

Оригинальная статья / Original article
УДК 631

ОЦЕНКА РАДОНООПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ДИГМАЙСКОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА

© Х.М. Назаров¹, Б.Д. Бобоев², К.А. Эрматов³

Агентство по ядерной и радиационной безопасности АН Республики Таджикистан,
Республика Таджикистан, 735730, г. Бустон (Чкаловск), ул. Опланчука, 1а.

РЕЗЮМЕ. ЦЕЛЬ. В начале 60-х годов прошлого века переработка урановой руды на Чкаловском гидрометаллургическом заводе достигла своего максимума. Из-за недостаточной площади на хвостохранилище карты 1–9 возникла необходимость в строительстве нового хвостохранилища на новом месте с объемом в несколько десятков раз больше по площади и объему, чем прежнее. Место для хвостохранилища определили на Дигмайской возвышенности на расстоянии 6 км от завода, где была построена пионерская дамба, перекрывшая естественный сай. Цель работы – оценка степени загрязнения радоном территории Дигмайского хвостохранилища. **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.** Проводился мониторинг концентрации радона в воздухе, почве и воде. Определение радона Rn-222 и его дочерних продуктов распада основано на определении количества радона-222, накопленного в пробоотборнике или в камере Радиометра радона – PPA-01M. **РЕЗУЛЬТАТЫ.** Результаты получены при помощи Радиометра радона – PPA-01M. Радиометр радона предназначен как для использования в лабораторных условиях, так и в полевых условиях: им можно измерить объемную активность радона в воздухе, в воде, плотность потока радона с поверхности грунта (почвы), ОА почвенного воздуха. **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** В летний период ни в одной из обследованных точек не обнаружены превышения существующих нормативных значений эквивалентной равновесной объемной активности радона (ЭОАР) – (200 Бк/м³), кроме двух точек, 6 и 11, расположенных над хвостохранилищем. Выявленные в осенне-зимний период высокие значения ЭОАР, особенно над хвостохранилищем, характерны для «радоноопасных» областей, поэтому при проведении более широкомасштабных обследований можно ожидать в окрестности хвостохранилища площади с еще большими уровнями радона, поскольку осенне-зимние концентрации радона в воздухе значительно превышают летние значения. В проблеме радона остается еще много нерешенных вопросов. С одной стороны, они имеют чисто научный интерес, а с другой – без их решения очень сложно проводить какие-либо практические работы.

Ключевые слова: экология, хвостохранилище, радиационный мониторинг, концентрация, эквивалентная равновесная объемная активность радона (ЭОАР).

Формат цитирования: Назаров Х.М., Бобоев Б.Д., Эрматов К.А. Оценка радоноопасности территории Дигмайского хвостохранилища // XXI век. Техносферная безопасность. 2017. Т. 2. № 3. С. 44–48.

RADON HAZARD ASSESSMENT FOR THE DIGMAY TAILING DUMP

Kh.M. Nazarov, B.D. Boboev, K.A. Ermatov

Nuclear and Radiation Safety Agency of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan,
1a Oplanchuk Street, Buston (Chkalovsk), 735730, the Republic of Tajikistan.

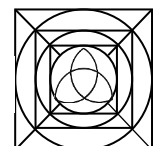
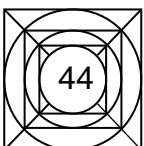
ABSTRACT. INTRODUCTION. In the early 1960s, uranium ore processing in the Chkalov hydrometallurgy plant reached its maximum. Due to the lack of space at the uranium tailing no 1–9, need for construction of a new tailing dump of greater size arose. The new uranium tailing dump had to be located on the Digmay upland at a distance of 6 km from the plant, where the pioneer dam blocked the natural ravine had been built. The purpose of the article is to estimate the degree of radon contamination of the Digmay uranium tailings. **RESEARCH METHODS.** Monitoring of radon concentration in air, soil and water was carried out. Measurement of background radiation was carried out using MKS, DKS-96 and DKS-1123AT. Determination of Radon Rn-222 and its decay products was based on the determination of the amount of Radon-222 accumulated in the sampler or chamber of the Radon radiometer – PPA-01M. **RESULTS.** Results are received by the Radon Radiometer – PPA-01M. The Radiometer is used in laboratory conditions and field conditions to

¹Назаров Холмурод Марипович, доктор технических наук, профессор, e-mail: holmurod18@mail.ru
Kholmurod M. Nazarov, Doctor of Engineering sciences, Professor, e-mail: holmurod18@mail.ru

²Бобоев Бегмурот Дустович, кандидат химических наук, старший научный сотрудник,
e-mail: begmurot.boboev@mail.ru

Begmurot D. Boboev, Candidate of Chemical Sciences, senior researcher, e-mail: begmurot.boboev@mail.ru

³Эрматов Комилжон Абдулмаликович, аспирант, e-mail: komiljon.ermatov@mail.ru
Komiljon A. Ermatov, graduate student, e-mail: komiljon.ermatov@mail.ru





measure radon concentration in air, water, soil. **CONCLUSION.** In summer, in none of the observed points of measurement there was no excess of normative values of the Equivalent Equilibrium Radon Concentration (200 Bq/m^3), except for two points, 6 and 11, which are located above the tailings. High radon concentration values identified in autumn and winter are typical for "radon hazard" areas, so during more large-scale observations, areas with greater radon level can be identified as far as autumn-winter air radon concentration values are much higher than summer ones. Radon issues are still unsolved. On the one hand, they are purely research ones, on the other hand, it is impossible to carry out practical activities without research.

Keywords: ecology, tailing, radiation monitoring, concentration, equivalent equilibrium volume activity (EEVA) of radon – radon exhalation

For citation: Nazarov Kh.M., Boboev B.D., Эрматов К.А. Radon hazard assessment for the Digmay tailing dump. *Technosphere Safety*. 2017, vol. 2, no. 3, pp. 44–48. (In Russian).

Введение

Дигмайское хвостохранилище является одним из крупнейших хвостохранилищ отходов уранового производства в Средней Азии. Оно занимает площадь более 90 га и содержит около 20 млн тонн отходов урановых руд, около 500 тысяч тонн забалансовой урановой руды, а также 5,7 млн тонн отходов переработки ванадийсодержащего сырья, с общим содержанием около 16 000 ГБк активности. Насыпь считается заполненной на 83% [1].

Поскольку поверхность хвостохранилища является открытой, над его чашей образуется постоянное и существенное выделение радиоактивного газа – радона. Его поступление в атмосферный воздух значительно увеличилось после пересыха-

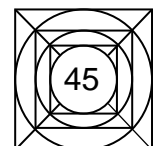
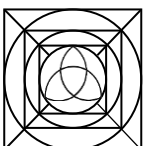
ния поверхности хвостохранилища, на которой повсеместно образовались трещины глубиной до 2 м. При среднем значении плотности потока радона, равном $40 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{с}$, годовое поступление радона в атмосферу может составлять $1,13 \cdot 10^{15}$ Бк. Таким образом, проблема выделения радона может оказаться более острой, чем считалось ранее. Выявленный исключительно высокий поток радона в атмосферный воздух должен формировать чрезвычайные концентрации таких его продуктов распада, как ^{210}Po и ^{210}Pb в составе атмосферных осадков и аэрозолей, которые осаждаются на прилегающие сельхозугодья и присутствуют в атмосферном воздухе.

Методы

Таким образом, возникла необходимость проведения радиационного мониторинга на территории Дигмайского хвостохранилища. Актуальность проведения исследований именно на этом хвостохранилище обусловлена тем, что до настоящего времени оно относится к категории действующих. Кроме того, за последнее время произошли существенные изменения в инженерно-техническом состоянии хвостохранилища. С остановкой уранового производства на предприятии была прекращена подача пульпы и сбросных технологических растворов, что привело к полному испаре-

нию прудовых вод и, как следствие, к увеличению пылевого уноса с поверхности хвостохранилища, значительному возрастанию объектов выброса радона в атмосферу. Вместе с тем сохранился контакт поровых вод радиоактивных отходов с подземными водами, дополняемый дренированием тела хвостохранилища атмосферными осадками. Эти факторы сохраняют, а в какой-то мере и усиливают связанные с хвостохранилищем экологические риски.

Измерение объемной активности радона (ОАР) проводилось с помощью радиометра радона PPA-01M-03 в воздухе.





Оно основано на отборе пробы воздуха в пробоотборнике и последующем определении ОАР в пробоотборнике путем перемешивания пробы между объемами пробоотборника и измерительной камеры РРА-01М-03. Также была измерена плотность потока радона из поверхности хвостохранилища [2–4].

Измерения плотности потока радона (ППР) основаны на определении количества радона-222, накопленного в пробоот-

борнике или в камере РРА-01М-03 в течение фиксированного времени за счет поступления с поверхности почвы известной площади. Для этого надо собрать схему из принадлежностей, входящих в комплект пробоотборного устройства (ПОУ-04), согласно инструкции методики экспрессного измерения плотности потока радона-222 с помощью радиометра радона с поверхности земли.

Результаты и их обсуждение

Вычисление ППР радона выполняется по формуле

$$\text{ППР} = (Q - Q_{\phi}) \cdot \frac{V_2 + V_3}{T \cdot S_2},$$

где Q – объемная активность радона, вычисленная по формуле

$$Q = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q_i, \text{ Бк/м}^3;$$

Q_{ϕ} – фоновая объемная активность радона, вычисленная по формуле

$$Q_{\phi} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q_{\phi i}, \text{ Бк/м}^3;$$

V_2 – объем измерительной камеры РРА, $V_2 = 1,6$ л;

V_3 – свободный объем накопительной камеры, $V_3 = 0,093$ л;

T – время работы воздуходувки ПОУ, $T = 300$ с;

S_2 – площадь сбора радона накопительной камерой, $S_2 = 0,0016$ м².

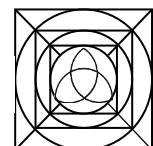
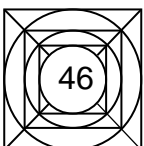
По результатам замеров плотности потока радона на площадках, равномерно распределенных по поверхности хвостохранилища, произведена оценка годового выброса радона. Выброс составляет 6575 Кю/год.

Анализ полученных данных показал, что минимальное среднее значение ОА радона приходится на осенне-зимний период.

Это связано с влажностью почвы и температурой воздуха, так как влажность почвы препятствует выделению газа радона из почвы, а понижение температуры способствует уменьшению диффузии. В теплое время года понижение влажности почвы и повышение температуры приводят к значительному увеличению (почти в 1,5 раза) эксхалляции радона. Некоторое сокращение ореола загрязнения по результатам съемки в 2008 г. связано с развитием покрова зеленых насаждений по поверхности хвостохранилища и процессами такыризации, приводящими к образованию плотной пыленепроницаемой корки.

Разделение контура ореола радиоактивного загрязнения в западной части обследуемой территории обусловлено двумя факторами. Первый связан с общим сокращением объемов поступления радиоактивного материала в атмосферу в связи с сокращением пылящей поверхности. Второй – с миграцией пылевых частиц под действием временных водных потоков с повышенных в пониженные элементы рельефа поверхности.

Радон легко проникает в помещения по проницаемым зонам земной коры. Здание с газопроницаемым полом, построенное на земной поверхности, может увеличивать поток радона, выходящего из земли, до 10 раз за счет перепада давления воздуха в помещениях и атмосфере. Содер-





жание радона в воздухе помещений зависит от его содержания в почве и подстилающих породах, их эманулирующей способности, климатических условий конструкции и системы вентиляции зданий, кратности воздухообмена в помещении. Согласно данным Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ), в среднем человек проводит 80% времени в помещениях. В пределах Согдийской области Республики Таджикистан ОАР в воздухе вне помещений колеблется от 10 Бк/м³ до 40 Бк/м³. Поэтому основной вклад облучения радонном составляет радон в помещениях, особенно в зимний период, когда все по возможности изолируют комнаты от окружающей среды в целях экономии энергии (тепла). Это приводит к накоплению радона в жилых помещениях.

Средняя объемная активность радона в течение суток составляет 44 Бк/м³. Этот уровень ниже на 50% от требований

Норм радиационной безопасности.

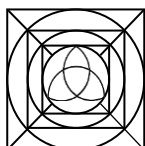
Максимальное значение ОА радона в воздухе рассматриваемой отдельно комнаты составило 158 Бк/м³, а среднесуточное значение – 73,5 Бк/м³. Понятно, что днем эту комнату открывают часто и за счет большой разности температур проветривание происходит очень быстро. Среднее значение ОА радона здесь выше, чем в других помещениях, потому что комната не используется и не отапливается ночью.

Радон хорошо растворяется в воде, поэтому он содержится во всех природных водах, причем в глубинных водах его, как правило, заметно больше, чем в поверхностных.

Нами были отобраны пробы воды в родниках и скважинах, недалеко от населенных пунктов Джаббор Расуловского района, расположенных вблизи хвостохранилища. Результаты замера ОА радона в воде обобщены в таблице.

**Объемная активность радона-222 в питьевой воде родников и скважин
на территории Джаббор Расуловского района
Radon-222 volume activity in drinking water of springs and wells
in Dzhabbor Rasulovsky district**

Номер пробы / Sample no	Место отбора пробы / Sample collection location	pH	ОА радона в воде, Бк/л / Radon volume activity in water, Bq/l
1.	Джамоат Дигмай, источник Чашма (Родник 1, на расстоянии 8 км от хвостохранилища) / Jamia of Digmay, Chashm's source (Spring 1, at a distance of 8 km from the tailing dam)	7,0	11,1±4
2.	Джамоат Дигмай, источник Чашма (Родник 2, на расстоянии 8 км от хвостохранилища) / Jamia of Digmay, Chashm's source (Spring 2, at a distance of 8 km from the tailing dam)	7,0	19,8±8
3.	Джамоат Дигмай, источник Сассикбулоқ (Родник 3, на расстоянии 6 км от хвостохранилища) / Jamia of Digmay, Sassikbulo's source (Spring 3, at a distance of 6 km from the tailing dam)	7,2	24,9±10
4.	Поселок Газиян (западная часть, скважина 1) / Settlement of Gaziyan (western part, Well 1)	7,0	37,0±13
5.	Поселок Газиян (средняя часть, скважина 2) / Settlement of Gaziyan (Middle part, Well 2)	7,0	36,3±14
6.	Поселок Газиян (восточная часть, скважина 3) / Settlement of Gaziyan (eastern part, Well 3)	7,3	32,7±13





Результаты анализов показали, что ОА радона в водах больше у источника, который ближе к хвостохранилищу (Родник 3 и скважина 1). Это может быть связано с

просачиванием подземных вод самого хвостохранилища, что приводит к росту ОА радона.

Заключение

В летний период ни в одной из обследованных точек не обнаружены превышения существующих нормативных значений эквивалентной равновесной объемной активности радона – 200 Бк/м^3 , кроме двух точек, 6 и 11, расположенных над хвостохранилищем. Выявленные в осенне-зимний период высокие значения ЭОАР, особенно над хвостохранилищем, характерны для «радоноопасных» областей, поэтому при проведении более широкомасштабных об-

следований можно ожидать в окрестности хвостохранилища площади с еще большими уровнями радона, поскольку осенне-зимние концентрации радона в воздухе значительно превышают летние значения.

В проблеме радона остается еще много нерешенных вопросов. С одной стороны, они имеют чисто научный интерес, а с другой – без их решения очень сложно проводить какие-либо практические работы.

Библиографический список

1. Паспорта радиоактивных хвостохранилищ Северного Таджикистана. Душанбе: Агентство по ядерной и радиационной безопасности АН Республики Таджикистан, 2004. 6 с.
2. Беззубов Н.И., Разыков З.А., Юнусов М.М., Файзуллаев Б.Г. Оценка воздействия Дигмайского хвостохранилища на окружающую среду // Сборник докладов Международной научно-практической

- конференции. Алматы, 2002. С. 181–183.
3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-06) СП 2.6.1.001-06. Душанбе: Агентство по ядерной и радиационной безопасности АН Республики Таджикистан, 2006. 18 с.
4. Жуковский М.В., Ярмошенко И.В. Радон. Измерение, дозы, оценка риска. Екатеринбург: УрО РАН ИПЭ, 1997. 231 с.

References

1. Passports of radioactive tailings dams of Northern Tajikistan. Dushanbe, The agency for nuclear and radiation safety of the AS of the Republic of Tajikistan Publ., 2004. 6 p. (In Russian).
2. Bezzubov N.I., Razykov Z.A., Yunusov M.M., Fayzullayev B.G. Environment effects assessment for the Digmaysky tailings dam. Collection of reports of the International scientific and practical conference. Almaty,

- 2002, pp. 181–183. (In Russian).
3. Standards of radiation safety (NRB-06) of the joint venture 2.6.1.001-06. Dushanbe, The agency for nuclear and radiation safety of the AS of the Republic of Tajikistan Publ., 2006, 18 p. (In Russian).
4. Zhukovsky M.V., Yarmoshenko I.V. Radon. Measurement, doses, risk assessment. Yekaterinburg, OU-RO RAHN YIP Publ., 1997, 231 p. (In Russian).

Критерий авторства

Назаров Х.М., Бобоев Б.Д., Эрматов К.А. обладают равными авторскими правами и несут равную ответственность за плагиат.

Authorship criteria

Nazarov Kh.M., Boboev B.D., Ermatov K.A. have equal authors' rights and responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests.

Поступила 24.07.2017

Received on 24 July 2017

