

Радиоактивные отходы (РАО) – любые вещества или материалы находящиеся в газообразном, жидком и твердом (отвержденном) агрегатном состоянии, не пригодные к дальнейшему использованию и содержащие радионуклиды в количествах, превышающих установленные действующими нормами и правилами. Радиоактивные отходы образуются в ходе ядерного топливного цикла и при использовании ядерных материалов (использование радиоактивных изотопов в медицине, научных исследованиях и промышленности). РАО имеют классификацию по различным признакам: по агрегатному состоянию (жидкие и твердые), по удельной активности (интенсивности излучения), по составу (виду) излучения, по времени жизни (периоду полураспада $T_{1/2}$). Важно отметить, что они делятся в зависимости от периода полураспада радиоактивных элементов: на короткоживущие ($T_{1/2}$ < 1 года); среднеживущие (1 год < $T_{1/2}$ < 100 лет) и долгоживущие ($T_{1/2}$ > 100 лет). На всех этапах обращения с радиоактивными отходами необходимо сводить к минимуму загрязнение окружающей среды, поэтому в настоящее время предусматриваются специальные меры обращения с ними: хранение, захоронение, переработка РАО. Самой актуальной проблемой является проблема безопасного захоронения. Способы захоронения радиоактивных отходов зависят от их удельной активности, в первую очередь агрегатного состояния и габаритов. Перед захоронением, как правило, РАО подвергают той или иной переработке. Одной из основных задач переработки РАО является уменьшение их объема, что облегчает их транспортирование и последующую изоляцию от окружающей среды. С этой целью твердые РАО прессуют. Это позволяет уменьшить их объем от двух до восьми раз. Для более надежной фиксации радиоактивных веществ, все спрессованные отходы цементируют или битумируют в блоки и направляют в специальные могильники. Что сегодня является наиболее безопасным и эффективным решением проблемы окончательного захоронения отходов. Их размещают на глубине не менее 300-500 м в глубоких геологических почвах с соблюдением принципа многобарьерной защиты, а так же переводом жидких радиоактивных отходов в отвержденное состояние. Вместительными РАО могут служить три типа горных пород глины (аллювий), каменная соль, скальные породы (гранит, базальт, порфирит). Все эти породы имеют широкое распространение, достаточную площадь и мощность слоев. Пункт захоронения должен быть окружен зоной отчуждения, за границами которой активность радионуклидов никогда не достигает опасного уровня. На поверхности эта зона носит название санитарно-защитной зоны. Глубокое геологическое захоронение в подземных хранилищах в устойчивых геологических формациях (этот метод так же называют многобарьерной концепцией) появилось в результате того, что некоторые из отходов продолжительное время остаются радиоактивными. Изоляция в нем обеспечивается комбинацией естественных и инженерных барьеров. Следующий вариант - приповерхностное захоронение с инженерными барьерами и без них.

Так же используют вариант плавления горной породы, которая расположена глубоко под землей. Этот метод заключается в том, чтобы произвести твердую, устойчивую массу или ввести отходы в разбавленной форме в породу. Для жидких РАО используют подход прямого закачивания. Оно могло быть использовано для любого типа РАО, если они будут преобразованы в раствор или гидросмесь. Перечислим другие способы захоронения РАО: удаление в море и морское дно, удаление в зоны подвижек, захоронение в ледниковые щиты, а так же отдаление в космическое пространство. Теперь рассмотрим проблемы системы обращения с радиоактивными отходами в России и возможные пути решения, при этом важно учитывать множество факторов, т.к. это проблема является многогранной и сложной. Анализ нормативной базы РФ показал, что в ней отсутствуют документы, формулирующие основы государственной политики в сфере обращения с РАО, порядок согласования и принятия решений по расположению пунктов захоронения РАО, предельные объемы и сроки временного хранения различных РАО, а также методы оценки безопасности объектов окончательной изоляции и получения изначальных данных для проведения этих оценок, а также целый ряд других не мало важных моментов. Кроме того, действующие документы содержат разногласия и непременно требуют доработки. Существующая классификация РАО (по уровню активности) не содержит указаний по требуемым срокам изоляции отходов от биосферы и способам их захоронения. Хотелось бы отметить существующий безрезультативный подход к обращению с РАО. В результате принято решение, что все образующиеся отходы следует хранить в течение 30-50 лет с возможностью продления срока хранения. Однако опыт показывает, что данный путь не ведет к безопасному решению проблемы и тем самым перекладывает окончательное решение проблемы на плечи будущего поколения. Альтернативой является введение принципа окончательной изоляции отходов. Учитывая климатические условия России, более безопасной является подземная изоляция отходов. Имеющаяся обстановка осложняется используемыми до недавнего времени на хранилищах предприятий – источников образования РАО, как правило, "навальным" расположением твердых радиоактивных отходов. Пункты хранения РАО создавались с учетом специфики работы предприятий и используемых на них технологий, вследствие этого практически отсутствуют решения по изоляции отходов. Планами хранилищ не предусматривались решения по выводу их из эксплуатации и последующей реабилитации территорий. Все это очень затрудняет определение радионуклидного и химического состава хранящихся отходов и отчасти делает невозможным их извлечение. В отрасли нет типовых решений переработки и подготовки отходов к захоронению. Те технологии переработки и кондиционирования отходов, которые создавались на предприятии с учетом специфики образующихся на них, в большинстве случаев не являются универсальными. Весь комплекс проблем

связанных с обращением отходов приводит к необходимости модернизации действующей системы в России. В заключении можно сделать вывод, что наиболее реальным перспективным способом переработки радиоактивных отходов является их захоронение геологической среде. Достаточно сложная экономическая ситуация в России не позволяет использовать другие дорогостоящие способы захоронения, в промышленных масштабах. Поэтому важной задачей геологических исследований будет исследование оптимальных геологических условий для безопасного захоронения отходов.