

# Источники образования радиоактивных отходов. Методика хранения и захоронения

Гайдуков Ю.В.  
Группа: ТА-801  
Факультет: МТ

В настоящее время на атомных электростанциях (АЭС) в процессе эксплуатации и производства ремонтных работ накопилось значительное количество твердых радиоактивных отходов (ТРО), в состав которых входит отработавшее гарантийный срок оборудование, материалы, элементы конструкций, спецодежда, строительные отходы, отходы теплоизоляционных волокнистых материалов и др.

С выводом энергоблоков атомных станций из эксплуатации количество радиоактивных отходов возрастет многократно. Их хранение связано со значительными затратами и приводит к определенному риску воздействия на окружающую среду и человека в случае аварийной ситуации.

## *Источники образования твердых радиоактивных отходов*

В зависимости от вида деятельности, в результате которых образовались и локализованы радиоактивные отходы, они могут быть отходами:

- атомных электростанций (в т. ч. при снятии их с эксплуатации);
- предприятий уранодобывающей и перерабатывающей промышленности;
- производства и использования радионуклидов вне ЯТЦ (ядерно топливный цикл): в промышленности, научных, медицинских и других учреждениях;
- дезактивации объектов и территорий, которые были загрязнены в результате аварий.

Параметр	Единицы измерения	Группа ТРО		
		низкоактивные	среднеактивные	высокоактивные
I	мЗв/ч	1Ч10-4 ÷ 0,3	0,3 ÷ 10	более 10
	мР/ч	0,1 ÷ 30	30 ÷ 1000	более 1000
II	(бета-излуч.) Бк/кг	<u>7,4Ч104 ÷</u> <u>3,7Ч106</u>	<u>3,7Ч106 ÷</u> <u>3,7Ч109</u>	более <u>3,7Ч109</u>
		2 - 100	<u>100 - 1Ч105</u>	Более <u>1Ч105</u>
	(альфа-излуч.) Бк/кг	7,4Ч103 ÷ 3,7Ч105	3,7Ч105 ÷ 3,7Ч108	более <u>3,7Ч108</u>
		0,2 - 10	10 - <u>1Ч104</u>	более <u>1Ч104</u>
III	бета-част/см2мин	<u>5Ч102 ÷</u> <u>1Ч104</u>	<u>1Ч104 ÷</u> <u>1Ч107</u>	более <u>1Ч107</u>
		<u>5 ÷ 1Ч103</u>	<u>1Ч103 ÷</u> <u>1Ч106</u>	более <u>1Ч106</u>

## ***Классификация твердых радиоактивных отходов***

– первый параметр: мощность дозы гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от их поверхности превышает 1 мкЗв/ч (100 мкР/ч);

– второй параметр: удельная активность для б-излучателей превышает 7,4 Ч104 Бк/кг (74 кБк/кг), для а-излучателей превышает 7,4 Ч103 Бк/кг (7,4 кБк/кг);

– третий параметр: фиксированное поверхностное загрязнение превышает для б-излучателей 500 б-частиц/см<sup>2</sup> Чмин, а для а-излучателей - 5 а-частиц/см<sup>2</sup>Чмин. определяемых с площади 100 см<sup>2</sup>. [2]

К высокоактивным твердым отходам относят оболочки и конструкционные материалы ТВС (тепловыделяющая сборка), а также нерастворимые вещества, отделенные от растворов топлива декантацией, центрифугированием или фильтрацией. По физическим характеристикам твердые радиоактивные отходы можно подразделить на следующие группы:

- прессуемые - одежда, резина, пластикаты, теплоизоляция, бумага, фильтры;
- непрессуемые - дерево, фильтры - рамки, трубопроводы, стекло, инструменты, трубы, вентили, бетонные блоки;
- сжигаемые - бумага, дерево;
- металлические.

## *Обращения с металлическими отходами, загрязненными радиоактивными веществами*

Обращение с МОЗРВ на объектах атомной энергетики и промышленности в настоящее время сводится, главным образом, к размещению (захоронению) в хранилищах различного типа, как правило, вместе с другими твердыми радиоактивными отходами (ТРО) или хранению на открытых площадках, прежде всего, крупногабаритного оборудования.

К основным недостаткам в области обращения с МОЗРВ (металлические отходы загрязнённые радиоактивными веществами) можно отнести следующие: - большая часть накопленных и вновь образующихся отходов не перерабатывается; - многие инженерные сооружения не обеспечивают безопасное хранение не переработанных отходов; - отсутствует эффективная система учета и контроля за образованием и хранением отходов; - нет систематизированного и полного пакета нормативно-технических документов, регламентирующих единый порядок безопасного обращения с МОЗРВ на всех стадиях переработки и утилизации.

## *Основные методы переработки твердых радиоактивных отходов*

### **2.1. Сортировка**

Основной задачей сортировки ТРО (твердых радиоактивных отходов) по виду материала является подготовка их к переработке (прессованию, сжиганию, дезактивации). ТРО первой группы активности (низкоактивные) по виду материала сортируются на:

дезактивируемые металлические отходы (металлические отходы с относительно гладкой поверхностью);

сжигаемые (текстиль, дерево, бумага, пластикат, пластмасса, резина и пр.);

прессуемые отходы, не проходящие предварительного прессования (бетон, кирпич, строительный мусор, шлам, песок, лампы накаливания, стекло, поранит, материалы огневой защиты кабелей, металл и пр.);

прессуемые отходы, подвергающиеся предварительному прессованию (теплоизоляционные маты, и пр.).

В целях обеспечения принципов ALARA (As Low As Reasonably Achievable) упаковки с отходами второй и третьей групп активности без сортировки по виду материала загружаются в ячейки хранилища ТРО на временное хранение.

## Цементирование

Цементирование - используется, прежде всего, для кондиционирования сыпучих ТРО (зола после сжигания РАО и др.). Обеспечивает включение ТРО в состав цементной матрицы. Обычно используется совместное цементирование ТРО и ЖРО. Может реализовываться как при смешении твердых компонентов с водой, так и пропиткой высокопроницаемым цементным раствором первичных упаковок с ТРО.



## **Прессование**

Прессование - используется для уменьшения объема прессуемых ТРО (теплоизоляция, отработанные фильтры газоочистки, смешанные отходы и др.). Прессование обычно происходит в 100 или 200 литровых бочках.

## Сжигание

Сжигание - используется для значительного уменьшения объема сжигаемых органических ТРО (ветошь, органические остатки, илы и др.). Большинство существующих печей также позволяют сжигать органические ЖРО. Разработано большое количество конструкций печей, температура сжигания варьируется от 800 до 17000С (плазменная технология). Плазменная технология позволяет также сжигать смешанные ТРО со значительным количеством негорючих РАО. Недостатком данного метода является необходимость тщательной очистки отходящих дымовых газов, что повышает стоимость переработки.

## Плавление

Плавление (переплавка) - используется для уменьшения объема загрязненной теплоизоляции (до 100 раз), либо для очистки металлических РАО, загрязненных незначительными количествами радиоактивных веществ.

Основными стадиями в комплексе мероприятий по переработке и утилизации металлических РАО являются разделка и фрагментация загрязненного оборудования, глубокая малоотходная дезактивация, переплавка металла под слоем специальных рафинирующих флюсов и контроль радиоактивной загрязненности на всех стадиях переработки.

Экологическая и экономическая целесообразность использования переплавки в качестве способа обращения с металлическими РАО подтверждена использованием этой технологии зарубежными специализированными предприятиями, многие из которых начали промышленные плавки загрязненных металлов в конце 80-х годов прошлого столетия. Их деятельность показывает, что переработка металлических РАО, накопленных и образующихся в ядерном секторе, - экологически безопасный, общественно значимый, востребованный и имеющий перспективу развития вид деятельности.