

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ДОБЫЧЕ РУД СНИЖЕНИЕМ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА БИОСФЕРУ**

Дан анализ экологической обстановки биосферы территорий горно-рудных предприятий. Для снижения техногенного воздействия на окружающую среду при добыче руды предлагается использовать универсин. Применение универсина снижает запыленность воздуха с пылящих поверхностей отвалов горных пород и хвостохранилищ на период от 10 до 30 суток и уменьшает нагрузку на водную среду.

In work the analysis of ecological conditions of biosphere of territories of the mining enterprises is given. For decrease harmful influences on an environment at extraction of ore are offered to be used uneversin. Application uneversin reduces a dust content of air from raising dust surfaces waste disposal rocks breeds and waste disposal storehouse for the period from 10 till 30 day and reduces loading by the water environment.

Добыча руды остается одной из наиболее актуальных природоразрушающих видов человеческой деятельности. Поэтому поиск природоохранных технологий и решений, позволяющих снизить уровень экологической нагрузки при всех этапах добычи и переработки полезных ископаемых, остается весьма важной научной задачей современной горной науки.

В условиях горного ландшафта территории с глубокими узкими ущельями и с террасными формами склонов, где, как правило, размещается инфраструктура горно-обогатительного предприятия, проявляются различного рода негативные воздействия на окружающую природную среду от элементов техносферы, к которым относятся: рудоремонтные мастерские, хвостохранилища обогатительного производства, отвалы вывозимых из шахт пустых пород и некондиционных руд, отвалы геолого-разведочных расчисток, бункера руд и пород и др.

В формировании экологической обстановки биосферы региона участвуют все перечисленные источники: рудничное хозяйство, предприятия жилищно-коммунального хозяйства, автотранспорт и др.

Пылевое загрязнение атмосферы происходит за счет сдувания пыли с поверхно-

сти отвалов горных пород, хвостохранилищ и поверхности руды, перевозимой на автосамосвалах для получения концентрата и автодорог.

Мелкофракционная пыль с пляжной зоны хвостохранилища в ущельях при порывистых ветрах сдувается и выносится далеко за пределы шахтного поля, загрязняя биосферу.

Удельная сдуваемость пыли с поверхности хвостохранилища в условиях Садонского рудного поля приведена в табл.1.

В Садонском рудном районе Северной Осетии промышленная добыча цветных металлов свинца, цинка и серебра относится к середине XIX в. и продолжается по настоящее время.

Месторождение типично жильного типа, крутого падения и на верхних участках рудные жилы имеют выход на дневную поверхность. В последние годы повсеместно на рудниках идет добыча руды преимущественно из потерянных в недрах минералов. На всех четырех рудниках Садонского СЦК: Садонском, Згидском, Архонском, Холстинском – выходят на дневную поверхность десятки воронок провала диаметром от 5 до 10 м и более. Имелись случаи падения мелкого рогатого скота, пасущегося на склонах гор, в воронки про-

вала. Через воронки провала и трещины надкамерного целика-потолочины атмосферные осадки проникают в зону минерализации рудника. Под действием атмосферных явлений здесь происходит перевод минералов из природных минеральных агрегатов – руд в жидкие растворы, оказы-

вающие негативное влияние на окружающую среду и биосферу региона в целом.

Исходя из состава рудных минералов (табл.2) и химического состава руд (табл.3), расчетным путем определяется теоретическая возможность протекания процессов окисления их кислородом воды и воздуха.

Таблица 1

Удельная сдуваемость пыли (мг/м<sup>2</sup>) Садонского хвостохранилища

Скорость ветра у кромки дамбы хвостохранилища, м/с	Влажность хвостов, %						
	До 1	1-2	2-3	3-4	4-6	6-8	8-10
2,7	2,3	2	2,2	1,1	1,1	1,4	0,7
3,4	6,3	3,1	2,7	2,0	1,6	1,1	1,3
5,1	108,8	46,5	3,1	14,8	8,4	6,1	4,4
6,5	3771	1430	1382	466	138,7	35,1	12,7
7,7	24645	1640	1382	466	138,7	35,1	12,7
8,8	70412	5104	3667	512	247	59,2	20,9

Таблица 2

Минералогический состав руд

Минерал	Месторождения			
	Садонское	Згидское	Архонское	Холстинское
Галенит	1,5-2,0	3,0-3,5	1,0-1,5	3,03,6
Сфалерит	3,5-4,7	4,2-5,0	7,0-10,0	5,0-7,0
Пирит	12-17,0	12-14	10-12	10-11
Халькопирит	0,3-0,5	0,2-0,3	0,8-1,0	0,40,5
Пирротин	1,0-1,8	-	4,4-5,0	1,0-2,0
Карбонаты кальция	6-8	4-5	8-10	6-8
Карбонаты магния	8-10	5-6	8-10	7-8

Таблица 3

Химический состав руд

Элемент	Месторождения			
	Садонское	Згидское	Архонское	Холстинское
Pb	1,20	2,0	1,25	2,88
Zn	2,90	2,80	5,90	3,80
Cu	0,20	0,12	0,40	0,16
FeO	9,70	6,30	8,00	6,38
CaO	4,90	6,10	3,40	4,90
MgO	0,25	0,21	0,29	0,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,38	0,80	1,45	2,40
SiO <sub>2</sub>	54,20	60,00	59,10	59,30
S <sub>2</sub>	7,0	6,20	8,00	6,00
Au, г/т	0,01	0,13	0,03	0,05
Ag, г/т	41,40	22,30	34,10	57,80

Исследованиями, проведенными на потерянных в недрах Садонского СЦК минералах, было установлено, что они представляют собой неоднородный материал размерами от долей миллиметров до 500 мм, покрытый пленкой окислов металлов, а также обнаружены минералы с неравномерным распределением компонентов, прорастаниями, замещениями и следами деформации.

Минералы, которыми представлены все четыре исследованные месторождения, обладают повышенной способностью выщелачиваться в силу своего генезиса, особенностей металлолокализации и горно-геологических характеристик месторождения.

Контактируя с разрушенными и измененными рудами в пустотах рудников с активной аэродинамической связью с дневной поверхностью, шахтные воды растворяют в себе минералы и выносят их на дневную поверхность, разрушая, загрязняя и деградируя окружающую среду до тех пор, пока не исчерпаются все возможно доступные формы контакта водовоздушных потоков в руднике или до полного выщелачивания компонентов.

Образуемые при этом вредные стоки можно классифицировать на группы, характеризующиеся:

- первая – санитарно-токсикологическими показателями вредности первого класса (свинец, ртуть, мышьяк);

- вторая – влиянием на режим санитарной охраны (медь, цинк, хром и др.);

- третья – органолептическим показателем вредности (нефть, сероуглерод, нафтенновые кислоты и др.).

Для оценки объективности процессов выщелачивания на четырех приведенных рудниках Садонского СЦК выполнена гидрометаллометрическая съемка в местах слияния шахтных стоков, доступных для выполнения работ. Отбор проб проводили по утвержденной схеме на специально оборудованных замерных станциях в виде водосливных канавок длиной 8 м с желобами постоянного сечения. В течение года было запланировано отобрать по 4 пробы из рек с последующим анализом их в лабораторных условиях и обработки результатов методами математической статистики.

По всей длине желоба отбирались по три пробы с замером живого сечения средней скорости движения потока воды, что позволяло определить расход  $Q$  металоудерживающей воды

$$Q = S_{\text{ж}} V_{\text{ср}},$$

где  $S_{\text{ж}}$  – живое сечение воды в желобе,  $\text{м}^2$ ;  $V_{\text{ср}}$  – средняя скорость потока воды в желобе,  $\text{м/с}$ .

Одновременно определялся водородный показатель водного потока pH. Результаты выполненных исследований приведены в табл.4 и 5.

Таблица 4

Характеристика водных потоков

Рудник, штольня	Расход воды, $\text{м}^3/\text{ч}$	pH	Содержание, $\text{мг/дм}^3$	
			цинка	свинца
Садонский:				
Д	12-18	6,0	30-60	7-9
5	16-188	6,0	40-75	6-8
«Мизурская»	210-320	7,0	2-5	4-7
Згидский:				
4	11-13	7,0	3-6	3-5
«Надежда»	15-26	6,6	3-9	3-5
«Згидская»	40-62	6,8	3-9	4-7
Архонский:				
22	40-70	6,0	45-75	5-7
«Архонская»	20-29	6,5	6-17	2-5
Холстинский:				
«Нижняя»	42-74	6,5	8-27	5-7

Таблица 5

## Максимальные концентрации металлов в водных потоках рудников

Рудник, штольня	Расход воды, м³/ч	рН	Содержание, мг/дм³	
			цинка	свинца
Садонский:				
5	16-18	5,0	120-180	6-7
Горизонт 7	10-12	5,0	280-400	6-8
Згидский:				
«Надежда»	10-12	5,4	100-170	10-13
Архонский:				
«Архонская»	8-14	4,3	1200-6600	7-9

Концентрация растворенных в шахтных водах цинка, свинца и других металлов характеризуется зависимостью

$$C = f(H, \text{pH}, V)$$

где  $C$  – концентрация металлов в воде, мг/ед. объема;  $H$  – высота слоя контакта руды с водой, ед. длины;  $\text{pH}$  – водородный показатель;  $V$  – объем изменений рудной массы, вступающий в контакт с водной средой, ед. объема.

Для очистки рудничных вод от ионов тяжелых металлов в стране и за рубежом используется гидролизный способ, основанный на добавлении к воде при интенсивном перемешивании раствора гидроокиси кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  до достижения  $\text{pH}$  смеси значений 8,5-9,0. При этом свинец и цинк переходят в нерастворенные гидроокисиды и выпадают при отстое в осадок, после чего управление ими может решаться по-разному. В частности, образуемый осадок – гель сбрасывается вместе с твердыми взвешями в хвостохранилище (Лениногорский полиметаллический комбинат, Казахстан), либо направляться на переработку для извлечения металлов (рудник «Месген», ФРГ), где из рудничных вод извлекается до 6 т цинка в сутки. Приведенный интервал  $\text{pH}$  не соответствует полному осаждению цинка. При тщательном соблюдении технологии осаждения в воде остается до 2 мг/л цинка, что превышает ПДК в 200 раз.

Нами предлагается очищать шахтную воду от цинка и других сопутствующих металлов путем осаждения их в виде гидроокисей при  $\text{pH} = 4$  и более.

Процесс осаждения происходит в следующей последовательности:  $\text{Zn}(\text{OH})_3$ ,

$\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_4$  и  $\text{AgOH}$ .

При  $\text{pH} > 9$  цинк и другие металлы переходят в растворы, поэтому необходимо строго контролировать уровень водородного показателя. Опыты показали, что наиболее эффективным средством осаждения металлов является едкий натрий, едкий кальций и хвосты обогатительной фабрики с  $\text{pH} = 8$  при удельном расходе осадителя 0,45 кг/м³, 0,37 кг/м³ и 0,02 кг/м³ соответственно.\*

Для снижения запыленности воздуха в атмосферном бассейне горно-промышленной зоны на пляжной зоне хвостохранилища был использован универсин, выпускаемый в соответствии с ВТУ-38-3028-75, обладающий незначительной водовываемостью, нетоксичностью. Применение универсина по методике\*\* позволило снизить запыленность воздуха в окружающей среде до уровня норм на срок от 10 до 30 суток. Расход универсина для обработки поверхности хвостов составил 2 л/м².

Таким образом, применяемые средства очистки шахтных вод от ионов тяжелых металлов и способы закрепления объектов с пылящей поверхностью универсином позволили снизить экологическую нагрузку на атмосферный воздух и водную среду региона до уровня допустимых концентраций.

\* Алборов И.Д. Технология управления экологической безопасностью окружающей природной среды на горных предприятиях Северного Кавказа. Владикавказ: Терек, 1999. 211 с.

\*\* Алборов И.Д. Геоэкология при комбинированном способе добычи руд / И.Д.Алборов, В.К.Царикаев. Владикавказ: Терек, 2001. 461 с.