

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ШЛАМОХРАНИЛИЩ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ АНГАРСКОГО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

О.В. Шемелина

Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, 630090, Новосибирск, пр-т. Коптюга, 3, Россия

В статье приводятся обобщенные результаты исследований: сорбционные характеристики вмещающих грунтов, распространение литохимической и гидрохимической аномалий, зависимость распространения загрязнения от гидродинамической обстановки. Дана оценка изменений параметров влияния после прекращения поступления РАО в шламохранилище.

хранилище РАО, миграция урана в водах, геохимические барьеры, прогноз миграции, сорбционные свойства грунтов

ASSESSMENT OF INFLUENCE OF LOW-LEVEL LIQUID RADIOACTIVE WASTE STORAGE OF AECC

O.V. Shemelina

The results of our study on sorption characteristics of containing soil, distribution of lithochemical and hydrochemical anomalies, and dependence of pollution distribution on hydrodynamic situation are given in this work. The assessment of influence parameters changes after the waste intake ending in storages is given.

radioactive waste storage, uranium migration in ground water, geochemical barriers, forecast of migration, sorption properties of soil

ВВЕДЕНИЕ

Определение интенсивности влияния предприятий топливноядерного цикла является необходимым условием для выбора способов консервации отдельных объектов. Такая оценка должна проводиться с учетом параметров окружающей среды и процессов протекающих в ней. Ангарский электрохимический комбинат в 2014 году останавливает сублиматное производство гексафторида урана, одновременно с этим выводится из эксплуатации система хранения жидких отходов. К настоящему моменту две карты законсервированы, одна выводится из эксплуатации, три продолжают эксплуатироваться. Целью работы является определение влияния шламоотстойников на прилегающие участки и оценка изменения этого влияния после прекращения эксплуатации шламоотстойников.

Шламовое поле представляет собой накопительную площадку на территории комбината, на которой расположены сооружения для хранения твердых (ТРО) и жидких (ЖРО) радиоактивных отходов. ЖРО по системе пульпопроводов поступают в шламохранилище, которое состоит из шести карт. Карты представляют собой приповерхностные открытые емкости прямоугольной формы размерами 100x70 м и объемом 17000 м³ (соор. I–IV) и 18000 м³ (соор. V–VI). Борта и днища карт гидроизолированы слоем асфальтобетона. Карты I и II заполнены до проектных уровней (мощность слоя илов около 2,5 м) и рекультивированы. Емкость III находится в стадии консервации, емкости IV–VI

являются действующими. Несмотря на гидроизоляцию стенок и дна карт, высокоминерализованные растворы просачиваются во вмещающие грунты, создавая геохимическую аномалию по направлению движения грунтовых вод. Схема вывода карт из эксплуатации предусмотрена проектом и апробирована на первых двух картах. Поверхность емкости полностью перекрыта грунтом и изолирована от метеорных вод глиняным «замком». Таким образом, осадки отводятся от РАО и отстойники выводятся из зоны активного водообмена.

В геологическом строении территории принимают участие юрские буровато-желтые песчаники, выветрелые и разрушенные до состояния суглинка, супеси и пылеватого песка, перекрытые аллювиальными песками и супесями среднечетвертичного возраста. Мощность песков с прослоями и линзами супеси и суглинка изменяется от 4,5 до 10,2 м. Поскольку изначально карты рассматривались в качестве шламоотстойников, фильтрация растворов через днище и борта стенок не предусматривалась. Поэтому при размещении карт был выбран участок с высоко проницаемыми грунтами. Коэффициент фильтрации грунтов, рассчитанный в лабораторных условиях для мелкозернистого песка составляет от 0,32 м/сут до 2,41 м/сут, для супеси – от $1,6 \times 10^{-3}$ до $3,5 \times 10^{-5}$ м/сут, для выветрелого песчаника с прослоями углистого вещества – от 2×10^{-2} до $9,1 \times 10^{-3}$ м/сут. Опытные-фильтрационные работы показали еще более высокие коэффициенты фильтрации. Так в центральной части шламового поля была выделена проницаемая зона с коэффициентами фильтрации от 20 до 236 м/сут [2].

Сорбционные характеристики вмещающих грунтов незначительны: в результате лабораторных экспериментов установлено, что максимальная емкость поглощения урана составляет 10 г/т для пелитовой фракции супесей. Фоновое содержание урана во вмещающих грунтах на исследуемом участке составляет 1–1,5 г/т, за исключением углистых прослоев, где урана в 30 раз больше. Концентрация урана в аномалиях, связанных с отстойником, достигает 11 г/т. Современный уровень грунтовых вод (УГВ) на территории зависит от климатических особенностей, местного расположения водоупорных горизонтов и подвержен не только сезонным колебаниям, но и осложняется поступлением осветленных растворов, просачивающихся из карт. Поскольку объем техногенных растворов в несколько раз превышает объем метеорных вод, попадающих на участок, под шламохранилищем сформировался купол растекания загрязненных грунтовых вод. Высота купола составляет около 3,0–3,5 м, при этом максимальная отметка УГВ (весеннее половодье) составляла от 2,48 м до 6,28 м в зависимости от рельефа, что ниже дна карт на 1,2–1,5 м. После прекращения поступления высокоминерализованных вод, ожидается выравнивание поверхности грунтовых вод. Уровень грунтовых вод при этом снизится для отдельных карт на 1,5–2,0 м. Таким образом, расстояние до дна V и VI карт составит около 2,5 м, для I и II – около 3,5 м (рис. 1). Учитывая преобладание песчаных пород в верхней части разреза участка, такая нивелировка произойдет в течение первых месяцев после прекращения подачи растворов в карты.

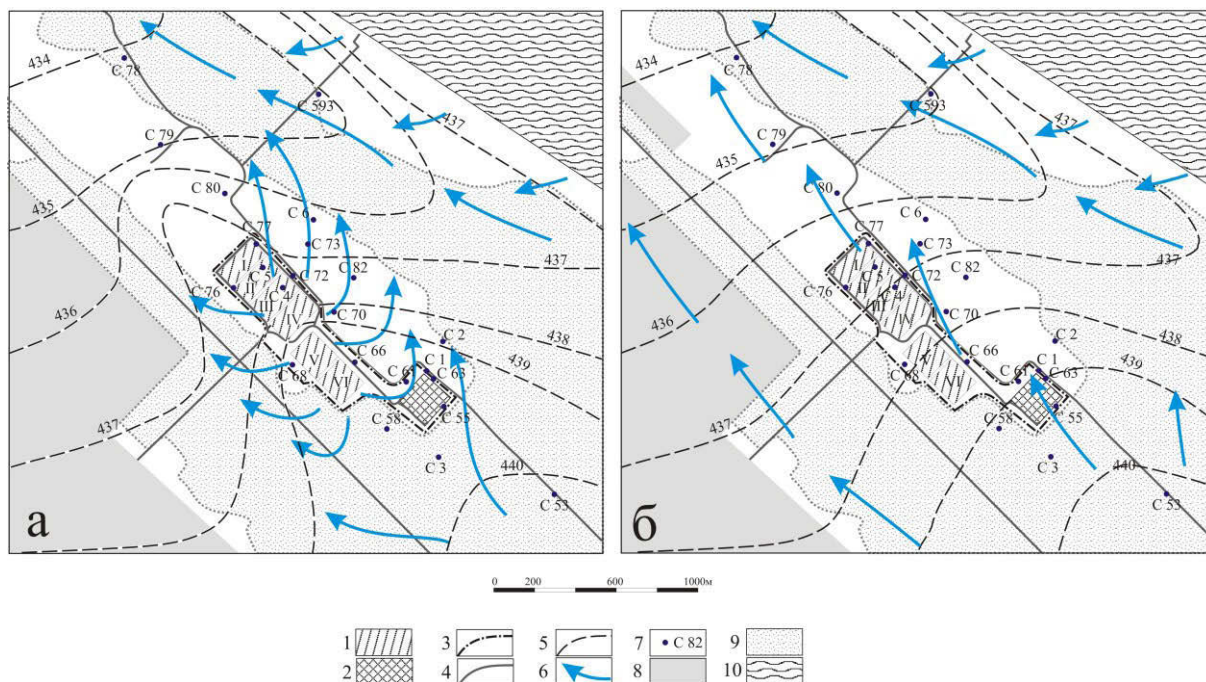


Рис. 1. Гидроизогипсы и направление потока грунтовых вод во время эксплуатации шламохранилища ЖРО (а) и после прекращения эксплуатации (б).

1 — карты ЖРО: I-II законсервированные; III выводится из эксплуатации; IV-VI эксплуатирующиеся; 2 — хранилище ТРО; 3 — граница шламового поля; 4 — дороги; 5 — изогипсы; 6 — направление стока; 7 — скважины; 8 — территория комбината; 9 — залесенные участки; 10 — золоотвал ТЭЦ.

Гидрохимические особенности рассматриваемого участка отражены на рисунке 2. Пробы воды, отобранные на изучаемой территории, характеризуются повышенным Eh ($0,31 \div 0,478$ В) относительно фоновых значений. Кроме того, для части проб из-под карты фиксируются и повышенные значения pH ($8,7 \div 9,9$). Практически все значения водных проб расположены вблизи линии равновесия NO^3^-/NO^2^- . Нитрат-ион в химическом составе высокоминерализованных вод пульпы один из основных анионов, определяющих окислительно-восстановительный потенциал системы.

После прекращения поступления высокоминерализованных вод, т.е. после остановки производства, количество нитратов достаточно быстро уменьшится до полного исчезновения. Так как вследствие высокой растворимости нитрат-ионы присутствуют только в жидкой фракции пульпы, а других источников нитратов нет. После вымывания нитратов ведущей парой, задающей окислительно-восстановительные условия на рассматриваемой территории становится Fe^{2+}/Fe^{3+} [1]. Вследствие этого будет отмечаться снижение Eh грунтовых вод. На контакте с прослоями органического вещества окислительно-восстановительные условия еще более сдвинутся в сторону восстановительных, и здесь можно ожидать формирование восстановительных барьеров на органическом веществе. Таким примером является прослой углистого вещества в песчаниках, где естественное содержание урана существенно превышает фоновое и достигает 31,5 г/т.

На диаграмме $Eh-pH$ (рис. 2) пунктиром выделена замкнутая область фоновых значений грунтовых вод характерная для данного участка. К этой области и будут постепенно смещаться воды участка шламоотстойника. Оценка продолжительности

водообмена выполнена на основе гидродинамических расчетов. В зависимости от количества метеорных осадков очистка грунтовых вод от нитратов произойдет в течение 10–20 лет.

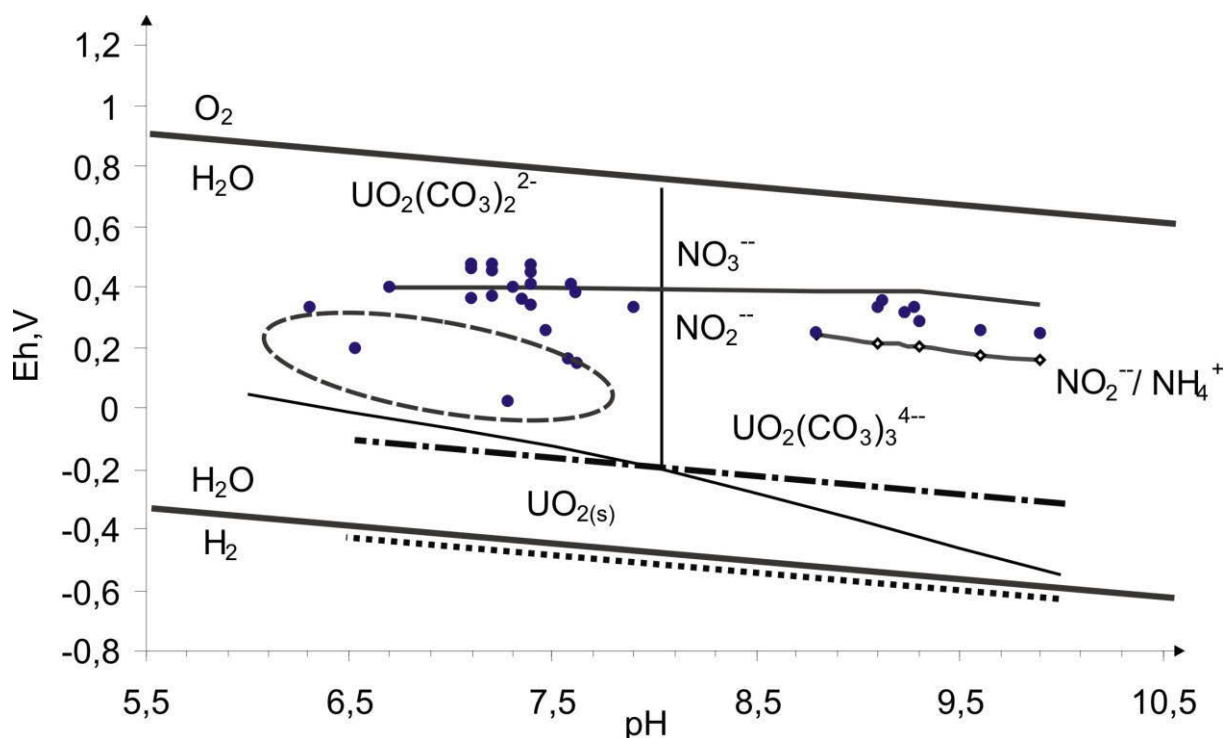


Рис. 2. Диаграмма Eh - pH для грунтовых вод участка [1].

Изменение состава грунтовых вод неизбежно повлияет на формы нахождения урана в растворе. В условиях присутствия нитратов уран, существующий главным образом в карбонатной форме, находится в подвижном шестивалентном состоянии ($UO_2(CO_3)_3^{4-}$). После выноса нитрат-иона практически весь уран в форме карбонатов будет находиться в гораздо менее подвижном четырехвалентном состоянии ($UO_2(CO_3)_2^{2-}$). На контакте с углистыми отложениями можно ожидать появление слабо растворимого $U(OH)_4$. Снижение миграционной активности урана, даже с учетом относительно высокой доли подвижных форм урана [3], приведет к сохранению контуров существующих геохимических аномалий в течение продолжительного времени.

ВЫВОДЫ

Сформированные отложения РАО находятся среди высокопроницаемых пород: песков, супесей и трещиноватых песчаников со слабыми сорбционными характеристиками. В результате воздействия шламоотстойников комбината на участке их размещения сформированы гидрохимическая и литохимическая аномалии, растянутые в направлении миграции грунтовых вод. Граница гидрохимической аномалии отмечается по содержанию нитрат-иона на расстоянии ~ 750 метров. Литохимическая аномалия фиксируется по содержанию урана и торий – урановому отношению. Её граница находится на расстоянии 150–200 метров от карт. Влияние шламового поля после консервации будет определяться положением шламов относительно уровня водоносного горизонта. При отводе метеорных вод от залежи, оно сведется к размыванию уже сформированных вторичных геохимических аномалий, запас урана в которых не превышает первых тонн. Антропогенные

литохимические аномалии по концентрациям и запасам урана уступают природным аномалиям, широко распространенным на участке размещения комбината.

Исследования поддержаны грантом РФФИ № 13-05-00032.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богуславский А.Е., Гаськова О.Л., Шемелина О.В. Миграция урана в грунтовых водах района шламохранилищ Ангарского электролизного химического комбината // Химия в интересах устойчивого развития, 2012. № 20. С. 515–529.

2. Оценка фильтрационных свойств вмещающих пород и комплексная гидрогеологическая оценка территории промплощадки и отстойников ФГУП АЭХК для обоснования регламента гидрогеологического мониторинга. ИрГТУ, Центр геолого-экологических исследований, Арх. № 0284-ИЭ. Иркутск, 2005.

3. Шемелина О.В., Богуславский А.Е., Юркевич Н.В. Определение иммобилизационных характеристик грунтов в районе воздействия предприятий топливно-ядерного цикла на примере шламоотстойников ОАО АЭХК // Материалы VII Международной научно-практической конференции. Семипалатинский государственный педагогический институт, 4–8 октября 2012 года. Т. I. Семей, 2012. С. 5–9