

ОПЫТНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ТВЕРДЫХ СРЕДНЕАКТИВНЫХ ОТХОДОВ ИЗ ОТСЕКА ХРАНИЛИЩА СРЕДНЕ- И ВЫСОКОАКТИВНЫХ ТВЕРДЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ АО «ГНЦ НИИАР»

А. В. Мамонов, В. В. Давыдов, Ю. А. Мамонова, С. Г. Разживин, М. Л. Любченко, В. П. Гордеев
АО «ГНЦ НИИАР», Димитровград, Ульяновская область

Статья поступила в редакцию 21 октября 2021 г.

Подготовлена по материалам доклада на Третьей международной научно-практической конференции «Охрана окружающей среды и обращение с радиоактивными отходами научно-промышленных центров», ФГУП «РАДОН», 22–23 сентября 2021 г.

В настоящей статье приведено краткое описание выполненных работ по опытному извлечению твердых среднеактивных отходов из отсека хранилища средне- и высокоактивных твердых радиоактивных отходов, представлены их характеристики и показатели радиационного контроля.

Ключевые слова: радиоактивные отходы (РАО), твердые радиоактивные отходы (ТРО), опытное извлечение, упаковка, радионуклидный состав, мощность дозы гамма-излучения, объемная активность.

В процессе научно-производственной деятельности подразделений АО «ГНЦ НИИАР» наряду с другими видами РАО происходит образование твердых высокоактивных отходов (ВТРО). Результаты оценки накопления таких отходов показали, что при сохранении темпов образования ВТРО в подразделениях института свободные объемы хранилища средне- и высокоактивных твердых радиоактивных отходов (далее — хранилища ВТРО), предназначенного для их размещения, могут быть заполнены к 2025—2026 году.

Хранилище ВТРО АО «ГНЦ НИИАР» введено в эксплуатацию в 1986 году. С 2006 года в свободные отсеки хранилища начат прием твердых среднеактивных отходов (далее — СТРО). Необходимость размещения СТРО в хранилище

ВТРО была обусловлена заполнением объемов хранилища ТРО, предназначенного для размещения среднеактивных отходов.

В результате реконструкции и модернизации технологического парка подразделений института за период 2006—2020 гг. большая часть объема хранилища ВТРО была заполнена среднеактивными отходами.

В целях обеспечения безопасного обращения с ТРО [1–3], образующимися в АО «ГНЦ НИИАР», в полном соответствии с требованиями современных норм и правил, в рамках ФЦП ЯРБ 2008—2015 по проекту «Реконструкция и обеспечение безопасности хранилищ твердых радиоактивных отходов ФГУП «ГНЦ РФ НИИАР» был построен «Пункт контейнерного хранения (ПКХ) твердых низко- и среднеактивных

отходов», представляющий собой хранилище ТРО, предусматривающее технологические участки сортировки, переработки, кондиционирования и паспортизации.

Полезный объем ПКХ ТРО — около 3000 м³, срок эксплуатации — 30 лет.

Однако вопрос перспективы дальнейшего размещения ежегодно образуемых ВТРО оставался открытым.

Для обеспечения научно-производственной деятельности подразделений АО «ГНЦ НИИАР», связанной с образованием ВТРО, было принято решение в течение 3–5 лет освободить от СТРО крупногабаритный отсек хранилища ВТРО для размещения в нем высокоактивных отходов.

При рассмотрении возможных схем извлечения РАО был выбран вариант выполнения работ собственными силами, исключающий создание трудоемких и затратных производственно-технологических цепочек, но при этом обеспечивающий необходимые требования безопасности.

Для реализации технологических решений извлечения РАО было выполнено следующее:

- выбран отсек для извлечения СТРО;
- обоснована выбранная технология обращения с извлекаемыми ТРО;
- разработана регламентирующая и технологическая документация;
- приобретено необходимое оборудование;
- подготовлен участок работ;
- подготовлен и обучен персонал;
- внесены изменения в условия действия лицензии (УДЛ) на обращение с РАО в АО «ГНЦ НИИАР».

По результатам радиационного обследования и анализа характеристик СТРО, поступивших на хранение в хранилище ВТРО, был выбран отсек с наименьшими показателями по мощности эквивалентной дозы на расстоянии 1 м от ТРО, содержащий отходы, относящиеся к федеральной собственности (размещение производилось до момента вступления в силу Федерального закона «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в другие законодательные акты Российской Федерации» от 11.07.2011 № 190-ФЗ [4]).

Радионуклидный состав СТРО представлен альфа- и бета-излучающими радионуклидами. Морфологический состав отходов в отсеке хранилища разнообразный: ветошь, бумага, пленка, средства индивидуальной защиты, стекло, металлическая стружка, резина, демонтированное оборудование (теплообменники, насосы, приборы, фильтры типа Д-23). Большая часть РАО в отсеке находится в первичной упаковке (полиэтиленовые или крафт-мешки).

В рамках утвержденной программы работ извлечение СТРО проводилось в следующей последовательности:

- организация барьерного ограждения участка работ и саншлюза с необходимым приборным оборудованием и средствами индивидуальной защиты (СИЗ) для обеспечения радиационного контроля и защиты персонала на участке производства работ;
- подготовка необходимого количества контейнеров, изготовление поддона из нержавеющей стали для размещения извлекаемых упаковок с РАО;
- захват с помощью грейфера упаковок с РАО в отсеке, перемещение их в верхнюю часть отсека для предварительного замера радиационных параметров СТРО, транспортировка отходов на участок контроля с соблюдением временных ограничений проведения работ в зависимости от фактических значений параметров радиационной обстановки;
- обследование для выявления альфа-активных ТРО и упаковок с максимальными значениями мощности дозы гамма-излучения;
- сортировка упаковок с РАО по уровню мощности дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от поверхности РАО для разделения их по категориям на низко- и среднеактивные ТРО;
- загрузка ТРО в контейнеры;
- герметизация, дезактивация контейнеров и их транспортирование на пункт контейнерного хранения твердых низко- и среднеактивных отходов.

Общая схема опытного извлечения РАО из отсека здания 143 представлена на рис. 1.

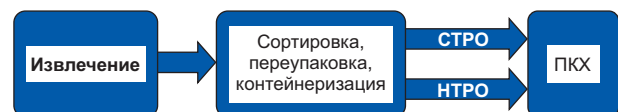


Рис. 1. Схема обращения с РАО при опытном извлечении их из отсека здания 143

Извлеченные из отсека твердые низкоактивные отходы (НТРО) размещались в контейнеры КМЗ-М, а СТРО — в контейнеры НЗК-150-1,5П [5]. При выполнении сортировки вскрытие упаковок с СТРО не предполагалось.

В процессе извлечения СТРО из отсека проводился непрерывный контроль объемной активности аэрозолей с помощью автоматизированных установок УДА-1АБ. Доступ персонала на участок выгрузки осуществлялся при значениях объемной активности аэрозолей, не превышающих установленный контрольный уровень

для помещений временного пребывания. Перед загрузкой упаковок в контейнеры предварительно измерялся уровень радиоактивного загрязнения их поверхности альфа-излучающими радионуклидами. Особое внимание уделялось поврежденным первичным упаковкам, их помещали во вторичную упаковку (пленка ПВХ, мешок).

При выполнении работ обеспечивался постоянный радиационный контроль (РК) рабочих мест персонала, применялся дистанционный инструмент, определялись необходимые ограничения расстояния от источников. Для загрузки упаковок с ТРО в контейнеры использовались штанги-захваты. Расположение технических средств РК и рабочих мест на участке проведения опытного извлечения ТРО представлено на рис. 2.

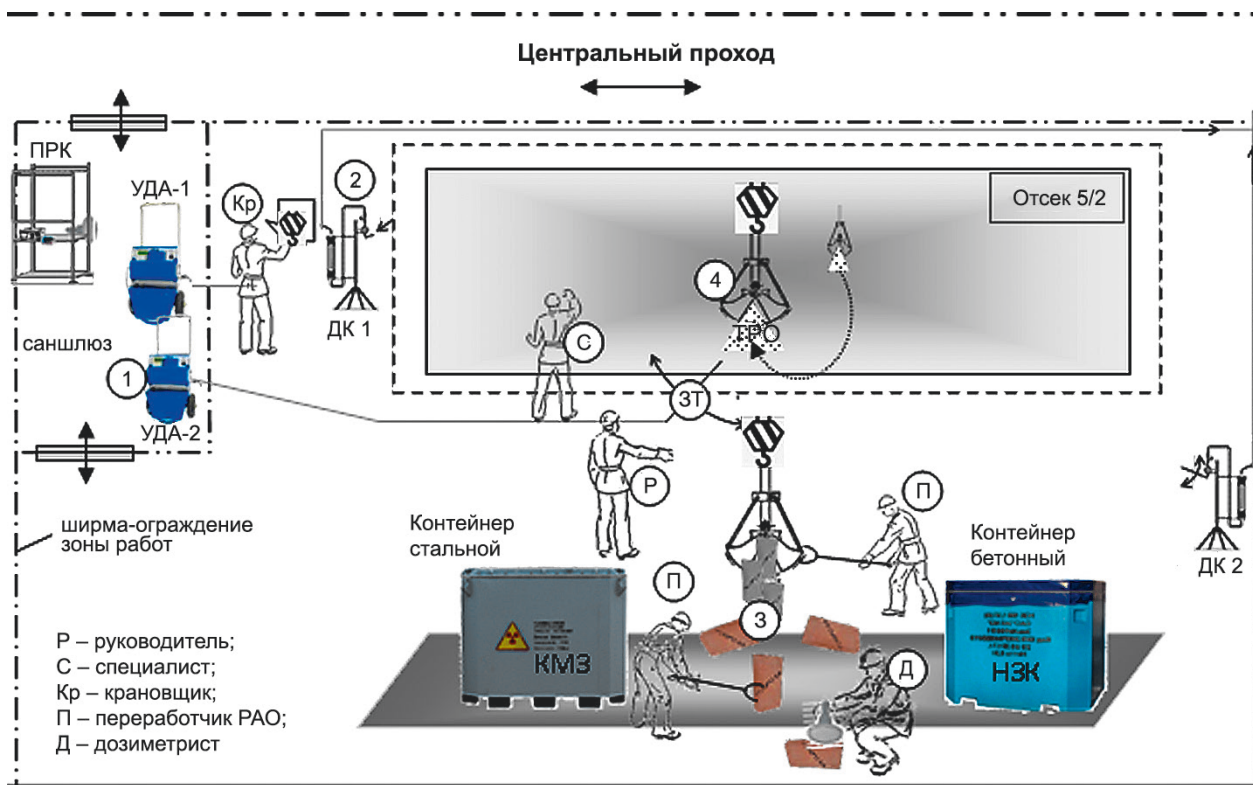
Факторами радиационной опасности на участке извлечения являлись поле гамма-излучения от РАО и объемная активность воздуха на участках работ. Значение мощности дозы гамма-излучения непосредственно внутри отсека составляло 4–6 мЗв/ч, а на границе отсека – от 12 до 40 мкЗв/ч. Извлечение проводилось с оформлением допуска на радиационно опасные работы

с планируемой индивидуальной дозой облучения персонала 375 мкЗв.

По результатам измерений мощности дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от внешней поверхности упаковки проводился расчет активности ТРО по справочной литературе [6]. Для этого использовался характерный состав радионуклидов в ТРО: ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{241}Am , ^{152}Eu . Насыпную плотность ТРО принимали равной от 0,1 до 0,2 г/см³.

По морфологическому составу большинство извлеченных РАО состояло из ветоши, СИЗ, пленки ПВХ и металлических предметов (детали двигателей, ведра, вентильные сборки и др.). Извлечено 6 аэрозольных фильтров типа Д-23.

Активность ТРО в контейнерах определялась по результатам измерения мощности дозы гамма-излучения на расстоянии 1 м от боковых поверхностей в девяти точках, расположенных равномерно по площади активной части. Это позволяло учесть неоднородность распределения активности при оценке среднего значения мощности дозы. Радионуклидный состав ТРО в контейнерах в методике выполнения расчетов (МВР) уточнялся на основе данных спектрометрических измерений от боковой поверхности



ПРК – пункт радиометрического контроля; 1 – установка УДА-1АБ с насосным блоком;

2 – передвижной узел отбора проб из воздуха на фильтр АФА, подключенный шлангом к вакуумной линии;

3 – упаковка ТРО; 4 – грейфер; 5 – пробоотборная линия (силиконовая); 3Т – заборная трубка типа «Смог»

Рис. 2. Расположение оборудования, технических средств радиационного контроля и рабочих мест на участках извлечения РАО

контейнеров КМЗ (толщина стальных стен — 5 мм) и через технологическое отверстие (для подачи цемента) в крышке контейнеров НЗК (толщина бетонных стен — 180 мм). Для этих целей использовался спектрометр МКС-АТ6101Д АТОМТЕХ.

Мощность дозы гамма-излучения на расстоянии 1 м от боковой поверхности (максимальные значения) от контейнеров КМЗ-М составляла от 60 до 300 мкЗв/ч, а от контейнеров НЗК — от 20 до 300 мкЗв/ч. С помощью спектрометра МКС-АТ6101Д определены основные радионуклиды.

Для упаковок со среднеактивными РАО максимальная мощность дозы гамма-излучения составляла 4—5 мЗв/ч (технологические фильтры). Радиоактивное загрязнение отдельных предметов в поврежденных упаковках с РАО превышало 20 000 альфа част./см²·мин).

Суммарная активность всех извлеченных РАО составила порядка 10⁷ кБк.

Индивидуальная доза облучения персонала за время работы по допуску не превысила 30 % от дневной квоты (60 мкЗв).

В качестве средства индивидуальной защиты органов дыхания применялся респиратор Лепесток-200 с ограничением времени непрерывной работы от 30 мин до 1 часа. Определение радиоактивного загрязнения респираторов (внутри и снаружи) проводилось оперативно. По результатам измерений не обнаружено радиоактивного загрязнения альфа-излучающими радионуклидами более 1 см⁻²·мин⁻¹.

На работы по опытному извлечению радиоактивных отходов, без учета подготовительного периода, было затрачено 12 рабочих дней. В результате из отсека хранилища были извлечены НТРО, СТРО и загружены в 8 контейнеров типа НЗК и 4 контейнера типа КМЗ, общим объемом 24 м³.

При проведении данной работы получен положительный опыт опробования выбранной технологии извлечения среднеактивных РАО из отсека хранилища ВТРО, подтверждена

ее эффективность и безопасность. Получены данные о возможности улучшения и оптимизации технологии извлечения РАО, включая технические средства и организационные мероприятия.

Освобождение крупногабаритного отсека обеспечит свободный объем для принятия ВТРО в хранилище на период более 10 лет, в течение которых можно будет выработать оптимальные решения по обращению с высокоактивными твердыми отходами в АО «ГНЦ НИИАР» в последующие годы. Извлечение СТРО из отсеков хранилища ВТРО является одной из основных задач локальной стратегии обращения с радиоактивными отходами в АО «ГНЦ НИИАР» на период 2021—2025 годов.

Литература

1. НП-020-15. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование твердых радиоактивных отходов. Требования безопасности».
2. НП-058-14. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения».
3. ОСПОРБ-99/2010. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.
4. Федеральный закон от 11 июля 2011 № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в другие законодательные акты Российской Федерации».
5. Гатаулин Р. М., Давиденко Н. Н., Свиридов Н. В., Сорокин В. Т., Медеяев И. А., Перегудов Н. Н., Дёмин А. В., Баринов А. С., Волков А. С., Лащёнов С. М. Контейнеры для радиоактивных отходов низкого и среднего уровня активности. — М. : Логос, 2012. 256 с.
6. Машкович В. П., Кудрявцева А. В. Защита от ионизирующих излучений. Справочник. 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1995. 496 с.

Информация об авторах

Мамонов Алексей Владимирович, начальник Службы-КОРО, АО «ГНЦ НИИАР» (433510, Ульяновская область, Димитровград, Западное шоссе, д. 9), e-mail: avmamonov@niiar.ru.

Давыдов Владимир Владимирович, главный инженер Службы-КОРО, АО «ГНЦ НИИАР» (433510, Ульяновская область, Димитровград, Западное шоссе, д. 9), e-mail: vvdavidov@niiar.ru.

Мамонова Юлия Александровна, главный специалист аналитической группы Службы-КОРО, АО «ГНЦ НИИАР» (433510, Ульяновская область, Димитровград, Западное шоссе, д. 9), e-mail: yuademina@niiar.ru.

Разживин Станислав Геннадьевич, ведущий инженер аналитической группы Службы-КОРО, АО «ГНЦ НИИАР» (433510, Ульяновская область, Димитровград, Западное шоссе, д. 9), e-mail: yuademina@niiar.ru.

Любченко Михаил Львович, начальник отдела радиационной безопасности Службы-КОРО, АО «ГНЦ НИИАР» (433510, Ульяновская область, Димитровград, Западное шоссе, д. 9), e-mail: vvdavidov@niiar.ru.

Гордеев Виктор Петрович, начальник отдела по обращению с твердыми радиоактивными отходами Службы-КОРО, АО «ГНЦ НИИАР» (433510, Ульяновская область, Димитровград, Западное шоссе, д. 9), e-mail: vpgordeev@niiar.ru.

Библиографическое описание статьи

Мамонов А. В., Давыдов В. В., Мамонова Ю. А., Разживин С. Г., Любченко М. Л., Гордеев В. П. Опытное извлечение твердых среднеактивных отходов из отсека хранилища средне- и высокоактивных твердых радиоактивных отходов АО «ГНЦ НИИАР» // Радиоактивные отходы. 2021. № 4 (17). С. 38–43. DOI: 10.25283/2587-9707-2021-4-38-43.

EXPERIMENTAL RETRIEVAL OF INTERMEDIATE-LEVEL SOLID WASTE FROM SSC RIAR'S STORAGE COMPARTMENT FOR INTERMEDIATE-AND HIGH-LEVEL SOLID RADIOACTIVE WASTE

Mamonov A. V., Davydov V. V., Mamonova Yu. A., Razzhivin S. G., Lyubchenko M. L., Gordeev V. P.
JSC "SSC RIAR", Dimitrovgrad, Ulyanovsk region, Russia

Article received on October 21, 2021

Prepared on materials of the Report for the Third International Scientific and Practical Conference on the Environmental Protection and the Management of Radioactive Waste from Scientific and Industrial Centers, FSUE RADON, September 22–23, 2021.

This article briefly describes the efforts on the experimental retrieval of intermediate-level solid waste from a storage compartment for intermediate-and high-level radioactive waste. It presents the characteristics of the retrieved radioactive waste and the radiation control indicators.

Keywords: radioactive waste, solid radioactive waste, experimental retrieval, packaging, radionuclide composition, gamma radiation dose rate, specific activity.

References

1. NP-020-15. *Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoi ehnergii "Sbor, pererabotka, khranenie i konditsionirovanie tverdykh radioaktivnykh otkhodov. Trebovaniya bezopasnosti"* [Federal Norms and Rules in the Field of Atomic Energy Use Collection, Processing, Storage and Conditioning of Solid Radioactive Waste. Safety Requirements].

2. NP-058-14. *Federal'nye normy i pravila v oblasti ispol'zovaniya atomnoi ehnergii "Bezopasnost' pri obrashchenii s radioaktivnymi otkhodami. Obshchie polozheniya"* [Federal Norms and Rules in the Field of Atomic Energy Use Safe Management of Radioactive Waste. General Provisions].

3. OSPORB-99/2010. *Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiatsionnoi bezopasnosti* [Basic Sanitary Rules for Radiation Safety].

4. Federal Law of July 11, 2011 No. 190-FZ *Ob obrashchenii s radioaktivnymi otkhodami i o vnesenii izmenenii v drugie zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii* [On Radioactive Waste Management and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation].
5. Gataullin R. M., Davidenko N. N., Sviridov N. V., Sorokin V. T., Medelyaev I. A., Peregudov N. N., Demin A. V., Barinov A. S., Volkov A. S., Laschenov S. M. *Konteynery dlya radioaktivnykh otkhodov nizkogo i srednego urovnya aktivnosti* [Low and Intermediate-level Waste Containers]. Moscow, Logos Publ., 2012. 256 p.
6. Mashkovich V. P., Kudryavtseva A. V. *Zashchita ot ioniziruyushchikh izlucheniy. Spravochnik* [Protection Against Ionizing Radiation, Handbook], 4th ed., revised. and add. Moscow, Energoatomizdat Publ., 1995. 496 p.

Information about the authors

Mamonov Alexey Vladimirovich, head of Service-RWMC, JSC “SSC RIAR” (9, Zapadnoye Shosse, Ulyanovsk region, Dimitrovgrad, 433510, Russia), e-mail: avmamonov@niiar.ru.

Davydov Vladimir Vladimirovich, chief engineer of Service-RWMC, JSC “SSC RIAR” (9, Zapadnoye Shosse, Ulyanovsk region, Dimitrovgrad, 433510, Russia), e-mail: vvdavidov@niiar.ru.

Mamonova Yulia Aleksandrovna, chief specialist of the analytical group of Service-RWMC, JSC “SSC RIAR” (9, Zapadnoye Shosse, Ulyanovsk region, Dimitrovgrad, 433510, Russia), e-mail: yuademina@niiar.ru.

Razhivin Stanislav Gennadievich, leading engineer of the analytical group of Service-RWMC, JSC “SSC RIAR” (9, Zapadnoye Shosse, Ulyanovsk region, Dimitrovgrad, 433510, Russia), e-mail: yuademina@niiar.ru.

Lyubchenko Mikhail Lvovich, head of the radiation safety department of Service-RWMC, JSC “SSC RIAR” (9, Zapadnoye Shosse, Ulyanovsk region, Dimitrovgrad, 433510, Russia), e-mail: vvdavidov@niiar.ru.

Gordeev Viktor Petrovich, head of the solid radioactive waste management department of Service-RWMC, JSC “SSC RIAR” (9, Zapadnoye Shosse, Ulyanovsk region, Dimitrovgrad, 433510, Russia), e-mail: vpgordeev@niiar.ru.

Bibliographic description

Mamonov A. V., Davydov V. V., Mamonova Yu. A., Razhivin S. G., Lyubchenko M. L., Gordeev V. P. Experimental Retrieval of Intermediate-Level Solid Waste From SSC RIAR’s Storage Compartment for Intermediate-and High-Level Solid Radioactive Waste. *Radioactive Waste*, 2021, no. 4 (17), pp. 38–43. DOI: 10.25283/2587-9707-2021-4-38-43. (In Russian).