

# Обращение с РАО

Выполнил студент 461 группы  
Ильин Антон

# Введение

Радиоактивные отходы образуются на всех этапах ЯТЦ и, несмотря на специфику каждого этапа ЯТЦ (добыча, фабрикация, переработка, эксплуатация и т. д.), с точки зрения образования РАО проблему обращения с ними можно выделить как самостоятельную ввиду ее важности и сложности.

# Кондиционирование и Захоронение

С технической точки зрения и с точки зрения обеспечения безопасности наиболее сложными и «ответственными» являются две последние стадии обращения с РАО – *кондиционирование* и *захоронение*.

**Кондиционирование** – РАО состоит из операций, в процессе которых они переводятся в форму, обладающую химической, термической и радиационной устойчивостью и сохраняющую стабильность в процессе перемещения, перевозки, хранения и захоронения. В качестве матричных материалов для иммобилизации РАО используют органические (битум, полимеры), неорганические (цемент, стекло, керамика, стеклокерамика), металлические и композиционные материалы, состоящие из нескольких матриц. В настоящее время наиболее распространенными методами иммобилизации являются отверждение ЖРО низкого и среднего уровней активности путем включения их в цемент или битум, а также помещение высокоактивных ЖРО в стеклянную матрицу (остекловывание).

**Захоронение** – заключительная стадия обращения с РАО, заключающаяся в их локализации в специально оборудованном хранилище-могильнике. Захоронение предусматривает создание многобарьерной системы изоляции, т. е. сооружения вокруг РАО системы естественных инженерных барьеров, препятствующих выходу радионуклидов в окружающую среду. Различают газовые (ГРО), жидкие (ЖРО) и твердые (ТРО) радиоактивные отходы.

# Газовые радиоактивные отходы

Под ГРО понимают газы, газовоздушную среду и аэрозоли, загрязненные радионуклидами, которые не подлежат дальнейшему использованию.

Существует два принципиально разных способа обращения с ГРО: *дисперсия* и *удержание*.

**Дисперсия** – это преднамеренный выброс ГРО в окружающую среду с последующим их разбавлением воздухом до уровня значительно ниже допустимой объемной активности для населения.

**Удержание** – создание барьеров вокруг РАО для предотвращения их выхода в окружающую среду. В этом режиме осуществляется значительная временная задержка радионуклидов перед их выбросом в окружающую среду, в результате чего короткоживущие радионуклиды распадаются.

# Жидкие радиоактивные отходы

Для очистки жидких РАО в настоящее время существует много методов . Выбор того или иного метода определяется радионуклидным и химическим составом ЖРО, их количеством, уровнем радиоактивности и требуемой степенью очистки. Большинство методов очистки ЖРО, содержащих долгоживущие радионуклиды, предусматривает их извлечение и концентрирование в малых объемах с последующим надежным захоронением. Существует большое количество различных методов переработки ЖРО: фильтрация, упаривание (дистилляция), сорбция, химическое осаждение, ионный обмен, микро и ультрафильтрация, обратный осмос, электродиализ, электрокоагуляция и др. Большое распространение при переработке САО (среднеактивные отходы) и ВАО (высокоактивные отходы) получил метод упаривания в силу своей простоты и эффективности.

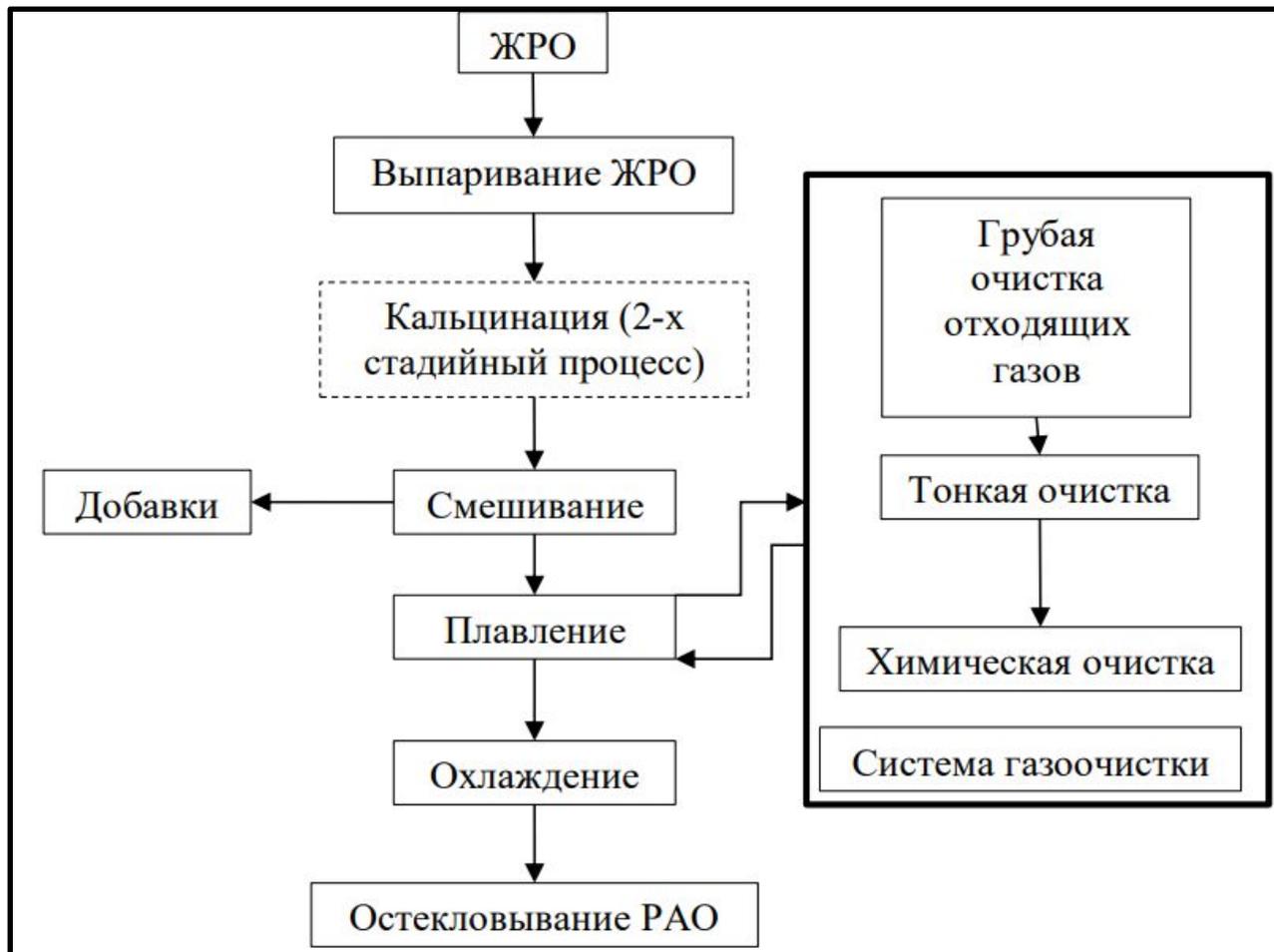
# Жидкие радиоактивные отходы

В результате переработки ЖРО их концентраты (кубовые остатки, пульты) переводят в твердые формы. При этом к отвержденным отходам предъявляют следующие требования: высокая химическая стабильность, однородность отвержденного материала, низкая скорость выщелачивания радионуклидов, термическая и радиационная стойкость, гарантирующая отсутствие выделения газообразных продуктов, механическая прочность и ядерная безопасность. Выбор матричного материала и технологии отверждения зависит от химического и радионуклидного состава отходов, удельной активности и условия последующего хранения и захоронения.

# Жидкие радиоактивные отходы

Битумирование и цементирование широко используются для отверждения низко и среднеактивных ЖРО, в то время как для ВАО основным способом переработки является остекловывание. Благодаря высоким температурам варки и аморфной структуре стекла, оно является химически стабильным материалом в течение сотен и тысяч лет, практически нерастворимым в воде, сравнительно устойчивым к радиационному воздействию. Наибольшее распространение для иммобилизации ЖРО получили боросиликатные стекла, основу которых составляет кремниево-кислородный трехмерный каркас, а бор играет роль модификатора, понижающего температуру варки и увеличивающего прочность стекла. Принципиальная схема технологии остекловывания ЖРО показана на рисунке

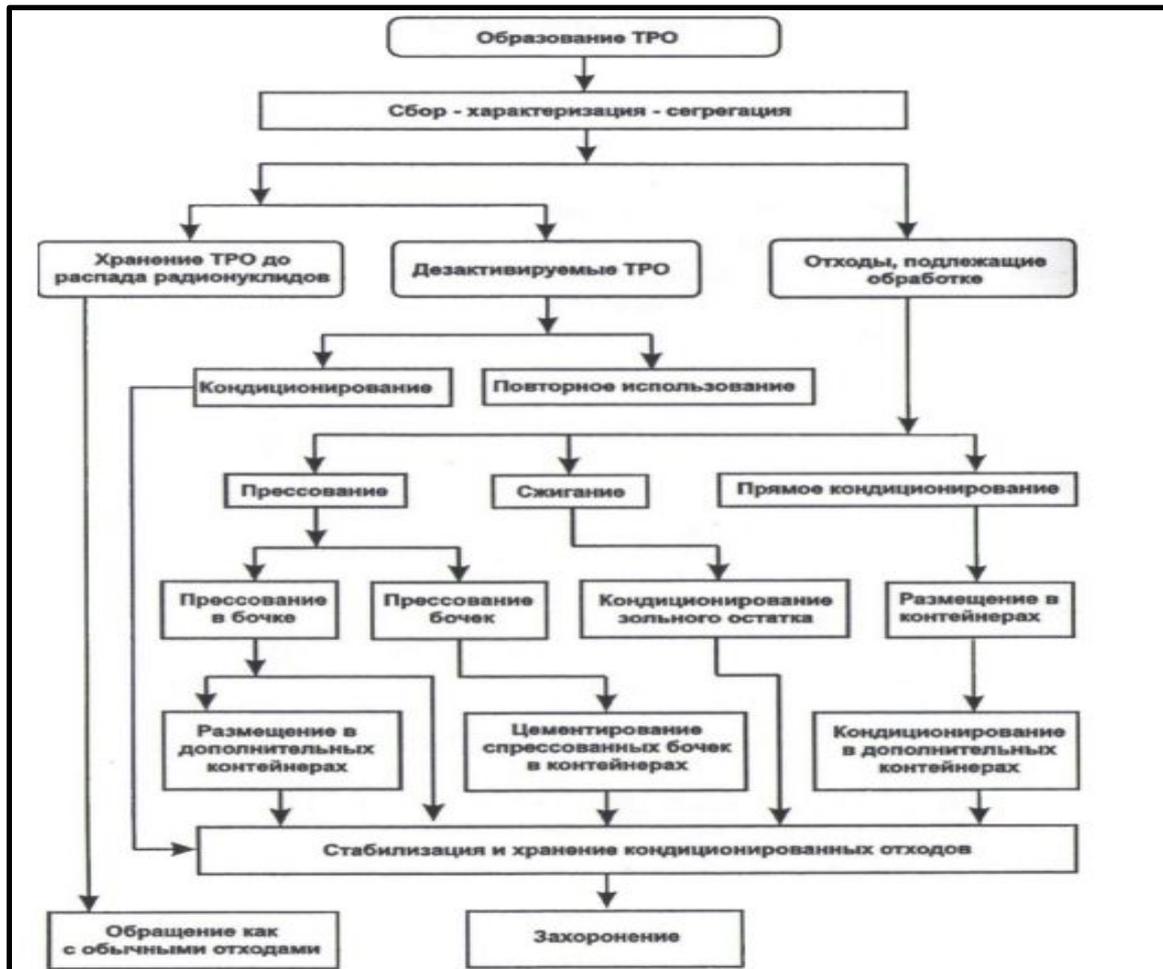
# Принципиальная схема технологии остекловывания ЖРО



# Твердые радиоактивные ОТХОДЫ

- В стратегии обращения с ТРО можно выделить два основных направления: обработку с целью уменьшения их объема и прямое кондиционирование путем упаковывания в контейнеры. Каких-либо принципиальных трудностей при обращении с ТРО в настоящее время нет. Используемые технологии прессования, сжигания и кондиционирования ТРО показали свою надежность и эффективность.

# Твердые радиоактивные ОТХОДЫ



# Захоронение РАО

Захоронение является окончательной фазой обращения с РАО и во многом схоже с захоронением ОЯТ, в частности, глубиной геологического захоронения ВАО. Принципиально различают два типа захоронения РАО: приповерхностное и захоронение в глубоких геологических формациях. Так как приповерхностное хранение не может гарантировать непопадание РАО в зону деятельности человека и безопасность и есть риск, обусловленный внешним облучением при различных аварийных ситуациях экологического (землетрясение), технологического (падение самолета) или военного происхождения, все более актуальным становится глубинное геологическое захоронение.

# Вывод

1. Состояние дел в области обращения с РАО в настоящее время нельзя считать удовлетворительным, и тому есть несколько причин. Отсутствует приемлемая во всех отношениях (безопасность, экономика, экология, нераспространение) технология переработки ОЯТ, что влечет за собой, с одной стороны, увеличение количества ОТВС с «отложенным» решением, а с другой стороны, существующая технология переработки ОЯТ на основе PUREX-процессов является источником большого объема ЖРО. Без эффективного решения проблемы обращения с минорактиноидами и трансуранами, содержащимися в ОЯТ, считается необходимым надежно захоранивать их на сроки до ~ 105 лет, что вообще-то труднодоказуемо.
2. В качестве наиболее надежной и безопасной рассматривается технология глубинного геологического захоронения РАО, которая во многих странах разрабатывается параллельно с подобными технологиями захоронения ОЯТ. Если будет разработана и в промышленных масштабах реализована технология глубинного захоронения ОЯТ, то это будет автоматически означать, что существует подобная технология захоронения РАО. Остается вопрос экономической приемлемости такой технологии.
3. Глубинное закачивание ЖРО в геологические формации в настоящее время практикуется в промышленных масштабах только в России – полигоны в НИИАР, г. Димитровград, СХК, г. Северск и ГХК, г. Железногорск. В будущем такой способ захоронения РАО не рассматривается.