УДК 621.039.7:504; 624.12

О.С.КАЛЕДИН
Московский государственный горный университет

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОЙ ИЗОЛЯЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Сформулированы требования к технологии изоляции радиоактивных отходов в отработанном подземном пространстве, а также основные проблемы создания наиболее безопасной технологии захоронения отходов, которая обеспечивала бы сохранность могильника и его биологическую безопасность в отдаленном будущем, вплоть 300-летнего срока сохранения отходами экологической опасности. Проектирование и строительство подземных хранилищ должно производиться так, чтобы после закрытия хранилища в будущем не возникла необходимость каких-либо работ по поддержанию сооружения или его ремонту. Таким образом, одна из основных проблем – прогнозирование поведения хранилища в будущем под влиянием постоянно меняющихся внешних факторов воздействия.

This article describes process specifications for radioactive waste product isolation in worked-out underground space as well as basic problems connected with creation of the safest waste burial technology which would provide safety of burial grounds and their biological safety in the distant future up to the deadline of hazardous waste storage life. For the most widely used isotopes this period is equal to 300 years. Underground storages should be designed and constructed so that after their sealing there would be no need in any maintenance or repair services. Thus, one of the basic problems is forecasting of the future storage behaviour under the influence of constantly varying external factors.

В связи с постоянно возраставшими в течение XX в. темпами производства и потребностями общества в энергии, на планете скопилось большое количество вредных отходов (наиболее опасными из них являются радиоактивные) и одновременно появились гигантские объемы выработанного пространства под землей, образовавшиеся в результате выемки полезных ископаемых.

В данный момент актуальным стал вопрос о разработке технологии подземной изоляции радиоактивных отходов. Геологические формации способны обеспечить надежную и экологически безопасную изоляцию широкого спектра отходов. Учитывая сложные технологические воздействия, создаваемые размещаемыми под землей отходами, при создании подземных хранилищ радиоактивных отходов необходимо соблюдение специальных требований к выбору геологических площадок для захоронения, к конструкциям хранилищ, технологии их строительства, эксплуатации и герметизации.

Технология подземной изоляции радиоактивных отходов является специфическим разделом горных наук и технологий, называемым георадиоэкологией. Главная задача георадиоэкологии – обеспечение безопасности хранилища и полной изоляции отходов от окружающего мира на весь срок сохранения отходами биологической опасности*. Георадиоэкология как наука изучает характеристики радиоактивных материалов, технологии обращения с радиоактивными отходами, современную законодательную и нормативную базы, на основе которых решаются экологические проблемы, отечественный и зарубежный опыт в области изоляции радиоактивных отходов.

В настоящее время общепризнанно, что размещение радиоактивных отходов под землей с учетом специальных правил и требований многобарьерности инженерной

* *Шищиц И.Ю.* Основы инженерной георадиоэкологии / МГГУ. М., 1998.



Рис.1. Составляющие многобарьерной системы инженерной защиты

экологической защиты позволяет надежно выполнить изоляцию вредных веществ. Это соответствует принятой Россией в 2002 г. доктрине экологической безопасности, определяющей порядок решения ряда экологических проблем на основе комплексного использования недр.

Многобарьерная инженерная защита основывается на использовании защитных свойств разных составляющих технологии захоронения (рис.1). Физическое состояние отходов должно обеспечивать наименее активное взаимодействие отходов с окружающим миром. Этим целям служит отверждение жидких отходов, битумизация, остеклование или цементация отходов.

Выработки для захоронения должны проводиться в специальным образом выбранной геологической формации с учетом соответствующих норм и правил. Проходка должна осуществляться по технологии, наименее нарушающей природные защитные свойства породного массива. Наиболее опасным фактором с точки зрения изоляции отходов являются грунтовые воды, которые могут стать причиной разрушения системы защиты хранилища и быстрого переноса вредностей на большие расстояния. Поэтому при строительстве следует выбирать массивы пород, в которых отсутствуют грунтовые воды, и технологию строительства, не вызывающую повышенного трещинообразования. На случай отказа главного барьера – природной геологической формации – необходимы искусственные инженерные ограждения, препятствующие контакту отходов с окружающей средой и обеспечивающие защиту от механических повреждений (металлические или бетонные бочки, контейнеры и т.п.)

Дополняет меры защиты непрерывный мониторинг состояния хранилища на всех стадиях его строительства и эксплуатации (контроль физических параметров массива пород и радиологического состояния захоронения).

Для создания наиболее безопасной технологии необходима система инженерно-экологического обеспечения производственного комплекса, включающая следующие элементы:

- экологически обоснованные требования к проектируемым объектам;
- перечень задач экологически оптимального проектирования по всем формирующим звеньям;
- научно-методологическую проработку природоохранных решений;
- комплексный анализ всех форм техногенного воздействия;
- принципы организации экологически безопасных процессов;
- количественную оценку текущих и долговременных воздействий на окружающую среду и их последствий.

На основании этих требований и основных понятий комплексного использования недр было предложено проектное решение по сооружению хранилища радиоактивных отходов на базе реконструированного отработанного подземного рудника Конрад (ФРГ)*. Это хранилище удовлетворяет всем российским и зарубежным требованиям к сооружениям для надежной изоляции радиоактивных отходов.

Подземный могильник или хранилище в большей мере, чем другие промышленные сооружения, отвечают требованиям защиты и охраны окружающей среды (рис.2), так как подвергаются гораздо более жесткому контролю на всех стадиях проектирования и

* *Каледин О.С.* Реконструкция отработанного рудника Конрад (ФРГ) с целью захоронения радиоактивных отходов // Экологическая безопасность как ключевой фактор устойчивого развития: Сб. докладов 7-й Междунар. эколог. конф. студентов и молодых ученых / Смоленск: Ойкумена, 2003. Т.2.



Рис.2. Требования к хранилищам радиоактивных отходов

строительства. Тем не менее, и они могут оказывать на окружающую среду негативное влияние. Кроме неблагоприятного воздействия на флору и фауну, на районы, имеющие важную общественную ценность, с ними часто связана деградация окружающей среды, в частности общественного водоснабжения.

Согласно Санитарным правилам обращения с радиоактивными отходами, хранилище должно сохранять свои защитные свойства в течение всего периода сохранения отходами опасности, равного десяти периодам полураспада. Для наиболее распространенных изотопов Cs^{137} период сохранения опасности достигает 300 лет. Главной трудностью при проектировании хранилищ с таким длительным сроком службы является недостаточность статистической информационной базы, что не позволяет с достаточной степенью надежности моделировать поведение могильников в отдаленном будущем.

Научный руководитель д.т.н. проф. *И.Ю.Шищиц*