
ПРОГНОЗ ПОВЕДЕНИЯ УРАНА В НАСЫПНЫХ ГРУНТАХ, НИЖЕЛЕЖАЩИХ ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И ГРУНТОВЫХ ВОДАХ НА ОДНОМ ИЗ ПРЕДПРИЯТИЙ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

И.В. Носко

Экологический факультет
Российский университет дружбы народов
Подольское ш., 8/5, Москва, Россия, 113093

В работе рассмотрены возможности и условия миграции урана, содержащегося в искусственных грунтах, и дается оценка вероятных экологических последствий.

Переработка редкоземельных металлов на предприятиях атомной промышленности, содержащих повышенные концентрации естественных радионуклидов уранового ряда, приводит к появлению на территории предприятий радиоактивных загрязнений почвы, грунтов, зданий и сооружений.

Таким образом, возникает угроза загрязнения грунтовых вод и разнос радиоактивного загрязнения на большие расстояния. Эта проблема требует оценки миграционной подвижности урана в искусственных грунтах территории предприятий в условиях умеренной зоны.

Для этого было проведено бурение скважин по всей территории одного из предприятий с последующим описанием характера грунта по глубине, гаммакаротаж скважин, отбор проб грунта и воды, их радиоспектрометрический анализ.

Бурое окрашивание насыпных грунтов свидетельствует об их окислительных свойствах. Хотя наличие остатков растительных корней в суглинках, подстилающих насыпные грунты, может быть причиной создания локальных восстановительных условий, способствующих осаждению урана из грунтовых вод, более вероятным следует считать предположение, что в зоне аэрации осадочных пород преобладают окислительные условия, и что сорбция является главным механизмом концентрирования в них урана [2].

Имеющиеся данные свидетельствуют о весьма разнородном составе грунтовых вод, значениях pH, солесодержании грунтовых вод, нередко отобранных из соседних скважин и в разное время из одной и той же скважины.

Присутствующие в насыпных грунтах воды представляют сезонные скопления в зоне аэрации и рассматриваются в качестве типичных верховых вод. На большей части площади насыпные грунты подстилаются слабо проницаемыми суглинками, на незначительной площади — водопроницаемыми песками. Установлено, что в течение значительного времени года водный поток отсутствует, а вода в грунтах находится в виде влаги, образующей пленку на поверхности зерен. Остаются неясными многие вопросы: скорость водного потока в грунтах в периоды их обводнений; соотношение объемов воды, стекающих по склону и просачивающихся на более глубокие горизонты; дебит воды, поступающей из насыпных грунтов в речную сеть.

В связи с этим правомочным будет ограничиться экспертной оценкой, основанной на имеющихся данных и опыте изучения поведения урана при взаимодействии горных пород и урановых руд с кислородными водами. При этом использована методология, применяемая при оценке уровней безопасности могильников высокоактивных отходов. Суть ее сводится к тому, что при отсутствии данных о значении тех или иных параметров используются наименее благоприятные (т.н. «консервативные значения»): уран в грунты поступал в растворимых формах; взаимодействие ураноносных грунтов с подземными водами происходило в окислительных условиях; в грунтах отсутствовали восстановители, находящиеся в неокисленной форме [3].

Решение поставленной задачи опирается на следующие неопровержимые факты.

1. Содержание урана в участках загрязнения насыпных грунтов составляет от тысячных до сотых долей % по массе, с максимальным значением не более десятой доли %. Очевидно, что, независимо от формы поступления урана в грунты, особенности его поведения будут задаваться физико-химическими и гидрогеохимическими особенностями среды в целом. Временное или постоянное присутствие воды должно способствовать переводу урана в формы, которые в наибольшей мере соответствуют условиям физико-химического равновесия.

2. Несмотря на присутствие в грунтах строительного мусора (битый кирпич, обломки бетона, стекло и др.), основной их объем составляет природный материал, представленный суглинком, супесью, песком и щебнем. В отличие от кристаллических пород, где площадь взаимодействия с подземной водой определяется поверхностью трещин, в насыщенных верховыми водами насыпных грунтах каждая минеральная частичка грунтов будет омываться водным раствором, создавая, таким образом, огромную поверхность для взаимодействия пород с водой и, соответственно, для сорбции находящихся в ней элементов, в том числе и урана. Особое значение имеет тот факт, что на поверхности большинства минералов присутствуют пылевидные частицы гидроксидов железа, являющиеся активными сорбентами урана.

3. Для равновесного распределения урана между водной фазой и минералами грунтов, в соответствии со значениями, близкими к коэффициентам распределения, благоприятны периоды ослабления водонапора, в течение которых скорость движения водного потока резко затухает и создаются условия для диффузионного перераспределения урана в системе вода — горная порода.

4. Подстилающий насыпные грунты покровный суглинок, обогащенный гидроксидами железа и полуперегнившими корнями растений, будет вносить свой вклад в сорбцию урана и ограничение его миграции в подземных водах. О реализации такого процесса свидетельствуют результаты гамма-каротажа некоторых скважин. На глубине 2,7—3,4 м отмечен пик с интенсивностью гама-излучения 141 мкР/ч, приуроченный к насыпным грунтам, а на глубине 7,2—8,2 м — пик 100 мкР/ч, приуроченный к кровле покровных мореных суглинков. В этом случае вынос урана из насыпных грунтов и его сорбция мореными суглинками не вызывают сомнения.

5. Можно уверенно утверждать, что в насыпных грунтах имеются благоприятные условия для сдерживания миграции урана. Бедные ураном породы являются барьером на пути его миграции, при этом главным механизмом, препятствующим миграции, является сорбция. Условия взаимодействия в системе «раствор-порода» таковы, что уран будет постепенно выщелачиваться из участков с повышенным содержанием и накапливаться в породах с бедными или фоновыми концентрациями [1]. Комбинация процессов сорбции и десорбции будет способствовать выравниванию концентраций урана в объеме насыпных грунтов и препятствовать его выносу с грунтовыми водами в речную сеть.

Ниже рассмотрены сценарии, которые могут привести к неблагоприятным экологическим последствиям, и проанализирована вероятность их реализации.

а) В качестве наиболее серьезного сценария следует рассматривать сброс в водоемы загрязненных ураном грунтов. Такой сброс может реализоваться в виде грязевых потоков, связанных с ливневыми дождями, интенсивным таянием снегов или образованием оползней. Оптимальным средством против образования грязевых потоков является асфальтирование территории предприятия, в первую очередь загрязненных радионуклидами участков.

Образование оползней является менее вероятным сценарием, однако его экологические последствия могут быть значительно более серьезными. Оценка вероятности оползневых явлений и проведение противооползневых мероприятий является предметом специальных исследований.

б) В соответствии с результатами радиационно-экологического обследования на территории предприятия выделяются участки, в которых мощность экспозиционной дозы гамма-излучения на поверхности превышает 30 мкР/ч, а в отдельных точках достигает значений сотен мкР/ч. Предотвратить облучение персонала в таких точках можно также с помощью асфальтового покрытия, толщина которого должна быть достаточной для снижения радиоактивности на поверхности до необходимого уровня.

в) Вынос урана верховыми водами в речную систему в концентрациях, превышающих ПДК, с учетом вышеизложенных фактов нереален. Даже при наличии высокорастворимых соединений урана условия фильтрации вод таковы, что уран будет удерживаться и рассеиваться в грунтах процессами сорбции. Пылевидные частички гидроксидов железа, которые пропитывают поверхность зерен полевых шпатов, слюд и глинистых минералов, имеющие огромную поверхность взаимодействия с водным раствором, будут служить активными концентраторами урана, находящегося в грунтовых водах. Лишь в случае возникновения искусственных геохимических условий (резкое отклонение рН растворов от близнеутральных значений, высокая концентрация комплексообразователей) возможна десорбция урана с созданием концентраций, превышающих ПДК.

г) Вероятность загрязнения ураном подземных вод водоносного горизонта также можно исключить. Водоносный горизонт расположен на глубине 11,8—16,4 м. Между насыпными грунтами и водоносным горизонтом располагается толща отложений, представленных суглинками, супесями и песками различной зернистости. Все они характеризуются бурыми тонами окраски, свидетельст-

вующими об обогащенности пород гидроксидами железа. Последние, как уже указывалось, являются надежным сорбционным барьером на пути проникновения урана в водоносный горизонт.

Таким образом, проведенный анализ позволяет утверждать, что степень загрязнения насыпных грунтов ураном относительно мала и лишь в локальных участках максимального загрязнения концентрации урана достигают значений, свойственных бедным урановым рудам. В случае проведения мероприятий, исключающих возможность сброса загрязненных грунтов в речную сеть, все другие процессы, связанные с естественным развитием экосистемы, не могут вызвать сколько-нибудь серьезных экологических последствий. Их основным результатом будет рассеяние урана в толще насыпных грунтов и нижележащих осадков и его надежная фиксация в сорбированной форме. Лучшим способом обеспечения экологической безопасности является сохранение загрязненных грунтов на месте их залегания и изоляция, по мере возможности, от воздействия атмосферных осадков.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] К вопросу о содержании и изотопном составе урана и радия в природных водах // Материалы научной. конф. Коми филиала АН. — Сыктывкар, 1970.
- [2] Миграция естественных изотопов в природных биогеоценозах // Сб.: Проблемы радиоэкологии и биологического действия малых доз ионизирующей радиации. — Сыктывкар, 1976. — С. 46—56.
- [3] Радиоактивные элементы в техногенных загрязнениях окружающей среды // Сб. «Проблемы радиогеологии». — М.: Наука, 1983. — С. 224—237.

THE FORECAST OF URANIUM MIGRATION IN ARTIFICIAL SOIL, UNDERLAYING DREG AND SUBSOIL WATERS ON ONE OF THE ENTERPRISES OF NUCLEAR BRANCH

I.V. Nosko

Ecological Faculty
Russian Peoples Friendship University
Podolskoye Shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093

The research has been done in order to study the migration of the uranium which is being highly concentrated in artificial soil and an estimation of possible ecological consequences.