

А.Е.Старикова

Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова
(E-mail: anenka82@yandex.ru)

Оценка воздействия добычи полиметаллической руды открытым способом на почвенный покров месторождения «Родниковое»

В статье рассмотрено воздействие добычи полиметаллической руды открытым способом на почвенный покров месторождения «Родниковое». Отмечено, что воздействие и нарушение земной поверхности проявляются при эксплуатации карьера, породного отвала, усреднительного склада руды, отвалов забалансовых руд и шламоотстойника. Анализ показал, что в отвалах вскрышных пород содержится повышенное количество веществ 1–4 класса опасности, превышающих фоновые ПДК в несколько раз, что при неправильной эксплуатации может привести к загрязнению окружающей среды.

Ключевые слова: вскрышные породы, добыча открытым способом, отвалы, тяжелые металлы, водорастворимые формы, загрязнение.

Современные масштабы горнодобывающего производства характеризуются интенсивным использованием природных ресурсов, нарастанием отходов и ухудшением качества окружающей среды. В связи с этим все большее внимание уделяется вопросу экономически обоснованного и экологически безопасного функционирования горнодобывающего предприятия. Специфика влияния конкретного горнодобывающего предприятия на окружающую среду обусловлена геолого-геохимическими особенностями месторождений и применяемой техникой и технологией для его разработки.

Для всех способов разработки месторождений характерно воздействие на биосферу, затрагивающее практически все её элементы: водный и воздушный бассейны, землю, недра, растительный и животный мир. Это воздействие может быть как непосредственным (прямым), так и косвенным, являющимся следствием первого. Размеры зоны распространения косвенного воздействия значительно превышают размеры зоны локализации прямого воздействия, и, как правило, в зону распространения косвенного воздействия попадают не только элемент биосферы, подвергающийся непосредственному воздействию, но и другие элементы [1, 2].

В зоне действия добывающих предприятий изымаются из сельскохозяйственного оборота земли, нарушаются целостность земных недр и водный режим, загрязняются земная поверхность, водные источники и воздушный бассейн; в конце концов, формируются новые ландшафты, во многих случаях не отвечающие условиям нормальной жизнедеятельности человека [3, 4].

Наиболее неблагоприятным является открытый способ, при котором забалансовые руды и минерализованные вскрышные породы в огромных количествах складываются на поверхности, превращаясь в мощный источник загрязнения почв и воды на десятки и сотни лет. Накапливающаяся в теле отвала атмосферная влага превращается в насыщенную металлами серную кислоту, самотеком сбрасываемую с дренажными водами в подстилающие отвалы почвы, грунтовые воды и далее в ручьи и реки [5].

Влияние деятельности предприятий горной промышленности на состояние земельных ресурсов чрезвычайно разнообразно по формам своего проявления. Помимо количественного сокращения продуктивных земельных площадей в результате изъятия их из народнохозяйственного оборота, при эксплуатации горнодобывающих предприятий происходит значительное изменение структуры и состава поверхностного слоя земной коры, приводящее нередко к полной или частичной потере плодородия земельных угодий [6].

Как показывает хозяйственная практика, к объектам особенно повышенной экологической опасности нужно отнести намывные горнотехнические сооружения — гидроотвалы и хвостохранилища. Дело в том, что их формирование обуславливает изъятие значительных земельных площадей, загрязнение воздушных и водных бассейнов, изменение режимов подземных и поверхностных вод. Потеря устойчивости ограждающих дамб может привести к затоплению прилегающих территорий и, соответственно, к загрязнению глинистыми или токсичными пульпами плодородных земель, а также к дополнительному (по отношению к обусловленному фильтрационными потерями) загрязнению поверхностных и подземных вод [6].

Оценка воздействия разработки месторождения «Родниковое» на почвенный покров

На территории месторождения почвенный слой тонкий (не превышает 0,15–0,20 м). В основном развиты полынные, тонковато-пылино-тырсиковые степи в комплексе с сообществами на засоленных участках. Продуктивность земельных ресурсов района пустынно-степных земель ниже средней, они не имеют существенного сельскохозяйственного значения. Преобладают светло-каштановые малоразвитые почвы. По механическому составу почвы в основном суглинистые, не очень податливые ветровой эрозии.

При производственной деятельности месторождения «Родниковое» — добыче полиметаллической руды открытым способом — происходит нарушение земной поверхности: сначала при строительстве карьера и его объектов, а затем при развитии горных работ: добычных, вскрышных и отвальных. В основном нарушение земной поверхности происходит при эксплуатации следующих объектов: сам карьер, породный отвал, отвал плодородного слоя почвы, усреднительный склад руды, отвалы забалансовых руд и шламоотстойник.

Учитывая условия пространственного размещения рудных тел, их локализации, вскрытие и разработку смешанно-окисленных и смешанно-сульфидных руд оптимально производить открытым способом, экономически более выгодным в сравнении с подземным.

С территории, застраиваемой объектами рудника, и с территории самого карьера перед началом строительства снимается растительный слой и складывается во временные отвалы. Толщина растительного слоя принята 0,2 м. Общий объем отвалов растительного грунта составляет 42 тыс. м³. Плодородный слой карьера, рудных складов и породного отвала, шламоотстойника складывается в отвал ППС (площадью 4,2 га), расположенный в 100 м юго-западнее карьера. Южнее проектируемого карьера на расстоянии 0,2 км размещается отвал вскрышных пород — 2,3 млн м³, площадь которого составляет 20,7 га.

Предусматриваются устройство внутреннего отвала после отработки широтной зоны месторождения, расположенной в западной части карьера, и обратная засыпка данных участков породами вскрыши общим объемом до 1 млн м³. Данная работа будет проводиться на 4–5-й годы отработки месторождения и позволит существенно сократить расстояние транспортировки.

По проекту восточнее располагается шламоотстойник, в который производится сброс карьерных вод, и осуществляется использование карьерных вод в технологической схеме обогатительной фабрики. Площадь, занимаемая прудом, составляет 266 м². Общая площадь земель, объектов месторождения «Родниковое» составляет 51,33 га.

Характеристика вскрышной породы

Вскрышные породы месторождения складываются в отвал вскрышных пород. В результате производственного мониторинга обследованию были подвергнуты пробы отходов на определение содержания химических элементов (валовое) (табл. 1) [7].

Т а б л и ц а 1

Результаты анализов пробы вскрышной породы месторождения «Родниковое»

Вещество	Фон, мг/кг	ПДК, мг/кг	Класс опасности	Содержание, мг/кг	Доли ПДК	Доли фона
1	2	3	4	5	6	7
Вещества 1 класса опасности						
Свинец	527,50	30,00	1	1320,4	44,013	2,503
Бериллий	2,13	10,00	1	2,06	0,206	0,969
Кадмий	–	4,00	1	8,34	2,085	–
Цинк	90,00	100,00	1	874	8,740	9,711
Вещества 2 класса опасности						
Хром	67,50	100,00	2	64,05	0,641	0,949
Никель	31,25	100,00	2	44,44	0,444	1,422
Молибден	11,75	5,00	2	30,32	6,064	2,580
Медь	30,00	100,00	2	41,48	0,415	1,383
Кобальт	11,50	50,00	2	12,8	0,256	1,113
Бор	45,00	25,00	2	10,31	0,412	0,229

1	2	3	4	5	6	7
Вещества 3 класса опасности						
Марганец	750,00	1500,00	3	632,7	0,422	0,844
Титан	4000,00	–	3	2267	–	0,567
Цирконий	187,50	–	3	433,8	–	2,314
Барий	700,00	–	3	278,3	–	0,398
Ванадий	137,50	150,00	3	302,04	2,014	2,197
Стронций	337,50	–	3	137,99	–	0,409
Вещества 4 класса опасности						
Фосфор	550,00	–	4	433,95	–	0,789
Литий	20,00	–	4	36,74	–	1,837
Серебро	0,07	–	4	0,1	–	1,429
Алюминий	–	–	–	42300	–	–

Химический анализ пробы вскрышной породы показывает повышенное содержание:

♦ веществ 1 класса опасности (рис. 1):

- кадмия — 2,085 С_{ПДК};
- свинца — 44,013 С_{ПДК} (2,503 С_{фон});
- цинка — 8,74 С_{ПДК} (9,711 С_{фон});

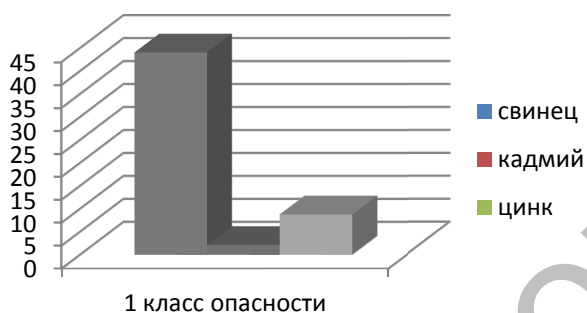


Рисунок 1. Превышение ПДК химическими элементами 1 класса опасности

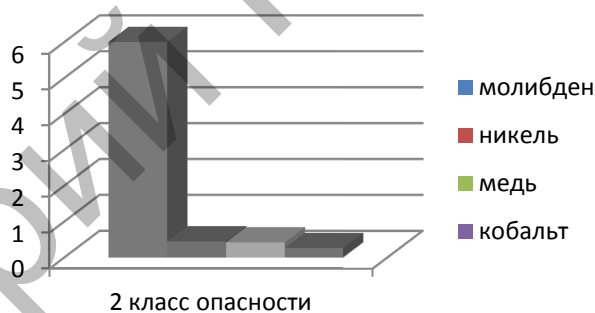


Рисунок 2. Превышение ПДК химическими элементами 2 класса опасности

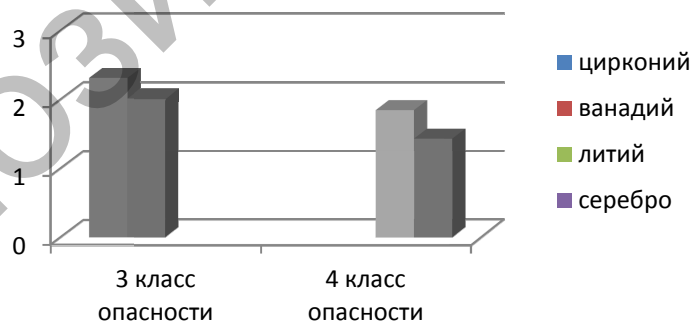


Рисунок 3. Превышение ПДК химическими элементами 3 и 4 класса опасности

♦ веществ 2 класса опасности (рис. 2):

- никеля — 0,444 С_{ПДК} (1,422 С_{фон});
- молибдена — 6,064 С_{ПДК} (2,58 С_{фон});
- меди — 0,415 С_{ПДК} (1,383 С_{фон});
- кобальта — 0,256 С_{ПДК} (1,113 С_{фон});

♦ веществ 3 класса опасности (рис. 3):

- циркония — 2,314 С_{фон};
- ванадия — 2,014 С_{ПДК} (2,197 С_{фон});

♦ веществ 4 класса опасности (рис. 3):

- лития — 1,837 $C_{фон}$;
- серебра — 1,429 $C_{фон}$.

По остальным элементам превышения ПДК (фона) почв не обнаружено. Фоновые значения ЗВ (валовое содержание) района приняты по результатам производственного мониторинга 2008 г. на месторождении «Родниковое».

Минерализация (содержание водорастворимых солей) во вскрышных породах за счет литологического состава (глинистые породы, кора выветривания) и общего засоления достаточно высока — 84,35 мг на 100 г грунта, рН — 9,19, соответствует слабощелочной среде [7].

В анализах водной вытяжки вскрышных пород, в сравнении с фоновыми значениями, наблюдается повышенное содержание: марганца — 2,434 $C_{ф}$, хрома — 1,107 $C_{ф}$, никеля — 1,355 $C_{ф}$, ванадия — 2,732 $C_{ф}$, лития — 1,25 $C_{ф}$, цинка — 17,449 $C_{ф}$, кобальта — 1,257 $C_{ф}$, алюминия — 1,129 $C_{ф}$. Фоновые значения ЗВ для водорастворимых форм приняты по результатам отбора проб текущего года как среднее значение концентраций на границе СЗЗ. В целом содержание водорастворимых форм основных элементов низкое и не превышает фон почв (табл. 2) [7].

Т а б л и ц а 2

Результаты анализов водной вытяжки пробы вскрышной породы месторождения «Родниковое»

Вещество	Содержание, мг/кг	Фон, мг/кг	Класс опасности	Доли фона
Вещества 1 класса опасности				
Свинец	0,01	–	1	–
Бериллий	0,001	–	1	–
Цинк	0,0301	0,0017	1	17,449
Кадмий	0,001	–	1	–
Вещества 2 класса опасности				
Хром	0,0031	0,0028	2	1,107
Никель	0,0145	0,0107	2	1,355
Молибден	0,001	–	2	–
Медь	0,0024	0,0030	2	0,807
Кобальт	0,0044	0,0035	2	1,257
Вещества 3 класса опасности				
Марганец	0,0213	0,0088	3	2,434
Титан	0,001	0,0062	3	0,162
Цирконий	0,01	0,0103	3	0,976
Барий	0,0153	0,0192	3	0,797
Ванадий	0,0153	0,0056	3	2,732
Стронций	0,0496	0,0755	3	0,657
Вещества 4 класса опасности				
Фосфор	0,1	–	4	–
Олово	0,1	–	4	–
Литий	0,005	0,0040	4	1,250
Серебро	0,1	–	4	–
Алюминий	0,1296	0,1148	–	1,129

Отношение содержания водорастворимых форм и валовых содержаний низки, что характеризует вскрышные породы как объекты с низкими миграционно-водными свойствами (табл. 3) [7].

На основании изучения состава и содержания экологически опасных химических элементов во вскрышной породе месторождения «Родниковое», источниках загрязнения окружающей среды, с учетом нахождения этих элементов в почвах (грунтах) района, принята следующая ассоциация загрязняющих веществ (тяжелых металлов и токсичных элементов):

- свинец, цинк, кадмий — 1 класс опасности;
- медь, молибден, кобальт, никель — 2 класс опасности;
- цирконий, ванадий — 3 класс опасности;
- серебро, литий — 4 класс опасности.

Миграционно-водные свойства вскрышной породы месторождения «Родниковое»

Вещество	Фоновые содержания водорастворимых форм в водных вытяжках почв, мг/100 г (мг-экв/100 г)	Вскрышные породы			
		Средние показатели			
		Содержание водорастворимых форм, $C_{\text{ср.вод.}}$ мг/100 г (мг-экв/100 г)	Коэффициенты концентрации водорастворимых форм $K_{\text{ср.}}$	Содержание валовых форм $C_{\text{ср.вал.}}$ мг/100 г	Отношение средних содержаний водорастворимых форм к валовым $(C_{\text{ср.вод.}}/C_{\text{ср.вал.}}) \times 100 \%$
1 класс (опасные)					
Свинец	–	0,0100	–	1320,40	0,001
Бериллий	–	0,0010	–	2,06	0,049
Цинк	0,0017	0,0301	17,449	874,00	0,003
Кадмий	–	0,0010	–	8,34	0,012
2 класс (умеренноопасные)					
Хром	0,0028	0,0031	1,107	64,05	0,005
Никель	0,0107	0,0145	1,355	44,44	0,033
Молибден	–	0,0010	–	30,32	0,003
Медь	0,0030	0,0024	0,807	41,48	0,006
Кобальт	0,0035	0,0044	1,257	12,80	0,034
3 класс (малоопасные)					
Марганец	0,0088	0,0213	2,434	632,70	0,003
Титан	0,0062	0,0010	0,162	2267,00	0,000
Цирконий	0,0103	0,0100	0,976	433,80	0,002
Барий	0,0192	0,0153	0,797	278,30	0,005
Ванадий	0,0056	0,0153	2,732	302,04	0,005
Стронций	0,0755	0,0496	0,657	137,99	0,036
4 класс					
Фосфор	–	0,1000	–	433,95	0,023
Олово	–	0,1000	–	–	–
Литий	0,0040	0,0050	1,250	36,74	0,014
Серебро	–	0,1000	–	–	–

Эта ассоциация загрязняющих веществ являлась основой для оценки загрязнения почв с учетом местного естественно-природного и техногенного фона. Она также учитывалась при оценке загрязнения атмосферного воздуха и подземных вод.

Список литературы

- 1 Литвиненко В.С. Записки горного института. — СПб., 2005. — Т. 166.
- 2 Алианов Р.А. Казахстан на мировом минерально-сырьевом рынке: проблемы и их решение. — Алматы: ТОО «Print-S», 2004. — 220 с.
- 3 Базарова С.Б. Воздействие горнодобывающих предприятий на экосистему региона и оценка эффективности их экологической деятельности // Региональная экономика и управление. — 2007. — № 2(10).
- 4 Завалишин В.С., Козут А.В. К методологии оценки влияния технологических процессов открытых горных работ на окружающую среду // Труды Института горного дела им. Д.А.Кунаева. — Алматы, 2006. — Т. 72. — С. 191–200.
- 5 Жумабекова С. Анализ потребления ресурсов на предприятиях горно-металлургического комплекса Республики Казахстан // Промышленность Казахстана. — 2011. — № 4 (67). — С. 38–43.
- 6 Каренов Р.С. Приоритеты стратегии индустриально-инновационного развития горнодобывающей промышленности Казахстана. — Астана: Изд-во КазУЭФМТ, 2010. — 539 с.
- 7 Технический отчет по производственному мониторингу окружающей среды объектов ТОО «Ер-Тай месторождение «Родниковое», выполненный ТОО «Проектсервис», 2010.

А.Е.Старикова

**«Родниковое» кен орны топырақ жамылғысына ашық әдіспен
өндірілетін полиметалл кенінің әсер етуін бағалау**

Мақалада «Родниковое» кен орны топырақ беткейінен ашық түрде полиметалл кен өндірудің әсері қарастырылды. Жердің үстіңгі бетінен кен қазып алатын орындардың эксплуатациялануы, үйінділердің жинақталуы, үстемеленген кен қоймалары, теңгерімнен тысқары кен қалдықтарының жинақталуы жер беткейінің бұзылуына әкеп соғады. Талдау нәтижесінде үйінділердің аршылуында оның құрамында қауіптіліктің 1–4 класына жататын заттар мөлшері өте жоғары, яғни РШК бірнеше есе жоғары, екендігін көрсетті, бұл, өз кезегінде, игеру жұмыстары дұрыс жүргізілмесе, қоршаған ортаның қатты ластануына әкеліп соғу мүмкіндігін көрсетті.

А.Е.Starikova

**Impact assessment of mining of polymetallic ore
in the open way on the soil cover of the deposit «Rodnikovoye»**

This article examines the impact of polymetallic ore mining by open pit on soil deposit «Rodnikovoye.» Impact and violation of the earth's surface manifest in the operation of the quarry, waste dump, polymetallic ore lending depository, ore heaps of discarded ore and slime pit.. The analysis showed that the overburden dumps contain increased amounts of substances of 1–4 classes of danger exceeding background maximum concentration limits several times that if not properly used it could result in environmental pollution.

References

- 1 Litvinenko V.S. *Proceedings of the Mining Institute*, St. Petersburg, 2005, 166.
- 2 Alshanov R.A. *Kazakhstan on the global mineral resource market: problems and their solution*, Almaty: LLP «Print-S», 2004, 220 p.
- 3 Bazarova S.B. *Regional Economics and management*, 2007, 2(10).
- 4 Zavalishin V.S., Kogut A.V. *Proceedings of the D.A.Kunaev Mining Institute*, Almaty, 2006, 72, p. 191–200.
- 5 Zhumabekova S. *Kazakhstan Industry*, 2011, 4(67), p. 38–43.
- 6 Karenov R.S. *Priorities of the strategy of industrial-innovative development of mining industry of Kazakhstan*, Astana: Publishing house Casualt, 2010, 539 p.
- 7 *Technical Report on the Production Environment Monitoring objects LLP «Er Tai deposit Rodnikovoye» performed LLP «Projectservice»*, 2010.