

Х. Н. ЖАНБЕКОВ

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАЙОНЕ С. ТАБАКБУЛАК

Проведено радиологическое исследование воды в низовьях реки Сырдарья. Рассмотрено воздействие радионуклидов на окружающую среду. В осенний период 2008 г. суммарная удельная активность α -излучающих радионуклидов в пробной воде с. Табакбулак превышает ПДК в 2,9 раза, а в 2009 году в зимний период 4,1 раза. В 2009 г. весенний период в сточной воде возле рудника она превысила ПДК в 1580,0 раза.

В результате проведенных работ Сырдарьинская урановорудная провинция оформилась в качестве крупной экзогенной урановорудной провинции с пластово-инфильтрационным типом урановых месторождений, пригодных для отработки способом подземного выщелачивания. В 70-е годы в Сырдарьинской урановорудной провинции были развернуты интенсивные поиски

бурением, которые привели к открытию месторождений Заречное и Южное Заречное. Рудник подземного выщелачивания урана на месторождении «Заречное» расположен в западной части Отрарского района Южно-Казахстанской области, в районе поселка Табакбулак. Основное производство – добыча урана геотехнологическим методом подземного выщелачивания.

Промышленный гидрогеохимический режим ПВ формируется в результате введения в рудную залежь растворителей, окислителей, комплексообразователей и других реагентов. Начальные (естественные) гидрохимические условия не являются решающим фактором, в то же время они играют определенную роль при отработке залежей, что следует учитывать при проектировании гидрогеохимического режима работы.

При изучении радиоэкологической ситуации в районе Табакбулак был выполнен отбор проб речной воды р. Сырдарья, проведена оценка уровня радионуклидного загрязнения.

Пробы воды отбирались в соответствии с правилами отбора проб речной воды. При отборе проб соблюдали требования, изложенные в рекомендациях [1]. Определение удельной активности альфа- и бета – излучающих радионуклидов выполнен в соответствии с методикой [2], а измерение объемной активности радионуклидов по методике [3].

При ПВ приходится сталкиваться с различными начальными гидрохимическими условиями. Состав подземных вод разных месторождений и водоносных горизонтов и комплексов широко варьирует, причем направление действия его на урановые соединения в естественных условиях не всегда благоприятно для технологического процесса. Минерализация подземной воды значительно возрастает в процессе ПВ, затрудняя переработку продуктивных растворов на ионообменных смолах, а иногда она может стать причиной колюматации порового пространства пласта.

Таблица 1. Результаты радиометрического анализа

№	Место отбора проб	Время отбора, год	Минерализация, мг/дм ³	б-активность, Бк/дм ³	в-активность, Бк/дм ³
1	С. Табакбулак	2008, осень	2300	0,299	0,154
2	С. Табакбулак	2009, зима	2050	0,41	0,257
3	С. Табакбулак	2009, весна	5230	158	408,1

Как видно из данных табл. 1, вода в реки Сырдарья по течению во все сезоны года имеет относительно высокие значения минерализации и превышает ПДК 2,0-5,2 раза.

Суммарная удельная б-активность вод, предназначенных для хозяйственно-питьевого водо-

снабжения населения, не должно превышать 0,1 Бк/дм³, в-активность – 1,0 Бк/дм³. Суммарная объемная б- и в-активность в исследованных пробах превышают уровни вмешательства, регламентированные НРБ-99 [4].

Как видно из данных табл. 1, в 2008 г. осенний период суммарная удельная активность α -излучающих радионуклидов в пробной воде Табакбулак превышает ПДК в 2,9 раза, а в 2009 году в зимний период 4,1 раза. В 2009 г. весенний период в сточной воде возле рудника она превысила ПДК в 1580,0 раза.

Высокая суммарная удельная активность β -излучающих радионуклидов наблюдается в пробной воде Табакбулак (СВ) в 2009 году весенний период, и превышает ПДК 408 раза.

Повышенное содержание α - и β -излучающих радионуклидов связано с поступлением радионуклидов с участков отработки урановых месторождений Заречное. Вследствие процессов выщелачивания и растворения радиоактивных минералов и пород поверхностные воды обогащаются U^{238} , Ra^{226} , Rn^{220} , K^{40} и другими изотопами [5].

Обогащение вод ураном происходит только в определенных климатических зонах, гидрогеологических структурах и гидродинамических условиях. Характер водообмена, интенсивность циркуляции подземных вод, длительность соприкосновения вод с породами определяют переход радиоактивных элементов из пород в воды. На растворение и выщелачивание урана из руд, минералов и пород влияют химические и физические свойства подземных вод, температура, химический и газовый состав, кислотность и щелочность среды.

Уран обладает высокой миграционной способностью в окислительной и восстановительной среде, составляющей основной закон миграции урана в зоне гипергенеза. Уран в окислительных условиях легко переходит в воду, выщелачиваясь или растворяясь. В этой зоне коэффициент водной миграции урана большой (всегда больше единицы) по сравнению с другими элементами. В условиях резко восстановительной среды (отсутствие свободного кислорода) коэффициент водной миграции урана резко падает (иногда до 0,01). Интенсивность растворения урановых минералов природными водами зависит в основном от растворимости самих минералов, характера

их распределения во вмещающих породах, состава вод и скорости движения.

Согласно геохимическим данным, природные соединения шестивалентного урана обладают значительной подвижностью в водных растворах, обеспечивающей его миграцию в толщах пород. Четырехвалентный уран в этих условиях проявляет инертность и ничтожную подвижность в различных средах [6]. Известно, что уран (VI) в сернокислотных средах образует не только катионы UO_2^{2+} , но и комплексные анионы $[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_2]^{2-}$

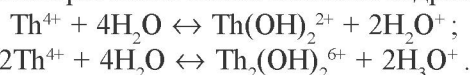
и $[\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3]^{4-}$ [7]. При несоблюдении технологий при аварийных ситуациях (нарушениях целостности трубопроводов с растворами) возникают загрязнения окружающей среды, которые могут внести некоторый вклад в загрязнения вод реки Сырдарьи.

Данные по содержанию радионуклидов в воде р. Сырдарьи представлены в табл. 2. В весенний период 2009 года в воде р. Сырдарьи возле села Табакбулак содержание U-235 составляло 1,19 Бк/дм³.

Таблица 2. Объемная активность радионуклидов в воде реки Сырдарьи, Бк/дм³

№	Место отбора проб	Время отбора, год	Содержание радионуклидов, Бк/дм ³										
			Ra-226	Th-234	U-235	Th-227	Ra-223	Th-228	Ra-228	K-40	Pb-210	Th-230	Cs-137
1	с. Табакбулак	2008, осень	0,078	0,12	<0,015	–	–	<0,035	<0,13	<6	<0,23	<2,3	<0,40
2	с. Табакбулак	2009, зима	0,046	0,18	<0,019	–	–	<0,024	<0,11	<6	<0,27	<2,3	<0,40
3	с. Табакбулак	2009, весна	53,2	67,9	1,19	30,6	25,3	0,93	<2,6	<7	124	372	<0,6
	ПДК		5,0	4,1	3,0	1,6	1,4	1,9	2,0	2,2	2,0	6,6	1,1

Торий в своих соединениях имеет максимальную степень окисления +4. Эта степень окисления проявляется во всех ионных соединениях тория. Ион Th^{4+} в воде образуется в результате растворения гидроксида тория в кислотах или растворимых солей тория. В кислых растворах с pH до 3 Th^{4+} гидролизует мало. При больших значениях pH имеет место сильный гидролиз:



При pH > 3,5 торий в микроконцентрациях образует коллоидный гидроксид. Растворимыми солями тория являются нитрат, сульфат, хлорид и перхлорат. Торий образует много двойных солей: нитраты натрия и щелочных металлов или аммония $\text{NaNO}_3 \cdot \text{Th}(\text{NO}_3)_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$; $\text{LiNO}_3 \cdot \text{Th}(\text{NO}_3)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{Th}(\text{NO}_3)_4$; сульфат тория и калия $2\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Th}(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; оксалат тория и аммония $2(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{Th}(\text{C}_2\text{O}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; фториды тория и калия (1-5) $\text{KF} \cdot \text{ThF}_4$, $\text{KF} \cdot 2\text{ThF}_4$, $\text{KF} \cdot 3\text{ThF}_4$. Нерастворимыми солями тория являются фторид $\text{ThF}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, гексафтороториат калия K_2ThF_6 , йодат $\text{Th}(\text{JO}_3)_4$, оксикарбонат $\text{ThOCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и другие. Фосфаты тория труднорастворимы в разбавленных кислотах. Йодат тория нерастворим в сильных кислотах [8].

В весенний период 2009 года в воде р. Сырдарьи возле села Табакбулак содержание Th-234

составляло 67,9 Бк/дм³ (16,5 ПДК), Th-227 – 30,6 (19,1 ПДК), Th-230 – 372 (56,4 ПДК).

Свинец принадлежит к числу малораспространенных элементов. В природе свинец встречается в виде эндогенных (галенит PbS) и экзогенных (англезит PbSO_4 , церуссит PbCO_3 и другие) минералов, растворение которых способствует его поступлению в поверхностные воды. Как видно из данных табл. 2, в весенний период 2009 года в воде р. Сырдарьи возле села Табакбулак содержание Pb-210 составляло 124 Бк/дм³ и превышает ПДК 62 раза.

Значительное повышение содержания свинца в окружающей среде обусловлено его широким применением в промышленности, а также вынос в водоемы со сточными водами рудообогатительных фабрик, металлургических предприятий, химических производств и шахт. Pb^{210} – β -излучатель и радиотоксичный элемент. Свинец является одним из сильных токсикантов для живых организмов. Установлено, что неорганические соединения свинца нарушают обмен веществ и выступают ингибиторами ферментов. Длительное потребление вод даже с низким содержанием свинца – одна из причин острых и хронических заболеваний людей и животных.

В своих соединениях свинец проявляет степень окисления +2, +4. В природных условиях

наиболее распространены соединения свинца, в которых он находится в степени окисления +2. Соединения свинца со степенью окисления +4 малохарактерны для природных вод, поскольку для их образования необходимы сильные окислительные условия. Свинец легко вступает в реакции с главными макрокомпонентами природных вод, образуя труднорастворимые соединения (карбонаты, сульфиды, сульфаты, гидроксиды).

Изучение содержания Ra^{226} , являющегося источником α -излучения, показало, что в воде реки Сырдарьи отмечено высокое содержание Ra^{226} . Общеизвестный факт, что Ra^{226} находится в воде водоемов в ионной растворимой форме. Этим обусловлено то, что основное его количество остается в воде. Как видно из данных табл. 2, в весенний период 2009 года в воде р. Сырдарьи возле села Табакбулак содержание $Ra-226$ составляло 53,2 Бк/дм³ (10,6 ПДК), $Ra-223$ – 25,3 (18,0 ПДК). Содержание отдельных изотопов радия зависит не только от содержания их в породах, но и от концентрации в воде или сорбционной зоне радиоэлементов, предшествующих им в ряду распада.

Анализ проведенных исследований свидетельствует о том, что вода р. Сырдарьи существенно загрязнена радионуклидами, особенно ураном, радием, свинцом и торием. Обнаруженные радионуклиды, в основном, поступают с трансграничным стоком. Поэтому необходим постоянный контроль над поступлением в реку коллекторно-дренажных, коммунальных и промышленных СВ на уровне межгосударственных отношений. Техногенное воздействие радионуклидов создает реальную серьезную угрозу на окружающую среду этого региона. Растворимые в воде радионуклиды частично оседают и накапливаются на приустьевых участках, тем самым, загрязняя их. Другая часть попадает в сезонно пересыхающие русла притоков ручьев и может переноситься на большие расстояния, откладываясь в донных отложениях.

В настоящее время важно иметь представление о подобных путях воздействия ионизирующего излучения, источником которых являются радионуклиды, находящиеся в водоеме.

Определение концентрации радионуклидов в воде имеет особое значение, так как позволяет определить степень загрязнения воды радионуклидами и оценить радиационную обстановку на прибрежных территориях. Кроме того, в результате миграции радиоактивных веществ из водоема на прибрежную территорию возникают новые пути воздействия их на человека. Непосредственно из водоемов в организм человека радионуклиды поступают при использовании воды для питья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по отбору, обработке и хранению проб подземных вод. МинГео СССР, ВСЕИИИ ЕО. М., 1990. 21 с.
2. Методика измерения суммарной альфа- и бета-активности водных проб альфа-бета радиометром УМФ-2000 (рег. № КЗ. 07.00.00441 -2005).
3. Методика выполнения измерений на гамма-спектрометре. – Москва: ВНИИФТРИ МИ 2143-91, 1991. 17 с.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Алматы, 2000. 80 с.
5. Кузнецов Ю.В., Щебетковский В.И., Трусов А.Г. Основы очистки воды от радиоактивных загрязнений. М.: Атомиздат, 1974. 360 с.
6. Наумов Г.Б. Геохимия природных соединений урана // Химия урана: Сб. статей АН СССР. М., 1981. С. 5-15.
7. Ласкорин Б.Н., Смирнова Н.М., Мишукова Ю.С. Перенос урана при электролизе сернокислых растворов уранила урана // Химия урана: Сб. статей АН СССР. М., 1981. С. 101-114.
8. Несмеянов А.Н. Радиохимия. М.: Химия, 1978. 559 с.

Резюме

Сырдария өзен суының төменгі сағасында радиологиялық зерттеулер жүргізілді. Радионуклидтердің қоршаған ортаға әсері қарастырылды. 2008 жылдың күз мезгілінде – сәулеті радионуклидтердің қосындысы Табакбулак елді мекені маңындағы өзен суында шекті мөлшерден 2,9 есе, ал 2009 қыс мезгілінде 4,1 есе артқаны анықталды. Ал 2009 жылы көктемгі мезгілде кен маңындағы ақаба судың құрамындағы α -сәулеті радионуклидтердің белсенділігі ШРК 1580,0 есе екені анықталды.

Summary

The radiology investigation of water lower of river Syrdaria is carried out. The influence of radionuclide for environment is considered. In autumn period of 2008 total specific activity α -radiating of radio nuclides in test water of Tabakbulak village exceeds maximum permissible concentration (MPC) by 2,9 times and in winter period of 2009 by 4,1 times. In spring period of 2009 in wastewater near mine it has exceeded MPC by 1580,0 times.

КазНПУ им. Абая

Поступила