

марганец, хром, медь, цинк и кобальт.

2. Основным загрязняющим элементом воздуха от отвалов является пыль, содержащая высокие концентрации тяжелых металлов. Дальность и интенсивность пыления зависят от метеорологического режима территории. Пылевая нагрузка в приотвальной зоне в 100-150 раз выше фоновой, а концентрации тяжелых металлов в атмосфере превышают фоновые более чем в 1000 раз.

3. В результате пыления произошло интенсивное загрязнение почв в зоне влияния отвалов. Особенно оно значимо по меди и ванадию. В целом территория вокруг отвалов по уровню загрязнения почв относится к умеренно опасной зоне.

4. Наибольшим загрязняющим эффектом при гидрогенном загрязнении обладает доменный шлак, а наиболее подвижными элементами являются железо и ванадий.

5. Гидрогенное загрязнение поверхностных вод происходит в результате сноса загрязняющих веществ с территории, окружающей отвал, и при прохождении потока воды р. Сухой Ольховки через него. При этом концентрации загрязняющих веществ в реке становятся значительно выше рыбохозяйственных ПДК.

6. Влияние шлаковых отвалов на подземные воды вследствие малых расходов инфильтрационных вод, слабой выщелачиваемости элементов и слабых фильтрационных свойств зоны аэрации невысоко. Подземные воды могут быть загрязнены железом и марганцем.

Б И Б Л И О Г Р А Ф И Ч Е С К И Й С П И С О К

1. Бочевер Ф.М., Лапшин Н.М., Орозовская А.Е. Защита подземных вод от загрязнения.-М.: Недра, 1979. - 254 с.
2. Геохимия окружающей среды/Ю.Е.Сагет, Б.А.Ревич, Е.П.Янин и др. - М.: Недра, 1990. -335 с.
3. Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения.-М.: Недра, 1984. - 262 с.
4. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник. В 6 кн./Под ред. Э.К. Буренкова.-М.: Недра, 1994. - 303 с.
5. Родзиллер И.Д. Прогноз качества приемников сточных вод. М.: Стройиздат, 1984. - 231 с.

УДК 556

Л.П. Парфенова

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГЛОЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ТВЕРДЫХ ШЛАМОВ В ОТНОШЕНИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (НА ПРИМЕРЕ МАЛОСЕРНИСТОГО И СОРЬИНСКОГО ШЛАМОХРАНИЛИЩ)

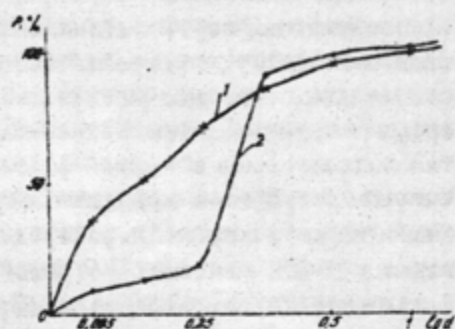
В данной статье предложен один из путей оценки качества фильтратов, сформировавшихся под дном и дамбами обвалования двух крупнейших на Урале шламохранилищ, предназначенных для складирования отходов обогащения и металлургического производства меди. Объем накопленных отходов в Малосернистом шламохранилище составляет около 10 млн куб. метров, в Сорьинском - около 30 млн куб. метров.

Шламы представлены в виде суспензии переменной консистенции. Консистенция, или отношение весовых содержаний твердых и жидких фаз, меняется от 1 к 4 до 1 к 8. Жидкая фаза шламов содержится в форме минерализованных растворов (значение сухого остатка 3-6 г/(дм.куб.)) сульфатного состава с высокими содержаниями тяжелых металлов (в мг/(дм.куб.): меди до 5, железа до 30, цинка до 1,5, мышьяка до 9, а также фторидов до 85, фосфатов до 50 и пр. Она в силу своей высокой степени токсичности и считается основным источником загрязнения подземных вод.

По результатам гранулометрического состава в Малосернистом шламохранилище она представлена мелкими и пылеватыми песками и супесями, а в Сорьинском пылеватыми песками, в высокой степени неоднородными (см. рисунок). Средняя мощность накопленных твердых шламов составляет в шламохранилищах около метра и более двух метров соответственно. Этот слой и создает тот искусственный противифльтрационный экран, в котором происходят основные процессы физико-химического взаимодействия твердых и жидких шламов. Скорости этих процессов вероятно

зависят и контролируются средней скоростью фильтрации. Имеющиеся данные свидетельствуют о низких, хотя и весьма изменчивых по площади фильтрационных свойствах твердых шламов (табл. 1).

Кривые гранулометрического состава в полулогарифмическом масштабе:
1 - точки по результатам малосернистых шламов, 2 - точки по результатам сорьинских шламов



Физико-химический состав сточных вод, сбрасываемых в Сорьинское шламохранилище (в мг/дм³)

Таблица 1

Наименование технологического цикла	pH	Взвеси	Медь	Цинк	Мышьяк	Железо	Сульфаты	Фториды	Фосфаты	Сухой остаток
Металлургический	3.6	544	0.7	9.5	-	20	2440	280	584	6336
Обогатительный	12	7920	0.08	6.3	0.5	1.2	1176	7.56	-	12840
Сернокислотный	2.3	280	136	6.2	-	130	3514	180	423	248
Станция нейтрализации	2.3	236	2.3	0.2	2.3	38	384	239	82	5012
Оборотная вода	3.9	269	8	4.8	-	16	2605	220	56	6572

Твердые шламы отличаются высокой плотностью 3,3 - 3,9 т/м куб. Отчасти это объясняется минералогическим составом, в котором преобладает пирит.

Преобладающие мелкие и пылеватые фракции отличаются очень низкой гидравлической скоростью осаждения ($10^5 - 10^7$ см/с). Результаты опытов по полному осаждению твердых шламов в условиях непрерывного забора-сброса показали постоянство этого процесса во времени. Параллельно осаждению идут процессы смешения шламов различных технологических циклов, имеющих резко отличные физико-химические характеристики (табл. 2). Смешение вод с разными pH способствует процессам гидролиза и соосаждения. Например, опыт по оценке соосаждения ионов тяжелых металлов на оксигидратах железа дал следующие результаты (в мг/мг) для ионов меди - 0,82, цинка - 0,11, кадмия - 0,007, мышьяка - 0,003. Оксидные формы железа в слабокислых средах обладают высокой агрегирующей способностью, образуя на поверхности твердых частиц шламов плохо растворимые пленки, цементируя их и снижая их фильтрационную способность. Некоторое количество ионов металлов связывают в нерастворимые формы остаточные ксантогенаты - продукты флотации.

Таблица 2

Изменение коэффициентов фильтрации шламов

Шламы	Средне-взвешенный диаметр, d_{ϕ} , мм	Действующий диаметр, d_{10} , мм	Коэффициент неоднородности		Пористость в процессе	Коэффициент фильтрации	
			d_{80}/d_{10}	d_{90}/d_{10}		K_{10} , см/с	K_{10} , м/сут
Мелкозернистые пески	0.23	0.05	3.7	14.0	0.51-0.46	$1.16 \cdot 10^2$ $8 \cdot 10^3$	10^7
Пылеватые пески	0.1	0.0006	20.6	38.5	0.50-0.41	$3.4 \cdot 10^4$ $1.16 \cdot 10^4$	0.29-0.10
Пылеватые супеси	0.40	0.0019	13.0	56.6	0.49-0.38	$2.9 \cdot 10^5$ $1.04 \cdot 10^5$	0.025-0.003

Таким образом, в акватории шламохранилища существует сложная открытая гидрогеохимическая система, стремящаяся к равновесию. Верхняя граница шламов - резко окислительные условия (основной окислитель - кислород атмосферного воздуха), средняя зона - переходная, и здесь имеют место все перечисленные выше процессы, нижняя граница совпадает с началом слоя твердых шламов, и здесь условия резко восстановительные (благодаря сероводороду). Слой твердых шламов создает дополнительное фильтрационное сопротивление жидкой фазе, и это препятствие увеличивает время и степень взаимодействия жидкой и твердой фаз. Известно, что при начальной концентрации тяжелых металлов в жидкой фазе менее 20 мг/дм куб. взаимодействие с твердой фазой идет по типу хемосорбции и описывается уравнением Генри. Опытным путем были получены следующие значения коэффициентов распределения (констант Генри) для ионов меди 23-29, цинка 15-17, кадмия 16-18, мышьяка 7-9. Если принять за условие, что реакции катионного обмена между фазами протекают быстро и обратимо, а концентрация адсорбируемого катиона меньше концентрации того же катиона в растворе, то скорость продвижения фронта адсорбируемого катиона снижается на $[1 + (p/p)k]$, где p - плотность твердых шламов, p - их пористость, k - коэффициент распределения, а само выражение носит название фактора замедления, учитывающего все процессы физико-химического взаимодействия фаз. Например, для меди фактор замедления имеет значение 140-300. Это означает, что ионы меди в данных условиях задерживаются в слое твердых шламов, и концентрация их на выходе снижается в 140-300 раз [1-4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Драйвер Дж. Геохимия природных вод. - М.: Мир, 1985. - 438 с.
2. Моделирование гидрогеохимических процессов и научные основы гидрогеохимических прогнозов: Сборник статей. - М.: Наука, 1985. - 150 с.
3. Мусакин А.П. Таблицы и схемы аналитической химии. - Л.: Химия, 1971. - 125 с.
4. Тютюнова Ф.И. Прогноз качества подземных вод в связи с их охраной от загрязнения. - М.: Наука, 1978. - 204 с.

УДК 622.276.5

Л.В.Макаров

ПРОБЛЕМЫ РАЗВЕДКИ И ОСВОЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Во многих регионах России с интенсивным промышленным и сельскохозяйственным производством скопились многочисленные техногенные образования, которые представлены различными отходами органического и неорганического происхождения как в твердом, так и в жидком виде. Техногенные образования занимают значительные площади полезных земель, оказывают существенное негативное влияние на окружающую среду и обуславливают принятие специальных мероприятий по предупреждению чрезвычайных экологических происшествий.

Для настоящего времени характерно интегрирование экономики России в мировую хозяйственную систему и переход от авторитарной, экстенсивной экономики к рыночной. Это обусловило необходимость глубокого реформирования всей хозяйственной системы России. Возникла потребность провести инвентаризацию всех техногенных образований. Сведения по техногенным месторождениям, характеризующие количество и качество полезных ископаемых в них, горно-технические, гидрогеологические и экологические условия разработки месторождений, а также их геолого-экономическую оценку, вносятся в областной кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых. Сведения по другим техногенным образованиям, включая свалки бытовых отходов, должны быть у администрации города, населенного пункта, области. Каждая, даже не санкционированная, свалка должна иметь хозяина, который будет сортировать отходы, производить из них товары народного потребления, а неиспользованную часть отходов захоронять. В странах с развитой рыночной экономикой переработка техногенных образований является экономически рентабельной, если еще учитывать, что за прием отходов с их владельца взимается приемлемая