

УДК 504.3.054

М.А. Пашкевич, М.А. Куликова

ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДСТРОИТЕЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СУЛЬФИДНЫХ РУД

Приведены результаты исследований в районе строительства Озёрного горно-обогатительного комбината. Разработана методика предстроительного мониторинга на объекте. Результаты опробования разведочной штольни показали на значительные содержания Pb и Zn в отвальных породах, миграционная способность которых увеличивается с понижением pH среды.

Ключевые слова: отвал, опробование, рентгенофлуоресцентный анализ, мониторинг.

Разработка месторождений полезных ископаемых приводит к накоплению отходов, значительная доля которых относится к категории высокой экологической опасности. Складирование этих отходов ведет к возникновению на территориях площадью более 4 млн. га неблагоприятных экологических ситуаций, проявляющихся в ухудшении санитарно-гигиенической обстановки, нарушении и видоизменении естественных ландшафтов, а также утрате природных ресурсов. Так, к 2010 году площадь нарушенных горными работами земель на территории России достигла 1,4 млн. га, из них более 10 % приходится на хранилища твердых отходов. Около 20 % техногенных гидрогеохимических ореолов и потоков связано с проникновением загрязняющих веществ в природные воды из накопителей отходов. [1]

Наиболее значительной техногенной нагрузке подвергается природная среда в районах складирования сульфидсодержащих отходов. Вследствие окисления сульфидной серы происходит формирование кислых дренажных вод и, соответственно, лито- и гидрогеохимических ореолов загрязнения с

крайне низкими значениями показателя pH. Это приводит к полному уничтожению растительности, трансформации состава покровных отложений, поверхностных и подземных вод. Поэтому на стадии проектирования и начальных стадиях разработки месторождений сульфидных руд необходимо проведение предстроительного мониторинга, а также создание и внедрение средозащитных мероприятий по предотвращению воздействия сульфидсодержащих отходов на приповерхностные отложения и природные воды. [2]

Кафедра Геозологии СПГИ(ТУ) принимала участие в проектной стадии освоения полиметаллического месторождения сульфидных руд Озёрное (респ. Бурятия), а также в проведении мониторинговых исследований на территории земельного отвода Озёрного горно-обогатительного комбината, начало строительства которого планируется на 2010 год. Добыча и обогащение полиметаллических руд Озёрного месторождения предполагает размещение более 600 млн.т отходов различных классов опасности. Согласно проекту строительства, несмотря на высокие со-

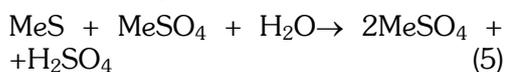
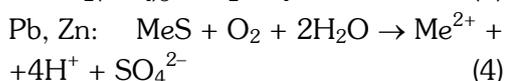
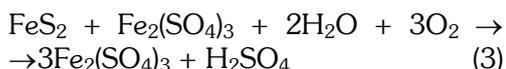
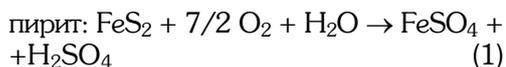
Таблица 1

Концентрации тяжелых металлов в профиле №1

Номер пробы	Содержание токсичных элементов, %			
	Pb	Zn	As	Cu
№1	1,52	1,23	0,14	0,04
№4	1,30	1,55	0,09	0,03
№7	1,38	1,99	0,06	0,09
p1g-1	0,51	1,35	0,04	0,08
p1g-2	1,00	1,28	0,05	0,08
p1-3n	0,16	0,54	0,01	0,01
p1-4n	0,54	0,32	0,03	0,04

держания сульфидных минералов, по нормативным методикам отходы будущего ГОКа отнесены к IV и III классам – соответственно малоопасные и умеренно опасные для окружающей природной среды.

Однако, складирование сульфидсодержащих пород сопряжено с опасностью формирования кислых дренажных вод, вследствие инфильтрации поверхностных или подземных вод через массив сульфидсодержащих пород или отходов в процессе окисления сульфидных минералов по следующей схеме:



Цель исследований — повышение эколого-технической безопасности функционирования производственных объектов при освоении и эксплуатации Озерного месторождения полезных ископаемых за счет внедрения комплекса средозащитных мероприятий.

Задачи исследований:

- разработка методики предостроительного мониторинга;
- проведение первичных мониторинговых исследований для анализа ландшафтно-геохимической обстановки под воздействием техногенной нагрузки;
- отбор проб с поверхности отвала и бортов разведочной выработки, донных отложений для оценки миграционной способности токсичных компонентов;
- исследование процессов формирования ореолов и потоков загрязнения в районе расположения разведочной выработки для прогнозирования экологической ситуации при дальнейшей разработке месторождения Озерное;
- разработка средозащитных мероприятий по снижению негативного воздействия на почву и водные ресурсы.

Летом 2008 года были проведены мониторинговые исследования отвала разведочной штольни, а также прилегающей к ней территории. На поверхности отвала были заложены 4 профиля для отбора проб, который проводился методом конверта 2x1 м с глубины 10—15 см. Затем проводилось квартование образцов для получения представительной пробы на каждой точке.



Рис. 1, а. Распределение концентрации свинца в донных отложениях

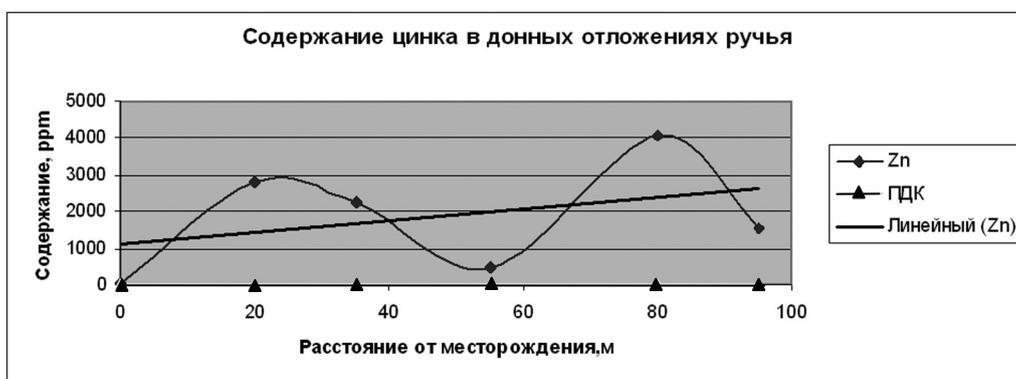


Рис. 1, б. Распределение концентрации цинка в донных отложениях

В табл. 1 представлены предварительные полевые результаты определения концентраций токсичных элементов в отобранных образцах по профилю №1:

Для оценки миграционной способности токсичных примесей было произведено обследование ручья, дренирующего отвал, в рамках которого был произведен отбор проб донных отложений с шагом 20м. Затем в полевых условиях при помощи портативного рентгенофлуоресцентного спектрометра был произведен анализ образцов. Распределение содержания основных токсичных элементов представлено на рис. 1 а, б.

Для оценки вертикальной миграции загрязняющих компонентов был вскрыт

разрез отвальных пород, составлено его описание, а также проведен предварительный количественный анализ проб и по его результатам построен график зависимости (рис. 2 а,б).

Результаты, проведенных исследований показали, что в отвале содержится значительное количество свинца и цинка. Содержание этих элементов до 100 раз превышает ПДК. Как следствие, процессы выщелачивания заскладированных отходов приводят к вымыванию тяжелых металлов из тела отвала, а далее по природным транспортным каналам происходит миграция элементов с формированием контрастных литохимических и гидрохимических ореолов загрязнения.



Рис. 2, а. Распределение концентрации свинца по высоте отвала



Рис. 2, б. Распределение концентрации цинка по высоте отвала



Рис. 3. Нарушенное состояние деревьев на территории отвала

Также были проведены мониторинговые обследования растительности на территории прилегающей к отвалу. Техногенное воздействие на растительность – сложное биохимическое явление, затрагивающее основные метаболические и физиологические процессы, разрушающие структуру растения. Степень воздействия на растение зависит от концентрации загрязняющего вещества, продолжительности его воздействия и путей поступления. В результате этого на листьях появляются внешние визуально наблюдаемые повреждения и отклонения от нормы.

В процессе многолетнего изучения влияния промышленных производств на растительность был выявлен ряд диагностических признаков нарушения ассимиляционных органов деревьев. Визуальные обследования территории (рис. 3) расположения отвала Озерного месторождения позволили выявить следующие нарушения:

- хлорозы и некрозы органов растений;
- снижение интенсивности линейного прироста ствола и боковых побегов (рис. 3);
- снижение охвоенности крон с нарушением распределения фитомассы хвои по высоте крон;
- снижение радиального прироста древесины ствола и скелетных ветвей.

Наличие этих признаков нарушения обусловлено подкисленной средой обитания растений (подкисленные почвы и почвенные растворы), а

Таблица 2

Регламент контроля экологических параметров компонентов природной среды на этапе предпроектного и строительного мониторинга

Природная среда, процесс	Контролируемые параметры	Способ контроля	Элементы контролирующей системы	Периодичность и средства контроля
Атмосферный воздух	<p>Концентрации в воздухе:</p> <ul style="list-style-type: none"> — оксидов азота; — диоксида серы; — оксида углерода; — суммарных углеводородов; — взвешенных веществ. <p>Метеопараметры:</p> <ul style="list-style-type: none"> — скорость ветра; — направление ветра; — температура воздуха; — влажность воздуха. 	Пункт контроля загазованности атмосферного воздуха	Пункты наблюдения	1 раз до начала строительных работ (фоновый мониторинг), 1 раз в период проведения строительных работ и 1 раз по окончании строительства. Отбор проб при посещении пунктов контроля с последующим анализом проб в стационарной аналитической лаборатории.
Сточные воды	<ul style="list-style-type: none"> • объем сбрасываемых сточных вод (расчетный метод); • качество сбрасываемых сточных вод: <ul style="list-style-type: none"> — pH; — содержание нефтепродуктов; — содержание взвешенных веществ; — содержание соединений железа и марганца; — содержание тяжелых металлов (медь, цинк, свинец, хром, кадмий, никель); — БПК_{полн.}; — содержание соединений азота; — содержание соединений фосфора; — содержание СПАВ; 	Пункт контроля состава сточных вод	Пункты наблюдения	1 раз на этапе строительства. Отбор проб при посещении пунктов контроля с последующим анализом проб в стационарной аналитической лаборатории.

Природная среда, процесс	Контролируемые параметры	Способ контроля,	Элементы Контролирующей системы	Периодичность и средства контроля
Поверхностные воды и донные отложения	<p>Общие показатели:</p> <ul style="list-style-type: none"> — рН — общая минерализация — БПК — содержание растворенного кислорода — содержание взвешенных веществ — содержание кальция — содержание магния — содержание гидрокарбонатов — содержание сульфатов — содержание хлоридов — содержание калия — содержание натрия <p>Концентрации потенциально загрязняющих веществ:</p> <ul style="list-style-type: none"> — нефтепродуктов — СПАВ — тяжелых металлов (медь; цинк; хром; никель; свинец; кадмий) — железа — ртути <p>Содержания потенциальных загрязнителей в донных отложениях:</p> <ul style="list-style-type: none"> — нефтепродуктов — тяжелых металлов (медь; цинк; хром; никель; свинец; кадмий) — железа 	Пункт комплексного контроля поверхностных вод и донных отложений	Пункты наблюдения	1 раз до начала строительных работ (фоновый мониторинг), 1 раз в период проведения строительных работ и 1 раз по окончании строительных работ (после завершения гидрологического цикла) Отбор проб при посещении пунктов контроля с последующим анализом проб в стационарной аналитической лаборатории.

Окончание табл. 2

Природная среда, процесс	Контролируемые параметры	Способ контроля,	Элементы Контролирующей системы	Периодичность и средства контроля
<p>Подземные воды</p> <p>Почвенный покров</p> <p>Растительный покров</p>	<p>— Температура грунтовых вод</p> <p>— Уровень грунтовых вод;</p> <p>— Химический состав грунтовых вод (анионно-катионный состав).</p> <p>— Показатели агрессивности</p> <p>— Концентрации загрязняющих веществ (СПАВ, нефтепродукты, медь, цинк, кадмий, хром, свинец, никель, железо, марганец)</p> <p>- Морфологические особенности почвенного профиля;</p> <p>— Концентрация загрязняющих веществ в органогенном почвенном горизонте (нефтепродукты, медь, цинк, свинец, хром, железо, никель, марганец);</p> <p>— Концентрация загрязняющих веществ в иллювиальном почвенном горизонте (нефтепродукты, медь, цинк, свинец, хром, железо, никель, марганец);</p> <p>— Биологическая активность почвы (для временно отчуждаемых земель сельскохозяйственного назначения)</p> <p>— Зоны переувлажнения, засоления и дефляции</p> <p>- Общий контроль состояния растительности;</p> <p>— Видовое разнообразие, густота растительного покрова.</p>	<p>Пункты комплексного контроля загрязнения природной среды</p> <p>По трассе и на контрольных площадках пунктов комплексного контроля</p>	<p>Пункты наблюдения</p> <p>Пункты наблюдения</p>	<p>1 раз до начала строительных работ (фоновый мониторинг), 1 раз в период проведения строительных работ и 1 раз по окончании строительных работ. Отбор проб при посещении пунктов контроля с последующим анализом проб в стационарной аналитической лаборатории.</p> <p>По материалам дистанционного зондирования 1 раз до начала строительных работ (фоновый мониторинг) и 1 раз по окончании строительных работ. Визуальный контроль при посеще-</p>

также поступлением ионов тяжелых металлов с почвенными растворами для питания растений. Тяжелые металлы накапливаются в различных органах растений, вызывая появление некрозов и хлорозов [3].

На основе проведенных мониторинговых и аналитических исследований можно смоделировать ситуацию и предсказать поведение токсичных примесей (Pb, Zn) при формировании отвала пустых пород и склада окисленных руд месторождения Озерное. Инфильтрация ливневых вод инициирует процессы выщелачивания металлов, находящихся в отвале в окисленной форме, и образования вод с пониженным рН, что приведет к формированию техногенных ореолов загрязнения в районе расположения предприятия. Экологическая ситуация в регионе может усугубиться тем, что склад окисленных руд будет располагаться с юго-западной стороны от

месторождения. С этой же стороны во впадине находится река Гундуй-Холой, впадающая в речку Уда, которая в свою очередь относится к бассейну озера Байкал.

В качестве превентивных мероприятий необходимо проведение мониторинговых исследований в районе строительства месторождения, что позволит адекватно оценить состояние природной среды, а также впоследствии поможет наблюдать за изменением состояния компонентов и своевременной разработке и применению средозащитных мероприятий. Результатом проведенных исследований явилась разработка регламента контроля экологических параметров компонентов природной среды месторождения Озерное (табл. 2).

Исследования выполнены при поддержке Американского фонда гражданских исследований и развития (CRDF).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пашкевич М.А. Техногенные массивы и их воздействие на окружающую среду. РИЦ СПГИ(ТУ): СПб, 2000.

2. Гальперин А.М., Фёрстер В., Шеф Х.-Ю. Техногенные массивы и охрана природных

ресурсов: Учебное пособие для вузов. — М: Издательство Московского государственного горного университета, 2006.

3. Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. **171**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Пашкевич Мария Анатольевна — доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой, e-mail: mpash@spmi.ru,

Куликова Мария Алексеевна — аспирант,

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный».

