

# ПРОБЛЕМА ИММОБИЛИЗАЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ И ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Кузоро В.Б.<sup>1</sup> Новоселов И.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АО Атомтехэнерго, 141011, Россия, г. Мытищи, ул. Коммунистическая 23

<sup>2</sup>Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: infi24ity@gmail.com

Радиоактивные отходы (РАО) образуются в основном в рамках деятельности, связанной с работой ядерных энергетических, промышленных, исследовательских реакторов и реакторов ядерных силовых установок. В процессе их работы, с одной стороны, нарабатываются высокоактивные продукты деления и актиноиды, а с другой стороны, активируются различные конструкционные элементы. Первоначально подавляющая часть активности сосредоточена в отработавшем ядерном топливе (ОЯТ), а также в активированной части конструкций ядерных установок.

В различных странах проводится разная политика обращения с ОЯТ. В некоторых странах ОЯТ, после выгрузки из реактора, поступает на временное хранение, затем на промежуточное хранение и в перспективе на длительное хранение и захоронение. Эта политика соответствует открытому ядерному топливному циклу, и в ее рамках ОЯТ в основном рассматривается, как РАО [1].

По действующим технологическим схемам, РАО и отходы переработки ОЯТ (ОП ОЯТ) выпариваются и после добавления необходимых химических реагентов направляются на операции кальцинации, остекловывания (витрификации), цементирования и т.д. с последующим захоронением [2]. Применяемые технологии иммобилизации имеют ряд существенных недостатков.

Одним из основных процессов отверждения РАО является кальцинация. Кальцинат представляет собой продукт, полученный из жидких РАО путем удалением из них летучих компонент: воды и нитратов. Процесс происходит при температурах 400 °С – 900 °С. Основная проблема: полученный кальцинат не является химически устойчивым материалом из-за своей рыхлой структуры и химической непрочности некоторых оксидов.

В России в промышленном масштабе применяется остекловывание РАО и ОП ОЯТ. После выпарки в эти отходы добавляются химические реагенты (силикаты, фосфаты, бораты) и смесь направляется на операцию витрификации. Такие процессы, как правило, многостадийны, экологически небезопасны, требуют значительных энергозатрат и существенных объемов химических реагентов.

Включение в цемент – один из основных методов иммобилизации как гомогенных, так и гетерогенных отходов. Причина широкого распространения цементирования – негорючесть и отсутствие пластичности у отвержденного продукта, а также простота осуществления процесса смешивания концентрата отходов с цементом. Цементирование имеет ряд существенных недостатков: сравнительно невысокая степень включения отвержденных компонентов в цемент, что приводит к увеличению объема продукта; значительная вымываемость из цемента включенных в него компонентов; наличие большого количества воды в отвержденном продукте. При большом количестве солей в цементе его прочность заметно снижается, что приводит к опасности раскалывания блоков при транспортировке.

На сегодняшний день одним из перспективных методов иммобилизации РАО и ОП ОЯТ является плазменная иммобилизация в расплавах солей хлоридов металлов (например, кальция или натрия), предлагаемая авторами. В результате образуется субстанция, стойкая к радиационному облучению. Несомненными достоинствами такой технологии можно назвать уменьшение стоимости иммобилизации за счет сокращения количества предельных операций, объема емкостного оборудования, затрат химических реагентов, энергозатрат.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрюшин И.А., Юдин Ю.А. Обзор проблем обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом. – Саров, 119 с.
2. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007 – 448 с.