

противодействовать физико-механическим нагрузкам и восстанавливать свои прежние функции после снятия нагрузок.

Пораженность территории Полярного Урала геологическими процессами

Процессы	Коэффициент пораженности
Боковая и овражная эрозия	0,01-0,4
Сели	0,01-0,3
Склоновый смыв	0,3-0,5
Заболачивание	0,2-0,5
Карст	0,2-0,5
Оползни	0,01-0,2
Осыпи	0,3-0,4
Лавины	0,1-0,2
Морозное трещинообразование	0,01-0,1
Пучение	0,3-0,5
Пятнообразование	0,1-0,3
Термокарст	0,1-0,3
Солифлюкция (склоны 6-10°)	0,1-0,4
Курумообразование	0,1-0,3

В целом, анализируя геодинамическую устойчивость выделенных природных комплексов, можно говорить о том, что наименьшей степенью устойчивости обладают природные комплексы межгорных долин, что объясняется высокой степенью пораженности территории криогенными процессами.

Резюмируя вышеизложенное, необходимо констатировать, что развитие на площади многолетнемерзлых пород осложняет ее геозоологические условия. Широкое распространение опасных экзогенных процессов обуславливает чрезвычайную ранимость геологической среды. Толчком для непоправимых нарушений которой могут выступать не только техногенные, но и природные факторы, такие, как фазы изменения климата, ожидаемое глобальное потепление и т. д.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геозоологическое картографирование: Тез. докл. Всерос. науч.-практ. конф. М.: ВСЕГИНГЕО, 1998.
2. Ершов Э.Д., Чижев А. А. Геозоологические условия криолитозоны // Инж. геология. 1990. № 3. С. 8-15.
3. Теория и методология экологической геологии / Трофимов В.Т. и др. М.: Изд-во МГУ, 1997. 359 с.

УДК 556.388

Л.П. Парфенова, М.Н. Сараева

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ УСТАНОВКИ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ МЕДИ

Объектом исследования является опытно-промышленный участок кучного выщелачивания меди (УКВ), строительство которого проектируется в пределах горного отвода Волковского рудника. Последний находится в 150 км к северу от г. Екатеринбурга в Кушвинском административном районе.

ЗАО "Волковский рудник" – горное предприятие, добывающее около 500000 тонн медной руды в год открытым способом, на территории которого находится карьер, отвалы окисленных медно-железо-ванадиевых руд.

Коренными породами Волковского массива являются диориты, габбро-диориты, подверженные глубокому метаморфизму, в частности соссюритизации [4].

Практически повсеместно трещиноватые коренные породы перекрыты чехлом покровных образований, которые представлены суглинками, супесями, глинами и дресвой. По своему генезису они чаще всего элювиально-делювиальные, реже делювиальные, элювиальные и аллювиальные. Рыхлые образования обычно имеют мощность от 5 до 15 м. Вблизи зон тектонических нарушений мощность рыхлых отложений чаще всего увеличивается и может достигать 20-40 м [3].

В районе работ основным полезным ископаемым являются медно-железо-ванадиевые руды Волковского месторождения.

В гидрогеологическом строении площади месторождения участвуют грунтово-трещинные воды. Это основной водоносный горизонт, приуроченный к верхней части выветрелых коренных пород габбрового массива. Глубина залегания уровня колеблется в пределах от 0,4 до 36,0 м от поверхности. Мощность водоносного горизонта зависит от глубины развития экзогенной трещиноватости в породах и составляет в среднем 80 м [2].

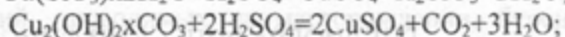
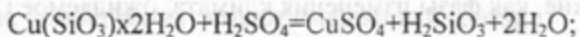
В непосредственной близости от района работ протекает река Лая и ее правый приток река Черная, дренирующие изучаемую территорию. Река Лая берет свое начало на слабо заболоченной долине, течет с севера на юг, ее бассейн вытянут в меридиональном направлении. Площадка для экспериментального участка с насыпным слоем окисленной руды находится на правом берегу реки Лая, на расстоянии 350 м от берега за пределами водоохранной зоны, составляющей в данном месте 100 м (расстояние от истока реки Лая составляет 8 км). УКВ занимает площадь 80x80 м в 250 м к северо-востоку от существующего карьера.

Технологическая схема производственного процесса разработана ранее институтом "Унипроект" и усовершенствована специалистами УГМК.

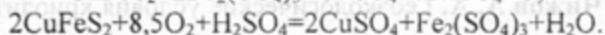
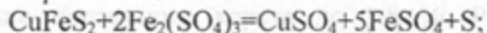
Процесс состоит из следующих основных технологических операций:

➤ Проведение комплекса работ по формированию площадки под рудный штабель, включающих планировку поверхности, создание гидроизолирующего основания и дренажной системы для отвода продуктивного раствора.

➤ Орошение площадки со сбором продуктивного раствора в головном прудке; химизм процессов выщелачивания можно отобразить на примере растворения окисленных минералов меди растворами серной кислоты:



Следовательно, основным реагентом для окисленных руд является серная кислота. Растворение сульфидных минералов протекает более сложно:



В этом случае требуются окислители: кислород воздуха и ионы трехвалентного железа.

➤ Цементация с дозированной загрузкой железного скрапа. Раствор, обогащенный медью, поступает в цементаторы. Продолжительность контакта, обеспечивающая 90 % извлечения меди, составляет около 10 минут. Размер частиц металлической меди, образующихся в процессе цементации, от 0,01 до 0,02 мм. Выделение меди производят цементацией железным скрапом в конических цементаторах.

➤ Сгущение и фильтрация с получением и отгрузкой куска цементационной меди; пульпа после цементации с содержанием твердого осадка около 30 кг/м² поступает на сгущение. Цель сгущения – получить осадок соотношением жидкого к твердому 5:1. Сгущенный осадок подается на вакуум-фильтр, с которого получается кек с влажностью 15 %.

Подготовка выщелачивающего раствора в малом прудке [3].

Главной особенностью данного технологического процесса является его замкнутость и как следствие экологическая безопасность по отношению к окружающей среде.

Геологическая среда - верхняя часть литосферы, представляющая собой многокомпонентную динамическую систему (горные породы ниже почвенного слоя, подземные и поверхностные воды, газы, физические поля - тепловые, гравитационные, электромагнитные и др.), в пределах которой осуществляется инженерно-хозяйственная (в том числе инженерно-строительная) деятельность (СП 11-105-97).

Основным процессом, оказывающим влияние на загрязнение окружающей среды, является разработка карьера. Карьер имеет следующие параметры: длина поверху 950 м, глубина 124 м, углы погашения бортов средние 35-70 град., максимальная проектная глубина карьера 210 м. Площадь горного отвода Волковского рудника составляет 41,3 га.

На этой территории кроме карьера располагаются отвалы: растительного грунта объемом 20 тыс. м³, рыхлых вскрышных пород объемом 640,6 тыс. м³, забалансовых железо-ванадиевых руд – 22,2 тыс. м³, забалансовых окисленных и смешанных руд – 1312 тыс. м³. Длительное складирование окисленных руд сопровождается загрязнением поверхностных вод и почвогрунтов соединениями меди и железа. В этих условиях возможно загрязнение ионами меди, железа, ванадия и сульфат-ионами подземных вод и самой зоны аэрации за счет инфильтрации. Поэтому УКВ, сырьем для работы которой будут служить забалансовые руды, должна стать объектом, снижающим риск загрязнения геологической среды в целом.

Источником загрязнения поверхностных вод в настоящее время являются организованные и неорганизованные сбросы карьерных и подотвальных вод в р. Лаю, в результате чего вода в ней ниже сброса не отвечает требованиям ГОСТа на рыбохозяйственное использование поверхностных вод по содержанию ионов железа, меди, сульфатов и величине мутности.

Воздействие на подземные воды и почвы на участке УКВ может быть оказано при аварийных протечках продуктивных растворов (кислых медьсодержащих) через гидроизолирующее основание рудного штабеля, технологических прудков. Загрязняющие вещества – ионы меди и серная кислота. Воздействие УКВ на поверхностные воды можно связать с поступлением сточных вод в р. Лаю в случае аварийной ситуации, связанной с разливами продуктивных растворов из технологических емкостей [3].

Все рассмотренные объекты, включая УКВ, оказывают влияние на изменение состояния геологической среды, загрязняя ее. При строительстве УКВ на уже техногенно загрязненной территории необходима организация системы локального мониторинга, который является частью мониторинга месторождений твердых полезных ископаемых (ММТПИ).

ММТПИ - это мониторинг состояния геологической среды и связанных с ним других компонентов окружающей природной среды в границах техногенного воздействия в процессе геологического изучения и разработки этих месторождений, а также ликвидации и консервации горнодобывающих предприятий [5].

При проведении локального мониторинга геологической среды на УКВ оценивалось состояние почвогрунтов, подземных и поверхностных вод на разные моменты времени ее эксплуатации.

Для оценки воздействия на геологическую среду УКВ в начальной стадии ее работы использовали методику оценки естественной защищенности грунтовых вод (ВСЕГИНГЕО) [1].

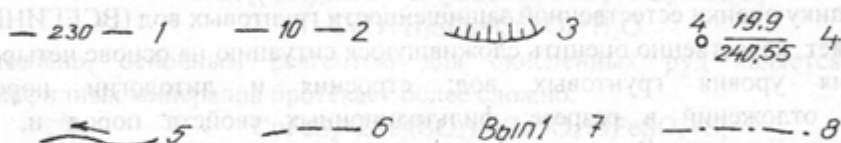
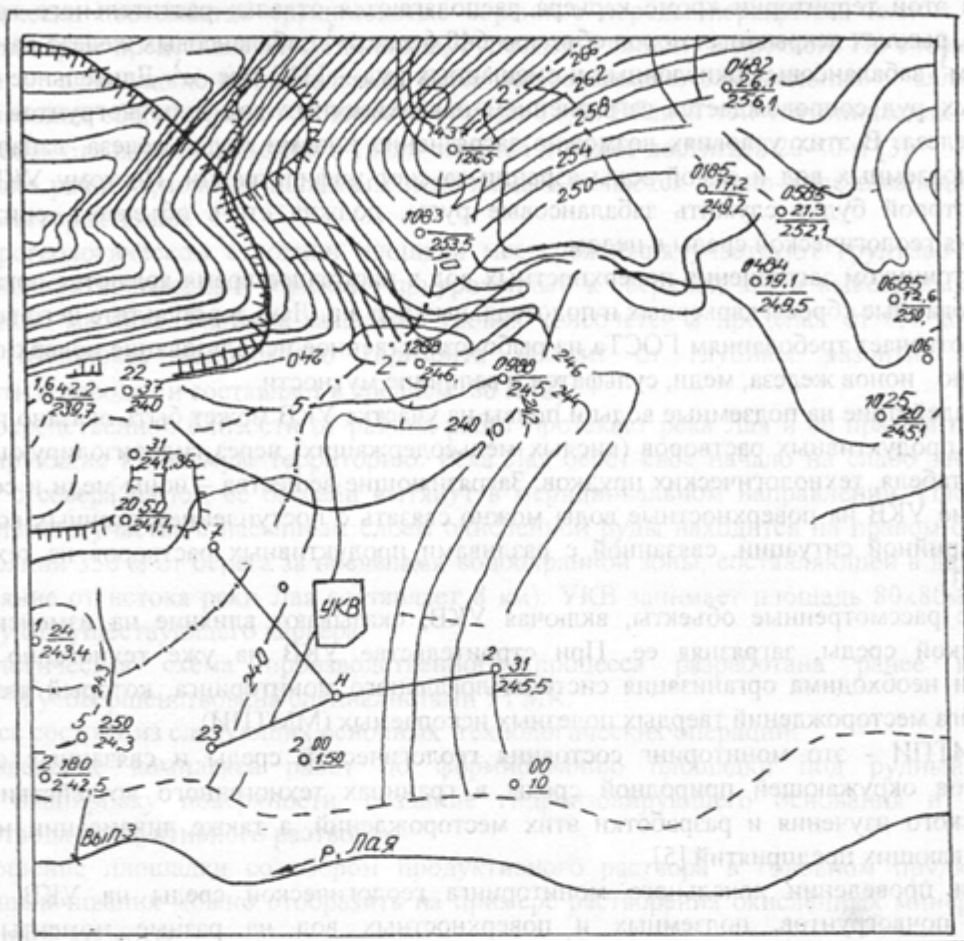
Она позволяет качественно оценить сложившуюся ситуацию на основе четырех показателей: глубины залегания уровня грунтовых вод; строения и литологии пород; мощности слабопроницаемых отложений в разрезе; фильтрационных свойств пород и, прежде всего, слабопроницаемых отложений. В результате проведенных исследований было выявлено, что практически по всей рассматриваемой территории покровные отложения (тяжелые супеси, легкие и тяжелые суглинки) имеют схожие фильтрационные характеристики. Средневзвешенные значения коэффициентов фильтрации этих отложений составляют $n \cdot 10^{-3}$ м/сут. Поэтому было решено построить карту защищенности подземных вод по одному показателю, наиболее определяющему категории защищенности – по мощности покровных отложений (см. рисунок).

На данной схеме районирования территории по условиям защищенности подземных вод выделено четыре категории защищенности:

- I – практически не защищенные (мощность покровных отложений 0-2 м);
- II – слабо защищенные (мощность покровных отложений 2-5 м);
- III – условно защищенные (мощность покровных отложений 5-10 м);
- IV – практически защищенные (мощность покровных отложений более 10 м).

Практически не защищенными являются участки с наибольшими абсолютными отметками (возвышенности), где мощность покровных отложений до 2 м. Они занимают сравнительно небольшую территорию и расположены к северу от УКВ в 400-500 метрах. Участок УКВ расположен в наиболее защищенном месте. Мощность покровных отложений здесь более 10 м.

Следовательно, местоположение УКВ было выбрано верно. Покровные отложения этой территории имеют большую мощность и являются практически водоупорными, так как имеют очень низкие фильтрационные свойства. Но в случае, если эксплуатация УКВ превысит срок работы карьерного водоотлива, то сложившаяся ситуация может измениться и подземные воды станут практически не защищенными.



Совмещенная карта изолиний мощностей покровных отложений и гидроизогипс:

1 – гидроизогипса и ее номер; 2 – изолинии мощности покровных отложений; 3 – контуры карьера и отвалы; 4 – гидрорежимная скважина, сверху – номер: в числителе мощность покровных отложений; в знаменателе – абс. отм. уровня подземных вод; 5 – водоток; 6 – водоохранная зона р. Лая; 7 – выпуски сточных канав; 8 – контур депрессионной воронки

Почвенный покров в границах проектируемого участка УКВ нарушен. Согласно данным, полученным ранее, в пределах изучаемой территории расположено пятно аэрогенного загрязнения, вытянутое в северо-восточном направлении, что объясняется преобладающим направлением ветров, которые переносят с собой тонкодисперсные фазы всего технологического цикла горных работ.

Степень загрязнения почв и грунтов и экологическое состояние площадки оценивается по СП 11-102-97. Оценка осуществляется по значениям Zc, ПДК и критериям эколого-токсикологического состояния.

Основными загрязнителями почв и грунтов являются элементы I и II классов опасности - цинк, свинец и медь. При этом максимальный вес в общем загрязнении принадлежит меди.

Медь присутствует в количествах от 3 до 450 региональных кларков и 30-3000 ПДК по нормативам СП. Содержание меди в почвах площадки обуславливает очень сильное и опасное загрязнение. Концентрации цинка в почвах площадки превышают региональный кларк в 1,5-60 раз, что по требованиям СП классифицируется как очень сильное загрязнение.

Содержание свинца на всей площадке варьирует в пределах 9-100 мг/кг, что составляет 1-10 кларков и характеризует очень сильное загрязнение почв.

Содержание мышьяка превышает значение кларковых концентраций в четырех пробах от 7 до 35. Повышенный геохимический фон мышьяка в почвах района отражает региональные геохимические особенности территории, связанные с рудопроявлениями, а также с технологическими выбросами. Концентрации никеля не превышают региональный кларк, кобальта -

превышают региональный кларк в 2-5 раз, ванадия - в 1,5-4 раза, марганца - в 1-2 раза, кадмия - в 1,5 раза.

Таким образом, площадка для размещения экспериментальной УКВ находится в пределах сформировавшегося пятна аэрогенного загрязнения почв. Состав и характер элементов загрязнителей свидетельствуют об основных технических процессах, характерных для Волковского рудника.

При дальнейшей эксплуатации рудника вероятно сохранится тенденция дальнейшего накопления в почвах меди, цинка, свинца и других элементов. Ввод в действие площадки экспериментальной УКВ может привести к увеличению концентрации элементов-загрязнителей в почвах только при аварийных ситуациях.

Организация системы локального мониторинга на техногенных объектах, размещаемых на территориях с уже нарушенной геологической средой, необходима для обоснования защитных мероприятий, позволяющих стабилизировать процессы дальнейшего ее загрязнения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Боревский Б.В., Кашковский Г.Н., Новиков В.П., Язвин Л.С.** Требования к мониторингу месторождений твёрдых полезных ископаемых. М., 2000. 30 с.
2. **Гольдберг В.М., Газда С.** Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М.: Недра, 1984. 312 с.
3. **Отчет по результатам поисково-разведочных работ, выполняемых на Волковском месторождении и его флангах в период 1973-1976 гг. Т. 1 / Николайченков Ю.С., Сараев Н.Ф., Борецкий И.З., Корж К.Н. и др.** Красноуральск, 1976.
4. **Оценка воздействия на окружающую среду экспериментального участка по производству цементационной меди из окисленных руд Волковского рудника. Т. 3: Отчет о научно-исследовательской работе / Красильникова З.Л. и др.** Екатеринбург: УГГГА, 1999.
5. **Разработка рекомендаций по снижению отрицательного воздействия на природную среду деятельности горнодобывающих предприятий Красноуральского комбината: Отчет о научно-исследовательской работе / Глазырина Н.С., Емлин Э.Ф., Парфенова Л.П.** Екатеринбург: СГИ, 1988.

УДК 556.388

О.М. Гуман, И.А. Долинина, А.Б. Макаров

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА РАЗМЕЩЕНИЯ ШЛАКОТВАЛА И ОТСТОЙНИКА-ШЛАМОНАКОПИТЕЛЯ СЕРОВСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА

Особый интерес экологов в настоящее время вызывает исследование окружающих территорий старых уральских металлургических заводов. В это число входит и Металлургический завод им. А.К. Серова (бывший Надеждинский), основанный в 1896 г. ОАО "Металлургический завод им. А.К. Серова" находится на севере Свердловской области в непосредственной близости от г. Серова. С юга завод огибает река Каква. Жилой массив города находится в северо-западной стороне от промплощадки.

Шлаковый отвал расположен на территории завода, занимая её юго-восточную часть в 1,5 км севернее р. Каквы. Складирование металлургических шлаков начато в 1896 г. Общая площадь, занятая шлакоотвалом, 47,29 га, отвал плоского типа. Вместимость шлакового отвала составляет 11720,8 тыс. м³, на 01.01.2001 г. накоплено 3853035 т отходов. Шлаки доменного производства занимают преимущественно южную часть отвала. Количество их, по данным инвентаризации на 31.12.00 г., составляет 1310 тыс.т, (34 %), класс токсичности Т4. Химический состав (%): Fe₂O₃-0,37; FeO-2,5; CaO-46; SiO₂-42,82; Al₂O₃-12,78; MgO-5,42; MnO-0,43; Cr₂O₃-0,13; Fe_{обит}-2,2; P₂O₅-0,055; V₂O₅-0,03; TiO₂-0,40; Cu-следы; Ni-0,03; Pb-0,01; Zn-0,001. Шлаки мартеновские (сталеплавильные) образуются при производстве стали и складировются в северной части отвала. Металлургический завод ежегодно производит 42-70 т мартеновских шлаков, содержание оксида марганца (+2) в шлаках составляет 3-8 %, при обогащении шлаков был получен концентрат, пригодный для производства марганцевого чугуна. По данным инвентаризации на 31.12.00 г. в отвале находилось 2443 тыс. т. (63 %) мартеновских шлаков. Химический состав (%): Fe₂O₃ - 5,45; FeO - 17,25; CaO - 38,81; SiO₂ -