

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 -

18,86; Al₂O₃ - 3,74; MgO - 12,0; MnO - 4,53; Cr₂O₃ - 1,30; Fe общ - 17,20; P₂O₅ - 0,275; V₂O₅ - 0,29; TiO₂ - 0,56; Cu - 0,01; Ni - 0,02; Pb - следы; Zn - 0,002. Класс токсичности Т4.

Минеральный состав шлаков определялся рентгеноструктурным методом (аналитик С.Г. Сустанов, УГГГА). Помимо визуально наблюдаемых стекловатой массы и металлических включений выявлено наличие кальцита (преобладает), кварца, тримита, магнетита.

Спектр тяжелых металлов включает марганец, хром, ванадий, никель, кобальт, молибден, а также медь, цинк и свинец, высокие концентрации при этом характерны только для марганца и хрома (табл. 1). Исследование подвижных форм металлов показывает, что небольшая часть этих металлов может быть вынесена из отвала. Отметим, что анализ проводился для передробленного материала шлака, в целом же по своим характеристикам шлак имеет низкую растворимость, и шлакоотвал не может являться существенным источником загрязнения тяжелыми металлами водных ресурсов района.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в металлургических шлаках и шламах
Металлургического завода им. А.К. Серова, 10⁻³% вес

№ п/п	Номер пробы	Cu	Zn	Pb	Ag	Mo	Cr	Ni	V	Mn	Sc	Co	Fe
Шлаки													
1	2/1	9	5	1	0,1	0,4	700	5	18	>1000	0,5	0,7	>1
2	3/1	7	18	0,7	0,01	0,3	500	5	18	600	0	0,5	>1
3	4/1	10	7	1	0	0,2	1000	7	18	>>1000	0	0,7	>1
	Среднее	8,7	10	0,9		0,3	733,3	5,7	18			0,6	>1
Шламы станции нейтрализации													
4	2/4	10	6	0,7	0,005	0,7	300	9	3	200	0	1	>5
5	2/5	30	1000	15	0,04	0,1	40	6	10	500	0,2	2	>5
Шламы доменной газоочистки													
6	2/6	40	90	6	0,03	0	15	4	3	300	0	2	>5
7	2/7	70	900	30	0,05	0,4	40	9	3	400	0	2	>5
	Среднее	37,5	499	12,9	0,03	0,3	131,7	7	4,75	350		1,75	>5

Отстойник-шламонакопитель расположен на юго-восточной окраине г. Серова, в заболоченной долине р. Каквы (Красноуральское болото), на территории промплощадки металлургического завода. Площадь отстойника-шламонакопителя - 32,08 га. Конструктивно шламонакопитель является объектом равнинного типа и образован ограждающей кольцевой дамбой. В отстойник-шламонакопитель поступают: шлам доменной газоочистки, образующийся при мокрой очистке доменных газов от пыли (2500-3800 т/год), и шлам отстойников после нейтрализации промывных вод травильного отделения калибровочного цеха (200-280 т/год). Класс токсичности: шлам доменной газоочистки - Т4, шлам отстойников после нейтрализации сточных вод - Т3. Влажность шлама доменной газоочистки - 20 %, шлама после нейтрализации сточных вод - 80 %.

Химический состав отходов следующий, в %:

шлам доменной газоочистки - Fe₂O₃ - 27,0; FeO - 9,0; CaO - 19,0; SiO₂ - 12,0; Al₂O₃ - 4,0; MgO - 2,0; S - 25,0; п.п.п. - 25;

шлам отстойников после нейтрализации сточных вод - FeO - 20,0; CaO - 20,0; CaSO₄ - 60.

Отстойник-шламонакопитель создан на естественном основании. Грунты основания по данным Тырина А.Ф. (1995 г.) не обеспечивают герметичность сооружений снизу, вследствие чего шламонакопитель является фильтрующим объектом.

По опробованию, выполненному путём отбора проб из шламонакопителя (см. табл. 1), в составе шламов фиксируются не только медь, ванадий, никель, молибден и хром, но и цинк, свинец, марганец в достаточно высоких концентрациях, причём большая часть элементов переходит и в водные вытяжки. В минеральном составе шламов станции нейтрализации по данным рентгеноструктурного анализа преобладает гипс, отмечено присутствие гетита. В минеральном составе шлама доменной газоочистки преобладает магнетит, присутствуют кальцит и гематит.

Современное состояние окружающей среды

Гидрологическая характеристика. Современное состояние поверхностных вод характеризуется наличием хорошо развитой гидрологической сети в пределах бассейна реки Каквы, на левобережном склоне. Основными водотоками, дренирующими эту часть водосбора, являются ручей Черный и р. Кола.

Река Черная берет начало в восточной части г. Серова, протекая 1,6 км по промзоне, впадает в Красноуральское болото. Естественный гидрологический и гидрохимический режимы реки трансформированы. Начало реке дают сбросы недостаточно очищенных сточных вод Серовского металлургического завода, куда поступают стоки от химводоочистки, локомотивного депо, ремонтно-механического цеха, цеха ремонта металлургического оборудования. В реку Черную производится сброс через два выпуска промышленных сточных вод Механического завода, по территории которого она протекает. Сточные воды Мехзавода формируются после гальванического и механического цехов; цехов литейных машин, кузнечно-прессового оборудования с учетом ливневых вод. Сточные воды предприятий загрязняют р. Черную взвешенными веществами, нефтепродуктами, тяжелыми металлами, высокоминерализованными водами. В нижнем течении в районе шлакоотвала река заключена в искусственное русло. Направление водного потока реки через болото Красноуральское также претерпело изменения. В настоящее время поток направлен через центральную часть болота на восток вдоль южной дамбы отстойника-шламонакопителя. В этой части река принимает фильтрационные воды шламонакопителя, а также сброс со шламонакопителя, характеризующийся высокими концентрациями загрязняющих веществ. Химический состав воды отстойника изучался путем опробования отстоявшейся нейтрализованной воды станции нейтрализации сточных вод и шламов доменной газоочистки. Воды имеют сульфатный кальциевый состав, минерализация составляет 1,9-2,7 г/л, pH 7,9. Присутствуют высокие содержания следующих элементов (мг/л): железа (0,25-0,43), хрома (0,12-0,35), алюминия (0,1-0,19), фтора (2,28-19,0). Концентрации таких металлов, как медь, свинец, марганец, никель, цинк, титан, составляют сотые доли миллиграммов на литр. В отстоявшейся воде шламов доменной газоочистки присутствуют высокие содержания нитрит-ионов (30,2 мг/л). Отведение всех сточных вод, поступающих в р. Черную, осуществляется на рельеф через водовыпуск под дорогой Серов – Новая Кола.

Река Каква является основной водной артерией района. Участок реки, находящийся в зоне водопользования предприятия ОАО "Металлургический завод им. А.К. Серова", расположен от места водозабора для промышленных нужд (Серовский пруд) и до створа д. Филькино. Оценка р. Каквы и ее притоков, в соответствии с классификацией рек по гидрологическим и гидроморфологическим параметрам, показывает, что по размеру и водности она относится к малым водотокам, к II классу, подклассу В, что свидетельствует о средней способности водотоков к самоочищению.

Донные отложения р.Каквы представлены галечно-гравийно-песчано-илистым аллювием. В пробе донных отложений выявлены Cu, Zn, Pb, As, Cr, Ni, V, Mn, Sc, P. Концентрации хрома, никеля и ванадия несколько выше ПДК для почв.

Ландшафтное районирование. На исследованной территории преобладают интразональные комплексы переувлажнённых аккумулятивных равнин: с лугово-кустарниковой растительностью пойм рек, верховых и переходных сосново-кустарниково-сфагновых и травяно-сфагновых болот. Первые развиты в левобережье р. Каквы, для которого характерно наличие стариц и лугово-кустарниковой растительности, вторые характерны для ближайшего окружения шламоотстойника, расположенного на Красноуральском болоте. Это субаквальные ландшафты, формирующиеся в отрицательных формах рельефа. Здесь преобладают процессы накопления вещества. Для них характерны дерново-подзолистые глеевые и глееватые, торфяные и торфянистые почвы. Плоские участки левобережного макросклона бассейна р. Каквы значительно заболочены. Географически здесь произошло формирование трех болотных массивов. Наиболее изучен болотный массив Красноуральский (болото Черное), который вошел в перечень Торфофонда. Другие болотные массивы не исследовались. Схема ландшафтного районирования территории приведена на рис. 1.

Вдоль западных окраин Красноуральского болотного массива проложены дороги, здесь же примыкает к болоту шлаковый отвал. В центральной части болота был построен шламоотстойник, а река Черная в пределах промзоны была заключена в лоток и направлена по искусственному руслу вдоль южной дамбы шламоотстойника в восточном направлении. Через болотный массив в 1983-1985 гг. построена дорога, отсыпанная из шлака, которая перекрыла поверхностный сток в южном направлении к реке Какве. Анализ самоочищающей способности Красноуральского болота (Федоров, 2001) показывает снижение концентраций загрязняющих веществ на выходе практически по всем нормируемым показателям (табл. 2).

Самоочищающая способность болота зависит от интенсивности нагрузки на его экосистему, продолжительности воздействия. В случае превышения ассимиляционной возможности болота (при насыщении) произойдет эффект отдачи загрязнений, т. е. процесс вторичного загрязнения. В связи с этим необходим постоянный мониторинг и расчет самоочищающей способности каждого болотного массива, подверженного сбросу сточных вод в него [2].

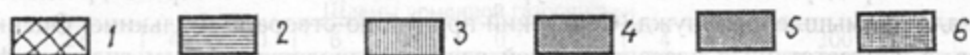
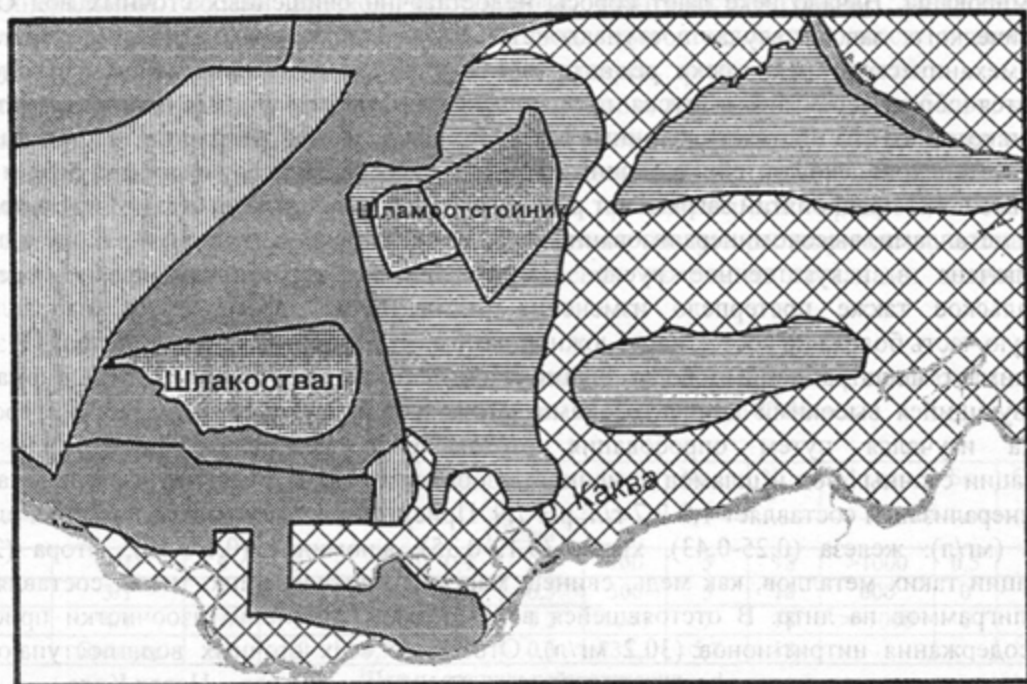


Рис. 1. Схема ландшафтного районирования: среднетаежные полигенетические комплексы переувлажненных аккумулятивных равнин (интразональные): 1 – с лугово-кустарниковой растительностью пойм рек, 2 – верховых и переходных сосново-кустарниково-пушицево-сфагновых и травяно-сфагновых болот; антропогенно-измененные комплексы: 3 – территория промышленной зоны металлургического завода, 4 – селитебные территории, 5 – территория с интенсивной изменчивостью природных комплексов, 6 – шлакоотвал и шламоотстойник

Таблица 2
Показатели самоочистки болота Красноуральское

Ингредиенты, мг/л	Качество сточных вод до болота	Качество сточных вод после болота	Коэффициент самоочистки, %
Взвешенные вещества	20,35	6,85	66,3
Сухой остаток	429,2	380	11,5
Сульфаты	92,9	60	44,3
Хлориды	104,4	40	62
Железо общее	1,13	1,2	-
Марганец	0,357	0,3	-
Цинк	0,113	0,05	55,8
Азот нитратов	0,701	0,264	62,3
Азот нитритов	0,086	0,015	82,6
Азот аммония	3,622	1,1	69,6
Нефтепродукты	1,10	0,195	82,3
БПКп	4,45	2,27	49
Кальций	40,05	32,1	20
Магний	9,49	7,5	21
Хром(3+)	0,004	0,003	25
Хром(6+)	0,022	0,011	50
Фосфаты	0,213	0,177	59

Геолого-гидрогеологическая характеристика. В тектоническом отношении район исследований представляет собой двухъярусное сооружение. Нижний структурный ярус сложен палеозойскими магматическими породами, представленными серпентинитами и диоритами, рассеченными серией жил кислого, основного и среднего составов. Верхний структурный ярус сложен породами мезозоя и кайнозоя, на больших пространствах покрываемыми палеозойский

фундамент. В основании геологического разреза почти на всей площади исследуемого района залегают породы ультраосновного Коло-Еловского массива, протягивающегося в меридиональном направлении на протяжении 42 км почти через весь район от р.Турьи на севере до широты пос. Красноярка – на юге. Верхний структурный ярус района сложен песчано-глинистыми образованиями. В строении его участвуют континентальные образования мезозоя (древняя кора выветривания палеозойских пород) и морские отложения мезозойского и кайнозойского возрастов. Промплощадка металлургического завода расположена вблизи зоны выклинивания палеозойских пород, на маломощном мезо-кайнозойском чехле.

Согласно схеме гидрогеологического районирования, район принадлежит к Тобольскому бассейну Западно-Сибирского артезианского бассейна пластовых вод с этажно расположенными и регионально выдержанными водоносными горизонтами, изолированными друг от друга относительными водоупорами [1].

В зону воздействия шлакоотвала и отстойника-шламонакопителя Металлургического завода им. А.К. Серова попадают два водоносных горизонта: четвертичный аллювиальный и нижнеэоценовый (серовский).

Воды аллювиального четвертичного горизонта приурочены к галечниковым отложениям подножья речных террас, которые располагаются широкой полосой вдоль р. Каквы по обоим ее берегам. Воды этих отложений залегают в пониженных участках на глубине не более 0,8 м и на повышенных участках на глубине до 4,0 м.

Питание вод аллювиальных отложений происходит за счет непосредственной инфильтрации атмосферных осадков в галечники, а в случаях высокого уровня речных вод, питание идет за счет последних. Частичное питание горизонта аллювиальных отложений происходит за счет инфильтрации вод постоянных и временных болот, расположенных на пути следования реки. Режим вод аллювиальных отложений зависит от режима поверхностных вод и от количества атмосферных осадков, выпадающих на водосборную площадь реки.

Пластово-трещинные воды нижнеэоценового (серовского) горизонта распространены не повсеместно и носят зональный характер. Подземные воды связаны с опоками и опоковыми песчаниками.

Зеленовато-серые слоистые глины чеганской свиты, диатомиты, глинистые диатомиты ирбитской свиты не водоносны и, являясь водоупорной кровлей для опок, создают напор подземных вод. Водоносность опок и опоковидных песчаников объясняется их трещиноватостью. Зоны трещиноватых водоносных опок часто сменяются неводоносными зонами.

Западная граница распространения подземных вод опок совпадает с территорией г. Серова. Опоки в этом районе сильно трещиноваты. Область их питания – места выхода опок на поверхность. Кроме того, областью их питания в данном районе служит южный склон Коло-Еловского серпентинитового массива за счет подземных вод палеозойских пород. Глубина залегания опок здесь неодинакова. Уровень воды находится на глубине от 0,0 до 28,0 м и зависит от рельефа поверхности земли.

Общее направление движения вод опок - к востоку, к долине р.Сосьвы.

По региональным гидрогеологическим работам, проведенным в исследуемом районе, химический состав подземных вод опок преимущественно гидрокарбонатный магниевый с минерализацией менее 0,6-0,7 г/л.

Экологическое состояние территории

При организации режимных наблюдений производственного контроля на металлургическом заводе, к сожалению, не выполняется анализ получаемой информации по изменению компонентов окружающей среды в пространстве и во времени; не прослежены тенденции в изменении состоянии ОС; нет прогноза изменения экологической обстановки в районе воздействия шлакоотвала и шламоотстойника, и как следствие нет рекомендаций по корректировке программы наблюдений за компонентами окружающей среды.

Геохимическая характеристика современного состояния почвенного покрова в санитарно-защитной зоне шлакоотвалов и отстойника-шламонакопителя Металлургического завода им. А.К. Серова приводится по данным почвенных исследований ООО "ИГЦ Уралгеопроект", выполненных при подготовке проекта экологического мониторинга.

В пределах выделенных ландшафтных комплексов западных окраин Западно-Сибирской плиты преобладают гидроморфные интразональные почвы: луговые, лугово-болотные и болотно-торфяные, а также аллювиальные почвы долины реки Каквы и ее стариц. Последние частично

омолаживаются наносами во время половодий. В средах, непосредственно прилегающих к шлакоотвалу территорий, на ряде участков, затронутых техногенными изменениями, почвы и растительность находятся на начальных стадиях формирования экосистем.

Значительное влияние на загрязнение существующих почв оказывает наличие многочисленных несанкционированных мест разгрузки строительного мусора, а также вывалов шлака вдоль дорог.

Опробование почв осуществлено из мелких закопушек (0-20 см), в пробу отбирался материал горизонта A_0 . Профиля опробования начинались от шлакоотвала и выходили за пределы санитарно-защитной зоны.

Геохимический спектр новообразованных почв характеризует сильное влияние субстрата, на котором они формируются – шлаков металлургического производства. Приближенно-количественным спектральным анализом в них установлены Mn, Cr, Ni, Co, Sc, Mo, Cu, Zn, Pb, Ag. У остальных элементов (As, Cd, Sb) содержание ниже предела чувствительности анализа и ПДК. Дальнейшей обработке подвергались концентрации элементов, превышающих ПДК: Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, V, Mn. Наиболее высокие коэффициенты концентрации (K_c) характерны для хрома, марганца, никеля.

В пределах техногенно измененных ландшафтов, сформированных на металлургических шлаках, по значениям суммарного показателя химического загрязнения [3], почвы и грунты характерны для весьма опасной ($Z_c = 111.7$), опасной ($Z_c = 35.5-49.1$), реже умеренно опасной ($Z_c = 16.8-26.7$) категорий загрязнения. Умеренно опасной категорией характеризуются и болотные отложения вблизи дороги ($Z_c = 26.7$) (рис. 2).

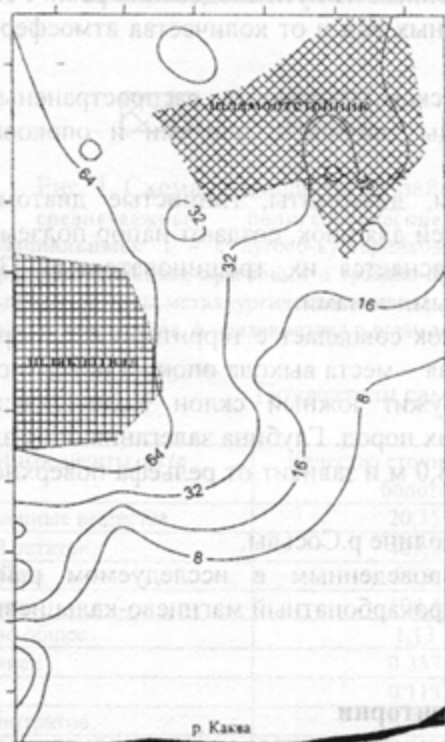


Рис. 2. Схема распределения суммарного показателя загрязнения почво-грунтов

Изучение влияния промышленных отходов на растительность выполнено путем отбора проб листьев ивы. В пробах золы листьев ивы выявлены медь, хром, никель, ванадий, марганец, железо, т. е. тот комплекс тяжелых металлов, который характерен для шлакоотвала и отстойника-шламонакопителя. В пределах техногенно измененной территории в золе содержание меди, никеля, ванадия, железа значительно выше.

Таким образом, формирующиеся вблизи отвала и дорог в пределах санитарно-защитной зоны почвы характеризуются высокой степенью загрязнения, которая обусловлена механическим разносом шлаков (использование их для отсыпки дорог и выравнивания территории). Этот же процесс обусловил и формирование ореолов загрязнения вблизи дорог. Состояние же почв селитебной территории вполне удовлетворительное (допустимая категория загрязнения $Z_c=2,3-5,7$). Это может свидетельствовать об отсутствии аэрогенного и гидрогенного химического загрязнения среды за время существования шлакоотвала Металлургического завода им. А.К. Серова.

Поверхностные воды. В связи с тем, что шлакоотвал и отстойник-шламонакопитель расположены в промзоне г. Серова и “соседствуют” с промышленными стоками и очистными сооружениями, вычлнить влияние этих объектов на поверхностные воды района не представляется возможным. Основные водные объекты, непосредственно попадающие в зону воздействия шлакоотвала и отстойника-шламонакопителя, – болота Красноуральское, Кольское, Продольное, река Каква, искусственные водоемы.

Анализ имеющихся на заводе данных за 1993-2001 гг. по створам, расположенным на реке Какве, показал значительное влияние на водную среду промышленных предприятий г. Серова. Содержание нефтепродуктов, аммония и сульфатов в реке Какве возрастает после очистных сооружений, что свидетельствует об их несомненном влиянии на загрязнение поверхностных вод, анализ диаграмм изменения содержания железа и марганца в реке Какве показывают постоянный и незначительный привнос и увеличение содержания этих элементов в нижних створах реки. Содержание свинца, никеля, меди и цинка в р. Какве стабильно - ниже ПДК и на уровне фона.

Анализ периодичности изменения С_р/ПДК железа и марганца в створах, расположенных ниже шлакоотвала и отстойника-шламонакопителя, показывает, что чем больше объем стока (в весеннее половодье), тем выше концентрации этих элементов в воде относительно ПДК, что подтверждает основное поступление их с поверхностным стоком, поэтому рекомендуется контроль качества поверхностных вод выполнять после весеннего половодья.

В связи с интенсивным техногенезом в районе произошла трансформация болотного массива Красноуральского, выразившаяся в изменении структуры его водосборной площади, что привело к изменению его водного режима в сторону обводнения за счет подтопления. Этому подверглась его северная часть, подтопление которой происходит за счет плотинного эффекта северной дамбы отстойника-шламонакопителя. Подтопление центральной части болотного массива вызвано, с одной стороны, полотном дороги Серов - Новая Кола, а с другой - отведением водного потока р. Черной в эту часть болотного массива.

Сброс промышленных сточных вод в настоящее время производится непосредственно в центральную часть болота. Близость шлакового отвала и фильтрация через дамбы из отстойника-шламонакопителя, использование шлака от металлургического производства для отсыпки при дорожном строительстве коренным образом изменили химический состав поверхностных вод и соответственно химизм болотных вод. Высокая минерализация сточных вод, содержащих существенные концентрации сульфатов кальция и магния, изменили гидрохимический режим болота с олиготрофного на евтрофный. Содержание в сточных водах тяжелых металлов (медь, цинк, хром, свинец, марганец, молибден, никель, олово, железо), а также нефтепродуктов вызвало загрязнение не только болотных вод, но и их поглощение торфяной залежью, что чревато вторичным загрязнением поверхностных и подземных вод.

Высокая обводненность и высокая минерализация привели к смене растительных сообществ верхового типа на низинные топяные. Произошло усыхание соснового древостоя в центральной и северной частях массива, исчезновение сфагнового покрова, олиготрофных кустарничков и трав (клюква, голубика, багульник, мирт, морощка). В настоящее время растительный покров формируют рогоз широколистный, тростник обыкновенный, осоки, канареечник, манник и представители сплавин (сабельник, вахта, цикута, белокрыльник, гипновые мхи и др.).

Воздействие сточных вод предприятий г. Серова на болото Красноуральское определяется высокими концентрациями загрязняющих веществ в болотных водах, дренируемых рекой Каквой. Наиболее индикаторными являются те ингредиенты, которые относятся к категории консервативных. Их концентрации изменяются в основном только при процессах разбавления (сухой остаток и основные ионы, его составляющие). Еще одним вероятным источником загрязнения Красноуральского болота служат сточные воды очистных сооружений, попадающие в болото при загрязнении коллектора – приемника сточных вод.

Подземные воды. В зону воздействия шлакоотвала и отстойника-шламонакопителя попадают два водоносных горизонта – четвертичный аллювиальный и нижнеэоценовый (серовский) опоковый. Химический состав подземных вод района определяется условиями питания водоносного горизонта, степенью и длительностью техногенной нагрузки. Основными источниками загрязнения подземных вод в исследуемом районе являются: промышленная зона г. Серова и техногенно-измененные территории; промплощадка Металлургического завода; шлаковый отвал, воды отстойника-шламонакопителя; сточные воды металлургического завода; воды болот. По данным гидрогеологических работ, проводившихся в 1953 г., в пределах г. Серова аллювиальные подземные воды уже были загрязнены сточными водами заводов.

Возможность поступления загрязнения в аллювиальный водоносный горизонт с инфильтрующимися атмосферными осадками обусловлена малой мощностью зоны аэрации в районе расположения объектов исследований и ее высокой фильтрационной способностью, а также способностью воды "выщелачивать" элементы-загрязнители из шлаков и шламов. Далее, вероятно, происходит перетекание аллювиальных вод по межпластовому водоупорному пространству мощностью до 4,5 м, по затрубному пространству скважин в нижележащий опоковый горизонт, а также смешение воды в скважинах, вскрывающих и эксплуатирующих оба горизонта.

В настоящее время мониторинг подземных вод в зоне воздействия шлакоотвала и отстойника-шламонакопителя не ведется, хотя с 1993 г. существует сеть скважин для режимных наблюдений за составом подземных вод аллювиального и опокового горизонтов в зоне влияния шлакоотвала. При проведении исследований для составления проекта мониторинга в 2001 г. проведено обследование состояния наблюдательных скважин и отобраны пробы воды. Кроме этого, при исследовании аллювиального водоносного горизонта отобраны пробы воды из колодцев и скважин, расположенных в южной части территории ниже по потоку подземных вод на застроенных землях. В 2001 г. пробурена наблюдательная скважина на аллювиальный водоносный горизонт в зоне влияния отстойника-шламонакопителя.

Скважины имеют глубину от 4,8 до 39,6 м и вскрывают два водоносных горизонта, распространенных в районе. Скважины расположены вокруг шлакоотвала и в 450 м ниже по потоку подземных вод, а одна из скважин пройдена выше по потоку грунтовых вод. Уровень подземных вод аллювиального горизонта залегает на глубине 2,0-2,3 м.

Отсутствие данных мониторинговых наблюдений за какой-либо период времени, невозможность на момент проведения исследований отбора проб воды из скважин, расположенных вблизи шлакоотвала, не позволяют моделировать площадную картину загрязнения подземных вод, поэтому приходится ограничиваться описательным анализом.

Граница распространения аллювиального водоносного горизонта в исследуемом районе проходит через южную часть г. Серова, где расположены промышленные предприятия. Таким образом, в области питания водоносного горизонта находится техногенно измененная территория города. Согласно карте-схеме гидроизогипс аллювиального водоносного горизонта, уклон потока грунтовых вод в районе расположения шлакового отвала и отстойника-шламонакопителя имеет юго-восточное, южное направление к долине р. Каквы и составляет 0,0056. Питание водоносного горизонта происходит за счет непосредственной инфильтрации атмосферных осадков и болотных вод в галечники.

Результаты анализа подземных вод аллювиального водоносного горизонта ниже по потоку от шлакоотвала за 2001 г. показали, что в целом вода имеет гидрокарбонатно-сульфатный и сульфатно-гидрокарбонатный, по анионам – смешанный, преимущественно магниево-кальциевый состав.

В подземных водах района исследований преобладает восстановленная форма азотных соединений - ион аммония. В подземных водах наблюдается высокое, но не превышающее предельно допустимых содержание нитрит-ионов. Это связано с хозяйственно-бытовым и сельскохозяйственным освоением территории к югу от шлакоотвала. Кроме того, источником поступления ионов азотной группы в подземные воды здесь могут быть утечки из выпусков сточных вод Metallургического завода.

В подземных водах зоны влияния шлакоотвала присутствуют заметные количества фтор-ионов. Концентрация фтора вниз по потоку от шлакоотвала варьирует в пределах 0,5-0,8 ПДК. Источником поступления фтора в подземные воды является выбросы предприятия. Газообразные неорганические соединения фтора (фторводород) и твердые фториды, поступающие в атмосферу, практически полностью выводятся из нее с атмосферными осадками.

Повсеместно в подземных водах аллювиального горизонта присутствуют алюминий, хром, марганец, железо, в небольших количествах никель, медь, свинец, цинк, титан. Анализ данных свидетельствует о непосредственном влиянии шлакоотвала на содержание этих элементов ниже по потоку подземных вод.

Необходимо отметить, что для трещинных и трещинно-жильных вод коры выветривания серпентинитов, слагающих Коло-Еловский массив, формирующих основное питание подземных вод исследуемого района, характерны высокие содержания железа и марганца, что свидетельствует о природном происхождении части нагрузки этих элементов.

Опробование воды на нефтепродукты показало загрязнение подземных вод нефтепродуктами, которое обусловлено многолетним функционированием металлургического завода, и не связано с воздействием шлакоотвала и отстойника-шламонакопителя.

В формировании состава подземных вод аллювиального водоносного горизонта района большую роль играет инфильтрационное болотное питание. Атмосферные осадки проходят через торфяной "фильтр", а затем поступают в грунтовые воды. Воздействие вод болотных отложений вызывает повышение содержаний органических веществ аммония, железа (в виде комплексов с солями гуминовых кислот).

Возможность загрязнения аллювиального водоносного горизонта за счет отстойника-шламонакопителя обусловлена его уровневим режимом. Отметки уровня воды в шламонакопителе поддерживаются на отметках 82,6-82,8 м, что на 3,5 м превышает положение уровня грунтовых вод в аллювиальном водоносном горизонте. Частично питание горизонта вод аллювиальных отложений происходит за счет инфильтрации вод отстойника-шламонакопителя, создавая условия для формирования купола растекания загрязненного фильтрата, распространяющегося в юго-восточном направлении.

Вода аллювиального горизонта в районе расположения отстойника-шламонакопителя имеет гидрокарбонатный кальциевый состав, минерализация 0,3 г/л. В воде обнаружено высокое содержание ионов аммония - 24,0 мг/л (12 ПДК), нитрат- и нитрит-ионы находятся в концентрациях, не превышающих ПДК. Содержание железа составляет 8,38 мг/л, что превышает ПДК в 27,9 раза. Обнаружены высокие содержания свинца (0,028 мг/л при ПДК 0,03 мг/л), марганца (1,50 мг/л - 15 ПДК), хрома (1,5 ПДК), фтора (1,3 ПДК). Высокие концентрации микроэлементов в подземных водах объясняются расположением области питания аллювиального водоносного горизонта в промышленной зоне и на территориях с интенсивным техногенным изменением природных комплексов.

Изменение состава подземных вод проявляется и при выпуске сточных вод из шламоотстойника в Красноуральское болото, и инфильтрации их через покровные отложения в четвертичный водоносный горизонт. Сточные воды комбината являются потенциальным источником загрязнения не только поверхностных, но и подземных вод, вызывая их площадное загрязнение. По результатам обследования, химический состав воды на сбросе в юго-восточной части шламоотстойника гидрокарбонатно-сульфатный, магниевый-кальциевый, минерализация уменьшается до 0,5 г/л, рН увеличивается до 8,1, появляются в больших количествах нитрат-ионы (11 мг/л). В химическом составе увеличивается, в сравнении с водой отстойника, концентрация железа, марганца, алюминия (табл. 3).

Таблица 3

Состав "техногенных" вод в отстойнике-шламонакопителе

Элементы и соединения	Концентрация в мг/л					
	в отстойнике № 1 (нейтрал)	в отстойнике № 2 (домен)	сток с отстойника	выпуск 2 с отстойника (из тома ПДС)	ПДК рыб-хоз	ПДК хоз-пит.
Fe _{общ}	0,43	0,25	0,59	0,73	0,1	0,3
Cr _{общ}	0,35	0,12	0,075		0,005	0,05
Cu	0,016	0,031	0,008	0,30	0,001	0,1
Pb	0,065	0,04	<0,01	0,321	0,1	0,03
Mn	0,041	0,025	0,045	0,368	0,01	0,1
Ni	0,054	0,015	0,013	0,050	0,01	0,1
Zn	0,026	0,029	0,032	0,967	0,01	5,0
Ti	0,012	0,01	0,007			0,1
Al	0,19	0,10	0,33			0,5
F	2,28	19,0	4,77			1,5
NH ₄	1,28	1,71	0,9	28,8	0,5	2,0
NO ₂	2,40	30,2	4,58	0,59	0,08	3,0
NO ₃	<0,1	1,71	11,0	0,95	40,0	45,0
SO ₄	1869,0	1057,6	171,6	400	100,0	500
Сух. остаток	2671,6	1888,8	518,0	1290	1000	1000

Анализ результатов показал, что происходит загрязнение подземных вод, которое проявляется в повышении концентрации в аллювиальном водоносном горизонте железа, хрома, свинца, фтора, нитритов, сульфатов, сухого остатка. Источник загрязнения – инфильтрация вод отстойника-шламонакопителя.

Подземные воды опокового водоносного горизонта имеют гидрокарбонатно-сульфатный магниевый состав с минерализацией 0,49 г/л. В воде наблюдаются высокие концентрации аммония (2 ПДК), железа (2,5 ПДК), хрома (1 ПДК), марганца (9,6 ПДК), фтора (1,3 ПДК), нефтепродуктов (2,8

ПДК). При проведении исследований 1993 г. вода имела сульфатный кальциевый состав с минерализацией 0,75 г/л. Появление сульфатов свидетельствует о влиянии вод аллювиального водоносного горизонта, имеющих сульфатный состав, на формирование состава подземных вод опок. Происходит перетекание аллювиальных вод по межпластовому и затрубному пространству скважин, а также смешение воды в скважинах, вскрывающих и эксплуатирующих оба горизонта. С аллювиальными водами в опоки привносятся аммоний, железо, хром, марганец, фтор, нефтепродукты.

В настоящее время влияние отстойника-шламонакопителя на загрязнение нижележащего нижнеэоценового водоносного горизонта исключается, так как горизонт является напорным и пьезометрический уровень подземных вод опок на 0,6 м выше уровня аллювиального водоносного горизонта. При введении в эксплуатацию Южно-Сосьвинского участка Сосьвинского месторождения подземных вод может произойти сработка запасов и снижение уровня подземных вод опокового горизонта. В этом случае будет происходить перетекание загрязненных аллювиальных подземных вод через разделяющий слой в опоковый горизонт.

Исследуемый район расположен в зоне формирования ресурсов подземных вод нижнеэоценового водоносного горизонта, являющегося источником питьевого водоснабжения. Загрязнение опокового водоносного горизонта может привести к ухудшению качества подземных вод Южно-Сосьвинского водозабора, расположенного на правом берегу р. Каквы. Для предотвращения дальнейшего загрязнения опокового водоносного горизонта необходимо ликвидировать все скважины, конструкции которых способствуют перетеканию в него загрязненных поверхностных вод и вод аллювиального водоносного горизонта.

Многолетнее функционирование металлургического завода привело к формированию техногенно измененных условий окружающей среды. Проведение геоэкологических исследований отдельных производственных структур, какими являются рассматриваемые объекты, невозможно в отрыве от остального производства. В связи с этим приходится рассматривать геоэкологические условия этих объектов с учетом воздействия всего промышленного узла, поэтому некоторые отдельные факторы воздействия невозможно вычленивать из всего комплекса влияния на природные геосистемы.

Полученные данные могут быть использованы при анализе экологической ситуации других производств черной металлургии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гидрогеология СССР. Т. XIV, Урал / Под ред. В.Ф. Прейса. М.: Недра, 1972. С. 197-223.
2. Королев В.А. Мониторинг геологической среды. М.: Изд-во МГУ, 1995. 272 с.
3. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. М.: Минприроды РФ, 1992.

УДК 006.322 (47 + 57)

В.Б. Болтыров

СИСТЕМА РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ СЕРТИФИКАЦИИ В НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ

Мы каждый день выступаем в роли потребителей той или иной продукции или услуг. Прежде всего, это продовольственные товары, и нам совершенно безразлично, какого они качества, какие у них органолептические свойства, каковы они с точки зрения экологичности и безопасности для здоровья. А для беспокойства есть серьезные основания, так как по данным Госстандарта, номенклатура потенциально опасной продукции составляет 9 %. Безусловно, ситуация требует принятия соответствующих защитных мер, и такие меры в нашей стране приняты в виде обязательной сертификации, которая подтверждает соответствие качества продукции или услуги обязательным требованиям государственных стандартов. Обязательная сертификация организуется и проводится на основании и в соответствии с законами Российской Федерации: "О защите прав потребителей", "О сертификации продукции и услуг", "О стандартизации", "Об обеспечении единства измерений", принятых в 1992-1995 годах.