

Вывод из эксплуатации и утилизация надводных кораблей с ядерными энергетическими установками и судов атомного технологического обслуживания. Основные задачи и проблемы.

*Шишкин В.А. Мазокин В.А., Гонцарюк Н.И., Пименов А.О.
ФГУП «НИКИЭТ», г. Москва, Россия*

В решении проблемы комплексной утилизации атомных кораблей, выведенных из состава ВМФ и экологической реабилитации радиационно-опасных объектов временного хранения отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) корабельных реакторов и накопленных радиоактивных отходов (РАО), в число приоритетных выходит задача утилизации надводных кораблей с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ), вывод которых из эксплуатации начат в 2002 году, а также утилизации судов атомного технологического обслуживания (АТО).

В отличие от АПЛ, надводные корабли с ЯЭУ (НК с ЯЭУ) обладают существенно большими водоизмещением и размерениями, сложной архитектурой, более высокой энерговооруженностью и радиационным потенциалом. Для размещения НК с ЯЭУ в пунктах отстоя или на предприятиях, требуется выделение оборудованных причальных мест значительной протяженности.

В 2002 г. из эксплуатации выведены и подлежат утилизации два надводных корабля (НК) с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ): проекта 1144 («Адмирал Ушаков») в Северо-западном регионе и проекта 1941 («Урал») в Тихоокеанском регионе. Корабли размещены в отстой на ФГУП «МП «Звёздочка» («Адмирал Ушаков») и в одном из пунктов базирования в Приморском крае («Урал»). На этих кораблях установлены ядерные энергетические установки различных типов, и для выгрузки ОТВС из их реакторов должно применяться соответствующее проекту ППУ перегрузочное оборудование.

Выгрузка отработавшего ядерного топлива может производиться средствами плавтехбаз класса «Малина» с использованием стандартного оборудования КН-ЗПБ для реакторов НК с ЯЭУ проекта 1144. Для реакторов НК с ЯЭУ проекта 1941 предусматривалось перегрузочное оборудование «Комплекс 1314», которое не было изготовлено. Аналогичное перегрузочное оборудование было изготовлено и с 1992 года используется для перезарядки реакторов атомных ледоколов ОАО "Мурманское морское пароходство".

Опыта выгрузки отработавшего ядерного топлива из реакторов и утилизации кораблей такого водоизмещения ни у одного из отечественных предприятий, осуществляющих утилизацию АПЛ и судов АТО, нет.

Ядерная и радиационная безопасность на НК с ЯЭУ, выведенных из эксплуатации, обеспечена выполнением организационных и технических мероприятий (органы системы регулирования и компенсации реактивности опущены на нижние упоры, исполнительные механизмы систем управления и защиты реакторов и насосы контура первичного теплоносителя обесточены отключением кабелей в соединительных коробках, коммутационная аппаратура обесточена, ручные приводы компенсирующих

органов обварены электросваркой, несанкционированный доступ в реакторные выгородки исключён). Мероприятия по обеспечению ядерной безопасности на кораблях выполнены по документации, разработанной проектантами ППУ, для режима содержания корабля в состоянии ожидания размещения его в ремонт.

Обеспечение непотопляемости, взрывопожаробезопасности и жизнедеятельности кораблей, с учетом истечения межремонтных сроков корпуса, основного оборудования, систем и механизмов, в том числе обеспечивающих безопасность содержания кораблей и повседневную жизнедеятельность экипажей, представляет сегодня сложную организационно-техническую задачу, решение которой требует ежегодного вложения значительных бюджетных средств, отвлечения на эти цели большого количества людских и материальных ресурсов.

Учитывая опыт комплексной утилизации АПЛ и отсутствие, в настоящее время, окончательного выбора вариантов утилизации кораблей с ЯЭУ на предприятиях, с отличающейся друг от друга промышленной инфраструктурой, а также необходимость большого объема работ по разработке документации на утилизацию НК с ЯЭУ, для обеспечения выполнения комплекса работ по утилизации надводных кораблей с ЯЭУ на начальной стадии необходимо выполнить технико-экономическое обоснование варианта утилизации кораблей с определением порядка взаимодействия предприятий и по его результатам выполнить разработку комплектов конструкторской, проектно-организационной и технологической документации (КПОД) для каждого проекта корабля отдельно.

Перечень такой документации должен разрабатываться с участием проектантов кораблей, проектантов ЯЭУ и технологических организаций, имеющих соответствующие разрешения на этот вид деятельности. Для финансирования работ по разработке документации и практической реализации утилизации кораблей целесообразно привлечь средства, выделяемые иностранными донорами по программе Глобального партнёрства.

Проектными и конструкторскими организациями России в настоящее время выполняются проработки вариантов утилизации надводных кораблей с ЯЭУ применительно к судоремонтным предприятиям, на которых может быть осуществлена утилизация указанных НК с ЯЭУ. Габаритные и весовые характеристики реакторных помещений, сформированных при утилизации НК с ЯЭУ, в 2-3 раза будут превышать аналогичные показатели формируемых реакторных отсеков АПЛ. Как в Северо-Западном, так и в Тихоокеанском регионах береговая инфраструктура обращения с реакторными отсеками АПЛ и реакторными помещениями НК с ЯЭУ отсутствует. Поэтому в ближайшей перспективе наиболее целесообразным будет являться вариант формирования из НК с ЯЭУ плавучего блока с реакторным помещением.

Для вырезки из корпуса корабля плавучего блока с реакторным помещением корабль необходимо поставить на твёрдое основание (в сухой или плавучий док) и провести отделение носовой и кормовой оконечности корабля от средней части (реакторного помещения), сформировать плавучий блок реакторного помещения.

Доки, соответствующие кораблестроительным элементам кораблей проекта 1144 и 1941, имеются на ФГУП «30 СРЗ» МО РФ (ПД-41), на ФГУП «82 СРЗ» МО РФ (ПД-50) и на ФГУП «МП «Звёздочка» (переходная сухая док-камера на 2 стапельных места).

При этом ввод в переходную док-камеру и постановка на твёрдое основание НК с ЯЭУ проекта 1144 возможна только при уменьшении его длины и ширины.

На ФГУП «ДВЗ «Звезда» имеется плавучий док «Паллада», который, в случае использования его для выполнения работ по вырезке и формированию плавучего блока реакторного помещения корабля проекта 1941, необходимо модернизировать с добавлением к нему дополнительной секции с целью увеличения грузоподъёмности дока до 25000 т. и выполнить дноуглубительные работы котлована в бухте Большой Камень для погружения модернизированного плавучего дока «Паллада» (разработчик плавучего дока «Паллада» - Херсонское судостроительное производственное объединение, Украина).

В процессе утилизации надводных кораблей с ЯЭУ ожидается образование большого количества жидких радиоактивных отходов (ЖРО) средней и низкой активности (в 2,5 раза больше чем на АПЛ класса «Тайфун»), а также выход больших объёмов жидких и твёрдых токсичных промышленных отходов (чрезвычайно опасных и умеренной степени опасности), количество которых в 4-8 раз превышает выход токсичных отходов при утилизации АПЛ класса «Тайфун» и почти в 20 раз (по жидким отходам) чем при утилизации ПТБ проекта 326М.

В таблице 1 приведены сравнительные данные по выходу токсичных промышленных отходов при утилизации надводного корабля проекта 1144, АПЛ класса «Тайфун» и ПТБ проекта 326М.

Таблица 1

Суммарное количество жидких и твёрдых токсичных промышленных отходов по классам опасности

Класс опасности отхода	АПЛ класса «Тайфун»	НК с ЯЭУ проекта 1144	ПТБ проекта 326М
	Количество жидких токсичных промышленных отходов, кг		
1 (чрезвычайноопасные)	-	-	-
2 (высокоопасные)	11653	5000	-
3 (умеренноопасные)	31196	191560	4220
4 (малоопасные)	-	-	-
5 (практически неопасные)	-	-	-
	Количество твёрдых токсичных промышленных отходов, кг.		
1 (чрезвычайноопасные)	5544 шт. люминисцентных ламп	11415 шт. люминисцентных ламп	300 шт. люминисцентных ламп
2 (высокоопасные)	-	-	-
3 (умеренноопасные)	80708	360000	-
4 (малоопасные)	105104,13	2 242167,0	90763
5 (практически неопасные)	1 489477,13	2 083518,2	81856,8

Следует отметить, что до настоящего времени в регионах на предприятиях производящих работы по утилизации АПЛ, отсутствует современная промышленная инфраструктура по переработке и хранению токсичных отходов.

Большинство имеющихся судов АТО уже выслужили установленные сроки службы, устарели морально и технически, материальная часть выслужила установленные сроки эксплуатации. Часть из них уже утилизирована. В отстое и в процессе утилизации, на настоящее время, находится более 30 судов АТО различных проектов и классов.

Почти для трети ранее построенных и переоборудованных судов АТО установленным порядком продлены установленные сроки службы и они продолжают находиться в эксплуатации и используются в процессе комплексной утилизации атомных подводных лодок, надводных кораблей с атомными энергетическими установками и судов АТО.

В период 2005-2008 гг. Военно-Морским Флотом планируется вывод из эксплуатации и передача на утилизацию ещё около 10 судов АТО. В состав судов АТО ВМФ, в том числе выведенных из эксплуатации, входят:

- плавучие технические базы (ПТБ) перезарядки реакторов (самоходные) класса «Малина» и ПТБ (несамоходные) проектов 326 и 326М, выполняющие выгрузку ОЯТ из утилизируемых АПЛ на судоремонтных заводах, его временное хранение в ХОЯТ и передачу ОЯТ на транспортёры; сбор временное хранение и переработку ЖРО; сбор и временное хранение ТРО;
- технические танкеры проекта 11540 (самоходный), осуществляющие сбор и переработку ЖРО;
- технические наливные танкеры проектов 1783 (несамоходные) и 1783А (самоходные), осуществляющие сбор с объектов утилизации и временное хранение ЖРО;
- плавучие ёмкости ПЕК-50 (несамоходные) предназначены для сбора и временного хранения низко и среднеактивных ЖРО в местах утилизации кораблей с ядерными энергетическими установками;
- плавучие контрольно-дозиметрические станции (ПКДС) на судоремонтных заводах Минобороны России осуществляющих утилизацию АПЛ, НК С ЯЭУ и судов АТО;
- самоходный морской транспорт (СМТ) «Северка» типа «ТИССА», выполнявший транспортирование на борту судна контейнеров типа 11 и типа 12 с ОЯТ АПЛ из береговых баз хранения ОЯТ к железнодорожному терминалу.

В Северо-западном регионе России для обслуживания атомных ледоколов и судов с атомными энергетическими установками ОАО «Мурманское морское пароходство» («ММП») построены или были переоборудованы следующие суда АТО:

- плавучая техническая база перезарядки реакторов «Имандра», выполняет перезарядку реакторов ледоколов и судов с АЭУ ОАО «ММП», а также выгрузку ОЯТ из реакторов утилизируемых АПЛ на судоремонтных заводах Мурманской области, его временное хранение в бортовых хранилищах и передачу ОЯТ на ПТБ «Лотта»;
- плавучая техническая база «Лотта» оборудована постом загрузки транспортных радиационно-защитных контейнеров ТК-18 чехлами с ОТВС и хранилищем для размещения 6 транспортных радиационно-защитных контейнеров ТК-18, осуществляет приём ОЯТ из плавучих технических баз ВМФ и плавучей технической базы «Имандра», временное хранение, транспортирование, упаковку ОЯТ в ТК-18. Передача ТК-18 на железнодорожные транспортёры производится береговым краном;

- плавучая техническая база «Лепсе». В период 1963-1981 гг. судно обслуживало атомные ледоколы (осуществляло перезарядку реакторов, сбор и временное хранение РАО). С 1981 года использовалась для хранения ОЯТ и РАО. В 1990 г. выполнен доковый ремонт и подготовка судна к хранению на плаву с ОЯТ и РАО. Выведена из эксплуатации;
- плавучая техническая база «Володарский». Основное предназначение- хранение ТРО, в том числе загрязнённого технологического оборудования и отработавшей шихты ионообменных фильтров активности 1 контура, выведена из эксплуатации;
- танкер «Серебрянка» осуществляет сбор, временное хранение и транспортирование ЖРО.

На ФГУП «МП «Звёздочка» для сбора, транспортирования и временного хранения ЖРО из атомных объектов на предприятиях г. Северодвинска имеется несамоходный танкер «Осетия».

Для сбора и переработки ЖРО, образующихся при утилизации АПЛ, НК С ЯЭУ и судов АТО в Приморском крае на ФГУП «ДВЗ «Звезда» имеется плавучий завод ПЗРО-500.

Длительные сроки эксплуатации судов АТО, выполняемые ими работы по обслуживанию атомных подводных лодок, где имели место радиационные аварии, привели к увеличению активности хранимых жидких радиоактивных отходов и загрязнённости поверхности палуб, помещений и оборудования. Технология утилизации судов АТО, корпус которых не может служить надёжным иммобилизационным барьером на путях миграции радионуклидов, в силу количества и специфики хранимых опасных грузов и конструктивных особенностей корпуса и хранилищ, износа корпусных конструкций, значительно отличается от сложившейся на сегодняшний день технологии утилизации АПЛ, а также от проектов утилизации надводных кораблей с ЯЭУ.

Сложное пространственное расположение систем, оборудования и элементов насыщения внутри корпуса и надстроек судна, наличие радиоактивных загрязнений требует создания условий для обеспечения доступа и организации широкого фронта работ с радиоактивным оборудованием. Необходимо создание средств выгрузки крупногабаритного радиоактивного оборудования, отдельных частей систем и элементов насыщения с утилизируемого объекта на специализированные береговые участки и площадки. Необходимо создание инфраструктуры для сбора, переработки, упаковки, размещения и хранения, в том числе захоронения образующихся РАО (ЖРО и ТРО).

При разработке технологии утилизации судов АТО необходимо ориентироваться на технические возможности судоремонтных заводов, осуществляющих утилизацию АПЛ. Между тем, существенное отличие конструктивно-технологических особенностей атомных подводных лодок и судов АТО в условиях судоремонтного производства, требует для обеспечения утилизации последних, применения иных технологических решений и организационных схем.

Поэтому, исходя из специфики эксплуатации и конструктивно-технологических особенностей судов АТО, образования больших объёмов ТРО при их утилизации и в

виду отсутствия в регионах России современного, высокопроизводительного комплекса по переработке, кондиционированию и хранению ТРО различной степени активности, с целью снижения экологических рисков, при невозможности единовременной и полной утилизации судна АТО, в настоящее время и в ближайшей перспективе принято, как и в случае с реакторными отсеками АПЛ, осуществлять утилизацию судов АТО по отсроченному варианту **в три этапа:**

- **на первом этапе** выполняются работы по подготовке судов АТО на судоремонтном предприятии к временному хранению на плаву, удалению с них накопленных на судне РАО и передача подготовленных к временному хранению судов АТО от ВМФ на ФГУП «СевРАО» или ФГУП «ДальРАО» для временного хранения до передачи на утилизацию;
- **на втором этапе** осуществляется хранение судов АТО на плаву. Этот процесс может длиться несколько лет (по необходимости) при строгом соблюдении требований нормативной и технической документации на организацию хранения корпусных упаковок на плаву;
- **на третьем этапе** – окончательная утилизация судов АТО, переработка, кондиционирование и передача ТРО на хранение или захоронение.

Для выполнения работ по третьему этапу необходимо создание промышленной инфраструктуры по сбору, переработке и захоронению ТРО.

Учитывая различное техническое состояние и степень радиоактивного загрязнения судов АТО разработка рабочей технологической документации по подготовке конкретного судна АТО к временному хранению на плаву или утилизации должна осуществляться предприятиями на основании принципиальной технологии и результатов комплексного инженерного и радиационного обследования каждого судна перед постановкой его на предприятие.

Литература:

1. Н.Я. Калистратов. Организационно-технологическая схема утилизации на ФГУП «МП «Звёздочка» и направления её совершенствования. *«Вопросы утилизации АПЛ», Бюллетень Росатома № 2, 2002 г. Стр.4*
2. В.А. Анитропов и др. В тени ядерного флота. Проблемы утилизации судов атомно-технологического обслуживания. *«Жизнь и безопасность», № 1-2, 2001 г., стр.491.*
3. В.С. Никитин. Реализация концепции комплексной утилизации АПЛ на предприятиях Северодвинска. *«Вопросы утилизации АПЛ», Бюллетень Росатома № 1. Стр.54.*
4. В.А. Анитропов и др. Основные организационно-технологические принципы утилизации судов АТО. *«Судостроение», № 5, 2003 г., стр.53-56.*
5. В.А. Анитропов и др. Радиационно-экологические особенности утилизации судов атомно-технологического обслуживания. *«Вестник технологии судостроения», №12, 2004 г., стр.155-160.*
6. А.Г. Ляшенко. Токсичные отходы при утилизации АПЛ. *«Вопросы утилизации АПЛ», Бюллетень Росатома № 1, 2004 г. Стр.58.*
7. А.С. Павлов. Советский ВМФ 1990-1991 г. (справочник) Якутск 1991 г.
8. В.Л. Высоцкий, В.К. Булыгин и др. Радиозоологический мониторинг выгрузки дефектного отработавшего ядерного топлива из хранилищ выдержки аварийных

- плавающих мастерских *Материалы международного научного семинара. Москва, 22-24 апреля 2002 г. стр.419.*
9. В.А. Лебедев, В.Д. Ахунов Экологические проблемы утилизации АПЛ. «*Вопросы утилизации АПЛ*», *Бюллетень Росатома № 1, 2002 г. Стр. 6.*
 10. В.А. Мазокин, М.Е. Нетеча. Обоснование создания пунктов долговременного хранения реакторных отсеков и основные технические решения по экологически безопасному хранению реакторных блоков утилизируемых АПЛ. *Материалы международного научного семинара. Москва, 22-24 апреля 2002 г. стр.457.*
 11. Ю.П. Шульган. Опыт международного сотрудничества и нерешённые задачи утилизации атомных подводных лодок и судов атомно-технологического обслуживания. *Материалы международного научного семинара. Москва, 22-24 апреля 2002 г. стр. 51.*
 12. В.А. Анитропов и др. Конструктивно-технологические особенности утилизации некоторых типов судов атомно-технологического обслуживания. *Стендовый доклад на Международном семинаре по проблемам комплексной утилизации АПЛ под эгидой Минатома России и НАТО, Москва, 2002 г.*
 13. В.А. Мазокин, А.О. Пименов. Концепция комплексной утилизации атомных подводных лодок и надводных кораблей с ядерными энергетическими установками. «*Вопросы утилизации АПЛ*», *Бюллетень Росатома № 1, 2004 г. Стр.6.*
 14. В.К. Булыгин, Ю.Н. Стружка, Н.И. Александров, В.Л. Высоцкий, Н.И. Лысенко. Выгрузка дефектного отработавшего ядерного топлива из хранилищ плавбаз пр. 326 «ПМ-80» и «ПМ-32» Тихоокеанского флота. «*Вопросы утилизации АПЛ*», *Бюллетень Росатома № 2, 2004 г. Стр.42.*
 15. В.Д. Ахунов. Проблемы комплексной утилизации АПЛ, судов атомного технологического обслуживания и реабилитации радиационно опасных объектов ВМФ в Тихоокеанском регионе России. *Материалы международной конференции Экофлот 2002, 16-20 сентября 2002 г. г. Владивосток. Стр. 8.*
 16. К.Н. Куликов и др. Модульная мобильная установка первичной переработки ТРО, образующихся при выводе из эксплуатации АПЛ ВМФ РФ. *Материалы международной конференции Экофлот 2002, 16-20 сентября 2002 г. г. Владивосток. Стр. 91.*