

А.А. Стафинцов

*Белорусский национальный технический университет*

## **СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ЛОКАЛИЗАЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ**

*Научный руководитель –к.т.н., доцент И.Ч. Казьмирук*

Жидкие, твердые и газообразные радиоактивные отходы образуются в процессе эксплуатации ядерного энергоблока АЭС. Радиоактивные отходы (РАО) выступают также как побочный продукт эксплуатации природных ресурсов, включая добычу и переработку руд, сжигание ископаемого топлива или добыча природного газа и нефть [1]. Для обеспечения защиты здоровья человека и окружающей среды применяется общепринятая практика обращения с РАО. Значительные объемы как отработавшего ядерного топлива так и радиоактивных отходов получают при выводе ядерного энергоблока из эксплуатации. В период штатной работы энергоблока должна реализовываться концепция МАГАТЭ о гарантированной безопасности населения, персонала и окружающей среды. Жидкие радиоактивные отходы (ЖРО) образуются за счет протечек теплоносителя, при работе установок поддержания водно-химического режима контуров и спецводоочистки, а также при дезактивации оборудования, помещений и спецодежды, в саншлюзах и в радиохимических лабораториях.

Образование РАО варьируется по странам и территориям. Отходы могут влиять на здоровье человека и состояние окружающей среды, во всем мире уделяется большое внимание их безопасному обращению. Отходы по степени активности классифицируются на низко-, средне- и высокоактивные. По изотопному составу и периоду полураспада их подразделяют на короткоживущие, долгоживущие изотопы и трансурановые элементы.

Обработка является важным этапом в обращении с радиоактивными элементами. Для обращения с ЖРО предусмотрена система спецводоочистки. После фазы обработки ЖРО в данной системе отходы разделяют на две части, первая представляет собой концентрат небольшого объема, содержащий большую часть радионуклидов, а вторая (дистиллят) - большого объема, которая имеет низкую радиоактивность и позволяет использовать ее в производственных нуждах. В процессе переработки ЖРО образуются радиоактивные газы, которые требуют дезактивации. Работа установок по

переработке радиоактивных отходов приводит к накоплению вторичных ЖРО: сорбентов, пульп, регенерационных и промывочных растворов, которые также требуют переработки.

При эксплуатации АЭС с ВВЭР наблюдаются потери борной кислоты. Содержание солей борной кислоты в ЖРО АЭС с реакторами ВВЭР составляет до 50 % общего солесодержания.

Жидкие радиоактивные отходы хранятся на промплощадке АЭС, в хранилище жидких радиоактивных отходов и представляют собой высокоминерализованные растворы с солесодержанием 200-300 г/л, а также отработанные ионообменные материалы и сорбенты. Их жидкая фаза имеет щелочную реакцию и высокую окисляемость. Химический состав жидких отходов представлен, в основном, различными солями натрия.

Жидкие радиоактивные отходы ядерного энергоблока проходят предварительную очистку и обработку, затем перерабатываются на установках глубокого выпаривания, после чего отверждаются (иммобилизуются) — включаются в состав связывающих компонентов: битума, цементного раствора, стекла или керамики.

Жидкие радиоактивные отходы с высоким содержанием долгоживущих радионуклидов можно обрабатывать с использованием ионного обмена, сорбции, химического осаждения и испарения, обратного осмоса, фильтрации и экстракции растворителем.

К новейшим способам очистки ЖРО относится сорбционно-мембранная технология кондиционирования жидких радиоактивных отходов [2]. Сорбционно-мембранная технология кондиционирования жидких радиоактивных отходов с отверждением в водоустойчивый минералоподобный компаунд охватывает полный цикл обращения с ЖРО от переработки до окончательной изоляции от биосферы, является экологически безопасной.

Еще одним способом очистки является сорбционное извлечение радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  тонкодисперсными минеральными сорбентами в статических.

Разработана новая технология селективного отделения долгоживущих радионуклидов и частичного рециркуляции борной кислоты из кубового остатка испарителя. Разработанная система очистки ЖРО показала хорошее селективное отделение  $^{137}\text{Cs}$  от высококонцентрированных солей и сильно щелочного кубового остатка испарителя.

Постоянное внимание уделяется исследованиям по удалению радионуклидов кобальта ( $^{60}\text{Co}$ ), цезия ( $^{137}\text{Cs}$ ) и стронция ( $^{90}\text{Sr}$ ).

Новые технологии, такие как непрерывная электроионизация для растворимых щелочных радионуклидов нуждается в обосновании экономической целесообразности.

МАГАТЭ активно занимается оказанием помощи государствам-членам в деле безопасного обращения с радиоактивными отходами в целях защиты населения и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Интернет-ресурс: <https://infourok.ru/obrabotka-zhidkih-radioaktivnyh-othodov-obzor-5593107.html> дата обращения: 01.05.2023;
2. Интернет-ресурс: <https://www.ippe.ru/nuclear-power/radioactive-waste-fuel/104-membrane-processing-liquid-radioactive-waste> , дата обращения 10.05.2023.
3. Синтез гибридных полимер-неорганических наносистем и их флокулирующие свойства | 2012 / Проскурина В. Е., Тухватуллина Р. З., Фаизова Р. Р., Громова Е. Ю., Галяметдинов Ю. Г.
4. Влияние рН на флокуляцию водно-солевых суспензий TiO<sub>2</sub> гибридными полимер-неорганическими наносистемами 2013 / Проскурина В. Е., Тухватуллина Р. З., Громова Е. Ю., Фаизова Р. Р., Шаброва Е. С., Галяметдинов Ю. Г.

УДК 621.1.016:536.2

Р.М. Колпаков, И.Д. Лохан, А.А. Сахарчук

*Белорусский национальный технический университет*

### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА СКОРОСТНОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ ЗАГОТОВОК ИЗДЕЛИЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

*Научные руководители профессор, д.т.н. И.В. Качанов, ассистент  
С.А. Ленкевич*

Деформирование, применяемых в медицине, коррозионностойких сталей, титана и его сплавов в холодном состоянии зачастую связано с большими трудностями, главное из которых – необходимость применения мощного оборудования из-за большого сопротивления сплавов деформированию. Эти трудности в значительной степени устраняются при применении импульсной обработки давлением.

Особенно значительные преимущества для титановых сплавов имеет применение скоростного горячего объемного деформирования на высокоскоростных установках или молотах.