

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ АЭС

Поляков В.И., ДИТУД, УлГТУ, г. Димитровград, Россия

e-mail: vip2033@vinf.ru

Принципы обращения с радиоактивными отходами (РАО), заложенные в период гонки вооружений, когда при выделении целевого продукта в отходы выбрасывались все остальные химические элементы, остались неизменными. Не соответствуют экологическим правилам определение РАО («не предназначенные для дальнейшего использования вещества...») и концепция окончательного их захоронения («безопасного размещения без намерения последующего их извлечения»). Следует учесть, что 550 млн. т, накопленных в прошлом веке РАО активностью  $8,5 \cdot 10^{19}$  Бк, содержат менее 26 т радиоактивных атомов, а остальное - не радиоактивные химические элементы. Кто гарантирует, что эти «отходы» через 50-100 лет не будут востребованы промышленностью?

Технологии обращение с РАО: дезактивация, остекловывание, цементирование, транспортировка, хранение и захоронение тратят энергию и средства на увеличение энтропии в биосфере и распространение радионуклидов. В атомной энергетике следует применить принципы замкнутости природных циклов. Уже разработаны технологии получения драгметаллов и радионуклидов из РАО, извлечения  $^{235}\text{U}$  и других элементов из «хвостохранилищ». Необходима утилизация отходов и создание «техногенных месторождений» вместо «техногенных помоек». Для реализации предложенной автором концепции «Не РАО, а СМАК – (сырьевой материал атомного комплекса) и отходы - в доходы» необходимы корректировка понятий, законов и нормативных документов, изменение организации сбора и хранения отходов. Технологии обращения с СМАК предполагают: минимизацию объёмов, разделение потоков разных по химическому составу продуктов, их классификацию в местах производства, раздельное хранение в соответствии с классами ядерной, радиационной, токсической и пожарной опасности.

Особенно экологически и экономически не обоснованы требования к обращению с жидкими РАО по их обязательному отверждению и трём барьерам безопасности с временем жизни больше, чем у радионуклидов. Это требование не выполнимо для РАО, но выполнимо для СМАК, срок хранения которых ограничен, и возможно создание техногенных месторождений в глубинных горизонтах.

Недра планеты способны удерживать без распространения различные вещества, сохраняя стабильность своих структур миллионы лет. Изоляция в недрах любых ксенобиотиков, включая радиоактивные, – природоохранная технология возврата остатков минеральных ресурсов. Термин «захоронение» радиоактивных и других токсикантов должен быть

исключён из законов и нормативных правил, так как они в Природе не обезвреживаются и должны оставаться под контролем.

Безопасность долговременной изоляции токсичных веществ в геологических формациях подтверждает длительный опыт использования этой технологии в мире: в России действуют 17 глубоких хранилищ, в США – 560 нагнетательных скважин, их сотни в Европе, Азии, Австралии, на морских платформах добычи нефти. Технология глубинной изоляции предлагает нагнетание жидкости через буровые скважины в пласты проницаемых пород на глубинах от сотен до 2000 метров, изолированные от поверхности многослойными породами, в частности, глинистыми. Поглощающая способность пластов-коллекторов и низкая проницаемость покрывающих слоёв служат надёжными барьерами безопасности. Подобное природно-техническое сооружение может существовать тысячелетия и не может быть разрушено даже при боевых действиях.

Затраты на сооружение глубоких хранилищ и эксплуатационные расходы в сотни раз меньше, чем при отвердении жидких РАО. Стоимость подготовки и закачки жидких РАО менее 300 руб/м<sup>3</sup>, а мировые цены переработки и хранения составляют 3 - 25 тыс. долл./м<sup>3</sup>.

При снятии с эксплуатации АЭС объем переработанных отходов составит 20 000 м<sup>3</sup> на блок и стоимость их удаления - 200 млн. долларов. Демонтаж установки, то есть процесс разрушения физических барьеров безопасности, увеличит стоимость до 0.5-1 млрд. долларов. Вместо разрушения труб и стен экологичнее укрепить эти барьеры. После удаления топлива необходимы технологии с минимум дезактивации и разделки оборудования, его фиксация барьерами безопасности, формирование в здании техногенного месторождения металлов, а теплоноситель и дезактивационные воды удалить в глубинные пласты-коллекторы.

Выбор места строительства АЭС в оптимальных для применения этой технологии геологических условиях повысит экологическую безопасность и позволит сэкономить миллиарды рублей при проектировании, строительстве, работе и снятии с эксплуатации.