УДК 662.88:502.65

М.А.ПАШКЕВИЧ, М.В.ПАРШИНА
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

ОЦЕНКА НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ КИСЛЫХ ВОД НА КОМПОНЕНТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОАО «СЕВЕРОНИКЕЛЬ»

Основными источниками формирования кислых вод являются промышленные стоки, стоки шлакоотвалов и газовые выбросы, содержащие оксиды азота и сернистый газ. Учитывая гипергенные и эрозионные процессы, необходимо повысить класс опасности этих отходов. Приведены результаты лабораторных анализов образцов отходов, вызывающих негативное кислотное воздействие.

The basic sources of acid water formation are acid industrial flow, flow of the storages and air pollution. Research shows the necessity to raise dangerous class for this waste due to the hypogenic process and erosion. The results of laboratory analysis of the smelting-process waste sample, confirmed negative acid influence are adduced.

Актуальность исследований, проводимых в зоне воздействия предприятий по добыче и переработке сульфидных руд, обусловлена необходимостью снижения ацидификации атмосферных, поверхностных и подземных вод. В связи со сложившейся угрожающей ситуацией в регионе воздействия комбината «Североникель» возникает необходимость разработки новых методов защиты окружающей среды на основе оценки риска негативного воздействия отходов плавильного процесса на различные компоненты природной среды [1]. Формирование кислых вод с крайне низкими значениями показателя pH приводит к полному уничтожению растительности, трансформации состава покровных отложений, поверхностных и подземных вод, а также повышению миграционной способности загрязняющих элементов. Наиболее значительной техногенной нагрузке подвергается природная среда в районах складирования сульфидсодержащих отходов [2].

Основными твердыми промышленными отходами предприятия являются шлаки пирометаллургического передела, образующиеся в объеме 100-150 тыс.т в год. Документально зафиксировано, что отходы относятся к четвертому классу опасности, т.е. являются практически инертными. Проведенные исследования доказывают, что с учетом эрозионных и гипергенных процессов необходимо повысить класс опасности отходов. Исследования включали отбор проб на шлакоотвале различного срока хранения и их аналитическое опробование.

В результате рентгенофлюорисцентного анализа получено, что отвальные шлаки металлургического производства в основном состоят из двуокиси кремния и окиси железа, вредные примеси представлены черными металлами в сульфидной форме (см. таблицу).

Зависимость вымываемости элементов от состава шлаков

Элемент	Состав отвальных шлаков		Экспериментальная вымываемость элементов из проб, мг/л
	%	тыс.т	
Ni	0,1	39	1,5-2
Cu	0,2	78	5-8
Co	0,05	19,5	0,5 – 1,5 мг/л
S	8	3000	7-11
Cr	0,4	156	10-20

Поскольку технологическая задача сформулирована как оценка перехода загрязняющих элементов их шлаков в окружающую среду, был использован специали-

зированный анализ по европейскому стандарту. Для этого были предварительно приготовлены вытяжки из проб, отобранных из отвала, согласно Nordic-тесту. Данные атомно-абсорбционного анализа вытяжек показали, что вымываемость элементов зависит от «возраста» образца отхода. Максимальная вымываемость была отмечена у проб отходов «среднего» возраста (15 лет) и составила для S примерно 7-11 г/л (см. таблицу).

Интенсивность миграции для рассматриваемых отходов увеличивается с повышением трещиноватости отвала, которая развивается даже в отходах с высокой плотностью, 3 т/м^3, в тяжелых условиях севера: большие перепады температур, сильные ветры и большое количество кислых осадков.

Для понимания физико-химической обстановки в твердом веществе недостаточно определения валовых содержаний, требуется знание форм нахождения компонентов. Проведенный рентгеновский микроанализ проб показал, что вынос тяжелых металлов из отвала происходит не только под внешним воздействием кислых осадков. Пробы в общей массе состоят из силикатной основы с вкраплениями тяжелых металлов в различных формах. Наиболее свежие пробы (срок хранения около 2 лет) имеют массивную плотную гомогенную структуру, металлы распределены в силикатной массе. Образцы среднего возраста (срок хранения около 14 лет) также имеют гомогенную структуру, но содержат поры. Металлы, направляемые в отвал в окисленной форме, взаимодействуя с газовыми включениями, восстанавливаются до сульфидов и даже до шарообразных вкраплений самородных металлов. У наиболее старых образцов (срок хранения около 29 лет) структура очень гетерогенна, и некоторые сульфиды уже вымыты из пор. Центральные области сложены преимущественно самородными металлами, некоторые участки и оторочка «шариков» представлена сульфидами этих же металлов. Такие самородно-сульфидные выделения цветных металлов, попадая в зону гипергенеза, участвуют в формировании серной кислоты [3].

Особенно интенсивно процесс восстановления металлов идет в наблюдаемых порах, однако отдельные «микрошарики» наблюдаются и в силикатной матрице. Таким образом, хранение отходов может привести к попаданию тяжелых металлов в окружающую среду, а также к значительному понижению показателя pH. Может создаться впечатление, что воздействие мало, но если учесть объем отвала (39 млн т) и содержание в нем отдельных компонентов (см. таблицу), то станет понятно, что загрязнения окружающей среды могут быть значительными.

По результатам проведенных экспериментов определен экологический риск техногенного воздействия на компоненты природной среды. Эколого-экономический риск воздействия техногенных массивов на природную среду (R) определен как сумма рисков воздействия (R_{ij}) на I компонентов природной среды (рецептеров, принимающих воздействие) с учетом возникновения j последствий воздействия [4]:

$$R = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} R_{ij}\,; \qquad R_{ij} = K_{ij}^{R} Y_{ij}\,,$$

где K_{ij}^{R} – коэффициент риска техногенного воздействия; Y_{ij} – эколого-экономический ущерб от возможного воздействия техногенного массива на i-й компонент природной среды с учетом возникновения j последствий воздействия.

Коэффициент риска определяется вероятностью возникновения j последствий при воздействии на i-й компонент (P_{ij}^{B}) природной среды в зависимости от степени уязвимости рецептера C_i^{Y}:

$$K_{ij}^{R} = P_{ij}^{B}\, C_i^{Y}\,.$$

Для отходов комбината вероятностью возникновения j последствий можно назвать образование кислых вод, pH которых меньше 4, фонового значения кислотности.

Анализируя вымываемость серы из твердых отходов за 30 лет функционирования комбината, можно сделать следующие выводы: 1) вероятность образования кислых

вод возрастает со временем функционирования отвала за счет окисления серы в зоне гипергенеза; 2) через 15 лет с начала функционирования отвала вероятность образования кислых вод достигает максимума, но далее практически остается на одном уровне за счет повышения трещиноватости вновь поступивших отходов.

Эколого-экономический риск позволяет определить объем ассигнований, необходимых на предотвращение или нейтрализацию негативного воздействия, в соответствии с которым разрабатываются инженерные и мониторинговые мероприятия, а также срок, в течение которого эти мероприятия должны быть реализованы.

Работы проводились при поддержке Американского фонда гражданских исследований и развития в научно-образовательном центре СПГГИ (ТУ) в рамках гранта ST-01502.

ЛИТЕРАТУРА

1. Защита подземных вод от загрязнения в зоне техногенного воздействия горно-химического завода // Рациональное использование недр и охрана окружающей среды / Ленинградский горный ин-т. Л., 1990. С.109-113.

2. *Лукашов А.А.* Экологические проблемы добычи и переработки сульфидных руд на Российском Севере // Горный журнал. 1997. № 2. С.26-31.

3. Оценка риска воздействия техногенных массивов на природные воды // Научно-педагогическое наследие профессора Медведева / Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 1999. С.202-209.

4. *Пашкевич М.А.* Техногенные массивы и их воздействие на окружающую среду / Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 2000. 98 с.