

ных мер, усиливающих ее эффективность. Примерно 25% экспертов считают возможным отказаться от прохождения санпропускника ст. Славутич. Как выявили результаты опроса, лишь 7,3% респондентов готовы воспользоваться разрешением добираться в своей одежде до санпропускника ст. Семиходы, 86% психологически не готовы к этому и продолжали бы переодеваться в санпропускнике ст. Славутич.

Тем не менее в начале 1995 г. в порядке эксперимента из системы санитарно-пропускного режима был исключен санпропускник в Славутиче. Радиационный контроль личной одежды и кожных покровов персонала, проводимый в процессе эксперимента, позволил оценить вероятность превышения их β -загрязнения в редуцированной системе санитарно-пропускного режима (табл. 6).

Т а б л и ц а 6. Вероятность превышения β -загрязнения исследованных участков транспортной одежды и кожных покровов в системе санитарно-пропускного режима в 1995 г., част./(мин·см²)

Участок	> 10	> 20	> 40
Одежда:			
грудь	0,89	0,65	0,017
спина	0,84	0,51	0,014
ягодицы	0,93	0,57	0,0084
колени	0,89	0,53	0,014
обувь	0,94	0,62	0,11
Кожный покров:			
голова	0,034	0,011	< 0,001
грудь	0,033	0,010	< 0,003
гонады	0,054	0,018	< 0,005
руки	0,06	0,024	< 0,005

Из сравнения табл. 3 и 6 видно, что, несмотря на удаление из системы санитарно-пропускного режима одного защитного барьера в 1995 г., не произошло снижения ее эффективности по сравнению с 1991 г. Более того, в 1995 г. численность в группах персонала с β -загрязнением кожных покровов, превышающим заданные уровни, уменьшилась на 30—50%. Это обусловлено тем, что общее улучшение с 1991 г. радиационной обстановки на промплощадке АЭС вследствие естественных причин и дезактивационных работ и на рабочих местах скомпенсировало и даже превысило эффект от снижения эффективности системы санитарно-пропускного режима после отмены одного санитарного барьера. В конце 1995 г. с учетом указанных факторов введены с действие более жесткие контрольные уровни β -загрязнения: для переходной одежды, специальной обуви и любых поверхностей в грязной зоне санпропускника ст. Семиходы 100 част./(мин·см²), внутренних поверхностей вагонов 10 част./(мин·см²).

Поступила в Редакцию 27.08.96

УДК 621.311.25.004.7

ПРИОРИТЕТНЫЕ ЗАДАЧИ СНЯТИЯ С ЭКСПЛУАТАЦИИ И УТИЛИЗАЦИИ АТОМНЫХ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

Митенков Ф.М., Аксенов Е.И. Вавилкин В.Н., Сандлер Н.Г. (ОКБМ)

Хранение и утилизация снятых с эксплуатации атомных подводных лодок рассматриваются в настоящее время в числе основных проблем мирового сообщества. Отсутствие проработанной концепции утилизации в жизненном цикле атомных кораблей и массовое их снятие с эксплуатации, обусловленное как международными

соглашениями об ограничении вооружений, так и моральным и физическим износом техники, породили задачи, требующие оперативного решения. В то же время высокая стоимость комплексного решения проблемы утилизации вызывает настоятельную необходимость ранжирования этапов ее выполнения. В настоящей публикации предложен анализ состояния проблемы и по его результатам определены приоритетные задачи, реализация которых позволит гарантированно обеспечить ядерную и радиационную безопасность утилизируемых подводных лодок.

Утилизация подводных лодок реализуется в следующей последовательности технических этапов: снятие с эксплуатации и перевод в режим длительного хранения, хранение с невыгруженной активной зоной, выгрузка активной зоны, приведение реакторной установки и реакторного отсека в состояние, обеспечивающее длительное хранение после выгрузки активной зоны, хранение и транспортировка отработавшего ядерного топлива, разделка и транспортировка к месту хранения реакторного отсека, хранение и захоронение радиоактивных отходов.

В многочисленных публикациях на эту тему, докладах на научно-технических конференциях и симпозиумах, а также НИОКР, проводимых различными организациями, в основном затрагиваются стратегические вопросы разделки кораблей и захоронения отходов, остающихся после разделки, т.е. конечных этапов приведенной последовательности. Эти этапы не являются критичными с точки зрения ядерной и радиационной безопасности и, кроме того, учитывая экономическую ситуацию, вряд ли могут быть реализованы в массовом порядке.

Для определения первоочередных задач, решение которых направлено прежде всего на ядерную и радиационную безопасность, необходимо проанализировать состояние дел по каждому этапу указанной последовательности.

Снятие подводной лодки с эксплуатации с переводом реакторной установки в режим длительного хранения перед выгрузкой осуществляется личным составом корабля, укомплектованным с надлежащим уровнем технической подготовленности. При переводе в этот режим выполняются следующие основные операции:

приводятся в состояние, отвечающее требованиям ядерной и радиационной безопасности при минимальном техническом обслуживании, реакторные установки и обслуживающие их системы;

вводится специально разработанный водно-химический режим с минимальным выходом радионуклидов в среду первого контура;

принимаются технические и организационные меры, исключающие несанкционированный доступ к реактору;

обеспечивается температура в помещениях не ниже 5°C .

Недостаточность объема финансирования, а также имеющаяся транспортно-технологическая схема и технические средства выгрузки, транспортировки и хранения ядерного топлива не обеспечивают требуемые темпы выгрузки активных зон с утилизируемых подводных лодок. Происходит накопление подводных лодок с невыгруженным отработавшим ядерным топливом.

По данным, которые были приведены в докладах научно-практической конференции, состоявшейся в Северодвинске в марте 1995 г., в настоящее время на Северном и Тихоокеанском флотах под утилизацию выведено около 120 подводных лодок, находящихся в различных бухтах Кольского полуострова, Приморья и Камчатки. Более 60% из них хранятся с невыгруженным топливом. К 2000 г. число выведенных кораблей может достигнуть 160—170. При этом темпы выгрузки из них ядерного топлива не превышают 5—6 активных зон в год. Таким образом, можно считать, что период хранения отдельных подводных лодок с загруженными зонами без принятия эффективных организационно-технических мероприятий продлится еще более 20 лет. Учитывая это, необходимо в качестве первоочередной задачи определить условия безопасного хранения, разработать и внедрить все возможные меры для его обеспечения.

Прежде всего водно-химический режим хранения должен обеспечить сохранность активных зон при минимальной коррозии и выходе радионуклидов в контур. Для этого в качестве консервирующих добавок в среду вводят аммиак и гидразингидрат, чем эффективно снижается коррозия конструкционных материалов.

Анализ показал, что условия хранения (уровень температуры, отсутствие теплоотвода, качество среды) оказывают малое воздействие на элементы активной зоны и при соблюдении требований режима хранения их состояние фактически не изменится. Следовательно, коррозионный фактор не накладывает ограничений на срок хранения активной зоны, который может значительно превысить установленный календарный срок службы активной зоны. Этот вывод ни в коей мере не распространяется на зоны с частично негерметичными оболочками ТВЭЛов, в которых возможен контакт среды с топливом. Такие зоны необходимо выгрузить вне зависимости от перечисленных обстоятельств.

Анализ режима длительного хранения активных зон в реакторах показывает, что его можно значительно упростить осушением первого контура. Кроме того, осушение в значительной мере решает вопрос обеспечения ядерной безопасности. После осушения возможно хранение на необорудованных пирсах с минимальным обслуживанием и, возможно, без соблюдения температурного режима. Последнее особенно важно, учитывая трудности энергоснабжения в местах базирования подводных лодок, выведенных из эксплуатации.

Режим сухого хранения должен быть проработан по некоторым направлениям. Необходимо оценить время после окончательного вывода установки, которое в случае осушения не приведет к недопустимому перегреву ТВЭЛов за счет остаточного тепловыделения. Это время определяется продолжительностью и режимом эксплуатации активной зоны. Для определения температурного режима хранения должен быть выполнен прочностной расчет элементов осушенного контура при замерзании недренируемых объемов. Предварительный расчет показал, что сквозного повреждения труб и оборудования даже при многократном замерзании среды не произойдет.

Необходимо также определить влияние длительного сухого хранения на условия выгрузки активной зоны. После проведения комплекса работ и в случае получения положительных результатов такое хранение необходимо внедрить на всех выведенных из эксплуатации подводных лодках.

Задачу безопасности хранения подводных лодок на плаву можно кардинально решить только путем выгрузки активных зон. В этом случае гарантированно обеспечивается ядерная безопасность, а также в значительной мере решаются вопросы радиационной и экологической безопасности, так как при этом удаляется более 90% радионуклидов, накопленных в составе реакторного отсека.

К настоящему моменту все береговые хранилища отработавшего ядерного топлива и хранилища плавучих технических баз ВМФ переполнены.

С учетом дальнейшего снятия подводных лодок с эксплуатации и плановых перезарядок реакторов можно сделать вывод о том, что при современной транспортно-технологической схеме обращения с отработавшим топливом утилизация с обеспечением безопасности хранения подводных лодок на плаву не может быть выполнена в ближайшие годы.

Реальным путем решения задачи является следующая корректировка транспортно-технологической схемы.

1. Внедрение упрощенной технологии выгрузки активных зон из осушенного реактора. Выгрузка активных зон без последующей загрузки позволяет заметно упростить технологию выгрузки. Большое время выдержки активных зон в реакторах утилизируемых подводных лодок сводит к минимуму уровень остаточного тепловыделения. Это позволяет выгрузить отработавшее ядерное топливо из осушенного реактора, что существенно повысит уровень ядерной безопасности, и внедрить режим его сухого хранения после выгрузки из реактора.

2. Создание временных хранилищ отработавшего ядерного топлива из транспортных дешевых малогабаритных контейнеров-хранилищ, изготовленных из железобетона. Емкость временного хранилища определяется необходимой в данный момент потребностью и возможностями грузоподъемных средств. Площадка для хранения контейнеров должна представлять собой забетонированную поверхность, оборудованную навесом или укрытием, которое исключит воздействие атмосферных осадков на контейнер. Площадки могут быть организованы на территории береговых баз, где в настоящее время хранится отработавшее топливо, а также судоремонтных заводов или примыкающих к ним площадях.

Следует отметить, что даже при возможном неполном соответствии условий хранения действующей нормативной документации (например, неучет падения самолета на площадку) уровень безопасности в целом резко повышается.

Эффективным местом хранения и средством транспортировки контейнеров к месту выполнения работ может быть упрощенное судно-баржа, выполненное также из железобетона, на котором можно разместить оборудование для проведения работ.

3. Внедрение сухого способа выгрузки и хранения отработавшего ядерного топлива. Оно позволит вести выгрузку непосредственно во временные хранилища, исключая мокрое хранение с отводом остаточного тепловыделения, а также сократит погрузочно-разгрузочные операции и внутрибазовые транспортировки отработавшего топлива. Организация выгрузки из осушенного реактора исключает возможность возникновения ядерной аварии при нарушении технологии выгрузки.

Предложенные мероприятия позволят в значительной мере обеспечить ядерную и радиационную безопасность хранения выведенных из эксплуатации подводных лодок.

На безопасность хранения влияет состояние корпуса корабля. Длительное почти бесконтрольное (без доковых осмотров и ремонта) нахождение корабля на плаву чревато возможным повреждением корпусных конструкций, что может привести к затоплению и/или попаданию воды внутрь прочного корпуса. Это заметно ухудшит условия хранения и, следовательно, усложнит действия по поддержанию ядерной и радиационной безопасности. По нашему мнению, проблема заслуживает отдельной оценки, и несомненно, что при определении очередности выгрузки активных зон состояние прочного корпуса и обстоятельства, связанные с поддержанием плавучести корабля, должны быть приняты во внимание.

Последующая разделка подводной лодки и реакторного отсека, хранение и захоронение радиоактивных отходов представляются менее актуальными. Они разрабатываются различными организациями и частично внедрены при утилизации единичных объектов. Массовое внедрение задерживается из-за возникающих технических и, самое главное, финансовых проблем.

Поступила в Редакцию 16.12.96

УДК 623.827:621.039.578+621.311.2

АТОМНЫЙ КОРАБЛЬ «УРАЛ» — ПЛАВУЧАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

Панов Ю.К., Сандлер Н.Г. (ОКБМ)

Альтернатива, вынесенная в качестве заголовка, отнюдь не гипербола, а реальная ситуация, возникшая после вывода из действия атомного корабля «Урал», который в условиях длительного дорогостоящего хранения превратится в кладбище. Вместо этого его ЯЭУ может быть использована в качестве относительно дешевого источника электроснабжения. Фактически в течение года можно провести работы, обеспечивающие выдачу в береговые сети электрическую мощность 20 МВт. Затраты на эти работы полностью окупятся менее чем за 9 месяцев эксплуатации.