

13. Leppänen J. The Serpent Monte Carlo code: Status, development and applications in 2013. *Ann. Nucl. Energy*. № 82. 2015. P. 142-150.
14. Chadwick M.B. ENDF/B-VII.1 nuclear data for science and technology: cross sections, covariances, fission product yields and decay data. *Nucl. Data Sheets*. № 112. 2011. P. 2887-2996.

Optimization of the System for Compensation of Excess Reactivity on the Basis of Gadolinium in the Active Zone of Reactor VVER-1200

M.A. Abu Sondos¹, V.M. Demin², V.I. Savander³

Institute of Nuclear Physics and Technology (INP&T), National Research Nuclear University «MEPhI», Moscow

¹*MAbusondos@mephi.ru*

²*VMDeMin@mephi.ru*

³*visavander@mephi.ru*

Abstract – Рассматривается система компенсации избыточной реактивности в реакторе типа ВВЭР с использованием выгорающего поглотителя (Gd_2O_3), размещаемого в твэгах как в виде гомогенной смеси с топливом (ГВП), так и гетерогенно в виде кольцевой зоны с поглотителем вблизи центрального отверстия в таблетках (СВП - самоэкранирующий выгорающий поглотитель). Кроме того, рассматриваются гипотетические варианты размещения цилиндрических стержней из гадолиния в направляющих каналах и в центральном канале ТВС в течение первой кампании с последующим их извлечением для перемещения органов регулирования (ловушки тепловых нейтронов). Расчетным путем обосновывается оптимальная концентрация ВП Gd_2O_3 и его расположение в ТВС для снижения максимальной концентрации борной кислоты при жидкостном регулировании.

Key words: Homogenous (HBAs) and heterogeneous (HTBAs) burnable absorber, trap thermal neutrons, Serpent, poly-cells, maximum concentration of boric acid in liquid regulation and infinity multiplication factor (K_{∞}).

УДК 621.311.25.004.7:658.8

Применение логистических процедур при реализации демонтажных работ в процессе вывода из эксплуатации блока АЭС

А.И. Берела, С.А. Томилин, А.Г. Федотов

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.

Рассмотрены возможности использования логистики в демонтажных работах и связанного с ними последующего обращения с продукцией демонтажа при выводе из эксплуатации блоков АЭС.

Ключевые слова: вывод из эксплуатации, блок атомной электрической станции, логистическая процедура, организация демонтажных работ, радиационная безопасность.

Принимаемые организационно-управленческие, технические и технологические решения по демонтажным работам станут эффективными только в условиях системного подхода к процессу вывода из эксплуатации блока атомной электрической станции (АЭС). Такая систематизация может быть проведена в рамках логистического подхода, зарекомендовавшего себя в качестве современного инструмента управления экономикой, производством, бизнесом.

Логистика производства демонтажных работ при выводе из эксплуатации блоков АЭС будет несколько ограниченной по сравнению с традиционным применением, однако большинство ее функций и процедур останутся действенными и полезными в управлении данными работами.

С позиций логистики [1] управление производственным процессом демонтажных

работ в условиях вывода из эксплуатации блока АЭС заключается в эффективном (с точки зрения снижения затрат и обеспечения нормативных требований [2, 3] к продукции работ) управлении материальными потоками в технологических процессах подготовки и проведения демонтажных работ и в последующем обращении с демонтированными объектами.

Исходя из общей (интегральной) логистики управление данными материальными потоками осуществляется при взаимодействии логистических процедур в следующих областях:

- преддемонтажных подготовительных и вспомогательных работ (с привлечением в поток вспомогательных материалов и объектов);
- непосредственно демонтажных работ (с межоперационным материальным потоком);
- перемещений продукции демонтажных работ из рабочих зон демонтажа в рабочие зоны обращения с радиоактивными отходами (РАО), очень низкоактивных (ОНАО) и металлоломом из «чистых» отходов;
- промежуточного (временного) складирования продукции демонтажа перед операциями последующего обращения с ними;
- обращения с РАО, ОНАО и металлоломом из «чистых» отходов (также с межоперационным материальным потоком);
- распределения продукции демонтажа после операций обращения с ней по условным «потребителям», которые представляются временными хранилищами низко-, средне- и высокоактивных РАО на блоке, региональными могильниками высокоактивных РАО (в перспективе), организованными на территории блока площадками хранения, перевалки и сбыта в качестве металлолома условно «чистых» и ОНАО;
- информационных потоков, сопровождающих материальные потоки и реализующих обратные связи в управлении потоками в производственном процессе демонтажных работ.

Соответственно соображения по применению логистических процедур относятся к разработке структуры, оснащения, режимов и параметров технологических процессов, действующих в указанных областях, а в дальнейшем к их реализации.

Прохождение логистической процедуры должно обеспечить движение материального потока в технологическом процессе демонтажа объектов в рабочей зоне с применением выбранных основных и вспомогательных средств технологического оснащения (СТО): объекты демонтажа перемещаются в рабочей зоне с размещением в контейнере, поддоне (или в мягкой упаковке) или без их применения с передачей через дверной или монтажный проем в транспортный коридор блока.

При этом массогабаритные размеры объекта перемещения соответствуют техническим характеристикам применяемого штатного или специального грузоподъемного и транспортного оборудования, а также габаритным параметрам трассы при перемещении в рабочей зоне. Кроме того массогабаритные параметры продукции демонтажа должны проходить процедуру определения соответствия условиям и требованиям их перемещения по транспортным маршрутам блока и операциям последующего обращения с ними (переработка и кондиционирование РАО, ОНАО, подготовка металлолома и др.).

Обустройство дверных и монтажных проемов и, при необходимости, шлюзов на выходе из рабочих зон с высоким уровнем радиационного фона – обязательное условие функционирования транспортного потока демонтированных объектов. В логистическом плане данное обустройство должно формировать трассу транспортного потока на блоке, соответствующую архитектуре зданий блока, массогабаритным параметрам демонтированных объектов, применяемым техническим средствам перемещения, размещению на блоке рабочих зон последующего обращения с продукцией демонтажа.

Анализ принимаемого технологического решения по последовательности демонтажных работ [4, 5] с использованием логистических процедур необходим для управления транспортным потоком продукции демонтажных работ в рабочей зоне: трассирования маршрутов ее перемещения с выходом из рабочей зоны, применения

соответствующего условиям трасс технических средства перемещения. Последовательность демонтажных работ не должна создавать препятствия последующего использования штатных или специальных средств перемещения, коридоров, проемов блока на маршруте к рабочим зонам дальнейшего обращения с продукцией демонтажа. Таким образом, гармонизируется технология перемещения в рабочей зоне демонтажа и за ее пределами в здании блока.

Процедура согласования (гармонизации) выходных массогабаритных и радиационно-физических параметров демонтированных объектов с операциями их упаковки, контейнеризации, перемещения, промежуточного хранения, переработки и др. естественно вписывается в процесс принятия соответствующих технологических решений. Она отсекает те из них, которые приведут к усложнению управления транспортным потоком.

Следует заметить, что в производственном процессе демонтажных работ использование тары необходимо для повышения уровня технологичности материального потока и, главным образом, для обеспечения радиационной и экологической безопасности.

Повышению эффективности производственного процесса демонтажных работ при выводе из эксплуатации блока АЭС способствует применение логистических процедур управления образующимися материальными потоками. Логистические процедуры совершенствуют технологический процесс демонтажа оборудования, металлических и строительных конструкций в части согласования темпа и объема материального потока с основными операциями (демонтаж, перемещение, переработка отходов и др.), массогабаритных, радиационных и других характеристик объектов материального потока с применяемыми СТО демонтажа, перемещения, переработки отходов, габаритными параметрами проемов, коридоров и других составляющих трассы транспортного потока и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гаджинский, А.М.* Логистика: учеб. [Текст] / А.М. Гаджинский. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2009. – 484 с.
2. СП 2.6.1.2205-07. Санитарные правила «Обеспечение радиационной безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции». – Москва, 2007.
3. НП-012-16. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции». – Москва : Федеральная служба по экологическому, техническому и атомному надзору, 2016.
4. *Берела, А.И.* Разработка технологических процессов демонтажа оборудования при выводе из эксплуатации атомных станций [Электронный ресурс] / А.И. Берела, А.Г. Федотов, С.А. Томилин, Б.К. Былкин // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 2 (25). – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1734 (дата обращения: 24.04.2019).
5. *Берела, А.И.* Оптимизационные аспекты проектирования технологического процесса демонтажа оборудования при выводе из эксплуатации блока атомной станции [Текст] / А.И. Берела, Б.К. Былкин, В.А. Шапошников // Тяжелое машиностроение. – 2004. – № 6. – С. 9-14.

Use of Logistic Procedures of Dismantling Works in the Process of Decommissioning the NPP Unit

A.I. Berela¹, S.A. Tomilin², A.G. Fedotov³

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University "MEPhI",
Volgodonsk, Rostov region*

¹ *berelaleks@yandex.ru*

² *SATomilin@mephi.ru*

³ *AGFedotov@mephi.ru*

Abstract – The paper considers the possibilities of using logistics in dismantling works and the subsequent handling of dismantling products associated with them during decommissioning of NPP units.

Keywords: decommissioning, nuclear power plant unit, logistic procedure, organization of dismantling works, radiation safety.