



*Российская Академия Наук*

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

**ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ  
БЕЗОПАСНОГО РАЗВИТИЯ  
АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**



RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

**NUCLEAR SAFETY  
INSTITUTE**

Препринт ИБРАЭ № ИBRAE-2016-03

Preprint IBRAE-2016-03

**В.П. БИЛАШЕНКО, П.А. ШВЕДОВ, К.Н. КУЛИКОВ,  
Р.А. НИЗАМУТДИНОВ, А.П. ВАРНАВИН, Н.Я. КНИВЕЛЬ**

**ИНФРАСТРУКТУРА КОМПЛЕКСНОЙ  
УТИЛИЗАЦИИ АПЛ, НК С ЯЭУ И СУДОВ АТО В  
СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ**

Москва  
2016

Moscow  
2016

УДК 621.039.58

Билашенко В.П., Шведов П.А., Куликов К.Н., Низамутдинов Р.А., Варнавин А.П., Книвель Н.Я. ИНФРАСТРУКТУРА КОМПЛЕКСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ АПЛ, НК С ЯЭУ И СУДОВ АТО В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ. Препринт ИБРАЭ № 2016-03. Москва: ИБРАЭ РАН, 2016. — 22 с. — 50 экз.

Аннотация

В целях увеличения темпов утилизации выведенных из состава ВМФ АПЛ, НК с ЯЭУ, судов АТО и экологической реабилитации объектов временного хранения ОЯТ и РАО, в период с 1998 по 2014 г. Минатом России организовал проведение работ по совершенствованию инфраструктуры комплексной утилизации на Северо-Западе России. Существующая инфраструктура может понадобиться при решении проблемы реабилитации Арктических морей от затопленных (затонувших) радиационно опасных объектов. В настоящей работе систематизирована основная информация об инфраструктуре комплексной утилизации. От ее готовности будет зависеть принятие решений о вариантах и сроках проведения реабилитационных мероприятий. Рассмотрены также перспективы дальнейшего использования и развития инфраструктуры в соответствии с потребностями отрасли.

©ИБРАЭ РАН, 2016

Abstract

Bilashenko V.P., Shvedov P.A., Kulikov K.N., Nizamutdinov P.A., Varnavin A.P., Knivel N.Ya. INFRASTRUCTURE FOR THE COMPLEX DECOMMISSIONING OF NUCLEAR SUBMARINES, SURFACE NUCLEAR-POWERED SHIPS, AND NUCLEAR MAINTENANCE VESSELS IN THE NORTH-WEST RUSSIA. Preprint IBRAE 2016-03. Moscow: Nuclear Safety Institute, 2016. — 22 p.

In order to accelerate decommissioning of the retired NS, SNS, NMS, and ecological rehabilitation of the temporary SNF and RW storage facilities, within the period 1998-2002 Minatom of Russia organized implementation of works aimed at modernization of the infrastructure for complex decommissioning in the North-West Russia. The existing infrastructure might be required in solving the problem of rehabilitation of Arctic seas from dumped and sank radiation-hazardous objects. In this paper, we present the systematic information on the infrastructure for complex decommissioning. The preparedness of the infrastructure significantly affects making decisions about options and time of the required activities. We also consider the perspectives of further usage and development of the infrastructure to meet the branch demands.

©Nuclear Safety Institute, 2016

# Инфраструктура комплексной утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ и судов АТО в Северо-Западном регионе России

*В.П. Биляшенко, П.А. Шведов*

Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН  
115191, Москва, ул. Б. Тульская, 52  
тел.: (495) 955-22-38, факс: (495) 955-22-38, эл. почта: spa@ibrae.ac.ru

*К.Н. Куликов, Р.А. Низамутдинов*

АО «Научно-исследовательское проектно-технологическое бюро «Онега»»  
164509, Архангельская область, г. Северодвинск, проезд Машиностроителей, 12  
тел.: +7 (8184) 52555, факс: +7 (8184) 524539, эл. почта: niptb@onegastar.ru

*А.П. Варнавин, Н.Я. Книвель*

Национальный исследовательский Центр «Курчатовский Институт»  
123182 Россия, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1  
тел.: +7 (499) 1969717, эл. почта: knivel@kiae.ru

## Содержание

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Производственная база утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ, судов АТО и РБ .....</b>	<b>4</b>
1.1 АО «ЦС «Звездочка».....	5
1.2 СРЗ «Нерпа» - филиал АО «ЦС «Звездочка».....	7
1.3 АО «10 СРЗ».....	10
1.4 ФГУП «Атомфлот».....	11
<b>2 Инфраструктура обращения с реакторными отсеками.....</b>	<b>12</b>
<b>3 Инфраструктура обращения с ОЯТ.....</b>	<b>15</b>
<b>4. Производственные средства обращения с РАО.....</b>	<b>21</b>
<b>5. Заключение .....</b>	<b>24</b>

## Введение

Массовый вывод из эксплуатации радиационно опасных объектов атомного флота на Северо-западе России начался в середине 90-х годов прошлого века потребовал создания инфраструктуры для утилизации АПЛ, обращения с радиационными отходами и отработавшим ядерным топливом.

В целях увеличения темпов утилизации выведенных из состава ВМФ АПЛ, НК с ЯЭУ, судов АТО и экологической реабилитации объектов временного хранения ОЯТ и РАО, в период с 1998 по 2002 г. Минатом России, как государственный заказчик-координатор работ в этой области, консолидировал средства, выделяемые из федерального бюджета и поступающие от стран-доноров по программам международной помощи, и организовал выполнение следующих первоочередных работ:

- наращивание производственных мощностей на предприятиях-исполнителях работ по утилизации АПЛ (МП «Звездочка» и СРЗ «Нерпа»);
- создание новых и восстановление существующих средств выгрузки ОЯТ из реакторов, а также систем транспортировки и переработки ОЯТ.

Основными результатами этих работ были:

- Создание берегового комплекса выгрузки ОЯТ из реакторов утилизируемых АПЛ с водо-водяными реакторами на ФГУП «МП «Звездочка».
- Восстановление инфраструктуры выгрузки отработавших выемных частей (ОВЧ) из реакторов с жидкометаллическим теплоносителем в ПВХ Гремеха.
- Создание и оборудование специальными техническими и технологическими средствами производственных участков разделки корпусных конструкций, оборудования, кабелей, цветных и драгоценных металлов на предприятиях-исполнителях работ по утилизации АПЛ.

- Восстановление работоспособности трех ПТБ проекта 326М для выгрузки и временного хранения ОЯТ утилизируемых АПЛ.
- Создание на ФГУП «СРЗ «Нерпа» открытой стапельной плиты с передаточным узлом для проведения утилизации АПЛ, а также формирования РО и передачи его на транспортное средство.
- Разработка проекта по созданию берегового пункта долговременного хранения (ПДХ) реакторных отсеков (РО) утилизированных АПЛ в губе Сайда.

В дальнейшем инфраструктура продолжала развиваться по необходимым направлениям и в результате:

- Полностью введен в эксплуатацию пункт долговременного хранения блоков РО;
- Завершено строительство и введен в эксплуатацию Региональный центр переработки и долговременного хранения ТРО в гб. Сайда;
- Построено судно для перевозки ОЯТ и РАО «Россита» и передано в эксплуатацию ФГУП «Атомфлот»;
- Построен док-понтон «Итарус», для подъема на твердое основание плавучих реакторных блоков и судов АТО.
- Реализован проект модернизации камеры дефектных чехлов на ПО «Маяк» для обеспечения переработки дефектного ОЯТ. Модернизированная камера дефектных чехлов принята в промышленную эксплуатацию.
- Проведены работы по созданию линии переработки уран-бериллиевого ОЯТ на ФГУП «ПО Маяк». Выполнена опытная переработка первой партии ОЯТ.
- Создана инфраструктура разборки ОВЧ в п. Гремиха с последующим вывозом ОЯТ на ПО «Маяк».
- Создана инфраструктура по разделке плавучих реакторных блоков и формированию реакторных отсеков, подготовленных к долговременному хранению в ПДХ РО «Сайда».

На созданной за эти годы инфраструктуре в Северо-Западном регионе РФ был выполнен следующий объем основных работ :

- Утилизировано 119 АПЛ, все ОЯТ выгруженное из реакторов этих АПЛ вывезено на ПО «Маяк» на переработку.
- Утилизировано 20 судов АТО , в настоящее время начата утилизация одного из самых сложных и опасных ядерно и радиационно опасных объектов - ПТБ «Лепсе».
- Сформировано и установлено на долговременное хранение блоков реакторных отсеков - 79
- Полностью вывезено ОЯТ водо-водяных реакторов из ПВХ Гремиха (663 кондиционных ОТВС и 235 ОТВС дефектных);
- Выгружен аварийный реактор из РБ АПЛ класса «Альфа» № 900, ранее подготовленного к затоплению, и на специально созданной инфраструктуре разобрана активная зона.
- Используя опыт работ на блоке 900, принято решение по разборке ОВЧ в ПВХ Гремиха с последующим вывозом ОЯТ на ПО «Маяк». На созданной инфраструктуре по извлечению высокообогащенного ОЯТ из ранее выгруженных ОВЧ АПЛ класса «Альфа» разобран ОВЧ АПЛ №№910, 915, высокообогащенное U-Ве ОЯТ отправлено на переработку.
- Начат вывоз ТРО из ПВХ Андреева и ПВХ Гремиха морским транспортом («Россита») в РЦКХ в гб. Сайда для переработки и подготовки к долговременному хранению (захоронению).

В течение последнего десятилетия широко обсуждается проблема реабилитации Арктических морей от затопленных (затонувших) радиационно опасных объектов, среди которых есть АПЛ и отдельные отсеки или конструкционные элементы выведенных из состава флота кораблей и судов с ЯЭУ. В ходе такой реабилитации может потребоваться использование существующей инфраструктуры утилизации, готовность которой будет существенно влиять на выбор вариантов и сроки проведения реабилитационных мероприятий. Вместе с тем, сроки эксплуатации некоторых элементов инфраструктуры достаточно велики, а их производственные ресурсы в некоторых случаях близки к исчерпани. Поэтому представляется целесообразным проанализировать всю имеющуюся информации о составе и состоянии инфраструктуры утилизации в Север-Западном регионе России.

В настоящей работе систематизирована основная информация об инфраструктуре комплексной утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ и судов АТО: сведения о предприятиях, занятых в процессах утилизации, основном технологическом оборудовании и технологиях выполнения работ, средствах транспортировки и хранения объектов утилизации. Рассмотрены перспективы дальнейшего использования и развития инфраструктуры в соответствии с потребностями отрасли.

## **1 Производственная база утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ, судов АТО и РБ**

В настоящее время работы по утилизации АПЛ, НК с ЯЭУ и судов АТО в Северо-западном регионе выполняются на следующих предприятиях:

В Архангельской области: АО «ЦС «Звездочка».

В Мурманской области: «СРЗ «Нерпа» и «10 СРЗ» МО РФ;

Кроме этого, на «СРЗ «Нерпа» и в ПДХ РО «Сайда» производится утилизация плавучих реакторных блоков до реакторных отсеков, подготовленных для длительного (70-100 лет) хранения на специально оборудованных береговых площадках пункта длительного хранения «Сайда».

## 1.1 АО «ЦС «Звездочка»

АО ЦС «Звездочка» изначально было построено как ремонтная судовой верфь. К настоящему времени оно имеет более чем сорокалетний опыт ремонта кораблей ВМФ, в том числе АПЛ всех типов.

В ходе реализации договоров между СССР (Россией) и США об ограничении и сокращении стратегических наступательных вооружений ФГУП «МП «Звездочка» с 1977 года выполняет демонтаж ракетных отсеков, а с 1993 года производит комплексную утилизацию атомных подводных лодок с формированием трехотсечных плавучих реакторных блоков.

За период 1990-2015 г.г. на предприятии были выполнены работы по утилизации с формированием трехотсечного блока 40 АПЛ различных проектов (Дельта-I, Дельта-II, Дельта-III, Виктор-I, Виктор-II, Виктор-III, Оскар, Янки, Тайфун, Акула и Папа).

Международное сотрудничество с Великобританией, США, Норвегией, Францией, успешная реализация Программы совместного уменьшения угрозы (Программы Нанна-Лугара), координирующая деятельность Министерства РФ по атомной энергии, Российской академии наук, сотрудничество с ведущими российскими проектными и научно-исследовательскими организациями – ВНИПИЭТ, НИКИЭТ, РИЦ «Курчатовский институт», ОКБМ им. И.И. Африкантова – позволили создать на ФГУП «МП «Звездочка» современный высокоэффективный комплекс сооружений для утилизации АПЛ и переработки радиоактивных отходов, отвечающий требованиям радиационной безопасности. Этот комплекс включает следующие основные составляющие:

На АО «ЦС «Звездочка» создан комплекс сооружений и технологических средств, обеспечивающий выполнение утилизации АПЛ, и имеющий в своём составе:

- док-камеру;
- плавучий док ПД-52;
- причальную набережную с порталным краном г/п 1080 т;
- участки тепловой и механической резки корпусных конструкций и оборудования утилизируемых АПЛ, оснащенные современными техническими средствами, в число которых входят гильотина «Харрис», прессножницы «Кантемир», крановое оборудование и др.;
- участок переработки кабеля (модуль «Канск»);
- береговой комплекс выгрузки отработавшего ядерного топлива из реакторов утилизируемых АПЛ;
- комплекс сооружений для выгрузки, приема, транспортировки, хранения и переработки твердых и жидких радиоактивных отходов.

Кроме того на предприятии имеются следующие объекты спецтехнологий:

- **Хранилище ТРО** (общий объем камер – 2129 м<sup>3</sup>, средний коэффициент загрузки хранилища составляет от 0,1 до 0,2).
- **Площадка временного хранения ТРО** для низкоактивных ТРО Площадь, занимаемая хранящимися отходами, составляет 2000 м<sup>2</sup>.
- **Комплекс переработки ЖРО** позволяет перерабатывать все виды ЖРО, образующиеся на предприятии. Переработка ЖРО осуществляется путем концентрирования радиоактивных изотопов в малом объеме и отделения основной массы воды, содержание радионуклидов в которой меньше предельно допустимой концентрации. В течение года данный комплекс способен перерабатывать до 1500 м<sup>3</sup> ЖРО (не учитывая вод спецрачечной), в результате чего образуется порядка 10 м<sup>3</sup> ТРО.
- **Комплекс переработки ТРО** состоит из нескольких участков: участка сортировки и резки, участка прессования, участка временного хранения исходных и переработанных ТРО, участка дезактивации.
- **Установка сжигания ТРО** для сокращения объемов мягких горючих ТРО производительностью 40 кг/час.
- **Спецрачечная** предназначена для дезактивации спецодежды и СИЗ, используемых при работе с РВ, со сбором низкоактивных вод, образующихся при ее эксплуатации.
- **Временный участок дезактивации**
- **Объекты временного хранения и ремонта оборудования** предназначены для хранения ремонтируемого оборудования, загрязненного РВ, загрузка которого осуществляется через люки в перекрытии.

Весь этот уникальный комплекс дает возможность выполнять ликвидацию пусковых ракетных установок и комплексную утилизацию АПЛ всех классов с соблюдением российских и международных требований экологической безопасности.

За основу организации процесса утилизации АПЛ на предприятии ФГУП «МП «Звездочка» принят этапно-позиционный метод, предполагающий выполнение отдельных объемов работ (этапов) на определенных местах–позициях, специально оборудованных для этого:

- технологическим оборудованием;
- специальной технологической оснасткой;
- системами технического обеспечения;
- грузоподъемными кранами и механизмами;
- бытовыми, служебными, складскими помещениями.

Данный метод позволяет использовать существующие производственные мощности предприятия в рациональной технологической последовательности для выполнения операций утилизации, что позволяет уменьшить общую продолжительность выполнения работ.

Операции утилизации АПЛ на предприятии производятся на 15 местах-позициях, обеспечивающих работы по подготовке АПЛ к утилизации; сам процесс утилизации АПЛ, ее механизмов и систем; а также отгрузку конечных продуктов утилизации.

Ниже перечислены все основные технологические позиции утилизации АПЛ и дана краткая характеристика работ, выполняемых на каждой из этих позиций.

**Таблица 1. Технологические позиции утилизации АПЛ на АО «ЦС Звездочка»**

Позиции	Места и виды выполняемых работ
0	База ВМФ. Подготовка АПЛ к буксировке и утилизации. Буксировка АПЛ на предприятие.
1	Спецнабережная. Подготовка АПЛ к утилизации и выгрузке ОЯТ.
2	Спецнабережная. Выгрузка ОЯТ из реакторов АПЛ.
3	Док-камера (или ПД-52). Постановка на стапель. Разрезка АПЛ на блоки.
4	Док-камера (или ПД-52). Формирование 3-х отсечного блока.
5	Док-камера (или ПД-52). Утилизация носового и кормового блоков – разрезка корпуса на секции с выгрузкой оборудования, труб, кабеля.
6	Участок тепловой резки секций корпуса и оборудования на металлолом.
7	Участок механической резки.
8	Участок переработки цветных металлов.
9	Участок переработки кабеля.
10	Участки отгрузки металлолома.
11	Мелководная набережная. Достройка трехотсечного блока.
12	Море. Транспортировка 3-х отсечного блока в ПВХ.
13	Спецкомплекс РАО. Сбор, хранение, переработка ЖРО и ТРО: а) объекты сбора, хранения, переработки ЖРО; б) объекты сбора, хранения, переработки ТРО.
14	Сооружения сбора и переработки промышленных отходов: а) площадка сбора, временного хранения твердых промышленных отходов; б) очистные сооружения промышленных стоков; в) канализационные очистные сооружения.
15	Временное хранение ОЯТ, погрузка, отправка ОТВС на ПО «Маяк»: а) с использованием ПТБ; б) с использованием площадки временного хранения ОЯТ.

Работы по разрезке АПЛ на блоки, носового и кормового блоков на секции, формирование 3-х отсечного блока выполняются либо в док-камере (рис. 1), либо в плавдоке ПД-52 (рис. 2). При утилизации АПЛ в плавдоке, в котором отсутствуют рельсовые пути, вследствие чего раздвижка блоков невозможна, производится демонтаж обечаек для выполнения работ по формированию трехотсечного блока.

Результаты работ, выполняемых на ФГУП «МП «Звездочка» в процессе утилизации АПЛ, свидетельствуют о том, что на этом предприятии создан высокопроизводительный комплекс утилизации АПЛ, с использованием которого можно утилизировать до 4 АПЛ в год.



*Рис. 2. Утилизация АПЛ в док-камере*

## **1.2 СРЗ «Нерпа» - филиал АО «ЦС «Звездочка»**

СРЗ «Нерпа» приступил к работам по утилизации АПЛ в 1993 г. За это время утилизировано 33 АПЛ различных проектов (Янки, Дельта-I, Дельта-II, Дельта-III, Виктор-I, Виктор-II, Виктор-III, Оскар, «Чарли», «Эхо», «Ноябрь» и «Отель») до состояния плавучих РБ. Кроме этого утилизировано 17 АПЛ и 51 РБ с формированием одноотсечных реакторных блоков, подготовленных к долговременному хранению.

На предприятии создан развитый производственно-технологический комплекс сооружений, обеспечивающий выполнение всех утилизационных работ. Схема расположения производственных объектов ФГУП СРЗ «Нерпа» представлена на рисунке 1.

Так же, как на МП «Звездочка», на СРЗ «Нерпа» за основу организации процесса утилизации АПЛ принят этапно-позиционный метод, предполагающий выполнение отдельных этапов работ на определенных местах-позициях, специально оборудованных для этого.



*Рис. 3. Утилизация АПЛ в плавучем доке ПД-52*

После выполнения работ очередного технологического этапа на соответствующей позиции АПЛ перемещается на следующую позицию, где выполняются работы нового этапа. Очередность смены позиций и соответствующих им объемов работ составляют основу организационно-технологической схемы утилизации АПЛ. Схематически эта технологическая цепочка представлена на рис 3, где пронумерованы и снабжены текстовыми комментариями все основные этапы работ.

Работы по утилизации АПЛ на заводе начинаются с того (первый этап), что предназначенная для утилизации подводная лодка доставляется к причальной набережной Н-1), оборудованной двумя порталными кранами грузоподъемностью по 32 тонны каждый, грузовыми площадками, системами энергообеспечения, железнодорожными и автотранспортными путями. У набережной Н-1 возможна выгрузка ОЯТ с помощью ПТБ «Имандра» (ОАО ММП). Подготовка к выгрузке и выгрузка ОЯТ может производиться также у плавпирса №1.

Когда отработавшее ядерное топливо выгружено, АПЛ переводится на технологическую позицию № 2 – к плавпирсу № 5 (см. рис. 3). Сюда же доставляется передаточный док ПД-42 «Паллада» грузоподъемностью 13500 т. с судовозными транспортными путями. Завершается этот второй этап постановкой АПЛ в передаточный док.

Целью третьего этапа является перемещение АПЛ из передаточного дока ПД-42 в эллинг. Место установки плавдока ПД-42 у эллинга оборудовано причалом с выводными путями и подводными опорами.

Четвертый этап работ выполняется в эллинге. Целью его является разделка корпуса АПЛ, механизмов, систем, кабелей и т.д., а также формирование реакторного отсека, предназначенного для хранения в течение 70-100 лет на береговой площадке ПДХ «Сайда». Изображенная на рис. 3 технологическая цепочка реализовывалась раньше, когда отсутствовал ПДХ, поэтому на ней в качестве конечного продукта утилизации показан трехотсечный плавучий реакторный отсек.

Для разделки корпуса АПЛ, механизмов и систем используется судоразделочный комплекс оборудования, в состав которого входят средства термической и механической резки:

- гильотина «Харрис», усилием 2000 тонн;
- два типа пресс-ножниц на базе экскаваторов фирмы «Катерпиллер»;
- пресс-пакетировщики металла;
- оборудование плазменной и газовой резки металлов и сплавов; и др.

Поскольку одной из важных задач утилизации АПЛ является сортировка, обработка и отгрузка конечных продуктов утилизации, в состав производственного комплекса входит большое количество технических средств и участков специального назначения (см. рис. 3):

- грузоподъемные и транспортные средства (мостовые, козловые, порталные краны, автокраны и краны на гусеничном ходу, автотрейлеры, тягачи и т.д.);
- участок переработки всех типов кабелей и проводов с выделением чистых металлосо-держащих продуктов;
- участок пакетирования цветных металлов;
- участок переработки трубопроводов и арматуры;
- участок отгрузки металлолома;
- площадки временного хранения ТРО;
- плавучие емкости хранения ЖРО (ПЕК-50); и т.д.

Следующий – пятый этап утилизации заключается в том, что сформированный в эллинге РО выкатывается из эллинга на открытую стапельную плиту для окончательной подготовки к постановке в ПДХ. Так как доставлять РО в ПДХ поштучно нерентабельно, подготовленные РО накапливаются на СРЗ, а потом в передаточном доке ПД-42 отправляются в ПДХ по 7-8 единиц одним рейсом (в зависимости от того, из каких АПЛ эти отсеки были сформированы).

СРЗ «Нерпа» обеспечено оборудованием и инфраструктурой, необходимыми для выполнения утилизационных работ. Предприятие имеет большой опыт проведения работ по утилизации АПЛ и РБ различных проектов и может утилизировать до 6 АПЛ в год. Конечными продуктами утилизации являются реакторные отсеки, подготовленные для хранения на береговых площадках ПДХ в течение 70-100 лет.

Современная инфраструктура ФГУП «СРЗ «Нерпа» позволяет утилизировать до реакторного отсека (с последующей передачей РО в ПДХ) не только подводные лодки, но и реакторные блоки, накопленные в ПВХ «Сайда».

Пункт временного хранения плавучих реакторных блоков в губе Сайда был создан силами СРЗ «Нерпа». Предприятие выполнило комплекс работ для обеспечения экологически безопасного хранения на плаву реакторных блоков и защиты окружающей среды в губе Сайда. В том числе были выполнены расчистка акватории от затонувших судов, постройка и ремонт плавучих причалов, очистка прибрежной зоны и т.д. В настоящее время в ПВХ «Сайда» находятся 26 РБ.

Транспортировка РБ из ПВХ «Сайда» на СРЗ «Нерпа» обеспечивается буксирами. Доставка подготовленных к длительному хранению РО со стапельной плиты СРЗ «Нерпа» в ПДХ «Сайда», включая процедуры погрузки и выгрузки, обеспечивается плавучим передаточным доком ПД-42 «Паллада».

Основными элементами инфраструктуры, обеспечивающей утилизацию РБ с формированием РО и передачу их в ПДХ «Сайда», являются:





- Гидротехнические сооружения для стыковки плавучего дока ПД-42 с открытой стапельной плитой и эллингом.
- Плавучий передаточный док ПД-42, который оборудован для транспортировки реакторных отсеков по Кольскому заливу с ФГУП «СРЗ «Нерпа» в ПДХ «Сайда».

Для утилизации АПЛ может быть использован как эллинг (эта схема подробно рассмотрена выше), так и открытая стапельная плита. Оба эти места утилизации обслуживаются одним и тем же плавучим передаточным доком ПД-42.

Стапельная плита (в первую очередь) и эллинг могут использоваться также для утилизации трех- и многоотсечных реакторных блоков, доставляемых из пунктов их временного хранения (в основном из ПВХ «Сайда»). Сформированные в результате утилизации отсеки могут временно (до передачи в ПДХ) храниться на открытой стапельной плите.

Процесс формирования и подготовки реакторного отсека к долговременному хранению предусматривает выполнение целого комплекса технологических операций в определенной последовательности. В число этих операций входят:

- буксировка РБ с акватории пункта временного хранения в губе Сайда на акваторию ФГУП «СРЗ «Нерпа»;
- постановка РБ в плавучий док ПД-42, и последующая передача его на позицию утилизации (эллинг, стапельная плита) с использованием судовозного оборудования;
- формирование реакторного отсека из реакторного блока;
- порезка и складирование «загрязненного» металлолома в контейнерах ТРО с размещением этих контейнеров в свободном объеме реакторного блока;
- изготовление и монтаж опорных фундаментов на РО, необходимых для использования судовозного оборудования при перемещении реакторного отсека на предприятии «Нерпа» и в ПДХ «Сайда»;
- проверка герметичности реакторного отсека;
- маркировка реакторного отсека знаком радиационной опасности с указанием: номера проекта АПЛ; заводского номера АПЛ; даты остановки реакторов; даты завершения работ по формированию РО и подготовке его к долговременному хранению; наименования предприятия-изготовителя РО;
- перевод РО на участок, оборудованный рельсовыми путями для поперечного перемещения;
- пересадка РО на опорные фундаменты с использованием судоподъемного и судовозного оборудования;
- демонтаж оставшихся конструкций легкого корпуса в килевой части;
- радиационное обследование РО с установкой дополнительной биологической защиты по результатам обследования;
- очистка, грунтовка и нанесение антикоррозионного защитного покрытия (рис. 1.5.18) для защиты корпусных конструкций РО от внешнего атмосферного воздействия в условиях долговременного хранения;
- перевод блока РО на участок временного хранения сформированных РО на открытой стапельной плите ФГУП «СРЗ «Нерпа»;
- временное хранение РО до отправки на долговременное хранение в ПДХ РО «Сайда»;
- перевод и размещение РО на долговременное хранение в ПДХ РО «Сайда» в составе партии реакторных отсеков (7-8 единиц - в зависимости от проекта утилизированных АПЛ) с использованием плавдока по принятой транспортно-технологической схеме.

Одновременно с формированием реакторного отсека выполняется утилизация носовой и кормовой оконечностей реакторного блока.

С учетом одновременного выполнения СРЗ «Нерпа» комплекса работ, определенных производственной программой предприятия по судостроению, судоремонту и утилизации, а также стапельного расписания предприятия, графиков использования плавдока ПД-42, судовозного и судоподъемного оборудования, средняя продолжительность полной утилизации трехотсечного реакторного блока АПЛ с формированием реакторного отсека и переработкой продуктов утилизации составляет 5 месяцев.

Принятый на ФГУП «СРЗ «Нерпа» этапно-позиционный метод позволяет предприятию в течение календарного года выполнить работы по формированию до 14 реакторных отсеков.

### 1.3 АО «10 СРЗ»

Предприятие расположено в бухте губы Пала (г. Полярный) и специализируется на ремонте атомных подводных лодок. Часть потенциала предприятия «10 СРЗ» задействована в комплексной утилизации атомных подводных лодок, выведенных из боевого состава ВМФ. Завод приступил к работам по утилизации АПЛ в 1989 году. Инфраструктура завода для утилизации АПЛ включает в себя:

- незамерзающую акваторию с причальным фронтом;
- плавучие доки, грузоподъемность которых позволяет принимать утилизируемые АПЛ большого водоизмещения;

- порталные краны грузоподъемностью 30 и 40 тонн с микроходом, что позволяет использовать их для обеспечения операций выгрузки ОЯТ;
- береговые разделочные площадки общей площадью до 5000 м<sup>2</sup>;
- цех утилизации, оснащенный газорезательным ацетилено-кислородным и пропан-бутановым оборудованием, установками воздушно-плазменной резки, прессовым оборудованием, механизированным инструментом, подъемно-транспортным оборудованием и т.д.;
- автокраны и краны на гусеничном ходу, автотрейлеры, тягачи и т.д., которые используются в процессе разделки корпусов утилизируемых АПЛ на береговой разделочной площадке, причалах и прилегающей территории;
- участки по переработке, пакетированию и отгрузке металлолома;
- площадки и емкости для сбора и временного хранения твердых и жидких радиоактивных отходов, образующихся в процессе утилизации АПЛ;
- участки по производству ацетилена, кислорода; и т.д.

С 1996 года предприятие занимается комплексной утилизацией АПЛ, включающей:

- выгрузку ОЯТ;
- формирование плавучего трехотсечного реакторного блока;
- разделку оконечностей АПЛ на металлолом.

После выгрузки отработавшего ядерного топлива утилизируемая АПЛ передается заводу и готовится к заключительному этапу утилизации – формированию плавучего реакторного блока. Готовые реакторные блоки отправляются на хранение в ПВХ в «Сайда».

Всего к хранению на плаву подготовлено 17 РБ различных проектов (Ноябрь, Эхо-II, Виктор-II, Виктор-III. Кроме того предприятие утилизирует суда АТО.

Существующие производственные мощности и организационные структуры АО «10 СРЗ» позволяют утилизировать до 2-х АПЛ в год с разделкой оконечностей и формированием плавучих реакторных блоков.

## 1.4 ФГУП «Атомфлот»

На настоящий момент работы по утилизации АПЛ ФГУП «Атомфлот» не проводит. В 1997 г. ФГУП «Атомфлот» был утилизирован ПКДП-5.

ФГУП «Атомфлот» является предприятием Госкорпорации «Росатом». Оно расположено вблизи северной границы города Мурманска и занимает территорию 17,2 га.

Предприятие имеет необходимые лицензии и обладает опытом работы по обращению с ядерными материалами.

ФГУП «Атомфлот» осуществляет:

- техническое обслуживание и проведение ремонтных работ общесудового и специального оборудования;
- проведение работ по перезарядке атомных реакторов (ПТБ «Лепсе»);
- транспортировку ОЯТ морским транспортом (ПТБ «Лотта», т/х «Серебрянка», судно-контейнеровоз «Россита»);
- подготовку к транспортировке ОЯТ железнодорожным транспортом;
- прием, переработку и временное хранение жидких и твердых РАО.

В настоящее время в составе предприятия имеются и действуют следующие технологические подразделения:

- ремонтно-технологический комплекс, включающий в себя участки по ремонту общесудового оборудования, металлообработке, изготовлению судовых конструкций;
- специальный комплекс для ремонта технологического оборудования ЯЭУ;
- хранилище контейнеров ТРО (объемом – 400м<sup>3</sup>) с участком сжигания горючих отходов;
- участок хранения высокоактивных ТРО (контейнеры с отработанными ИОС первого контура и стержнями АЗ – 216 ячеек);
- участок хранения высокоактивного оборудования (ПГ, ЦНПК – 12 ячеек);
- участок хранения выемных частей ЯР в специальных контейнерах;
- опытно-промышленная установка по очистке ЖРО (для приёма и временного хранения ЖРО имеются две ёмкости объемом по 100 м<sup>3</sup>);
- ЦЗЛ, лаборатория охраны внешней среды, СИЧ;
- ПД грузоподъемностью 20000 тс;
- блок вспомогательных цехов, котельная, транспортный цех, пожарное депо и др.;
- технологические причалы с порталными кранами: «Кировец», причал 1, 2 – г/п 32/5 т; «Ждановец», причал 3, 4, 5 – г/п 40/5 т; «Копе», причал 3, 4, 5 – г/п 100/16 т.

Все работы с оборудованием, имеющим радиоактивные загрязнения, производятся в специальных цехах и помещениях.

На Атомфлот имеется железнодорожная ветка, связывающая предприятие с Мурманским отделением Октябрьской железной дороги. По ней осуществляется транспортирование ОЯТ.

Для выполнения доковых работ на предприятии имеется док (ПД-0002), который позволяет производить докование атомных ледоколов типа «Арктика» и судов АТО, грузоподъемностью 20 000 т.

## **2 Инфраструктура обращения с реакторными отсеками**

В соответствии с действующей в Российской Федерации концепцией, утилизация АПЛ до создания пункта долговременного хранения РО, осуществлялась по «отсроченному» принципу, т.е. разделка радиоактивного оборудования и конструкционных материалов ЯЭУ откладывалась на более позднее время. При этом для снижения суммарной активности доминирующих радионуклидов, содержащихся в конструкционных материалах ЯЭУ и реакторном отсеке, до установленных правилами и нормами уровней, реакторный отсек АПЛ, подготовленный к долговременной выдержке (в течение 70-100 лет), должен быть установлен на специально подготовленную береговую площадку пункта долговременного хранения реакторных отсеков.

Поэтому предприятия-исполнители утилизационных работ осуществляли формирование плавучих реакторных блоков. В состав РБ входит реакторный отсек и смежные с ним герметичные отсеки, или присоединённые к реакторному отсеку емкости плавучести, обеспечивающие хранение РО на плаву в пунктах временного хранения.

В настоящее время в губе Сайда Кольского залива создан ПДХ и соответствующая инфраструктура для передачи РО со стапеля ФГУП «СРЗ «Нерпа» на береговую площадку ПДХ. Немецко-российский проект, разработанный и осуществленный совместно фирмой Энергиверке Норд Гмбх и РНЦ «Курчатовский институт», под руководством ГК «Росатом» и Министерства экономики и энергии ФРГ, во взаимодействии с Администрацией Мурманской области, проектными и производственными организациями предполагает безопасное хранение в течение 70-100 лет реакторных отсеков, из которых уже выгружено отработавшее ядерное топливо.

Проектом предусмотрено комплексное решение проблем обращения с радиоактивными отходами, образующимися в процессе утилизации судов, имеющих ядерные энергетические установки, и судов их обслуживания.

Осуществлялся этот комплексный проект последовательным вводом в эксплуатацию трех очередей. Начало строительства: 10.07.2004 г.

Первая очередь – создание Пункта длительного хранения 120-ти реакторных отсеков утилизированных АПЛ, выведенных из эксплуатации ВМФ. Введена в эксплуатацию в 2010 г.

Вторая очередь – создание Пункта длительного хранения 54-х фрагментов судов атомного технологического обслуживания, реакторных отсеков АПЛ и надводных кораблей, атомных ледоколов. Введена в эксплуатацию в 2011 г.

Третья очередь – создание Регионального центра кондиционирования и долговременного хранения радиоактивных отходов. Введена в эксплуатацию в декабре 2015 г (подробное описание будет приведено в разделе «Производственные средства обращения с РАО»).

### **Наземное хранение реакторных отсеков и фрагментов судов АТО**

Создание первой и второй очереди ПДХ предназначено для организации наземного хранения реакторных отсеков АПЛ в количестве 150 единиц, фрагментов судов АТО в количестве 15 единиц, блоков ППУ атомных ледоколов в количестве 10 единиц. В рамках создания второй очереди ПДХ выполнена научно-практическая работа по определению возможности наземного хранения трех фрагментов судов с невыгруженным ядерным топливом.

Создание ПДХ с размещением реакторных отсеков на суше обеспечивает их безопасное хранение в силу того, что на хранение принимаются реакторные отсеки, хорошо подготовленные промышленными предприятиями и с выгруженным в соответствии с нормативными требованиями отработанным ядерным топливом. Организация их хранения научно обоснована и имеет высокую степень контроля, учета и защиты. Инженерно-технические решения по всем системам обеспечения базируются на последних достижениях в соответствующих им областях науки и техники.

При таком подходе безопасное хранение реакторных отсеков обеспечено как минимум в течение 70 лет. За это время уровень радиоактивного облучения конструкций должен снизиться до безопасного уровня, при котором возможна полная и окончательная утилизация отсеков.

Одновременно с созданием основной части ПДХ велись работы по его инфраструктуре, инженерным коммуникациями и специальным системам. Разработана транспортно-технологическая система поставки отсеков на ПДХ. Эта система включает специально оборудованный плавдок, судовозное оборудование и гидротехнический комплекс, состоящий из оборудованного причала, подводной опоры для плавдока и стоянки для погружения плавдока. Большое значение для обеспечения длительного хранения имеет ремонтный цех, в котором с периодичностью в 10 лет будут производиться регламентные работы по обслуживанию реакторных отсеков.

ПДХ РО «Сайда» (далее – ПДХ РО) представляет собой ряд параллельных железобетонных площадок хранения, оборудованных судовозными рельсовыми путями (рис 4).

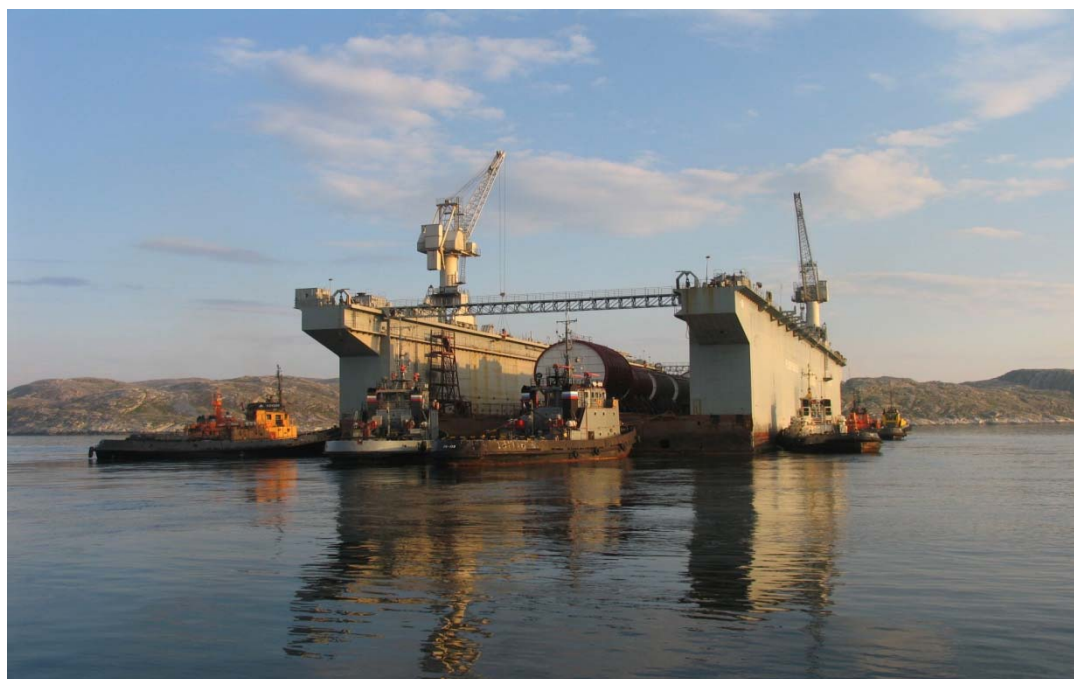
Площадка I очереди ПДХ РО предназначена для открытого хранения до 120 РО, располагаемых в 15 линий. Размеры площадки определены, исходя из максимальных габаритных размеров РО АПЛ III поколения. На линиях располагаются РО – по продольным фронтам по 15 РО, по поперечным – по 8 РО.

На площадках хранения II очереди предусматривается постановка блоков РО АПЛ, блоков атомного ледокола, НК с ЯЭУ и блоков судов АТО в количестве 55 единиц.



*Рис. 4. Общий вид ПДХ РО*

Передача РО с места их подготовки на ПДХ РО производится с использованием передаточного дока ПД-42 (рис. 5).



*Рис. 5. Транспортирование блоков РО АПЛ в плавучем доке ПД-42*

ПДХ РО ограждён по периметру защитной бетонной стеной высотой 3 м и толщиной 0,2 м. Ограждение выполняет роль биологической защиты и является одним из элементов физической защиты объекта.

ПДХ РО выделяется во внутреннюю охраняемую зону, оборудованную средствами физической защиты.

В состав комплекса I очереди ПДХ РО входят площадка долговременного хранения РО, рассчитанная на хранение до 120 РО, и технологические здания и сооружения, обеспечивающие выполнение всего комплекса работ по приёмке и длительному режиму хранения РО:

- причал для транспортно-передаточного дока ПД-42, предназначенного для приёма-передачи РО (блоков);
- СТС для транспортирования объектов хранения от причала в ПДХ РО;
- инженерные системы и сооружения, состав которых определяется необходимостью обеспечения режима радиационной безопасности, энергоснабжения и охраны площадки;
- плавучий причал из четырёх понтонов.

В состав технологических сооружений входят:

- энергокомплекс (трансформаторная подстанция, котельная, ДЭС, склад дизтоплива);
- -административно-бытовой комплекс (санпропускник, дозиметрический пост, пункт дезактивации автотранспорта, радиометрическая лаборатория, помещение для приготовления десорбирующих растворов, баковое хозяйство для сбора и временного хранения ЖРО и сбора вод санпропускника);
- очистные сооружения дождевого стока;
- цех ремонта и окраски (ЦРиО);
- прожекторные мачты;
- караульное помещение с КПП с управлением доступа и площадкой досмотра автотранспорта;
- ограждение территории;
- технические средства охраны;
- временный санпропускник;
- стоянка для транспорта и кильблоков;
- очистные сооружения бытовых стоков;
- очистные сооружения дождевых стоков с площадки ПДХ РО I очереди;
- насосная станция противопожарного водоснабжения.

В состав комплекса II очереди ПДХ РО входят:

- площадка хранения до 30 РО АПЛ;
- площадки хранения блоков с РО атомных ледоколов, НК с ЯЭУ и отсеков судов АТО (до 26 единиц);
- защитное ограждение по периметру;
- система наружного пожаротушения площадки;

В ЦРиО размещены участки очистки, окраски и сушки РО (блоков). Участки запроектированы в виде двух самостоятельных камер, в одной из которых проводится подготовка (очистка) РО, в другой – окраска и сушка. В состав участков также входят технические помещения для размещения оборудования и подготовки материалов. Очистка РО производится при помощи пневматических дробеструйных аппаратов. В качестве абразива используется металлическая дробь. Обработка поверхностей РО производится по системе антикоррозионной защиты методом безвоздушного распыления с использованием грунтовок и полиуретановой краски. Сушка поверхностей осуществляется при температуре плюс 20 °С.

Воздух, удаляемый системами вентиляции из помещений, где производится очистка и окраска поверхностей РО, проходит очистку на высокоэффективных фильтрах.

При окрасочных работах применяются кассетные фильтры с эффективностью очистки от взвешенных веществ 95 %, при дробеструйной обработке – рукавные фильтры с эффективностью очистки от оксида железа 99 %. В качестве фильтрующего материала используется специальная ткань, которая по мере насыщения заменяется.

Дозиметрический контроль персонала и санобработка проводится в АБК, расположенном у выхода с территории площадки.

АБК оснащён системой вентиляции, через которую загрязнённый воздух после очистки на фильтрах выбрасывается в атмосферу. Фильтры (ткань ФПП) имеют эффективность очистки не более 99,9 %.

В настоящее время в ПДХ РО «Сайда» размещено на долговременное хранение 79 РО, одна блок-упаковка ПТБ «Володарский».

Кроме того, в ПДХ РО «Сайда» создана инфраструктура по разделке плавучих реакторных блоков и формированию реакторных отсеков, подготовленных к долговременному хранению, на которой с 2013 года сформированы и установлены на долговременное хранение 15 РО.



Для осуществления доковых операций в ПДХ РО на итальянской верфи Финкантиери построен и передан СЗЦ «СевРАО» док-понтон «Итарус» (рис. 6).

Док-понтон «Итарус» должен выполнять следующие функции:

- поднимать плавучие РБ утилизируемых АПЛ с ПВХ РО «Сайда», где они находятся на плаву, транспортировать и передавать их в ПДХ РО на утилизацию;
- транспортировать в ПДХ РО из СРЗ «Нерпа» сформированные одноотсечные блоки РО, выгружать блоки РО с платформы судна на пирс;
- доковать плавучие РБ утилизируемых АПЛ с ПВХ РО «Сайда», где они находятся на плаву;
- транспортировать блок-упаковки САТО.



Рис. 6. Док-понтон «Итарус»

Основные характеристики док-понтон «Итарус»:

- длина наибольшая - 85,00 м;
- шпация - 0,60 м;
- длина палубы - 79,22 м;
- ширина - 31,20 м;
- высота до главной палубы - 9,00 м;
- проектная осадка - 7,70 м;
- максимальная осадка - 24,50 м.

В 2016 г. несколько РБ были подняты с ПВХ «Сайда» и переданы на стапель ПДХ РО.

### 3 Инфраструктура обращения с ОЯТ

Средства выгрузки отработавшего ядерного топлива из реакторов при утилизации АПЛ:

- плавучие технические базы перезарядки класса «Малина» (ВМФ) выполняющие выгрузку ОЯТ из реакторов утилизируемых АПЛ на судоремонтных заводах ВМФ и промышленности;
- плавучие технические базы перезарядки ОАО ММП, выполняющие выгрузку ОЯТ из реакторов утилизируемых АПЛ на судоремонтных заводах ВМФ и промышленности, а также транспортировку его к причалу железнодорожного терминала предприятия «Атомфлот»;
- береговой комплекс выгрузки (БКВ) отработавшего ядерного топлива из утилизируемых АПЛ на АО ЦС «Звездочка», созданный по контракту с Агентством по уменьшению угрозы МО США. В настоящее время выведен из эксплуатации. Часть оборудования передана для обращения с ОЯТ в ПВХ в губе Андреева.
- комплекс выгрузки отработавших выемных частей (ОВЧ) из реакторов АПЛ класса «Альфа» в ПВХ Гремеха.

**Плавучая техническая база класса «Малина»** (рис. 7) – самоходное судно, предназначенное для выгрузки из корабельных реакторов и размещения в бортовых хранилищах отработавших тепловыделяющих сборок; реакторного оборудования (стержневой системы управления и защиты, датчиков измерительных приборов и др.); отработавших ионообменных смол; воды из контуров ППУ и т.д. В связи с выработкой ресурса основных двигателей межбазовые переходы ПТБ может осуществлять только под буксиром.

Отработавшее ядерное топливо на ПТБ класса «Малина» хранится в чехлах в четырех хранилищах, каждое объемом на 51 чехол (всего 204 чехла). Полный объем ЖРО на борту может достигать 637 м<sup>3</sup>, основная активность сосредоточена в 4-х баках хранения ОЯТ (по 40 м<sup>3</sup>).

**Плавучая техническая база «Имандра»** оборудована для перезарядки реакторов и имеет хранилища свежего и отработавшего ядерного топлива.

Хранилище ОЯТ предназначено в основном для временного хранения топлива (порядка 1 года), в течение которого остаточное энерговыделение ОТВС снизится до незначительного уровня. Далее ОЯТ перегружается на ПТБ «Лотта», где хранится до отправки на ПО «Маяк».

Хранилище ОЯТ ПТБ «Имандра» состоит из 6 автономных баков, заполненных водой, которая омывает чехлы, охлаждая их. Отвод тепла осуществляется встроенными холодильниками. В одном баке размещается 51 чехол с ОТВС реакторов ледоколов или реакторов АПЛ I и II поколений. Качество воды в хранилище поддерживается с помощью ионообменных фильтров.

С помощью ПТБ «Имандра» с 1999 года было выгружено ОЯТ из 28 реакторов АПЛ (включая АПЛ «Курск»). С 2003 года выгрузка ОЯТ с АПЛ осуществляется перегрузочным оборудованием ВМФ, но без привлечения военных специалистов.

**Плавучая техническая база «Лотта»** предназначена главным образом для хранения и транспортировки ОЯТ. Район плавания ПТБ «Лотта» ограничен бухтами Кольского залива Баренцева моря. На судне имеется 2 хранилища, каждое из которых состоит из 6 во-доохлаждаемых секций. Секция вмещает 68 чехлов с ОТВС. Всего на борт ПТБ «Лотта» может принять 816 чехлов, что по количеству ОТВС составляет более 16 активных зон судовых реакторов.

Чехлы ОТВС на судне загружаются в транспортные контейнеры ТК-18, каждый из которых вмещает 7 чехлов. Контейнеры ТК-18 затем перегружают порталным краном в железнодорожно-рожные вагоны ТК-ВГ-18 (ТК-ВГ-18А) или ТК-ВГ-18-2 для отправки на ПО «Маяк».



*Рис. 7. Плавучая техническая база класса «Малина»*

ПТБ «Лотта» принимает чехлы с ОТВС АПЛ из хранилищ ПТБ «Малина» в местах выгрузки ОЯТ из реакторов, а из хранилищ ПТБ «Имандра» – у причала предприятия «Атомфлот».

Для выгрузки ОЯТ на плавучих технических базах используется унифицированное оборудование. ОТВС из реактора АПЛ выгружаются в соответствии с принятой технологией с помощью специального контейнера, который обеспечивает безопасность персонала. Техническое состояние комплектов оборудования удовлетворительное, од-



нако сами плавучие технические базы, на которых оно размещено, требуют проведения отдельных работ по поддержанию их технического состояния, что обусловлено, в основном, длительными сроками службы.

Выгрузка ОТВС из водо-водяных реакторов осуществляется с использованием перегрузочного оборудования типа ОК-300ПБ, ОК-300ПБМ, ОК-300ПБУ, КН-ЗПБ. Комплекты оборудования ОК-300ПБ, ОК-300ПБМ практически выслужили установленные сроки службы, но их работоспособность восстановлена и при подготовке оборудования к выгрузке ОЯТ требуется выполнять только техническое обслуживание этого оборудования, которое оценивается в сумме, примерно в 30–35 тыс. евро на комплект.

### **Инфраструктура для выгрузки ОВЧ АПЛ класса «Альфа»**

Среди различных типов российских АПЛ особое место занимают атомные подводные лодки класса «Альфа». Одна из главных их особенностей состоит в том, что на них установлена ядерная энергетическая установка с жидкометаллическим теплоносителем (ЖМТ). Кроме существенных отличий от установок с водяным теплоносителем при их эксплуатации, имеются большие особенности при выполнении ремонтных работ и операций перегрузки обработавшей выемной части (ОВЧ) ядерного реактора.

Основной особенностью операции выгрузки-загрузки активных зон является необходимость поддержания достаточно высокой температуры теплоносителя. В противном случае жидкометаллический сплав затвердевает. Это обстоятельство потребовало создания специального пункта, в котором можно было бы проводить такие работы. Этим местом стала береговая техническая база в пос. Гремиха (ПВХГ). Комплекс, позволяющий выполнять работы с выемными частями ядерных реакторов, был спроектирован и построен в период с 1959 по 1965 годы.

По прямому назначению инфраструктура выгрузки ОВЧ использовалась до 1992 года. В это время были выгружены и размещены на хранение выемные части 6 ядерных реакторов. Каждая ОВЧ хранится в чистом (нерадиоактивном) «замороженном» сплаве свинец-висмут в стальном контейнере, помещенном в отдельную бетонную шахту ячейки хранилища.

После 1992 г. комплекс длительное время не использовался, и пришел в неработоспособное состояние. Только в 2000 начались восстановительные работы. В период с 2000 по 2005 г. транспортно-технологическая система выгрузки ОВЧ была восстановлена и реконструирована. Для этого на ПВХГ были выполнены следующие работы:

- восстановлена работоспособность и аттестованы в установленном порядке грузоподъемные средства и оборудование, задействованное в схеме обращения с ОВЧ;
- восстановлены стапель, затвор, системы и оборудование сухого дока;
- восстановлены системы энергообеспечения выгрузки ОВЧ из реакторов;
- обеспечено надежное энергоснабжение от двух независимых источников неотключаемого оборудования и систем, задействованных в выполнении потенциально-опасных в ядерном отношении работ;
- выполнена ревизия и восстановление оборудования выгрузки ОВЧ;
- установлены системы телевизионного наблюдения за проведением технологических операций;
- создана и аттестована радиохимическая лаборатория;
- создана современная система физической защиты объекта.

В состав комплекса выгрузки входят здания, сооружения, системы и устройства, обеспечивающие выполнение всех операций технологического регламента:

- сухой док СД-10;
- эстакада с мостовым краном г/п 75 т.;
- порталный кран г/п 10 т.;
- унифицированное перегрузочное оборудование (УПО) с системами обеспечения;
- сооружение 1А перезарядки реакторов с мостовым краном г/п 20 т.;
- хранилище ОВЧ (сооружение 1Б);
- технологическая котельная для разогрева и поддержания температуры теплоносителя при выгрузке ОВЧ;
- система физического контроля реактора и ОВЧ;
- автоматизированная система радиационного контроля;
- система теленаблюдения;
- оборудование и системы обеспечения процесса выгрузки ОВЧ рабочими средами и электроэнергией.

Необходимо обратить внимание на то, что производственный ресурс некоторых элементов комплекса выгрузки ОВЧ, в частности, технологической котельной, близок к исчерпанию. Это следует учитывать при планировании предстоящих в будущем операций по обращению с ОВЧ.

**Сухой док.** Док является гидротехническим сооружением, используемым для постановки на твердое основание АПЛ класса «Альфа», из реактора которой будет выгружаться ОВЧ. В состав дока входят: доковая камера, шандорные затворы, отделяющие доковую камеру от водной акватории, шпили, насосная станция, главная морская система, пожарная система, система технологического водоснабжения. Общий вид дока СД-10 представлен на рис. 8.

**Здание для перезарядки реакторов (сооружение 1А).** Сооружение 1А – главный объект, в котором находятся основные средства управления, выполнения и обеспечения выполнения выгрузки ОВЧ. Здание состоит из трех блоков. В правом блоке расположен пост управления и системы обеспечения (вентиляция, отопление, обогрев). Средняя часть здания предназначена в основном для хранения универсального перегрузочного оборудования (УПО), и там же находится хранилище ОВЧ. В левой части здания расположен корпус контроля и поддержания допустимой радиационной обстановки, а также радиохимическая лаборатория.

Одним из важных элементов здания перезарядки является хранилище ОВЧ, оснащенное ячейкой, в которую устанавливается бак хранения. В этом хранилище осуществляется под-готовка бака хранения к приему выгруженной из реактора выемной части, а также отверждение сплава после установки в бак хранения ОВЧ. Для этих операций хранилище оснащено системой воздушного разогрева и охлаждения сплава. В хранилище установлена система контроля температуры и плотности потока нейтронов. Система разогрева и охлаждения сплава управляется дистанционно с поста управления перегрузкой.



*Рис. 8. Общий вид сухого дока СД-10 и портального крана г/п 10 т.*

Всего в сооружении 1А имеется два хранилища ОВЧ. Они предназначены для хранения ОВЧ до тех пор, пока мощность остаточного энерговыделения ядерного топлива не снизится до 20 кВт. Отвод остаточного тепловыделения в этом хранилище осуществляется посредством принудительной прокачки воздуха по специальным каналам охлаждения. После снижения мощности остаточного энерговыделения до 20 кВт, ОВЧ перемещается из хранилища сооружения 1А в хранилище сооружения 1Б.

**Хранилище ОВЧ (сооружение 1Б).** Хранилище ОВЧ сооружения 1Б состоит из нескольких ячеек, каждая из которых представляет собой металлоконструкцию в виде цилиндрического гнезда с воздуховодами. Вокруг металлоконструкций уложен слой бетона, служащего биологической защитой обслуживающего персонала от ионизирующих излучений ОВЧ. Охлаждение ОВЧ осуществляется за счет естественной конвекции по специально сформированным воздуховодам. Ячейки хранилища ОВЧ оборудованы сигнализацией для контроля температуры. Сведения о температуре передаются на пост контроля, расположенный в этом же здании.

**Универсальное перегрузочное оборудование (УПО).** Основной частью перегрузочного оборудования является разгрузочный скафандр, предназначенный для доставки выемной части ядерного реактора с подводной лодки в хранилище ОВЧ сооружения 1А. Скафандр оснащен специальными устройствами управления, контроля и обеспечения безопасности. На нем установлены лебедка для подъема выемной части, приводы управления шибером, система специальной вентиляции. Управление оборудованием скафандра производится дистанционно и вручную. Для дистанционного управления скафандром существует специальная кабельная линия, которая соединяет его с пультом управления. В качестве резервного поста дистанционного управления существует пульт в кабине крана МК-75/20.

В состав перегрузочного оборудования также входят приспособления, позволяющие снять крышку реактора, установить и обслуживать станок для среза торового уплотнения, а также приспособления для подъема выемной части.

Для контроля исправности унифицированного перегрузочного оборудования проводится специальная комплексная проверка. Порядок проведения комплексной проверки определен технологической инструкцией. Для этого перегрузочный скафандр должен извлекаться из хранилища, устанавливаться на поверочную плиту и подключаться к пульту управления через специальную кабельную линию. Возможна раздельная проверка без извлечения скафандра из хранилища.

**Грузоподъемные устройства.** Основными грузоподъемными устройствами, используемыми в операциях выгрузки, являются: мостовой кран МК-75/20, мостовой кран МК-20/5 и порталный кран КПМ-10.

Кран МК-75/20 грузоподъемностью 75 т. используется для транспортировки отработавшей выемной части реактора, перегрузочного скафандра, перегрузочного оборудования, съемных частей корпуса АПЛ. Этот кран является одним из основных объектов, обеспечивающих операцию выгрузки ОВЧ. Кран перемещается с помощью электроприводов. Перемещение производится в двух направлениях: вдоль сухого дока и перпендикулярно доку при работе с перегрузочным оборудованием и ОВЧ. Для этого смонтированы подкрановые пути. Перемещение в перпендикулярном направлении осуществляет переходная каретка. Она движется по мосту крана, а затем переходит на подкрановые пути здания 1А. Управление краном осуществляется из кабины. Кабина оснащена пультом управления перегрузочным скафандром.

Мостовой кран МК-20/5 имеет грузоподъемность 20 т. Он предназначен для работ с заглушками технологических отверстий в помещении приготовления перегрузочного оборудования и хранилища ОВЧ в здании 1А. Перемещение крана производится с помощью электрических двигателей. Управление краном осуществляется из кабины.

Кран порталный морской КПМ-10 имеет грузоподъемность 10 т. Он предназначен для обеспечения работ на стапельпалубе дока в период подготовки докового набора, установки лесов, съемных коммуникаций и других хозяйственных работ. Движение крана производится с помощью электропривода по подкрановым путям. Управление производится из кабины.

В 2005 и 2006 гг. выгружены ОВЧ 3-х АПЛ класса «Альфа», в том числе из реактора аварийной АПЛ №910. Также был выгружен аварийный реактор из РБ АПЛ класса «Альфа» № 900, ранее подготовленного к затоплению, и на специально созданной инфраструктуре разобрана его активная зона. Используя опыт работ на блоке 900, принято решение по разборке ОВЧ в п. Гремиха с последующим вывозом ОЯТ на ПО «Маяк». В дальнейшем восстановленная инфраструктура для выгрузки ОВЧ была модернизирована и в настоящее время используется для разделки и вывоза хранящихся в ПВХ Гремиха ОВЧ реакторов с ЖМТ. Всего разделано 4 ОВЧ. Высокообогащенное ОЯТ подготовлено и отправлено на переработку на ПО «Маяк».

### **Средства вывоза ОЯТ из региона**

К средствам транспортировки ОЯТ относятся чехлы для упаковки ОТВС, транспортные радиационно-защитные контейнеры и вагоны-контейнеры.

**Чехлы для упаковки ОТВС.** Для упаковки отработавших тепловыделяющих сборок, выгружаемых из водяных реакторов утилизируемых АПЛ, используются чехлы типа ЧТ (ЧТ-АП, ЧТ-АЦ, ЧТ-4, ЧТ-11, ЧТ-11с, ЧТ-11ш, ЧТ-16). Для упаковки ОТВС ледокольного флота Мурманского морского пароходства используются чехлы ЧТ-14.

Чехлы являются «упаковочной тарой» для ОТВС, постоянно находятся в обращении и при этом, в зависимости от технического состояния, происходит их частичный вывод из эксплуатации и утилизация. Учёт количества, технического состояния, размещения и движения чехлов осуществляется в оперативном порядке.

Имеющееся количество чехлов ЧТ-АП, ЧТ-АЦ и ЧТ-4 для ОЯТ реакторов АПЛ 1 и 2 поколений, которое находится в ПВХА, недостаточно для обеспечения вывоза ОЯТ из ПВХ на «ПО «Маяк». Для обеспечения работ потребуются дополнительный расчёт количества чехлов ЧТ-АП, ЧТ-АЦ и их изготовление с учетом необходимой переделки ОТВС 1 поколения.

**Транспортные радиационно-защитные контейнеры.** Обращение с ОЯТ АПЛ в Северо-западном регионе России обеспечивается 158 транспортными радиационно-защитными контейнерами, из которых 52 контейнера ТК-18 из нержавеющей стали и 106 металлобетонных двухцелевых контейнеров ТУК-108/1.

Контейнеры ТК-18 изготовлены в 1988-1994 гг. Срок службы их, согласно техническим условиям, - 25 лет. В 2003-2004 гг. произведена замена резинотехнических изделий (РТИ) в узле уплотнения основного разъёма контейнеров. Срок службы РТИ 12 лет.

Контейнеры ТУК-108/1 изготовлены в 2001-2006 гг. Срок службы их, согласно техническим условиям, - 50 лет.

Наиболее напряженным, с точки зрения достаточности парка транспортных контейнеров, будет период вывоза ОЯТ из ПВХ в губе Андреева.

**Вагоны-контейнеры.** Доставка ОЯТ из Северо-западного и Тихоокеанского регионов для переработки на ФГУП «ПО «Маяк» осуществляется вагонами-контейнерами ТК-ВГ-18, ТК-ВГ-18А и ТК-ВГ-18-2. Общая характеристика этих вагонов-контейнеров дана в табл. 2.

**Таблица 2. Данные о составе спецэшелонов и загрузке вагонов-контейнеров**

Тип вагонов-контейнеров	Количество вагонов-контейнеров в спецэшелоне, ед.	Количество транспортных контейнеров в 1 вагоне-контейнере, ед.
ТК-ВГ-18	4	3
ТК-ВГ-18А	4	3
ТК-ВГ-18-2	6	2

Общий вид вагона-контейнера ТК-ВГ-18, загруженного транспортными радиационно-защитными контейнерами ТК-18, представлен на рис. 9. Вагоны-контейнеры оборудованы техническими средствами физической защиты. Спецэшелон имеет в своём составе вагоны прикрытия и сопровождения.

Установленный срок службы всех вагонов-контейнеров 25 лет, а время сдачи их в эксплуатацию:

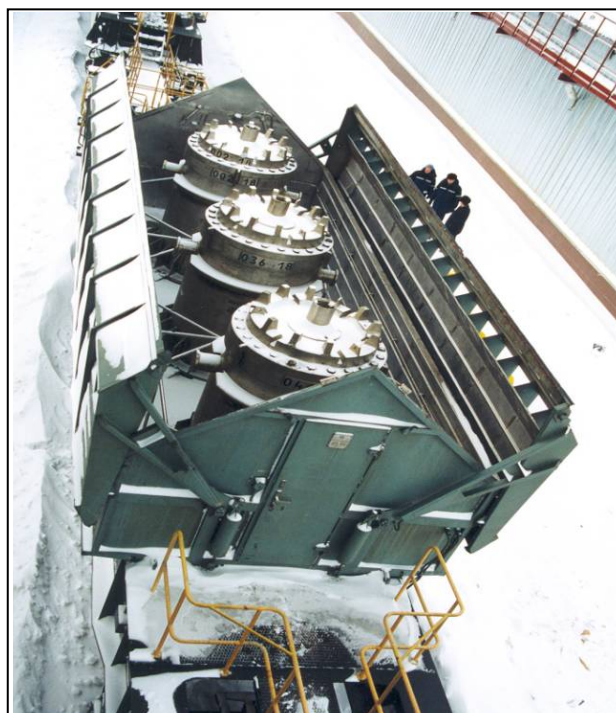
- ТК-ВГ-18 – 1989 г.
- ТК-ВГ-18А – 2000 г.
- ТК-ВГ-18-2 – 2004 г.

Вывоз ОЯТ на переработку на ПО «Маяк» в Мурманской области осуществляется с железнодорожного терминала ФГУП «Атомфлот», куда выгруженное из АПЛ ОЯТ доставляется ПТБ «Имандра» или ПТБ «Лотта», если ОЯТ выгружалось средствами ПТБ «Малина», которая передает чехлы с выгруженными ОТВС на ПТБ «Лотта». Это обусловлено выработкой ресурса двигателей ПТБ «Малина», вследствие чего межбазовые переходы эта ПТБ может осуществлять только под буксиром.

На ПТБ «Лотта» имеется пост загрузки чехлов в контейнер и хранилище для оперативного хранения 6 контейнеров ТК-18, загруженных чехлами с ОТВС. Один контейнер находится в посту загрузки ПТБ. Кроме того, на территории ФГУП «Атомфлот» создана накопительная площадка для временного хранения 19 контейнеров ТК-18 и ТУК-108/1 с ОТВС утилизируемых АПЛ.

Для доставки выгруженного ОЯТ из ПВХ Гремеха используется теплоход (т/х) «Серебрянка». Судно принадлежит ФГУП «Атомфлот» и предназначено для обеспечения приема, временного хранения, транспортировки и выдачи технологических вод.

С целью обеспечения возможности загрузки чехлов с ОЯТ в контейнеры ТК-18 и их транспортировки в 2008 году разработан и реализован проект дооборудования судна.



*Рис. 9. Общий вид вагона-контейнера ТК-ВГ-18 с тремя контейнерами ТК-18*

В результате дооборудования судно может выполнять работы по загрузке ОТВС в контейнера ТУК-18, ТУК-108, ТУК-120 и транспортировку контейнеров с ОТВС на борту судна.



Кроме того доставка ОЯТ на железнодорожный терминал ФГУП «Атомфлот» возможна судном-контейнеровозом «Россита» (рис. 10). Судно построено на итальянской верфи и предназначено для перевозки контейнеров с ОЯТ и РАО различных типов.

Транспортно-технологическая схема перевалки ОЯТ в Архангельской области с морского средства доставки (ПТБ «Малина») в вагоны-контейнеры ТК-ВГ-18 (ТК-ВГ-18А) или ТК-ВГ-18-2 специального эшелона предусматривает перегрузку ОЯТ у причала железнодорожного терминала ВМФ в порту г. Северодвинска.

Также может быть использована инфраструктура БКВ АО ЦС «Звёздочка» в качестве перевалочной базы контейнеров с отработавшим ядерным топливом, а накопительная площадка БКВ - в качестве временного буферного хранилища контейнеров с ОЯТ, доставленных из других пунктов временного хранения и далее загрузка в спецэшелон для вывоза ПО «Маяк».

Анализ циклического использования спецэшелонов в 2004-2010 гг. подтверждает возможность выполнения ежегодно до 8 рейсов из предприятий Северо-Западного региона, что обеспечивает вывоз ОЯТ без его накопления.



Рис. 10. Судно-контейнеровоз «Россита»

#### 4. Производственные средства обращения с РАО

В соответствии со сложившейся практикой утилизации и реабилитации бывших объектов Северного флота, в процедуре обращения с РАО (сбор, сортировка, переработка (ЖРО), кондиционирование (ТРО), временное хранение, транспортировка, в Северо-Западном регионе принимают участие сами предприятия своими силами и средствами. Их возможности в этих вопросах описаны выше.

В 2015 году введен в эксплуатацию **Региональный центр кондиционирования и долговременного хранения радиоактивных отходов.**

Этот центр площадью 2,2 га создан в порядке реализации третьей очереди проекта создания ПДХ РО «Сайда». Он представляет собой автономное сооружение закрытого типа, по своим характеристикам отвечающее самым высоким европейским стандартам.

Прототипом ему послужил пункт хранения радиоактивных отходов «Zwischenlager Nord (ZLN)» компании EWN GmbH в германском городе Любмине.

При создании центра в губе Сайда учитывался опыт эксплуатации центра в Любмине и региональные особенности Заполярья.

Региональный центр принимает РАО из Мурманской и Архангельской областей с судоремонтных заводов и бывших береговых технических баз. Исключение составляет Кольская АЭС (в настоящее время вопрос находится в юридической проработке).

В центре выполняются комплексы работ по кондиционированию радиоактивных отходов, разделению на отходы хранения и чистый металл, долговременному хранению кондиционированных радиоактивных отходов различной степени активности.

В компоновочном плане центр состоит из четырех элементов: зоны кондиционирования РАО; цеха разборки; административно-бытового и технического блока.

Исходя из анализа состава РАО в зоне кондиционирования имеется ряд установок для кондиционирования и переработки отходов, а именно: испарительная установка, включая установку высушивания концентрата; установки технической разделки фрагментов РАО; установки дезактивации; пресс высокого давления; установки окончательных радиационных измерений.

Цех хранения имеет свою особенность – это зонирование по видам РАО. В нем предусмотрен участок кондиционирования и хранения среднеактивных твердых РАО, оборудованный сигнализацией, видеонаблюдением и специальными системами для дистанционного обращения с САО; участок хранения горючих твердых РАО, оборудованный системами сигнализации и автоматического пожаротушения.

Перечень зданий и сооружений ЦКДХ РАО:

- Здание 30 - основной технологический корпус;
- Сооружение 19а - площадка временного хранения чистого металла цеха РРБ (19);
- Сооружение 19б - площадка дорезки секций;
- Сооружение 31 - склад баллонов кислорода и ацетилена;
- Сооружение 32 - Очистные сооружения дождевых стоков;
- Сооружение 33 - очистные сооружения бытовых стоков;
- Сооружение 34 - площадка временного хранения чистого металла цеха ТРО;
- Сооружение 35 - компрессорная станция;

Ко всем зданиям и сооружениям проложены автомобильные подъезды с бетонным покрытием. Для прохода персонала предусматриваются тротуары с цементобетонным покрытием по периметру здания 30.

Проход персонала на территорию предприятия осуществляется через существующий КПП. Для обеспечения входа и выхода обслуживающего персонала ЦКДХ РАО предусмотрен санпропускник, расположенный в здании 30.

#### **Цех кондиционирования и долговременного хранения ТРО**

В цехе кондиционирования и долговременного хранения ТРО осуществляется обращение с поступающими и образующимися радиоактивными отходами с предварительным входным контролем путем визуального осмотра и измерения мощности дозы и поверхностного загрязнения упаковки. Часть поступающих ТРО (контейнеры ТЗК-2, НЗК-150-1,5П) не требует кондиционирования и направляется напрямую в отсеки хранения. Не прошедшие входной контроль упаковки подлежат возврату предприятию-поставщику.

В состав цеха кондиционирования и долговременного хранения ТРО входят следующие участки:

- сортировки среднеактивных ТРО (кессон 18 зд. 30);
- прессования (кессон 16 зд. 30);
- разделки низкоактивных металлических ТРО (кессон 17 зд. 30);
- дезактивации (кессон 13 зд. 30);
- окончательного радиационного контроля (кессон 12 зд. 30);
- переработки ЖРО (кессоны 14, 15 зд. 30);
- хранения ТРО (отсеки хранения 01-08 зд. 30);
- хранения порожних контейнеров и отправки чистого металла (пом. 1022 зд.30, соор. 34).

На участке сортировки среднеактивных ТРО осуществляется прием поступающих транспортных контейнеров, вскрытие размещаемых в них первичных упаковок и извлечение из них ТРО с использованием манипулятора типа «ТорТес». Далее осуществляется сортировка ТРО по физическим параметрам при помощи камер видеонаблюдения и по категории активности при помощи гамма-спектрометрического датчика. НАО помещаются в стальные закатные бочки и далее в контейнеры УКТ 1А, САО – в контейнеры НЗК-150-1,5П с последующим заполнением высокопроницающей смесью и подготовкой к хранению.

Стальные бочки с прессуемыми НАО перед загрузкой в контейнеры УКТ 1А направляются на прессование.

Участок прессования оборудуется прессом высокого давления FAKIR и установкой высушивания PETRA.

Бочки с прессуемыми НАО (СИЗ, ветошь, пластикат, оплетка кабелей, металлические измельченные ТРО) загружаются в закрытую прессующую камеру гидравлического пресса. Прессованные изделия в бочках Б-1 подаются на установку высушивания для исключения коррозии упаковок и выделения газовой фазы. Испаряемая жидкость конденсируется, собирается в емкости и отводится на участок переработки ЖРО.

Участок разделки низкоактивных металлических ТРО обеспечивает выполнение операций по фрагментации металлических НАО. Участок оборудован механическими и термическими установками фрагментации:

- установкой для резки металла,
- вертикальными ленточными станками,
- горизонтальным двухколонным ленточным станком,

- кабиной термических методов резки (плазменная, автогенная газовая, шлифовальным кругом).

Фрагментация крупногабаритных металлических отходов производится до размеров, позволяющих загрузить их в бочки вместимостью 200 л, контейнеры КФ-1 или ПТО-1.

Фрагментированные прессуемые металлические ТРО помещаются в стальные бочки и передаются на участок прессования, дезактивируемые металлические ТРО в сетчатом контейнере ПТО-2 направляются на участок дезактивации.

Кроме того, кессон 17 используется для перегрузки штатных контейнеров и бочек с негорючими неметаллическими НАО из транспортных контейнеров КТ-1 в контейнеры хранения КХ-1, а также для транзитного перемещения бочек с горючими отходами между кессонами 16 и 18.

Участок дезактивации обеспечивает доведение уровней активности металлических ТРО до допустимо возможных с целью вывода их из-под радиационного контроля.

Дезактивация в зависимости от веса, формы поступающих деталей и марки стали, предусматривается следующими методами:

- методом пескоструйной обработки;
- жидкостным методом с последующей промывкой струей воды высокого давления.

Участок окончательного радиационного контроля предназначен для проведения операций по измерению материалов малой остаточной активности с помощью установки окончательного измерения RADOIS RTM664inc, включающей измерительную камеру, детекторы, систему подачи, весы, программируемое управление и электронику анализа.

Контейнеры устанавливаются на весы установки окончательного радиационного измерения, где определяется вес упаковок, после чего контейнер подается в измерительную камеру. В зависимости от результатов измерения упаковка направляется на открытую площадку временного хранения чистого металла цеха КДХ ТРО (сооружение 34) или в кессон 17 для обращения с целью подготовки упаковки к хранению.

Участок переработки ЖРО обеспечивает переработку методом упаривания вторичных ЖРО, образующихся в процессе эксплуатации ЦКДХ РАО:

- отработанные дезактивирующие растворы;
- конденсат от сушки бочек;
- вод от лаборатории, саншлюзов и санпропускника и т.д.

Сбор низкоактивных ЖРО осуществляется в приемные емкости, где происходит усреднение поступающих вод, корректировка pH, добавление коагулянта/флокулянта и последующее отстаивание, после чего осадок и декантат направляются на очистку от взвешенных веществ на механические фильтры. В процессе фильтрации образуются осадок, содержащий песок с механическими включениями, и фильтрат.

Осадок загружается в бочки Б-2 и направляется на установку сушки бочек.

Фильтрат собирается в промежуточную емкость и направляется на выпарную установку и далее в конденсатор. Образующийся после охлаждения дистиллят направляется на лабораторный контроль и далее в бытовую канализацию или на повторное использование.

Кубовый остаток с концентрацией солей до 300 г/л направляется в теплообменный аппарат, после чего собирается в емкости сбора кубового остатка и аналогично осадку, образующемуся в процессе фильтрации, передается на установку сушки бочек.

Сушка осуществляется вакуумным методом. Образующиеся после сушки бочки с соевым плавом загружаются в контейнеры УКТ 1А и направляются на хранение.

Участок хранения ТРО включает 8 отсеков хранения кондиционированных отходов:

- отсек хранения 01 – для контейнеризированных горючих НАО;
- отсек хранения 03 – для контейнеризированных САО;
- отсеки хранения 02, 04-08 – для контейнеризированных НАО. Кроме того, в отсек хранения 04 также поступают крупногабаритные металлические НАО.

Участок хранения порожних контейнеров и отправки чистого металла включает склад порожних контейнеров, размещаемый в основном технологическом корпусе (пом. 1022 в здании 30), и площадку временного хранения чистого металла цеха КДХ ТРО (сооружение 34).

**Цех разделки реакторных блоков** предназначен для обращения с трехотсечными блоками, поступающими от утилизируемых атомных подводных лодок, надводных кораблей, ледоколов и плавтехбаз.

Среднегодовая производительность цеха РРБ составляет 5 трехотсечных блоков в год.

С помощью самоходного кильблока г/п 400 т трехотсечный блок доставляется в цех разделки реакторных блоков, где осуществляется демонтаж оборудования, удаление изоляции и спецпокрытий по линиям реза, также резка легкого корпуса РО и смежных отсеков на крупные секции массой не более 30т.

Радиационно-загрязненные металлические секции и резиновые покрытия фрагментируются, помещаются в оборотные контейнеры для ТРО и направляются в цех кондиционирования и долговременного хранения ТРО.

После снятия легкого корпуса в цехе разделки реакторных блоков осуществляются работы по подготовке РО к долговременному хранению: глушение отверстий на прочном корпусе и торцевых переборках приварными заглушками, установка накладных листов в нижней части РО, заполнение бетоном пространства между прочным корпусом РО и накладными листами и т.д. Далее РО направляются на долговременное хранение на существующих открытых береговых площадках I и II очередей ПДХ РО.

Все зоны цеха оборудованы грузоподъемными средствами от 1,0 до 100,0 тонн.

#### **Основные показатели ЦКДХ РАО:**

- вместимость всего 92000 куб.м (на первом этапе 57500 м<sup>3</sup>.) РАО
- годовая производительность – 1380 м<sup>3</sup> РАО/год; 5 блоков РО;
- расчетный период эксплуатации – 100 лет, кондиционирование РАО – 30 лет.

## **5. Заключение**

Существующая инфраструктура предприятий-исполнителей работ по утилизации АПЛ в Северо-западном регионе России, а также высокий профессионализм их трудовых коллективов позволяют ежегодно утилизировать до 10-12 АПЛ. Предприятия способны также выполнить утилизацию ТАРКр «Адмирал Ушаков», судов АТО и находящихся в ПВХ реакторных блоков.

Созданная за время утилизации АПЛ инфраструктура обращения с ОЯТ позволила выгрузить ОЯТ из более чем 200 реакторов и полностью вывезти его на переработку на ПО «Маяк». Кроме того, было вывезено ОЯТ водородных реакторов из ПВХ Гремеха и решена проблема обращения с отработавшими выемными частями реакторов на жидкометаллическом теплоносителе.

Объекты Северо-Западного региона обладают необходимой возможностью обращения с РАО. Созданный в 2015 году Региональный центр переработки и долговременного хранения ТРО полностью решает проблему обращения с ТРО, как образующихся в процессе утилизации, так и ранее накопленных.

ФГУП «Атомфлот» обладает возможностью дополнительной приемки и переработки РАО, от объектов, занимающихся утилизацией и реабилитацией и принимает ЖРО с ФГУП «Нерпа» и «10 СРЗ» МО. Мощности по переработке низко- и среднеактивных ЖРО в регионе позволяют бесперебойно решать текущие задачи при утилизации АПЛ, РБ и судов АТО.

Вместе с тем, необходимо отметить отсутствие в настоящее время полноценного решения проблемы обращения с высокоактивными РАО. При разработке и обосновании стратегии обращения с РАО в СМП предполагалось, что в составе комплекса по обращению с РАО, создаваемого в Губе Андреева, будет участок кондиционирования ВАО ТРО, который будет выпускать упаковки РАО, пригодные к размещению в хранилище в Сайда-Губе (и последующему захоронению) без дальнейшей переработки. Однако в дальнейшем участок обращения с ВАО ТРО из проектных решений по комплексу РАО в губе Андреева был исключен совместным решением ГК «Росатом» и донора (Италия). Таким образом, необходимо вновь оценить альтернативные варианты обращения с ВАО, которые по существу должны сводиться к оптимизации способов передачи упаковок ВАО на долговременное промежуточное хранение в Сайда-Губе.