкостей ХЖО-1, происходит на фильтре ФБ-Б. Очищенный воздух после фильтра ФБ-Б отводится в атмосферу через трубу ХЖО-1.

Сдувки из всех емкостей ХЖО-2 через фильтры, установленные в транспортном коридоре ХЖО-2, заведены в трубу ХЖО-2. Обслуживание систем сдувок и продувка емкостей ХЖО производится согласно «Инструкции по эксплуатации систем спецвентиляции СВО и ХЖО».

Узел вытяжной вентиляции ХЖО состоит из вентиляторов В-1А и В-1Б, которые расположены на отметке 0,00 пристроя ХЖО-1 и фильтров Петрянова, которые расположены в каньонах на отметке -3,00. Вытяжная вентиляция ХЖО обслуживает помещения ХЖО-1, ХЖО-2 и ХСО.

Узел приточной вентиляции выполнен на отметке -3,3 пристроя ХЖО-1 и состоит из калориферов и вентиляторов П-1 и П-2, а также отопительных агрегатов АО-1 и АО-2, размещенных на стенах ХЖО-1.

Для визуального контроля состояния оборудования ХЖО используется система телевизионного наблюдения. Телекамеры установлены:

- камера № 1 отм. -5,55 ХЖО-1 в кабельном коридоре;
- камера № 2 отм. -5,55 ХЖО-2, приямок П-13;
- камера № 3 отм. 0,00 зал ХЖО-1 у ДЖО (обзорная);
- камера № 4 отм. 0,00 зал ХЖО-1 направлена на ДЖО.

Обслуживание данной системы производится согласно «Инструкции по эксплуатации системы телевизионного наблюдения СВО/ХЖО».

Контроль за герметичностью баков ХЖО-1 и ХЖО-2 осуществляется при помощи следующих технических решений и организационных мероприятий по обеспечению безопасности при обращении с РАО:

- контроля уровня воды, ее химического состава и активности в

дозиметрических колодцах Д-1÷Д-6 для ХЖО-1;

– контроля уровня воды при помощи сигнализаторов уровня в дозиметрическом приемке П-13 для ХЖО-2;

– контроля уровня воды, ее химического состава и активности в наблюдательных скважинах по периметру баков ХЖО-1 и ХЖО-2;

– сравнительного анализа на химический и изотопный состав проб воды из дозиметрических колодцев и наблюдательных скважин с повышенной активностью воды на порядок от многолетнего сезонно наблюдаемого уровня и ЖРО из баков ХЖО, вокруг которых находятся эти скважины.

– снижение уровня ЖРО в баках по системе трехуровневой сигнализации заполнения емкостей;

– снижение уровня ЖРО в баках по уровнемерам, в случаях отсутствия технологических операций по их откачке.

Контроль температуры ЖРО в емкостях ХЖО-1 и ХЖО-2 осуществляется термометрами сопротивления. На емкостях ХЖО-1 установлены по три термометра на каждой емкости, с выводом показаний на панель № 23 ЩУ СВО. На емкостях ХЖО-2 установлены по одному термометру на каждой емкости, с выводом показаний на прибор, установленный на отм. 0,00 ХЖО-2. Замер температуры ЖРО в емкостях ХЖО производится два раза в месяц.

#### **7.6.2.1.2 Блок № 4, хранилище ЖРО**

На энергоблоке №4 ЖРС подлежат переработке на установках спецводоочистки (СВО) и хранению получаемых жидких радиоактивных отходов (ЖРО) в отвержденном (кондиционированном) виде в хранилище отвержденных радиоактивных отходов (ХНЗК).

Узел промежуточного хранения жидких радиоактивных отходов описан в п. 7.3.2.

**8. Сведения о получении юридическим лицом положительных заключений и (или) документов согласований органов федерального надзора и контроля по материалам обоснования лицензий на осуществление деятельности в области использования атомной энергии в установленном законодательством РФ порядке.**

Материалы по данной тематике будут внесены в Раздел 8 после проведения общественных обсуждений. Заключение государственной экспертизы в отдельном приложении к МОЛ РАО.

**9. Сведения об участии общественности при принятии решений, касающихся лицензируемого вида деятельности в области использования атомной энергии**  
Материалы обоснования лицензии будут представлены на общественных слушаниях, протокол которых будет включен в пакет документов, представляемых в Росприроднадзор для проведения ГЭЭ.