

## ОСОБЕННОСТИ РАДИАЦИОННОЙ СИТУАЦИИ ПРИ ЗАКРЫТИИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ (ШАХТА “ПРОЛЕТАРСКАЯ” ГХК ЛУГАНСКУГОЛЬ)

*М.В. Бабаев, Б.Я. Пятко, И.В. Удалов  
УкрНИИЭП, г. Харьков, Украина*

Обсуждаются проблемы радиационной ситуации при закрытии или реструктуризации закрывающихся угольных шахт. Предлагается комплексный подход к закрытию шахт, рассматриваются возможные методы снижения радиоактивного заражения до фонового уровня, в частности, с последующим выполнением укрытия для радиоактивных отходов шахты из материалов породного отвала.

На шахте “Пролетарская” в пределах промплощадки, в местах мойки вагонеток и других локальных неорганизованных свалок вдоль бывшего железнодорожного пути, на разрушенном участке трубопровода трассы слива шахтных вод скопилось около 22 тыс. м<sup>3</sup> низкоактивных радиоактивных отходов.

В процессе ликвидации шахты принято решение захоронения радиоактивных отходов в рекультивируемом пруде-отстойнике шахтных вод.

Пруд-отстойник шахтных вод расположен в верховье правого отрога балки Светличной, сооружен в 1961 году. В основании, верхнем и нижнем бьефе плотины проектом предусмотрен противофильтрационный экран в виде зуба из глины толщиной 1,0 м.

Радиологические исследования на поле шахты “Пролетарская” проводились по двум направлениям:

- рекогносцировочная радиометрическая съемка шахтного поля, М 1:5000;
- детальная –  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -исследования в пределах промплощадки, трассы слива шахтных вод и пруда-отстойника шахтных вод, а также породного отвала.

Рекогносцировочной радиометрической съемкой шахтного поля предусматривалось решение следующих задач:

- изучение мощности дозы  $\gamma$ -излучения и плотности  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучения почвогрунтов и оценка радиационной обстановки на площади шахтного поля;
- детализация и оконтуривание в случае обнаружения площадей, локальных участков или отдельных точек с повышенным радиационным фоном;
- обследование шахтного поля на возможное наличие бесконтрольных источников ионизирующего излучения.

Отобранные образцы почвогрунтов и пробы породных масс шахтных отвалов подвергались геохимическому гамма-спектральному анализу в ХНУ им. Каразина и Украинском НИИ атомных технологий на определение величины суммарной удельной активности естественных радионуклидов – радия-226, тория-232, калия-40 и цезия-137. Радиационное ка-

чество породных масс шахтного отвала оценивалось в соответствии с классификацией допустимых уровней суммарной удельной активности естественных радионуклидов в строительных материалах [1,2].

Исследования по определению радиационного качества породных масс шахтных отвалов выполнялись согласно Приказу Минуглепрома Украины за №654 от 26 декабря 1996 г. и в соответствии с требованиями ДБН.В.1.4.-2.01-97, а также “Методическими рекомендациями по проведению радиационного контроля в строительстве” МЗ и Госстроя Украины, Киев, 1991 г. [1-6].

Количество проб и место их отбора мотивировалось объемом и местом разработки отвала для рекультивации пруда-отстойника.

На основании проведенных детальных исследований территории промплощадки (более 2520 измерений) вытекают следующие выводы:

- территория промплощадки спланирована подсыпкой насыпными грунтами, представленными щебнем аргиллита, алевролита, песчаника с включением различного строительного мусора, мощностью 2...3 м;
- загрязнение радиоактивными отходами распространено по площади локально, но в основном вдоль бывшего железнодорожного пути. Наиболее высокой радиоактивностью обладают породы в месте мойки вагонеток, где мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения достигает 1800 мкР/ч. Площадь распространения радиоактивных отходов составляет около 0,60 га, при средней мощности (толщине слоя) 0,3...0,5 м;
- содержание радона в приземном слое воздуха колеблется в пределах 2,50...39,0 Бк/м<sup>3</sup> и не превышает ПДК. В заглубленных сооружениях, где отсутствует вентиляция, содержание достигает 274,0 Бк/м<sup>3</sup>, что в 6 раз превышает ПДК для жилых и в 2,5 раза для производственных помещений.

Отложения по показаниям  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -активности и по содержанию радионуклидов относятся к I группе низкоактивных твердых радиоактивных отходов.

В результате проведенных исследований по трассе сбросного коллектора и тальвега балки Светличная можно сделать вывод, что эксплуатация пруда-

шламонакопителя в течение 35 лет, происходившие процессы миграции с водными и воздушными потоками радиоактивных элементов и их накопление, в первую очередь в донных отложениях ручья и коммуникациях, не сказались на изменении радиационной обстановки, и она находится в пределах фоновых значений (кроме отдельных локальных очагов) для данного района.

Основным условием при захоронении радиоактивных отходов и рекультивации пруда-отстойника является устройство из указанных материалов (суглинки, масса породного отвала) противофильтрационного экрана, исключающего инфильтрацию, а следовательно, вымывание токсических веществ и миграцию их в окружающую среду.

В результате того, что вредные вещества в водорастворенной форме оказывают на человеческий организм наиболее губительное влияние, были проведены опыты на выщелачивание и сорбционные свойства тяжелых металлов 1 класса опасности по токсичности, наиболее часто встречающихся в подземных водах Донбасса, таких как: свинец, ртуть, мышьяк и кадмий. В связи с высоким содержанием бария в шламах (3 класс опасности) производилось исследование его десорбции. По данным лабораторных исследований сделан вывод, что выщелачивание ртути и мышьяка практически ничтожно мало. Несколько выше оно у свинца, кадмия и бария. Однако сорбционные свойства шламов и подстилающих суглинков по отношению ко всем металлам оказываются на 2-3 порядка выше, чем их выщелачивание. С учетом того, что подземные воды в пределах пруда-отстойника отсутствуют, миграции их за пределы рекультивированного пруда практически не будет.

Так как при рекультивации будет производиться захоронение радиоактивных отходов, рассмотрен процесс их влияния на окружающую среду. Необходимо отметить тот факт, что, во-первых, подземные воды в пределах полигона отсутствуют, а во вторых, – проектом предусматриваются мероприятия, практически исключающие инфильтрацию атмосферных осадков и поверхностных вод.

Известным фактом из литературных данных является то, что горизонтальная миграция радиоактивных веществ с поверхностным стоком в зонах недостаточного и умеренного увлажнения не происходит. Подтверждением этого служат и данные радиометрических исследований, проведенных по пути поверхностного стока шламовых и хозяйственных вод ниже дамбы пруда. Из этих данных видно, что только на расстоянии до 400 м наблюдается несколько повышенная радиоактивность отложений, а далее как по коммуникациям, так и в урзе балки их показания не превышают фоновых значений.

Миграция радиоактивных веществ зависит от степени фиксации их в твердых отходах и возможна только с инфильтрующимися атмосферными осадками.

Для предотвращения процессов миграции радиоактивных элементов в проекте захоронения преду-

смотрен практически водонепроницаемый противофильтрационный экран из послойно укатанных суглинков с конечным коэффициентом фильтрации  $10^{-5} \dots 10^{-7}$  см/с. Исходя из условий, что коэффициент фильтрации в экране составит порядка 0,0009 м/сут, а мощность его в среднем около 5 м с учетом мощности суглинков 1,0 м и незараженных шламов 4,0 м, миграция их во времени за пределы полигона будет сведена практически к нулю.

Немаловажным фактором является то, что на всех участках, включая территорию пруда-отстойника шахтных вод, мощность отложений, загрязненных радиоактивными веществами, не превышает 0,3 м (принятый интервал опробования), и только в месте, где происходила мойка вагонеток, на локальном участке, мощность их достигает 1,5 м.

Перенос радионуклидов может происходить только в виде взвешенных веществ с шахтными водами с хозяйственными стоками, зараженными радиоактивными веществами от продуктов сгорания углей (котельные шлаки, воздушный перенос).

С целью определения действительной мощности отложений, загрязненных радиоактивными веществами в пруде-отстойнике шахтных вод, был проведен анализ стоков и количества осевших взвешенных веществ из стоков шахтных вод и хозяйственных стоков. Анализ показал, что количество осадков за 40 лет эксплуатации пруда-отстойника составит 30 см, однако по данным изысканий мощность намывных отложений в районе дамбы составляет 4,0 м, а в хвостовой части выклинивается до 0,5... 1,0 м. Отсюда следует вывод, что отложения в пруде-отстойнике в основном сложены продуктами сноса глинистых материалов со склонов балки поверхностным стоком в период ливневых осадков. Продукты сноса постоянно смешивались и разбавлялись взвешенными веществами шахтных и хозяйственных вод.

Исходя из вышеизложенного, после строительства полигона влияние его на гидросферу в ракурсе загрязнения ее тяжелыми металлами можно исключить.

Для прогнозирования возможного влияния полигона захоронения радиоактивных отходов на гидросферу были произведены анализы на содержание тяжелых металлов, радионуклидов и радона в природных и техногенных водах. Анализы проводились по подземным водам Светличанского водозабора: Левобережная группа – 3 скважины, Правобережная группа – 1 скважина. Поверхностные воды исследовались из проб стоков, отобранных в левом плече дамбы, из ручья хозяйственных стоков пос. Новотошковка и в районе левого и правого берега реки С.Донец (источники).

По данным анализов можно сделать вывод, что превышение значений ПДК имеется по следующим элементам: свинец, марганец, кадмий, барий, кобальт и хром. Остальные элементы находятся в пределах ПДК. Свинцом загрязнены поверхностные воды в районе дамбы и ручья хозяйственных стоков. Какой-либо закономерности в загрязнении подзем-

ных вод поверхностными стоками не наблюдается, так, например, содержание марганца в районе пруда-отстойника составляет 0,280 мг/дм<sup>3</sup> при ПДК-0,1 мг/дм<sup>3</sup>, в скважине №30 Светличанского водозабора – 0,316 мг/дм<sup>3</sup>; содержание бария в районе пруда-отстойника – 0,700 мг/дм<sup>3</sup> при ПДК-0,1 мг/дм<sup>3</sup>, в скважине №30 Светличанского водозабора – 0,940 мг/дм<sup>3</sup>; содержание хрома в районе пруда-0,980 мг/дм<sup>3</sup>, при ПДК-0,050 мг/дм<sup>3</sup>, в скважине №30 Светличанского водозабора – 0,263 мг/дм<sup>3</sup>.

С целью установления взаимосвязи сточных вод шламонакопителя и подземных вод водозаборов были произведены анализы по определению радионуклидов как наиболее чувствительных независимых индикаторов. Определялись характерные для данного района радионуклиды Th-232, Ra-226, Rb-210, Po-210, K-40 и одновременно проводился замер содержания радона в подземных и поверхностных водах.

### Мощность экспозиционной дозы $\gamma$ -излучения мкР/ч на промплощадке шахты “Пролетарская”

Номер скважин	Глубина отбора проб, м							Наименование грунтов
	Поверхн. (устье скв.)	0,3	0,5	1,0	2,0	2,5	3,0	
1	136	20	16	10	-	-	-	Насыпь аргиллита, алевролита, битый кирпич
2	35	19	22	15	-	-	-	то же
2а	106	27	27	23	-	-	-	-/-
3	236	25	26	24	-	-	-	-/-
4	220	212	95	53	25	-	-	-/-
4б	104	67	59	43	23	-	-	-/-
5	141	55	45	28	-	-	-	-/-
6	130	68	59	26	-	-	-	-/-
9	236	242	220	202	188	145	34	-/-
9а	160	101	72	35	16	-	-	-/-
36	320	280	181	98	54	22	-	-/-
37	60	46	32	27	-	-	-	-/-

Из результатов анализа и данных замеров (таблица) видно:

- содержание Th-232 повышено в стоках из пруда и скважины №2 Ольховского водозабора, где их удельная активность соответственно равна 291 и 129 Бк/м<sup>3</sup>, но не превышает ПДК;
- удельная активность Ra-226 и K-40 выше ПДК в скважине №30 Правобережной группы и ниже в стоках пруда-отстойника;
- эманация Ra-226, Rn-222 в подземных водах водозаборов выше, чем в поверхностных водах пруда-отстойника и в сливных колодцах после пруда. Так в поверхностных водах пруда-отстойника содержание радона достигает 90 Бк/дм<sup>3</sup>, в колодце слива ниже дамбы – 114 Бк/дм<sup>3</sup>; а в подземных водах – в Правобережной группе (скважина №30) – 140 Бк/дм<sup>3</sup>, в Ольховской группе (скважина №2) – 200 Бк/дм<sup>3</sup>, в Капитоновской группе (скважина №4) – 38 Бк/дм<sup>3</sup>, что соответствует нормам НРБУ-97 п.8.6.4. (Уровни действии природных радионуклидов в источниках хозяйственного водоснабжения) составляют для Rn-222 100 Бк/дм<sup>3</sup>, что для скважин №30 и 2 в 1,5...2,0 раза превышает нормативный уровень. [1-6]

### ВЫВОДЫ

На основании произведенных детальных исследований состава шламовых отложений, продуктов

захоронения радиоактивных отходов в пределах пруда-отстойника шахтных вод, состава шахтных вод и поверхностных стоков, качественного и количественного анализов подземных вод Светличанского водозабора сделаны следующие выводы.

1. При проведении инженерно-геологической съемки установлено отсутствие фильтрации из пруда-отстойника в обход плотины и под плотинной.
2. В процессе изысканий грунтовые воды не обнаружены. Шламовые отложения имеют тугопластичную и мягкопластичную консистенцию.
3. При незначительных содержаниях взвешенных веществ в общей массе отложений содержание радионуклидов ничтожно мало и по всей толще не превышает фоновых значений. При интервале измерений керна с 0,3 м в скважинах не зафиксировано радиоактивности выше фоновых значений, за исключением площадки мойки вагонеток.
4. На подземные воды, в частности, на Светличанский водозабор как источник централизованного водоснабжения населе-

ния, пруд-отстойник шахтных вод практически не оказывал никакого влияния в период эксплуатации шахты по всем параметрам: составу, содержанию тяжелых металлов и радионуклидов.

5. По нашим прогнозам, загрязнение подземных вод Правобережной группы скважин Светличанского водозабора, в частности, скважины №30, происходит вследствие объединения аллювиального и мелового водоносных горизонтов, в результате выхода из строя обсадных труб, изолирующих эти горизонты при длительной их эксплуатации (до 50 лет и выше) и сильной агрессивности вод к металлам. Вторым фактором может служить переток аллювиальных вод по затрубным пространствам при понижении статического уровня ниже подошвы залегания аллювиальных отложений, в результате чего происходит выщелачивание меловых пород по трещинам.

6. Проектом захоронения радиоактивных отходов в пределах пруда-отстойника шахтных вод предусмотрены мероприятия, полностью исключаящие возможность миграции радиону-

клидов за пределы полигона захоронения. Главным условием в этом случае является обустройство противофильтрационных экранов с коэффициентом фильтрации  $10^{-7}$  см/с по поверхности шламовых отложений в основании складирования радиоактивных отходов и с поверхности их укрытия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. "Методические рекомендации по оценке радиационной обстановки в населенных пунктах" б. МЗ СССР. М., 1990г.
2. "Методические рекомендации по оценке радиационной обстановки в населенных пунктах, в зоне радиоактивного загрязнения со средней плотностью до  $5 \text{ Ки/м}^2$  цезия-137". Украинская межведомственная комиссия радиационного контроля загрязнения природной среды. Киев, 1992.
3. СанПиН 42-129.11-3938-85 (СПОРО-85). Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами. М., 1986.
4. СНиП 2.01.28-85. Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию. М.: «Гострой», 1985.
5. Нормы радиационной безопасности Украины НРБУ-97. Киев, 1997.
6. ДСП 6.074.120-01. Державні санітарні правила поводження з радіоактивними відходами. Затверджено 28.12.2000 р. Київ, 2001.

## ОСОБЛИВОСТІ РАДІАЦІЙНОЇ СИТУАЦІЇ ПРИ ЗАКРИТТІ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ (ШАХТА "ПРОЛЕТАРСЬКА" ГХК ЛУГАНСЬКВУГІЛЛЯ)

*М.В. Бабасєв, Б.Я. Пятко, І.В. Удалов*

Обговорюються проблеми ситуації при закритті або реструктуризації вугільних шахт. Пропонується комплексний підхід до закриття шахт, розглядаються можливі методи зниження радіоактивного зараження до фонового рівня, зокрема, з наступним виконанням укриття, для радіоактивних відходів шахти з матеріалів породного відвала.

## RADIATION SITUATION UNDER COAL MINES SHUTDOWN MINE "PROLETARSKAY", GHK LUGANSKUGOL)

*M.V. Babayev, B.Y. Piyatko, I.V. Udalov*

The problems of radiation situation under the shutdown or restructurization of coal mines are discussed. The complex approach to the mine shutdown is proposed; the possible methods of radioactive contamination reducing to the radioactive background are examined in particular with the subsequent construction of cover for the mine radioactive waste of rock spoil heaps.