

### Список литературы

1. Борисенкова Р. В. Материалы по обоснованию гигиенических требований к методике пылевого контроля в угольных шахтах / Борисенкова Р. В., Лагунова С. И., Луценко Л. А. // Гигиена труда в горнодобывающей промышленности. – М.: Московский НИИ гигиены им. Ф.Ф.Эрисмана, 1978. – С. 46 – 51.
2. Голинько В. И. Универсальный стенд для испытания пылеизмерительной аппаратуры / Голинько В. И. // Разработка месторождений полезных ископаемых, вып. 56. – К.: Техника, 1980. – С. 88 – 90.
3. Коузов П. А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов / Коузов П. А. – Л.: Химия, 1974. – 280 с.
4. Петрухин П. М. Предупреждение взрывов пыли в угольных и сланцевых шахтах / Петрухин П. М., Нецепляев М. И., Качан В. Н., Сергеев В. С. – М.: Недра, 1974. – 304 с.
5. Спурный К. Аэрозоли / Спурный К., Йех Я., Седлачек Б., Шторх О. – М.: Атомиздат, 1964. – 260 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Голіньком В.І.  
Надійшла до редакції 09.04.2013*

УДК 614.89

© Ю.Н. Сорока, Ю.Н. Рец, В.А. Гнутов

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «ВОСТОК-РУДА»**

Приведены результаты радиационного обследования предприятия ООО «Восток-Руда». Дана оценка радиэкологического состояния предприятия и влияния его на окружающую среду.

Наведено результати радіаційного обстеження підприємства ТОВ «Схід-Руда». Дана оцінка радіоекологічного стану підприємства і впливу його на навколишнє середовище.

The results of the radiological survey of LLC "Vostok-Ruda" are listed. The estimation of company's radiological condition and its impact on the environment is brought.

**Введение.** Впервые залежи железной руды в бассейне реки Желтой описал горный инженер С. Конткевич в «Горном журнале» за 1880 год. Этими сведениями воспользовался горнозаводчик Львов, который совместно с инженером Боруцким открыл первый рудник (карьер) в 1895–1897 годах, на месте которого сейчас расположена воронка обрушения [1]. В начале 20-го столетия в долине реки Желтая действовало несколько рудников: Львовский, Краснокутский, Копыловский, Ольховский, Михайловский, Коллоти, Гантке, Габаевский, Урсати.

В 1904–1907 годах рудники с основными залежами железных руд скупил франко-бельгийская компания «Фершлер», которая назвала их рудником «Желтая Речка». Желтореченское месторождение железных руд разрабатывалось до 1934 года открытым способом. С 1934 г – началась отработка месторождения залежи «Главная» подземным способом. После войны в 1945 году на

Желтореченском месторождении были обнаружены признаки уранового оруденения [2]. В 1948 году на Желтореченском месторождении началась добыча урановых руд. Желтореченское месторождение железных и урановых руд отрабатывалось подземным способом в период с 1948 по 1989 годы. В настоящее время промышленные запасы урановой руды полностью отработаны и осуществляется добыча только железной руды.

В настоящее время на предприятии ООО «Восток-Руда» вводится в эксплуатацию Западный пласт железистых кварцитов. Пласт расположен под городской застройкой и поэтому по проекту предусмотрена отработка запасов в восходящем порядке традиционной этажно-камерной системой разработки с последующей закладкой выработанного пространства.

Многолетняя подземная разработка Желтореченского месторождения урановых руд оказала влияние на загрязнение объектов окружающей среды: воду, почву, воздух. Обрушение в выработанное пространство вышележащих пород на месте погашенного карьера, привели к образованию на земной поверхности воронки обрушения. Она расположена в пределах городской черты г. Желтые Воды Днепропетровской области, что является одним из источников негативного воздействия на экологическую обстановку города и в соответствии с требованиями законодательно-нормативной базы Украины подлежит рекультивации.

**Цель работы.** Целью исследования является оценка радиэкологического состояния горнодобывающего предприятия ООО «Восток-Руда».

**Основное содержание работы.** Длительная добыча железных и урановых руд привела к определенному загрязнению окружающей среды. В связи с этим, на предприятии ООО «Восток-Руда» уделяется большое внимание контролю радиационного состояния окружающей среды, и постоянно проводятся работы по радиэкологическому мониторингу. Изучались основные факторы, влияющие на радиоактивное загрязнение окружающей среды. Одним из главных источников радиоактивного загрязнения является содержание природных радионуклидов в рудах и породах.

В табл. 1 приведено содержание природных радионуклидов в рудах и породах Желтореченского месторождения.

Таблица 1

Содержание природных радионуклидов в железных рудах, породах

№	Наименование руды, горной	Содержание радионуклидов Бк/кг						
		U-238	Th-230	Ra-226	Pb-210	Po-210*	Th-232	K-40
1	Магнетит - амфиболовые сланцы, Среднее	4,1±1,8	5,0±2,5	4,3±2,3	4,12±0,77	4,12±0,77	3,5±1,6	329±107
2	Железистые кварциты, Среднее	2,6±1,1	<5,9	1,81±0,80	2,0±1,1	2,0±1,1	1,29±0,77	147±80
3	Слюдянистые сланцы, Среднее	23,8±2,5	23,2±3,5	22,8±6,8	19,3±5,6	19,3±5,6	30,6±6,4	1212±384

\* - содержание радионуклида принято равновесным со свинцом-210.

Для сравнения в табл. 2 приведены результаты определения природных радионуклидов в пробах руды и пород из шахты им. Артема (г. Кривой Рог).

Результаты определения природных радионуклидов в пробах руды и пород  
в шахте им. Артема

№	Место отбора пробы руды, горной породы и ее наименование	Содержание радионуклидов					
		Pb-210	U-238	Th-230	Ra-226	Th-232	K-40
1	Гор. 1045 м Блок 207. Орт 207 оси. Руда гетит-гематит-мартитовая	34,2±8,6	44,8±11,2	50,8±25,4	98,4±24,6	9,81±2,45	89,4±24,9
	Гор. 1045 м Блок 223. Орт 223 оси. Руда гетит-гематит-мартитовая	18,6±4,7	44,2±11,1	37,3±18,6	84,8±21,2	8,14±2,04	19,8±5,0
2	Гор. 1045 м Блок 223. Со-пряжение орта 223 оси с штреком Западным полевым. Роговик гематит-мартитовый	72,3±18,1	64,3±16,1	119±36	90,5±22,6	64,7±16,2	706±177
3	Гор. 1045 м. Руддвор шах. Слепая-9. Кварцит силикат-магнетитовый	4,60±1,15	1,5±0,4	4,75±2,38	4,23±1,06	5,60±1,40	33,9±8,5
	Гор. 1005 м. Руддвор шах. Слепая-9. Кварцит силикат-магнетитовый	19,6±4,9	5,51±1,38	4,07±2,04	12,0±3,0	6,26±1,57	23,7±5,9
4	Гор. 1135 м. Руддвор ств. шах. Восточная. Гранит плагиоклазовый	28,3±8,1	15,2±4,5	41,8±16,3	7,8±2,2	23,2	316±102
5	Гор. 1135 м. Порожняковский кваршлаг. Сланец тальковый	5,19±1,56	3,06±0,92	5,39±1,5	1,78±0,5	3,2±1,0	63±21
	Среднее	25,4±7,62	23,7±7,12	32,6±9,8	39,4±11,8	16,7±5	195,6±58,7

Сравнение данных табл. 1 и 2 показывает, что нет значимых различий в активности природных радионуклидов в породах и рудах из этих двух месторождений. Данные руды и породы вследствие эманации создают в подземных условиях повышенные концентрации радиоактивных газов радона и торона. Были выполнены измерения основных радиационно-опасных факторов (ЭРОА радона-222, ЭРОА радона-220 и мощности дозы) в подземных выработках шахты «Новая» (Табл.3.)

Полученные результаты показывают, что, в основном, условия труда на рабочих местах не полностью удовлетворяют нормам по ЭРОА радона-222 и ЭРОА радона-220, и равным, соответственно, 60 Бк/м<sup>3</sup> и 10 Бк/м<sup>3</sup>. В соответствии с этим в шахте «Новая» регулярно осуществляется радиационный мониторинг рабочих мест[3]. После переработки железной руды в хвостохранилище «Р» отправляются гидротранспортом хвосты. Содержание природных радионуклидов в хвостах приведено в табл. 4.

Таблица 3

ЭРОА радона и торона в подземных выработках шахты «Новая»

№	Место отбора проб	Дата измерения	ЭРОА радона-222, Бк/м <sup>3</sup>	ЭРОА радона-220, Бк/м <sup>3</sup>	Мощность дозы, мкЗв/час
1	Гор. 405 м Подстанция	12.12.2011	175,4	0,909	0,10
2	Гор. 475 м штр. Полевой вент. Подстанция №1		291,4	2,614	0,24
3	Гор. 405 м штр. Рудный Блок ЗП11 бурение восстающего		82,80	1,982	0,14
4	Гор. 513 м штр. транспортный проходческий забой		43,03	1,277	0,07
5	Гор. 535 м орт буровой блок ЗП11		17,35	0,433	0,07
6	Гор. 545 м штр. Откаточный 76 ось		11,68	0,717	0,08
7	Гор. 545 м ДБК, опрокид		1140	0,37	0,11

Таблица 4

Удельная активность природных радионуклидов в пульпе хвостохранилища «Р»

№ пробы	Активность, Бк/кг					
	Ra-226	Pb-210	Po-210	Th-232	K-40	A <sub>эф</sub>
1	43,4	47,2	44,58	32,4	421	121,6
2	43,0	39,1	30,3	45,4	490	144,1
3	20,7	8,96	7,32	12,1	600	87,5
4	44,2	52,7	25,3	41,1	425	134,5
5	40,0	48,2	38,4	8,92	30,2	54,2
6	38,5	48,6	30,4	43,1	563	142,8
7	39,0	32,5	24,4	37,5	494	130,1

Активность хвостов значительно увеличена по отношению к руде (железистым кварцитам), что связано с использованием шахтной воды, обогащенной радионуклидами, и разубоживанием руды породами с повышенным содержанием радионуклидов. Откачиваемые из шахты «Новая» ООО «Восток-Руда» шахтная вода поступает в хвостохранилище «Р» и там смешивается с хвостовой пульпой. Основное загрязнение воды обусловлено U-238 и U-234, а другие природные радионуклиды, в основном, изменяются в небольших пределах. На рис.1 приведены результаты изменения U-238 в течение 2004-2013 годов в воде хвостохранилища «Р».

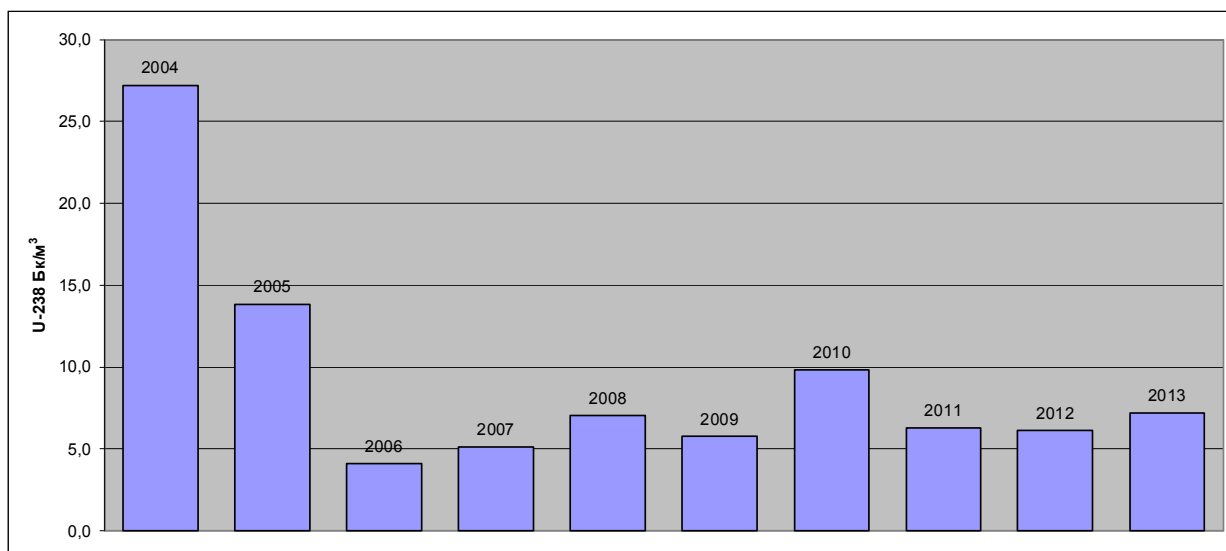


Рис. 1. Динамика изменения концентрации U-238 в воде хвостохранилище «Р» в течение 2004–2013 годов

В табл. 5 приведены результаты измерения активности природных радионуклидов в грунтах в районе г. Желтые Воды и шахты «Новая» ООО «Восток-Руда».

Таблица 5

Активность грунтов в районе г. Желтые Воды

№	Проба	Дата отбора	Активность природных радионуклидов, Бк/кг							
			U-234	U-238	U-235	Po-210	Pb-210	Ra-226	Th-232	K-40
1	Обрыв шахты «Новая»	Апр 2007	27,8±7,0	31,6±7,9	<1,0	38,4±9,6	35,2±8,8	34,5±8,6	40,5±10,1	543±136
2	Колодец 2		22,2±5,6	35,9±9,0	<0,7	33,9±8,5	33,0±8,3	32,5±8,1	40,0±10,0	572±143
3	Посадка	Июнь 2007	27,1±6,8	26,5±6,6	<0,7	47,0±11,8	63,1±15,8	32,3±8,1	36,8±9,2	503±126
4	1 км к югу от "Ц"	Авг 2007	21,1±5,3	19,2±4,8	1,92±0,48	28,3±7,1	35,2±8,8	30,6±7,7	42,5±20,7	569±142
5	1 км к северу от "Ц"		31,8±8,0	25,1±6,3	<0,9	32,6±8,2	43,7±10,9	34,0±8,5	41,6±10,4	558±140
6	1 км к западу от "Ц"		30,7±7,9	31,2±7,8	3,84±1,92	38,5±9,6	49,6±12,4	37,4±9,4	39,4±9,9	536±134

Данные этих анализов показывают, что не наблюдаются значительные различия в активности почв в разных районах городской территории и на территории шахты.

Кроме этого были выполнены исследования загрязненности территории района шахты радоном. Для измерения радона применялся трековый метод, для измерения мощности эквивалентной дозы дозиметр ДКС-96, а для измерения ЭРОА радона-220 – радиометр РГА-09

Результаты измерений мощности эквивалентной дозы внешнего гамма излучения и эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона-220 (торона) в воздухе района провальной воронки шахты «Новая» приведены в табл. 6, точки измерения приведены на рис 2.

Таблица 6

Результаты измерений мощности эквивалентной дозы внешнего гамма излучения и эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона-220 (торона) в воздухе района провальной воронки шахты «Новая»

№ п/п	Место измерения в районе провальной воронки	МЭД, мкЗв/час	ЭРОА радона-220, Бк/м <sup>3</sup>
1	Северная часть	0,161±0,032	0,64±0,32
2	Восточная часть	0,147±0,030	0,33±0,15
3	Западная часть	0,162±0,033	0,66±0,33
4	Южная часть	0,171±0,034	0,41±0,18
5	Северо-запад	0,200±0,040	0,71±0,36
6	Северо-восток	0,178±0,036	0,38±0,18
7	Юго-запад	0,174±0,035	0,31±0,15
8	Юго-восток	0,180±0,036	0,45±0,21

При обследовании не обнаружены уровни ЭРОА радона-220 (торона), мощности поглощенной в воздухе дозы внешнего гамма-излучения, превышающие референтные значения, установленные “Основными санитарными правилами обеспечения радиационной безопасности Украины”. Для производственных помещений эти значения составляют 60 Бк/м<sup>3</sup>, (10 Бк/м<sup>3</sup>), 0,8 мкГр/ч (0,8 мкЗв/ч) соответственно и обеспечивают соблюдение не превышения эффективной дозы в 1 мЗв в год. Результаты определения объемной активности радона представлены в табл. 7.

Таблица 7

Результаты измерения объемной активности радона, г.Желтые Воды

Точка уст.	Объемная активность радона, Бк/м <sup>3</sup>
т.19	18,60
т.20	10,72
т.21	18,84
т.25	16,69
т.26	16,72
т.28	10,05
т.29	13,55
т.30	21,42
т.31	23,00
т.32	14,13
т.33	18,04

\*Погрешность определения объемной активности радона составляет не более 25%.

На рис. 2 приведено расположение мест и величины объемной активности радона района шахты «Новой».



Рис. 2. Объемная интегральная активность радона - район шахты «Новой» (ноябрь-декабрь 2012 года)

⊙<sup>21</sup> (21,42) – номер точки измерения интегральной активности радона и концентрация радона в этой точке, Бк/м<sup>3</sup>;

●<sup>4</sup> - номер точки измерения ЭРОА радона -220, Бк/м<sup>3</sup>.

Концентрация радона в районе шахты «Новая» невысокая и несколько ниже, чем в центре г. Желтые Воды, где ранее для строительства использовались отходы добычи урановых руд.

#### **Выводы:**

1. На шахте «Новая», которая раньше добывала урановые руды, в настоящее время сложилось удовлетворительное радиологическое состояние.

2. Не наблюдается радиационного загрязнения объектов окружающей среды (почвы, воздуха, воды) природными радионуклидами, связанными с деятельностью предприятия ООО «Восток-Руда».

3. На предприятии ведется радиоэкологический мониторинг, позволяющий отслеживать радиационное состояние объектов окружающей среды и исключающий создание радиационной аварии.

#### Список литературы

1. Желтым Водам – 100, Пригожин Ю.И., Калюжный Н.И., Кривоносов Ю. М., Меркушев Н.А., Днепропетровск “СІЧ”, 1995г.- 118с.
2. Добыча и переработка урановых руд в Украине: Монография. – К.: «АФЕД-Украина», 2001.-238с.
3. Контроль радіаційної обстановки на залізородних шахтах України. СОУ-Н МПП 17.240-046:2005 Мінпромполітики України, 2005.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Собком Б.Ю.  
Надійшла до редакції 30.05.2013*

УДК 504.064.36:550.4

© А.А. Коваленко, А.В. Павличенко

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МІГРАЦІЙНОЇ АКТИВНОСТІ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ТЕРИТОРІЯХ РОЗМІЩЕННЯ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ**

Проаналізовані особливості впливу породних відвалів на рівні забруднення об'єктів навколишнього середовища. Встановлені особливості міграції важких металів з породних відвалів залежно від їх внутрішнього та зовнішнього фізико-хімічного стану.

Проанализированы особенности влияния породных отвалов на уровни загрязнения объектов окружающей среды. Установлены особенности миграции тяжелых металлов из породных отвалов в зависимости от их внутреннего и внешнего физико-химического состояния.

The features of the impact of waste dumps on the contamination level of environment are analyzed. The peculiarities of heavy metals migration from waste dumps based on their internal and external physical and chemical state are established.

Відходи вугільного виробництва в більшості випадків являють собою масштабні техногенно-створені джерела постійного негативного впливу на об'єкти навколишнього середовища. Аналіз досліджень М.П. Зборщика, Л.Г. Зубової, В.В. Осокіна, Л.О. Петрової, М.Ф. Смирного та інших дозволяє зробити висновок, що на всіх етапах існування породних відвалів – з моменту видачі відвальної маси на поверхню до згасання внутрішніх та зовнішніх фізико-хімічних, мінералоутворюючих, біологічних та інших процесів – відбувається поступове внутрішнє нагрівання породних мас, окислення нестійких сполук, вилуговування активних елементів, кислотне стікання новоутворених розчинів, повітряна та водна ерозія схилів відвалів тощо [1, 2].

За даними В.С. Мельникова, відходи вугільного виробництва в більшості випадків представлені грубоуламковою сумішшю аргілітів, алевролітів, піщаників, піритизованих та інших різновидів порід [3]. Суміш мінералів різного походження та періоду утворення значною мірою визначає вище описані деградаційні процеси, які відбуваються одночасно для всіх компонентів. При вивченні внутрішніх та зовнішніх особливостей, притаманних породним масам, виникають проблеми, пов'язані саме з комплексними перетвореннями у відва-