

ПЕРЕРАБОТКА УРАНСОДЕРЖАЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАЩЕНИЯ С ОЧЕНЬ НИЗКОАКТИВНЫМИ РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ, ОБРАЗУЮЩИМИСЯ В АО «ПО ЭХЗ»

С. А. Меркулов, С. В. Паршуткин, Г. О. Светашев

АО «Производственное объединение «Электрохимический завод», г. Зеленогорск Красноярского края

Статья поступила в редакцию 25 июня 2019 г.

Описывается процесс образования и порядок обращения с очень низкоактивными радиоактивными отходами (ОНРАО), образующимися в Акционерном обществе «Производственное объединение «Электрохимический завод» (АО «ПО ЭХЗ»). Приводятся технические изменения, внесенные в технологический цикл переработки ОНРАО, и методы аналитического контроля, используемые при обращении с ними.

Ключевые слова: радиоактивные отходы, очень низкоактивные радиоактивные отходы (ОНРАО), образование ОНРАО, компактирование ОНРАО, контроль активности ОНРАО, гамма-спектрометрия.

Акционерное общество «Производственное объединение «Электрохимический завод» — одно из четырех предприятий разделительно-сублиматного комплекса атомной отрасли России, обеспечивающего объекты ядерно-топливного цикла Госкорпорации «Росатом» энергетическим ураном.

Основным видом деятельности предприятия является разделительное производство, вид продукции которого — низкообогащенный энергетический уран с содержанием урана-235 до пяти процентов, который используется для производства топлива атомных электростанций.

Для обогащения урана применяется газоцентрифужная технология, которая является самой эффективной из промышленных методов обогащения урана.

Помимо энергетического урана, в АО «ПО ЭХЗ» побочно нарабатывается продукт процесса разделения урана — обедненный по изотопу

уран-235 гексафторид урана (ОГФУ). В АО «ПО ЭХЗ» производится обесфторивание такого ОГФУ. Вследствие этого получают закись-окись урана (U_3O_8) — стабильное химическое соединение, инертное в воздушной среде, и фтористоводородную кислоту, являющуюся коммерческим продуктом.

В результате осуществления вышеупомянутой деятельности, как и в любом другом производстве, в АО «ПО ЭХЗ» образуются урансодержащие технологические отходы, которые направляются для дальнейшей переработки в цех регенерации.

Переработка образующихся отходов

На первом этапе все отходы, поступающие в цех регенерации, обрабатываются различными способами с целью перевода содержащегося в них урана в растворимую форму.

В процессе переработки производится глубокое извлечение урана с возвратом его в разделительное производство и получение на выходе сбросных растворов с минимальной концентрацией урана, колеблющейся в пределах 1–2 мг/дм³.

Такая технология включает в себя прием, подготовку и экстракционную переработку урансодержащих растворов, образующихся в результате производственной деятельности по разделению изотопов урана, конверсии гексафторида урана, промывки основного и вспомогательного оборудования разделительного производства на технологических схемах и участках цеха регенерации, дезактивации технологического оборудования и производственных помещений цеха регенерации и подразделений разделительного производства.

Схема обращения с урансодержащими растворами представлена на рис. 1.

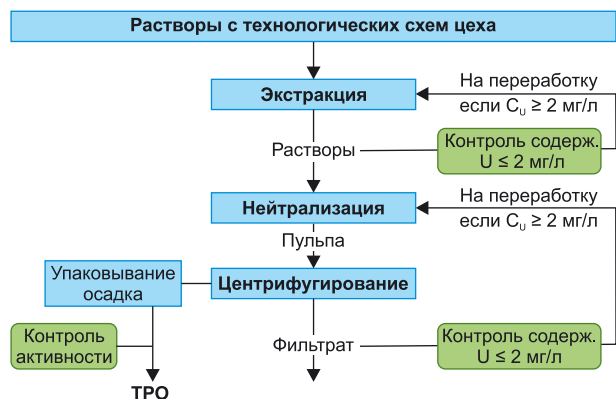


Рис. 1. Схема обращения с урансодержащими растворами

Предварительная подготовка растворов для экстракционной переработки заключается в доведении их до заданной кислотности с помощью азотной кислоты (при этом малорастворимые соединения урана переходят в хорошо растворимый азотнокислый уранил), последующем нагреве и фильтрации.

Растворы после экстракционной обработки с содержанием урана менее 2 мг/дм³ направляются на станцию нейтрализации. При превышении этого значения они подвергаются повторной экстракции [2].

Нейтрализация сбросных растворов производится с использованием известкового молока. Известковая пульпа, получаемая после нейтрализации сливных растворов, проходит повторный анализ для контроля концентрации урана и определения удельной активности.

С целью оценки возможности сокращения объемов образующихся РАО, специалистами предприятия были проведены исследования

распределения радиоактивных веществ в пульпе, образующейся в процессе нейтрализации.

В результате проведения этих работ было установлено, что в процессе нейтрализации растворов изотопы урана концентрируются в твердой фазе пульпы. Жидкая фаза содержит лишь короткоживущие продукты распада урана и по своим показателям не относится к жидким радиоактивным отходам (ЖРО).

Значение удельной активности изотопов урана в жидкой фазе составляет 0,8–1,2 Бк/м³, что явно ниже уровня вмешательства по содержанию изотопов урана в питьевой воде [1].

На основании результатов проведенных работ, в 2008 году было принято решение о модернизации станции нейтрализации путем организации узла разделения пульпы на твердую (осадок) и жидкую (фугат) фазы с помощью вертикальной центрифуги Н-350 производства «СвердНИИ-химмаш» (рис. 2).



Рис. 2. Центрифуга

В 2014 году узел разделения пульпы был введен в промышленную эксплуатацию (рис. 3).

Из центрифуги фугат поступает в емкости, которые установлены в помещении узла разделения пульпы. После их заполнения производится отбор проб фугата. Если содержание урана не превышает допустимой концентрации, фугат передается на хранение. При превышении



Рис. 3. Установка для разделения пульпы

установленного значения он возвращается на повторную обработку.

Осадок из центрифуги сыпается в полиэтиленовый мешок, установленный в транспортный контейнер, который расположен под патрубком выгрузки из центрифуги. После заполнения мешок запечатывается, контейнер с заполненным мешком закрывается крышкой и устанавливается на специально отведенное место временного хранения, после чего проводится контроль радиационных характеристик.

По мере накопления заполненных контейнеров производится их вывоз в хранилище твердых радиоактивных отходов (ТРО), где мешки с осадком размещают для хранения, а пустые контейнеры возвращают на узел разделения пульпы.

Подводя итог, можно сказать, что разделение пульпы путем центрифугирования на осадок и фугат, а также последующее хранение осадка в герметичных упаковках стало первым шагом в направлении глубокой переработки образующихся жидких радиоактивных отходов и позволило:

- уйти от образования ЖРО;
- минимизировать риск неконтролируемого распространения радиоактивных материалов в окружающую среду;
- производить учет и контроль величины активности РАО, направляемых на хранение.

В настоящее время изучается возможность очистки фугата от химических примесей с перспективой последующей передачи очищенных вод в хозяйственно-фекальную канализацию.

Обращение с твердыми ОНРАО

Источниками образования очень низкоактивных радиоактивных отходов являются как отходы непосредственно технологических

процессов, так и отходы, образующиеся при техническом обслуживании и эксплуатации технологического оборудования ядерной установки.

Образующиеся твердые ОНРАО (ТРО) собираются, сортируются по видам (СИЗ, полимеры и т. д.), упаковываются и после процедуры контроля удельной активности передаются на хранение.

С целью сокращения объема ТРО, поступающих в хранилище, было принято решение о создании участка по их компактированию на основе установки прессования, выпускаемой АО «СвердНИИхиммаш».

Основные характеристики установленного пресса [3]:

- усилие прессования — не менее 300 кН;
- ход пресс-штемпеля — не более 1200 мм;
- производство по исходному продукту — от 0,7 до 2,0 м³/ч;
- мощность установленных электропотребителей — не более 35 кВт;
- масса — не менее 1600 кг.

Применение указанного пресса позволило сократить объем передаваемых на хранение ТРО в 3 раза.

Компактированию (прессованию) подвергаются следующие виды ТРО:

- резино-технические изделия, пластикат;
- респираторы, средства индивидуальной защиты, обувь;
- мелкий строительный и прочий мусор;
- фильтры, ветошь.

После накопления определенного количества ТРО они помещаются в 200-литровые бочки, в которых непосредственно и проводится их прессование.

Затем бочка герметично закрывается, и осуществляется контроль удельной активности прессованных ТРО.

Применение установки прессования (рис. 4) для выполнения компактирования ТРО

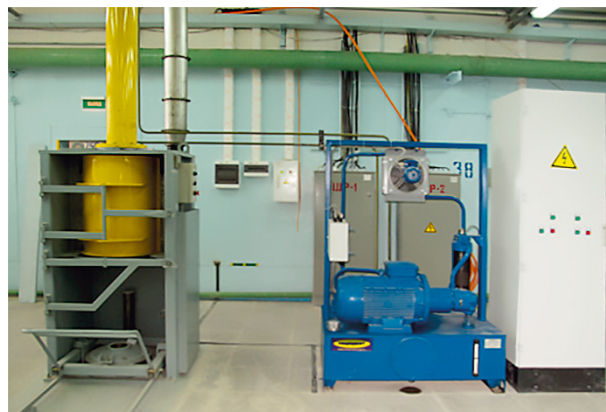


Рис. 4. Установка прессования

позволяет сокращать объем ТРО, направляемых в хранилище, а использование герметично закрытых бочек обеспечивает выполнение требований радиационной безопасности на всех этапах обращения с ними.

Перед вывозом спрессованных ТРО на хранение в обязательном порядке осуществляется их радиационный контроль.

Контроль активности ОНРАО

Радионуклидный состав радиоактивного загрязнения твердых отходов АО «ПО ЭХЗ» представлен природными изотопами урана — 238, 235 и 234.

Классический метод определения удельной активности изотопов урана, — альфа-спектрометрический — не может быть использован в технологических схемах фильтрации пульпы или прессования ТРО в силу длительной радиохимической подготовки проб.

Оперативность контроля величины удельной активности изотопов урана достигнута применением метода гамма-спектрометрии [4].

Наиболее подходящим инструментом для решения сложной задачи определения удельной активности изотопов урана в ТРО с низкими плотностями (в случае с твердым осадком с участка разделения пульпы) и неравномерными плотностями (в случае прессования ТРО в бочках) является гамма-спектрометрическая система «ISOCs» (Canberra), состоящая из коаксиального ОЧГ-детектора, имеющего эффективность не менее 40%, и вращающейся весовой платформы.

Данная гамма-спектрометрическая система применяется в АО «ПО ЭХЗ» и показывает высокую оперативность и эффективность при контроле ТРО.

Выводы и заключение

Политика обращения с образующимися в АО «ПО ЭХЗ» очень низкоактивными радиоактивными отходами выстроена на применении классических методов переработки РАО.

Тем не менее это позволило достичь очень хороших результатов по полной очистке образующихся жидких технологических отходов от радионуклидов, с полным исключением дальнейшего образования ЖРО.

Немаловажен тот факт, что используемый метод переработки урансодержащих технологических растворов совершенно не затрагивает применяемые технологии возврата урана в производство, а влияет только на качество конечных жидких технологических растворов, образующихся от деятельности предприятия.

Проводимые в настоящее время на предприятии работы по дальнейшему совершенствованию методов очистки образующихся растворов позволяют с уверенностью говорить о больших перспективах выбранного направления обращения с РАО в АО «ПО ЭХЗ».

Литература

1. СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)».
2. *Трейбал Р.* Жидкостная экстракция. М.: Химия, 1966. 655 с.
3. Паспорт А.47.1001.000ПС. Пресс 300 кН. Зав. № 11-29. Год выпуска 2011.
4. *Ровинский Ф. Я., Иохельсон С. Б., Юшкан Е. И.* Методы анализа загрязнений окружающей среды. М.: Атомиздат, 1978. 163 с.

Сведения об авторах

Меркулов Сергей Анатольевич, заместитель главного инженера по ядерной, радиационной, экологической безопасности и охране труда АО «ПО ЭХЗ» (663690, г. Зеленогорск, Красноярский край, ул. Первая Промышленная, д. 1), e-mail: SeAMerkulov@rosatom.ru.

Паришуткин Сергей Викторович, ведущий инженер-физик, лаборатория радиационного контроля АО «ПО ЭХЗ» (663690, г. Зеленогорск, Красноярский край, ул. Первая Промышленная, д. 1), e-mail: maksimov@esr.ru.

Светашев Геннадий Олегович, начальник цеха регенерации АО «ПО ЭХЗ» (663690, г. Зеленогорск, Красноярский край, ул. Первая Промышленная, д. 1), e-mail: bogatovMB@esr.ru.

Библиографическое описание статьи

Меркулов С. А., Паришуткин С. В., Светашев Г. О. Переработка урансодержащих технологических растворов и технологии обращения с очень низкоактивными радиоактивными отходами, образующимися в АО «ПО ЭХЗ» // Радиоактивные отходы. 2019. № 4 (9). С. 101–105. DOI: 10.25283/2587-9707-2019-4-101-105.

PROCESSING OF URANIUM-BEARING PROCESS SOLUTIONS AND HANDLING TECHNOLOGIES FOR VERY LOW-LEVEL RADIOACTIVE WASTE GENERATED AT JSC «PA ECP»

Merkulov S. A., Parshutkin S. V., Svetashev G. O.

Joint Stock Company «Production Association “Electrochemical plant” (JSC “PA ECP”),
Zelenogorsk, Krasnoyarsk Region, Russia

Article received on June 25, 2019

The process of very low-level radioactive waste (VLLRW) generation and the procedure for handling VLLRW generated at Joint Stock Company “Production Association “Electrochemical plant” (JSC “PA ECP”) are described. Technical changes introduced into the VLLRW processing cycle are presented. VLLRW activity analytical control method is given.

Keywords: radioactive waste, very low-level radioactive waste (VLLRW), VLLRW generation, VLLRW compaction, VLLRW activity control, gamma-spectrometry.

References

1. SP 2.6.1.2612-10 Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiacionnoj bezopasnosti [Basic sanitary rules of radiation safety] (OSPORB-99/2010).
2. Trejbal R. *Zhidkostnaya ekstrakciya* [Solvent Extraction]. Moscow, Khimiya Publ., 1966. 655 p.
3. Pasport A.47.1001.000PS. Press 300 kN. Zav. № 11–29. God vypuska 2011. (In Russian).
4. Rovinskij F. Ya., Iokhel'son S. B., Yushkan E. I. *Metody analiza zagryaznenij okruzhayushchej sredy* [Methods of environmental pollution analysis]. Moscow, Atomizdat Publ., 1978. 163 p.

Information about the authors

Merkulov Sergey Anatolyevich, Deputy Chief Engineer for Nuclear, Radiation, Environmental and Occupational Safety, JSC “PA ECP” (1, Pervaya Promyshlennaya, Zelenogorsk, Krasnoyarsk Region, 663690, Russia), e-mail: SeAMerkulov@rosatom.ru.

Parshutkin Sergey Viktorovich, Leading engineer-physicist of the Radiation Control Laboratory, JSC “PA ECP” (1, Pervaya Promyshlennaya, Zelenogorsk, Krasnoyarsk Region, 663690, Russia), e-mail: maksimov@ecp.ru.

Svetashev Gennady Olegovich, Head of the Regeneration Division, JSC “PA ECP” (1, Pervaya Promyshlennaya, Zelenogorsk, Krasnoyarsk Region, 663690, Russia), e-mail: bogatovMB@ecp.ru.

Bibliographic description

Merkulov S. A., Parshutkin S. V., Svetashev G. O. Processing of uranium-bearing process solutions and handling technologies for very low-level radioactive waste generated at JSC “PA ECP”. *Radioactive Waste*, 2019, no. 4(9), pp. 101–105. DOI: 10.25283/2587-9707-2019-4-101-105. (In Russian).