

УДК 502.7

**И. И. КОСИНОВА**

Россия, Воронеж, ВГУ

E-mail: kosinova777@yandex.ru

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОРОД РУД И ВСКРЫШНОЙ  
ТОЛЩИ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД  
ЕЛАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОРОНЕЖСКАЯ  
ОБЛАСТЬ)**

Весомым экологическим аспектом считается аспект, который оказывает или способен оказать существенное воздействие на окружающую среду. Нами проведена прогнозная оценка экологических аспектов разработки и частичного обогащения сульфидных медно-никелевых руд Еланского месторождения [1].

Несомненно, что эксплуатация такого сложного объекта в плотно заселенном регионе России потребует глубокого осмысления экологических рисков и внедрения инновационных экологических технологий. В настоящее время в мировой практике разработан широкий спектр зеленых технологий, сопровождающих любой вид практической хозяйственной деятельности человека. Однако применение данных технологий значительно повышает себестоимость продукции и нередко делает ее неконкурентоспособной.

В каждом конкретном случае должен быть произведен выбор между сиюминутной выгодой и будущим человечества. Целевое назначение добычи и переработки полезных ископаемых производится для повышения комфортности жизнедеятельности. Последняя не может отдельно существовать вне комфортности среды обитания. Данное противоречие должно быть осмысленно и при принятии решения о разработке обозначенного месторождения [2].

На основе проведенных аналитических исследований были построены схемы геохимических разрезов распределения коэффициентов концентраций тяжелых металлов и других рудных компонентов по глубине скважин месторождения (рисунок 1).

Общие закономерности распределения тяжелых металлов по исследуемым скважинам представлены на рисунке 2.

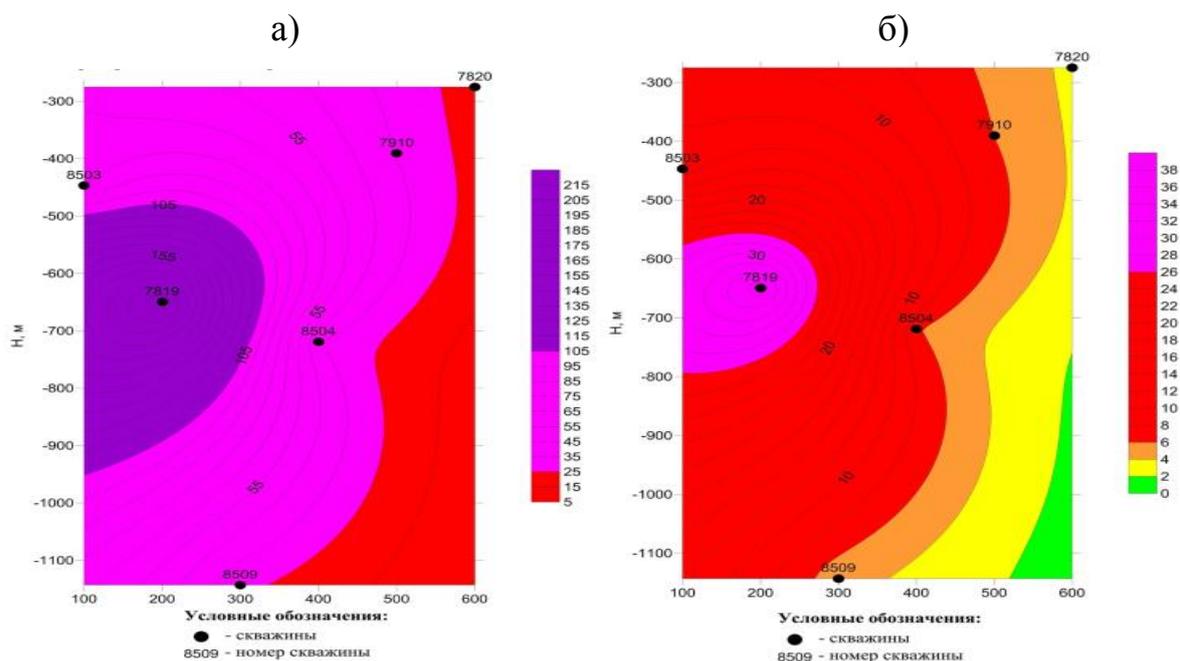


Рисунок 1 – Схема геохимического разреза распределения концентрации содержания: а) никеля, б) цинка

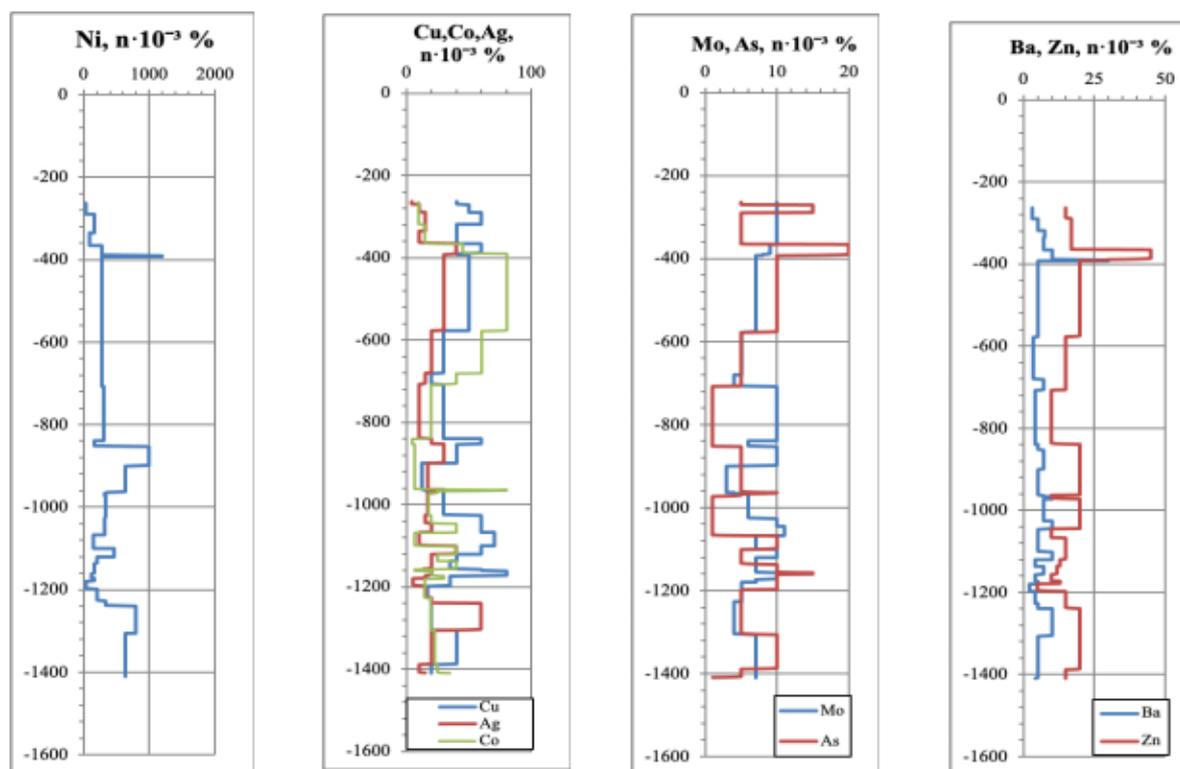


Рисунок 2 – Распределение тяжелых металлов по разрезу (скв. 8504)

Показателен сам факт наличия очень высоких концентраций приведенных компонентов, часть которых при строительстве горных выработок попадет в отвалы, откуда данные химические элементы начнут поступать в компоненты окружающей среды, создавая комплекс соответствующих экологических аспектов. Особое внимание обращают на себя высокие концентрации мышьяка, определенные по разрезу скважины.

Мышьяк представляет собой основной токсический элемент сульфидных медно-никелевых руд Еланского месторождения. Он формирует ряд экологических аспектов как на стадии разработки, так и на стадии обогащения руды, ее транспортировке, размещении отходов. Мышьяк (As) – рассеянный химический элемент 15-й группы 4-го периода периодической системы Д. И. Менделеева с кларком в земной коре  $= 1,7 \times 10^{-4} \%$ . В чистом виде это хрупкий полуметалл серого цвета с зеленоватым оттенком. В современном мире этому веществу нашли применение в самых разнообразных сферах: сельское хозяйство, металлургия, кожевенное дело, керамическое производство др. Целенаправленно мышьяк, как правило, не добывают. Его извлекают попутно при разработке золотых, медноколчеданных, кобальтовых и свинцово-цинковых руд. В мире известно более 100 минералов, в которых он присутствует, но промышленное значение имеют лишь несколько: реальгар ( $As_4S_4$ , содержание As  $\approx 70 \%$ ), аурипигмент ( $As_2S_3$ , содержание As  $\approx 69 \%$ ), арсенопирит ( $FeAsS$ , содержание As  $\approx 46 \%$ ) и леллингит ( $FeAs_2$ , содержание As  $\approx 72 \%$ ). Мышьяк можно встретить и в самородном виде, но это большая редкость [3].

Мышьяк является одним из самых противоречивых химических элементов. В чистом виде он относительно инертен, но некоторые его соединения являются сильнейшим ядом и канцерогеном: человеку достаточно проглотить ничтожную щепотку его оксида или сделать пару вдохов мышьяковистого водорода, чтобы получить смертельную дозу [3].

С другой стороны, некоторые соединения мышьяка по токсическому воздействию не превосходят поваренную соль, более того, они часто применяются в медицине как лекарственные средства. Соединения мышьяка вызывают рак, и они же используются в онкологии как противоопухолевые препараты.

Мышьяк при отравлении оказывает «общетоксическое действие». При остром отравлении, когда в организм человека попадает более 10 мг яда, картина напоминает заболевание холерой: сильные боли по всему пищеварительному тракту, рвота и диарея, синий оттенок кожи лица, нитевидный пульс, судороги и затрудненное дыхание. Подобное отравление обычно заканчивается смертью в результате сердечно-сосудистой недостаточности. Смертельной для человека среднего возраста

считается доза около 100 мг, смерть наступает в среднем через 10 часов. В литосфере содержание As составляет 0,0018 %. Отмечается довольно повышенное содержание токсичных элементов в разнотипных колчеданных Cu-Ni рудах Новохоперского района. Это приобретает важное значение при разработке Еланского месторождения, извлечении рудного концентрата и складировании производственных отходов в виде большого объема поверхностных хвостоотвалов (до 40–60 %), находящихся в большинстве силикатных и рудных минералах в виде тонкораспыленной пыли.

В стандартных условиях мышьяк не вступает в реакции с водой и не окисляется кислородом, однако тонкораздробленный As растворяется в окислителях, кислотах и концентрированных щелочных расплавах. С кислородом мышьяк образует два окисла:  $As_2O_3$  и  $As_2O_5$ , а с серой –  $As_2S_3$  и  $As_2S_5$ . Различные арсениды образуются при реакциях мышьяка с металлами.

Обычно в организме человека мышьяк накапливается в печени, почках, селезенке, кишечнике, легких, костной ткани, волосах и крови.

Содержание мышьяка в организме человека средней массы (70 кг) равняется 15 мг. Влияние избыточного количества As в организме человека широко изучено. Механизм воздействия связан с изменением метаболических (обменных) процессов.

Известен факт, что мышьяк и сурьма синергичны, т. е. повышение концентрации первого элемента ведет к росту содержания второго – Sb. Этот элемент способен накапливаться в щитовидной железе, приводя к возникновению эндемического зоба. Описываемые элементы являются высокотоксичными. С увеличением ядовитой дозы развиваются многочисленные болезни, в конечном счете – летальный исход.

Арсин ( $As_3H_3$ ) – наиболее опасное соединением мышьяка, сильнейший яд, доза концентрации которого  $0,005 \text{ г/дм}^3$  способна мгновенно привести к смерти. Также токсичны: оксид мышьяка ( $As_2O_3$ ), его растворимые соли, отвечающие как кислотной, так и основной функциям ( $Na_3AsO_3$ ,  $Na_3AsO_4$  и  $AsCl$ ). Органические мышьякосодежащие вещества тоже относятся к отравляющим.

Описанные краткие факты говорят о высокой степени воздействия As и его многочисленных соединений на окружающую среду. Различные мышьяковые соединения вполне реально могут образовываться в хвостохранилищах будущего горного предприятия. Данный элемент играет особую роль при комплексном освоении Еланского месторождения, которое следует проводить только при выполнении условий жестких экологических ограничений.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косинова, И. И. Прогноз характера экологических рисков в районе разработки Новохоперского месторождения сульфидных руд (Воронежская область) / И. И. Косинова, В. В. Ильяш, Н. Д. Разиньков // Разведка и охрана недр. – 2018. – № 1. – С. 12–17.

2. Лифановская, С. Ю. Экологические аспекты добычи минерального сырья / С. Ю. Лифановская // Вестн. Камчат. гос. техн. ун-та. – 2009. – № 10. – С. 44–49.

3. Сиденко, Н. В. Миграция тяжелых металлов и мышьяка в зоне гипергенеза сульфидных отходов Берикунинского золотодобывающего завода : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук / Н. В. Сиденко. – Новосибирск, 2001. – 20 с.

УДК 551.3:631.459.2(476.1)

**Е. А. КУХАРИК<sup>1,2</sup>, Д. М. БАРИЛОВИЧ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

<sup>2</sup>Беларусь, Минск, БНТУ

<sup>3</sup>Беларусь, Минск, Национальный детский технопарк

E-mail: shzhk@mail.ru

**ПРОЯВЛЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ВОДНО-ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ КАРЬЕРА «РАДОШКОВИЧИ» (МИНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Активизация современных водно-эрозионных процессов на территории Беларуси может быть связана как с естественными причинами, обусловленными особенностями строения земной поверхности (крутизна и длина склонов, состав покровных отложений, наличие развитого растительного покрова, режим выпадения атмосферных осадков и др.), так и с техногенным воздействием на геологическую среду, которое способствует изменению структуры современной геодинамики. Одним из интереснейших объектов для изучения проявлений плоскостной и овражной эрозии является территория карьера «Радосковичи».

Морфологически выраженные результаты плоскостного смыва и овражной эрозии изучались непосредственно во время проведения полевых исследований на протяжении последних лет. Замерялись основные параметры ручейковой сети, промоин и оврагов, характеризовались особенности строения покровных отложений.

Территория карьера «Радосковичи» расположена на границе двух геоморфологических районов – Минской возвышенности и Ошмянских