

## **ОСНОВЫ МЕТОДИКИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ КОНСЕРВАЦИИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ТОКСИЧНЫХ И РАДИОАКТИВНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ**

*В.И. Сергеев, Т.Г. Шимко, М.Л. Кулешова, Н.Ю. Степанова, Н.Н. Данченко, ЛОГС*

Развитие промышленности в России сопровождается необходимостью размещения все возрастающих объемов токсичных и радиоактивных (РАО) отходов. Одним из важнейших компонентов окружающей среды являются водные ресурсы. Размещение отходов в геологической среде может вести, прежде всего, к загрязнению первого водоносного горизонта.

На промышленных предприятиях образуются отходы трех видов: твердые, жидкие и смешанные. Жидкие отходы, содержащие токсичные и радиоактивные компоненты, представляют наибольшую опасность для водных ресурсов в районе их размещения. Наши исследования касаются именно этого вида отходов. Они направлены на разработку способов снижения их влияния на окружающую среду путем консервации, позволяющей также осуществлять транспортировку отходов к обустроенному месту захоронения.

В качестве объекта исследований были выбраны жидкие радиоактивные отходы (ЖРО), хранящиеся в настоящее время в металлических и бетонных емкостях большого объема на некоторых объектах Росатома. Анализ возможного воздействия ЖРО, хранящихся в таких емкостях на протяжении десятилетий определил необходимость разработки методики и мероприятий, предотвращающих загрязняющее воздействие этих емкостей на подземные воды. Возможность такого воздействия от металлических конструкций определяется ржавлением в результате длительной эксплуатации, и, соответственно, утечками ЖРО. Бетонные конструкции для хранения ЖРО, часть из которых были сооружены более 50 лет назад, также могут представлять источник загрязнения подземных вод, так как используемые в те годы бетонные материалы иногда имели коэффициент фильтрации около 0,01 м/сут.

Разработка надежных мероприятий по предотвращению загрязняющего воздействия емкостей ЖРО большого объема требует решения целого ряда инженерно-геологических и гидрогеологических вопросов, связанных с созданием надежных защитных экранов.

Предлагаемая принципиально новая методика предотвращения загрязняющего воздействия ЖРО в емкостях большого объема основана на переводе всей массы отходов в пастообразное состояние, что исключит выход радионуклидов за пределы емкости.

Перевод в пастообразное состояние осуществляется путем введения в емкость с ЖРО порошка бентонитовой глины в качестве консерванта. Результаты выполненных исследований показывают, что изменение соотношения консерванта (бентонита) и ЖРО

позволяют изменять время перехода бентонитовой суспензии в пасту от нескольких часов до нескольких суток. Установлено, что формирующаяся паста может переводиться обратно в бентонитовую суспензию путем вибрационного воздействия.

Эффективность использования такого способа консервации определяется следующими результатами исследований.

1. Установлено, что коэффициент фильтрации сформированной пасты не превышает  $10^{-5}$  м/сут, что при максимально возможных градиентах исключает фильтрацию воды через пасту.

2. Количество бентонита, вводимого в ЖРО, суммарно обладает поглощающей способностью в отношении радионуклидов, во много раз превышающей их количество в объеме емкости хранения отходов.

3. Проницаемость бетона при самом высоком коэффициенте фильтрации исключает возможность суффозии частиц бентонита, поглотивших радионуклиды.

4. Нарушение герметичности металлических конструкций в результате ржавления также не приведет к выносу бентонитовых частиц за пределы первоначального контура защитных сооружений, т.к. вокруг емкости предусматривался защитный экран из малопроницаемых отложений.

Рассмотренные принципиальные основы методики консервации должны уточняться в ходе дальнейших исследований для внедрения в практику. Эти исследования должны дать ответ на вопрос о влиянии состава, концентрации и формы нахождения радионуклидов в РАО на процесс формирования пасты.

Представленные основы методики консервации, рассмотренные на примере участков размещения ЖРО, в полной мере могут быть использованы при решении аналогичных проблем с размещением отходов, содержащих другие виды загрязнителей.

Использование предлагаемой методики консервации позволит решить и проблему транспортирования опасных отходов в специально подготовленные места их размещения или захоронения. После приведения пасты в состояние жидкой суспензии путем приложения вибрационного воздействия, она может перекачиваться в емкости для транспортирования. Транспортирование к новому месту захоронения может осуществляться после перехода суспензии в пасту.