

КОНТРОЛЬ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОДЗЕМНОЙ ГЕОСФЕРЕ ПОЛИГОНА «СЕВЕРНЫЙ»

Каченовский В.П.

научный руководитель д-р геогр. наук Ямских Г.Ю.

Сибирский федеральный университет

Контроль тепловых процессов протекающих в пласте-коллекторе полигона захоронения жидких радиоактивных отходов (далее – ЖРО) необходим для прогнозирования последствий захоронения в процессе эксплуатации и после его прекращения и закрытия хранилища, изучаются изменения температуры геологической среды, которые не должны приводить к разогреву до температур фазовых переходов в пласте-коллекторе и развития парообразования в поровом пространстве пласта – коллектора в области локализации отходов.

Сущность подземного захоронения состоит в нагнетании специально подготовленных растворов - жидких отходов через буровые скважины в глубокозалегающие пористые горизонты (пласты-коллекторы), надежно изолированные от поверхности и неглубокозалегающих подземных вод. Отходы заполняют ограниченный объем пласта-коллектора и образуют залежь отходов. Захороненные отходы не воздействуют на людей, животный и растительный мир [2].

Для захоронения ЖРО ФГУП «Горно-химический комбинат» (предприятие Госкорпорации Росатом) используются пласты-коллекторы юрских отложений, залегающие в центральной части хранилища на глубинах 355 – 500 м (I горизонт) и 180 – 280 м (II горизонт). Коллекторские горизонты изолированы от поверхности и неглубокозалегающих горизонтов подземных вод слабопроницаемыми слоями глинистых отложений (рис. 1) [1].

Отходы по трубопроводу из накопительных емкостей глубокого хранилища поступают в ствол скважины и затем в результате развиваемого насосами давления поступают в пласт-коллектор, заполняют поровое пространство пласта, вытесняя подземные воды и частично смешиваясь с ними.

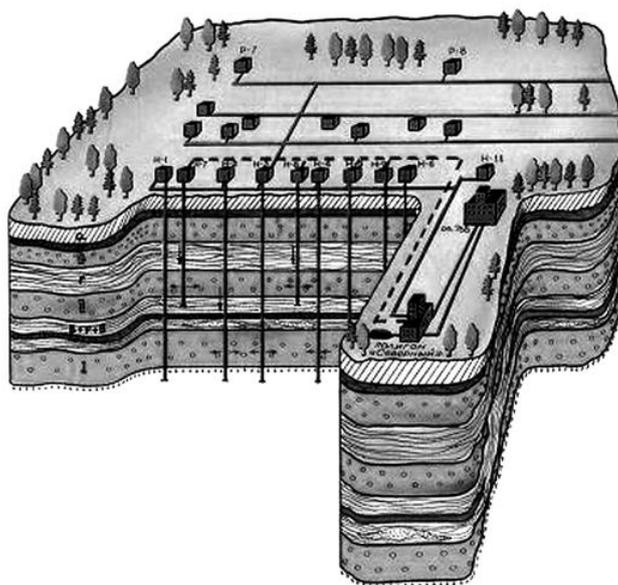


Рисунок 1. Разрез полигона «Северный» по захоронению ЖРО

Изменение температуры геологической среды при захоронении радиоактивных отходов обусловлены радиогенным тепловыделением отходов, охлаждением (нагревом) пласта-коллектора отходами, температура которых отлична от пластовой, вертикальным внутрипластовыми перетоками в пределах коллекторского горизонта. Радиоактивные нуклиды интенсивно задерживаются породами в результате протекающих сорбционных процессов и концентрируются в непосредственной близости от нагнетательных скважин. Радиоактивные излучения полностью поглощаются горными породами и не достигают земной поверхности [1].

Наибольшие изменения температуры I коллекторского горизонта наблюдаются при захоронении среднеактивных отходов в кислой среде, на участках скважин Н-2, Н-3 и Н-4. В результате выделения энергии радиоактивного распада и поглощения его породами происходит разогрев пласта-коллектора до температур примерно 160°C . Эта температура ниже температуры фазового перехода (температуры кипения солевого раствора) в пластовых условиях при пластовом давлении 4 – 5 МПа, которая оценивается значениями в 280°C . Температура разогрева при захоронении низкоактивных отходов достигает 60°C , при захоронении низкоактивных отходов изменения температуры коллекторского горизонта обусловлены другими причинами.

В соответствии с рекомендациями, основанными на результатах физико-химических исследований, разогрев пород при захоронении не должен превышать температуры 180°C , что связано с возможным воздействием отходов на конструкционные элементы скважин и породы пласта-коллектора. С целью уменьшения концентрирования нуклидов в породах пласта-коллектора и, соответственно, ограничения температуры разогрева пласта-коллектора осуществляется подготовка отходов и пласта-коллектора перед захоронением, проводится нагнетание оттесняющих растворов.

Для наблюдений за температурой разогрева нагнетательные скважины Н-2, Н-3 и Н-4 оборудованы термометрическими колоннами и измерительной системой для определения температуры в точках наибольшего разогрева и выше по разрезу. Изменения температуры в зоне разогрева выполняется также в скважине А-2, расположенной в 50 м от нагнетательной скважины Н-2. Скважина А-2 является «глухой» – её внутреннее пространство не сообщается с пластом-коллектором и заполнено чистой водой, измерения в скважине выполняются без контакта с отходами [4].

В соответствии с данными наблюдений и расчётов область прогрева находится в радиусе 100 – 150 м от нагнетательных скважин, в средней и нижней части пласта-коллектора. В вертикальном направлении температура снижается и на кровле пласта-коллектора характеризуется значениями $40 - 50^{\circ}\text{C}$.

Максимальные значения температур в области локализации отходов в кислой среде составили в 2011 году ($^{\circ}\text{C}$) нагнетательные скважины: Н-2 - 159°C , Н-3 – 140°C , Н-4 – 59°C [3].

На рисунках 2, 3 и 4 приведены графики изменения температуры пласта-коллектора возле нагнетательных скважин Н-2, Н-3, Н-4 в 2011 году.

Меньшие значения температур в скважине Н-4 объясняются началом захоронения в скважину в 2003 г и меньшими объёмами удалённых радиоактивных отходов.

При достижении температуры 168°C по показаниям датчиков, производится закачка дренажных вод в каждую скважину, для снижения температуры в пласте-коллекторе, наглядно это видно на рисунках 2, 3 и 4 [3], затем опять начинается постепенное повышение температуры.

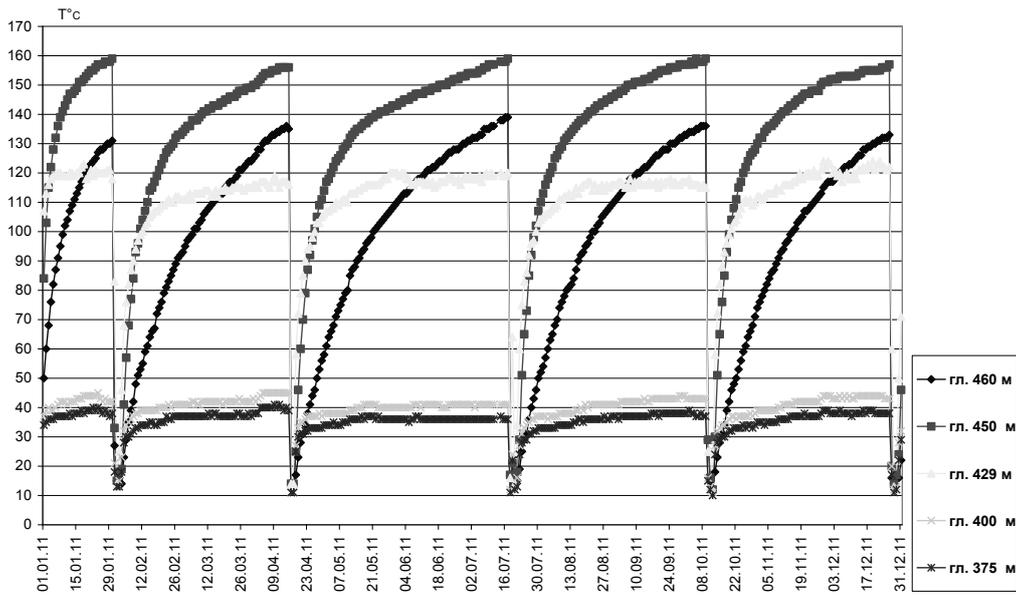


Рисунок 2. - Температура по 5 точкам скважины Н-2 в 2011 г.

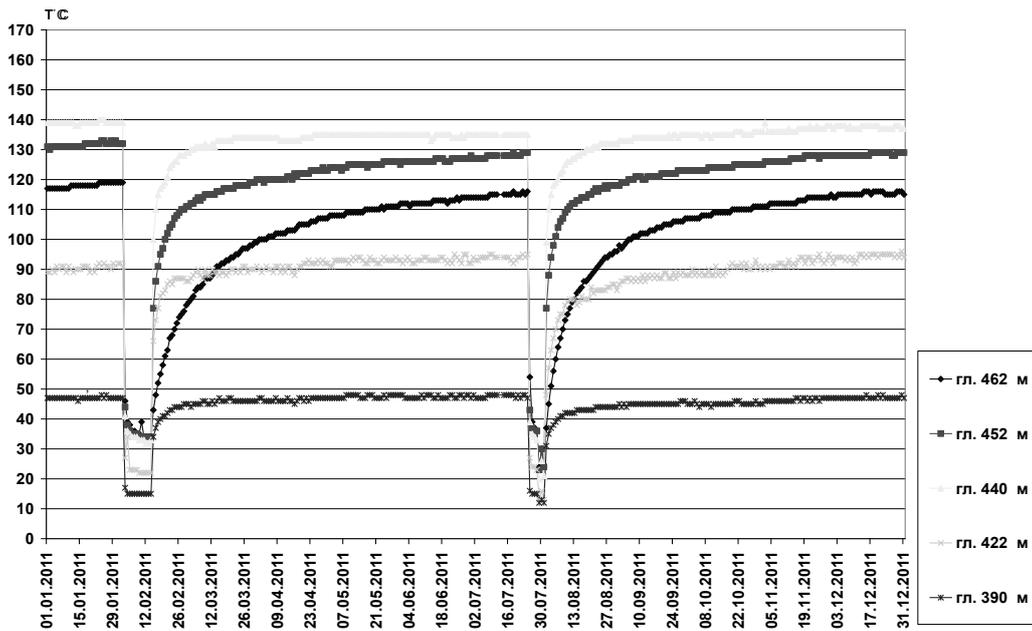


Рисунок 3. - Температура по 5 точкам скважины Н-3 в 2011 г.

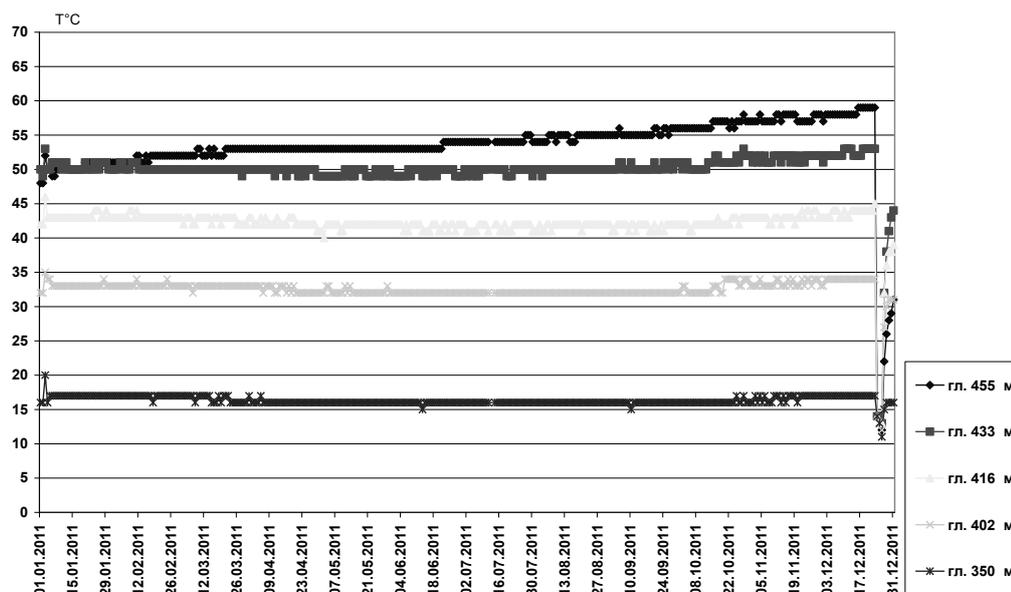


Рисунок 4. - Температура по 5 точкам скважины Н-4 за 2011 г.

Также для контроля тепловых процессов применяют геофизический контроль - термокартаж (измерение температуры) в наблюдательных скважинах. По данным наблюдений максимальные превышения температуры фоновых значений по стволу скважин приурочены к I и II горизонту соответственно. В выше залегающих водоупорных горизонтах превышений температуры над естественным фоном не зафиксировано, что свидетельствует о распределении отходов в пределах эксплуатационного горизонта и отсутствии перетоков технологических отходов в вышележащие горизонты.

Помимо контроля тепловых процессов в состав контрольных наблюдений за распространением отходов входят гидрогеохимические, гидродинамические и другие геофизические наблюдения и исследования, составляющие в комплексе с анализом и обработкой данных, систему мониторинга захоронения.

Библиографический список:

1. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов / А.И. Рыбальченко [и др.]. М.: Издат., 1994. 256 с.
2. Каченовский В.П. Подземное захоронение жидких радиоактивных отходов в России. Радиационная безопасность для населения // Радиэкология XXI века: материалы Международной научно-практической конференции. Красноярск: СФУ, 2012. С. 44-46.
3. Отчёт о результатах эксплуатации полигона «Северный» Горно-химического комбината за 2011г. Фонды ФГУП «ГХК», 2012 г.
4. Рыбальченко А.И. [и др.]. Захоронение жидких радиоактивных отходов – практические результаты и последствия для окружающей среды // Геоэкология, 1999. №2. С.128-133.