© Л.Н. Ларичев, Т.В. Тищенко, 2006

УДК 550.8

Л.Н. Ларичев, Т.В. Тищенко

ПРЕДПРОЕКТНАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ ОТСТОЙНИКА ГИДРООТВАЛА «БЕРЕЗОВЫЙ ЛОГ»

Семинар № 1

Одной из злободневных проблем крупных горно-обогатительных предприятий РФ является выбор территорий для размещения их отвального хозяйства. Особенно остро эта проблема стоит перед железорудными предприятиями КМА, расположенными в густонаселенных экономически освоенных областях Центрально-Черноземного экономического района. Учитывая большие объемы образования вскрышных пород и хвостов рудообогащения в процессе производственной деятельности этих ГОКов, проблемы размещения объектов отвального хозяйства приобретают особую актуальность. Простейшее решение этих проблем путем увеличения площадей горных отводов не приемлемо, так как требует изъятия из оборота значительных площадей земель, в том числе и сельскохозяйственного назначения, что в настоящее время не реально в связи с отсутствием свободных территорий. В современных условиях проблемы размещения объектов отвально-хвостового хозяйства ГОКов должно решать в рамках уже существующих горных отводов либо путем повышения вместимости уже существующих отвалов и хвостохранилищ, либо путем создания новых объектов на месте существующих инженерных сооружений иного назначения, которые могут быть выведены из эксплуатации и перепрофилированы без ущерба для произ-водства.

Лебединский ГОК не является исключением в части проблем размещения отходов горнодобычи и рудообогащения. Одним из вариантов их рационального решения является создание отвалов и хвостохранилищ на месте существующих объектов производственной инфраструктуры в рамках действующего горного отвода, что не требует выделения новых площадей и приводит к экономии земельных ресурсов.

Согласно требованиям современного природоохранного законодательства любые проекты должны проходить экологическую экспертизу. В комплект экспертируемых материалов должны быть включены сведения о предпроектных инженерно-экологи-ческих работах, направленных на оцен-ку современного экологического состояния территорий размещения проектируемых объектов. Эти исследования необходимы для разработки системы мониторинга по выявлению степени вредного техногенного воздействия проектируемых объектов на основные компоненты окружающей природной среды в процессе их строительства и эксплуатации.

Для оценки современного эколого-геохимического состояния пруда-отстойника, расположенного с внешней стороны подпорной дамбы первой сек-

ции гидроотвала «Березовый Лог» был проведен комплекс гидрохимических и литохимических исследований в связи с предполагаемым использованием данной территории под расширение отвального хозяйства ЛГОКа. Было проведено гидрохимическое опробование двух водных объ-ектов. Во-первых, отбирались пробы воды технического водоема, образовавшегося в месте непосредственного расположения сливной трубы. Во-вторых, опробовалась вода основного пруда-отстойника, на берегу которого расположены объекты сельскохозяйственного назначения. Гидрохимическое опробование проводилось с целью изучения физико-химических, органолептических, токсикологических и микробиологических показателей качества воды, позволяющих установить степень и тип загрязнения водной среды данных водоемов. Учитывая ожидаемый поликомпонентный состав опробуемых вод и необходимость транспортировки проб для аналитических исследований, проводилось дискретное опробование в соответствии с требованиями нормативных документов к объемам, материалам и консервантам, применяемым при гидрохимических исследованиях. Отбор гидрохимических проб проводился с глубины порядка 0,5 м, чтобы исключить попадания в пробу поверхностной водной растительности и прочих механических загрязнителей, плавающих на поверхности акватории.

Одновременно с отбором гидрохимических проб проводилось опробование обводненных донных осадков обеих водоемов. Последующие анализы водных вытяжек донных осадков в комплексе с анализом вещества донных отложений позволяют выявить наличие и определить компонентный состав как водорастворимых, так и связанных форм веществ-за-грязнителей.

Для более детальной оценки эколого-геохимического состояния донных отложений обеих водоемов, проводилось комплексное литохимическое исследование донных осадков с раздельным анализированием как их высушенных разновидностей, так и разностей, обезвоженных центрифугированием. В пробах, высушенных при температуре до 105 °С сохранялись все водорастворимые вещества. В то же время в пробах, обезвоженных путем центрифугирования, сохранялись только связанные формы веществ-загрязнителей. Подобные исследования не только позволяют провести оценку экологического состояния донных отложений опробуемых водоемов, но и выявить характер распределения веществ-загрязнителей между твердой и жидкой фазой донных осадков, что необходимо для оценки миграционной способности веществ-загрязнителей.

Оценка экологического состояния воды технического водоема и основного пруда-отстойника проводилась путем сравнения полученных аналитических данных с предельно-до-пустимыми концентрациями (ПДК) различных веществ в водах водных объектов культурно-бытового назначения (табл. 1) в соответствии с действующими в настоящее время нормативными документами (СанПиН 2.1.5.980-00, ГН 2.1.5.1093-02, ГН 2.1.5.1094-02).

Оценка экологического состояния донных отложений проводилась путем сравнения аналитических данных с нормативными значениями ПДК различных веществ в почвах земель населенных пунктов, согласно МУ 2.1.7. 730-99 «Гигиеническая оценка качества почв населенных мест», а также со значениями общего допустимого уровня (ОДУ) загрязняющих веществ, применяемых при оценке экологического состояния техно-

Таблица 1

Сравнительная эколого-гидрохимическая характеристика воды технического водоема и основного пруда-отстойника (мг/л)

№ п/п	Содержания компонентов, показатели свойств	Вода технического водоема	Вода основного пруда-отстойника	ПДК вод культурно-бытового назначения	Превышение над ПДК	
					Технический водоем	Основной пруд-отстойник
1	pH	7.43	7.23	6.5-8.5	норма	
2	Жесткость общая, мг-экв/л	6.60	5.00	н/регл	н/лимит	н/лимит
3	Жесткость карбон., мг-экв/л	5.80	5.00	н/регл	н/лимит	н/лимит
4	Сухой остаток	570	566	не более 1000	норма	
5	Гидрокарбонаты (HCO_3^-)	353,8	311,1	н/регл	н/лимит	н/лимит
6	Хлориды (Cl^-)	49.6	63.8	350	норма	
7	Сульфаты (SO_4^{2-})	75.8	57.7	500	норма	
8	Нитраты (NO_3^-)	1.6	0.03	45	норма	
9	Нитриты (NO_2^-)	0.9	0.005	3.3	норма	
10	Химическое потреб. кислорода (ХПК)	20.0	38.0	30	норма	1.26
11	Биологическое потр. кислорода (БПКs)	2.96	4.20	4.0	норма	1.05
12	Кислород раств. (O_2)	7.2	10.80	5	1.44	2.4
13	Кальцит (Ca)	229.6	197.6	20	11.4	9.88
14	Магний (Mg)	17.6	14.2	50	норма	норма
15	Натрий (Na)	18.2	15.7	Na+K ≤ 200	норма	норма
16	Калий (K)	16.2	21.3			
17	Железо закисное Fe^{+2}	0.05	0.05	0.3	норма	
18	Аммоний (NH_4)	0.15	0.60	1.5	норма	
19	Кадмий Cd	<0.001	<0.001	0.001	норма	
20	Кобальт Co	<0.005	<0.005	0.1	норма	
21	Медь Cu	<0.002	<0.002	1.0	норма	
22	Хром Cr	<0.006	<0.006	0.5	норма	
23	Марганец Mn	<0.003	0.15	0.1	норма	
24	Никель Ni	0.0011	0.0046	0.1	норма	
25	Свинец Pb	0.0059	0.0036	0.01	норма	
26	Стронций Sr	57.5	51.6	7.0	8.21	7.37
27	Цинк Zn	0.013	0.021	1.0	норма	
28	Нефтепродукты	1.7	5.6	0.1	17	56
29	Количество колиформных бактерий на 100 мл	670	115	≤500	1.34	норма

генно нарушенных территорий в странах Евросоюза, «Holland list».

Рассмотрение результатов *анализов воды обоих водоемов* свидетельствуют об их гидрокарбонатно-каль-циевом со-

ставе, в связи с чем концентрации в них **кальция** превышают нормативные значения в 11.4 раза для технического водоема, а для основного пруда-отстойника в 9.8 раза. В то же время есть основания сделать вывод о том, что воды анализируемых водоемов по большинству контролируемых компонентов (табл.1) удовлетворяют требованиям, предъявляемым к водоемам культурно-бы-тового назначения. Исключение составляет химическое и биологическое потребление кислорода (**ХПК** и **БПК**) в воде основного пруда отстойника, незначительно превышающее нормативные показатели, т.е. 1.26 и 1.05 ПДК соответственно. В то же время по концентрациям **стронция** отмечены весьма значительные превышения ПДК, достигающие 8.21 и 7.37 для технического водоема и основного пруда-отстой-ника соответственно. По содержанию растворенного **кислорода** вода технического водоема превышает ПДК в 1.44 раза, а вода основного пруда в 2.4 раза. Более значительно опробованные акватории заражены **нефтепродуктами**, содержание которых превышает ПДК в 17 и 56 раз для технического водоема и основного пруда соответственно. Кроме того, воды технического водоема превышают нормативные показатели по количеству **колиформных бактерий** (в 1.34 раза), что свидетельствует о наличии в них среды, благоприятной для развития болезнетворных бактерий, способных вызвать эпидемические заболевания.

Сравнение результатов *анализов водных вытяжек* донных осадков и воды обоих водоемов позволяют установить следующую тенденцию. Вод-ные вытяжки донных осадков по боль-шинству контролируемых микрокомпонентов (тяжелых металлов) содержат более высокие их концентрации по сравнению с водой (табл. 2). Исключение составляет кадмий, концентрации которого в воде и водных вытяжках идентичны.

Действительно, для технического водоема в водных вытяжках донных осадков содержатся более высокие по сравнению с водой концентрации хрома (более чем в 2 раза), меди (более чем в 8 раз), железа (более чем в 16 раз), марганца (более чем в 23 раза), никеля (в 12 раз), свинца (в 1.3 раза), стронция (в

Таблица 2

Сравнительная характеристика микрокомпонентного состава вод и водных вытяжек донных осадков технического водоема и основного пруда- отстойника (мг/мм^3)

Определяемый компонент	Вода технического водоема	Водная вытяжка донных осадков технического водоема	Вода основного пруда-отстойника	Вода вытяжки донных осадков основного пруда-отстойника
Кадмий Cd	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Кобальт Co	<0.005	< 0.005	< 0.005	0.007
Хром Cr	< 0.006	0.14	< 0.006	0.009
Медь Cu	< 0.002	0.016	< 0.002	0.010
Железо Fe	< 0.01	1.6	< 0.01	2.5
Марганец Mn	< 0.003	0.069	0.15	0.11
Никель Ni	0.0011	0.012	0.0046	0.005
Свинец Pb	00.0059	0.0077	0.0036	0.0016
Стронций Sr	57.5	72.5	51.6	58.3
Цинк Zn	0.013	0.033	0.021	0.11

Таблица 3

Сравнительная характеристика эколого-геохимического состояния донных осадков (мг/кг)

Определяемый компонент	Донный осадок технического водоема	ПДК	Превышение	Донный осадок основного пруда-отстойника	ПДК	Превышение
Кадмий	0.13	0.2	0.65	0.18	0.2	0.9
Кобальт	6.0	30	0.2	3.6	30	0.12
Хром	44.9	0.5	89.8	19.5	0.5	39.0
Медь	16.6	60	0.27	11.5	60	0.19
Железо	2338.8	н/норм		1176.6	н/норм	
Марганец	429.1	3000	0.14	196.1	3000	0.06
Никель	21.9	5	4.38	15.0	5	3.0
Свинец	6.4	10	0.64	10.5	10	1.05
Стронций						
Цинк	65.1	70	0.93	350.9	70	5.01
Индекс БГКП	833	<100	8.33	33	<100	0.33
Индекс энтерококка	380	<100	3.8	13	<100	0.13

1.25 раза), цинка (более чем в 2.5 раза).

В свою очередь для основного пруда-отстойника, за исключением марганца, водные вытяжки донных осадков содержат более высокие по сравнению с водой концентрации кобальта (более чем в 1.4 раза), хрома (более чем в 1.5 раза), меди (более чем в 5 раз), железа (более чем в 25 раз), никеля (в 1.1 раза), стронция (в 1.13 раза), цинка (в 2.5 раза).

Анализ донных осадков обоих водоемов после получения водной вытяжки свидетельствует о том, что по большинству контролируемых тяжелых металлов они отвечают экологическим требованиям к почвам земель населенных пунктов (табл. 3). Действительно за рамки ПДК не входят содержания кадмия (0.65–0.9 ПДК), кобальта (0.2–0.12 ПДК), меди (0.27–0.19 ПДК), марганца (0.14–0.06 ПДК). В тоже время осадки основного пруда характеризуются субнормативными (1.05 ПДК) концентрациями свинца, в то время как в донных отложениях технического водоема содержание этого металла значительно ниже (0.64 ПДК) допустимых значений. В свою очередь осадки пруда-отстойника весьма заражены цинком (5.01 ПДК), в то время как донные отложения технического водоема содержат этот металл в концентрациях (0.93 ПДК) не превышающих нормативный уровень. Однако, несмотря на кажущееся эколого-геохимическое благополучие следует отметить, что донные осадки обеих водоемов существенно заражены **хромом**, концентрации которого достигают 89.8 ПДК и 39.0 ПДК для технического водоема и основного пруда-отстойника соответственно. Кроме того, в них отмечены аномально высокие концентрации **никеля** - 4.38 ПДК и 3.0 ПДК для технического водоема и

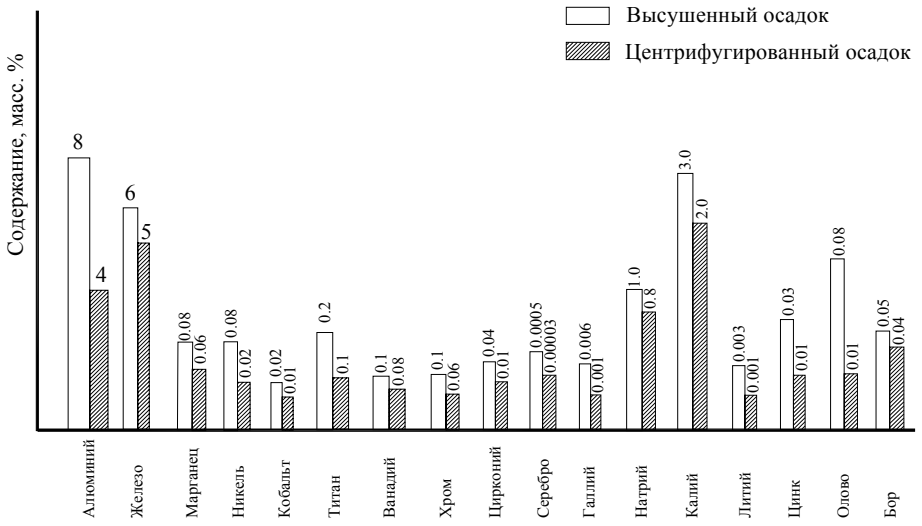

Рис. 1. Сравнительные содержания металлов в высушенных и центрифугированных донных осадках технического водоема

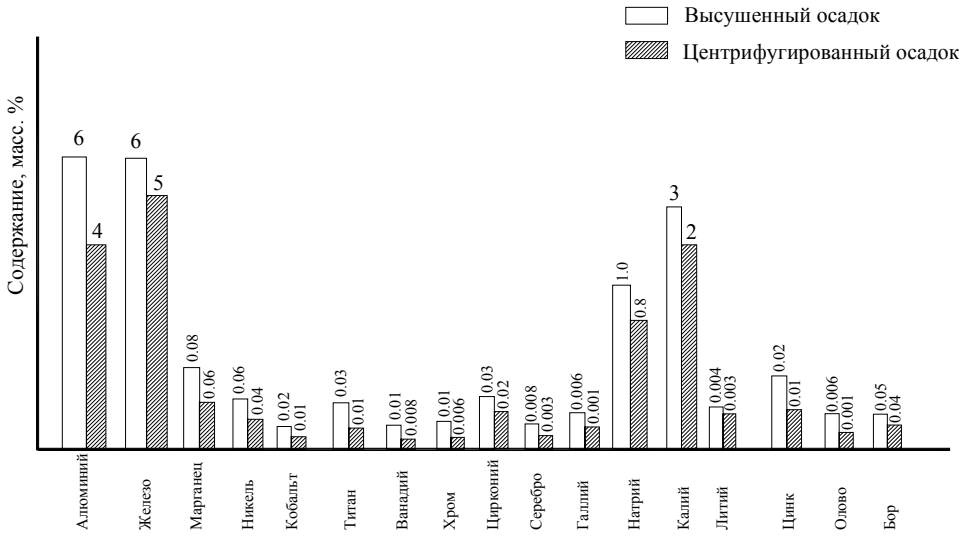

Рис. 2. Сравнительные содержания металлов в высушенных и центрифугированных донных осадках основного пруда-отстойника

основного пруда-отстойника соответственно. В довершении всего донные осадки технического водоема являются неблагополучными в санитарно-бактериологическом плане и характеризуются значительным превышением индекса БГКП (в 8.33 раза) и индекса энтерококка (в 3.8 раза), что не улучшает их экологических показателей.

Таблица 4

Сравнительная характеристика металлоносности высушенных (1) и центрифугированных (2) донных осадков технического водоема (масс.%)

Элемент	Высушенный осадок, C_1	Центрифугированный осадок, C_2	Разность содержаний, ΔC	Доля водорастворимых форм, $\frac{\Delta C}{C_1}100\%$
Алюминий, Al	8	4	4	50
Железо,Fe	6	5	1	16
Марганец, Mn	0,08	0,06	0,02	25
Никель, Ni	0,008	0,003	0,005	62
Кобальт, Co	0,002	0,001	0,001	50
Титан, Ti	0,2	0,1	0,1	50
Ванадий, V	0,01	0,008	0,002	20
Хром, Cr	0,01	0,006	0,004	40
Цирконий, Zr	0,04	0,01	0,-3	75
Серебро, Ag	0,00005	0,00003	0,00002	40
Галлий, Ga	0,006	0,001	0,005	83
Натрий, Na	1	0,8	0,2	20
Калий, K	>3	2	>1	33
Литий, Li	0,003	<0,003	<0,001	33
Цинк, Zn	0,03	0,01	0,01	33
Олово, Sn	0,008	0,001	0,007	87
Бор, B	0,005	0,004	0,001	20

Примечание: C_1 – содержание элемента в высушенном осадке; C_2 – содержание элемента в центрифугированном осадке; $\Delta C = C_1 - C_2$ – разница содержаний элемента;

$\frac{\Delta C}{C_1}100\%$ - доля водорастворимых форм элемента в % от общего количества.

Следует отметить, что донные осадки технического водоема являются более экологически неблагополучными по сравнению с аналогичными отложениями основного пруда-отстой-ника.

Рассмотрение результатов аналитических исследований *литогеохимических проб донных осадков* обследованных водоемов позволяет сделать следующее заключение.

В высушенных при температуре 105° пробах *донных осадков технического водоема* по сравнению с их центрифугированными разностями содержится большее количество алюминия (8-4 % соответственно), железа (6-4 %), марганца (0,08-0,06 %), никеля (0,008-0,003 %), кобальта (0,002-0,001 %), титана (0,2-0,1 %), ванадия (0,01-0,008 %), хрома (0,01-0,006 %), циркония (0,04-0,01 %), серебра (0,00005-0,00003 %), галлия (0,006-0,001 %), натрия (1,0-0,8 %), калия (>3-2 %), лития (0,003-<0,003 %), цинка (0,03-0,01 %), олова (0,008-0,001), бора (0,005-0,004 %) (табл. 4, рис. 1).

Аналогично и в высушенных пробах *донных осадков основного пруда-отстойника* по сравнению с их центрифугированными разностями также отмечены более высокие концентрации алюминия (6-4 %), железа (6-5 %), марганца (0,08-0,06 %), никеля (0,006-0,004 %), кобальта (0,002-0,001 %), титана (0,3-0,1 %), ванадия (0,01-0,008 %), хрома (0,01-0,006 %), циркония (0,03-0,02

Таблица 5

Сравнительная характеристика металлоносности высушенных (1) и центрифугированных (2) донных осадков основного пруда-отстойника (масс.%)

Элемент	Высушенный осадок, C_1	Центрифугированный осадок, C_2	Разность содержаний, ΔC	Доля водорастворимых форм, $\frac{\Delta C}{C_1}100\%$
Алюминий, Al	6	4	2	33
Железо,Fe	6	5	1	16
Марганец, Mn	0,08	0,06	0,02	25
Никель, Ni	0,006	0,004	0,002	33
Кобальт, Co	0,002	0,001	0,001	50
Титан, Ti	0,3	0,1	0,2	66
Ванадий, V	0,01	0,008	0,002	20
Хром, Cr	0,01	0,006	0,004	40
Цирконий, Zr	0,03	0,02	0,01	33
Серебро, Ag	0,00008	0,00003	0,00005	62
Галлий, Ga	0,006	0,001	0,005	83
Натрий, Na	1	0,8	0,2	20
Калий, K	> 3	2	> 1	33
Литий, Li	0,004	0,003	0,001	25
Цинк, Zn	0,02	0,01	0,01	50
Олово, Sn	0,006	0,001	0,005	83
Бор, B	0,005	0,004	0.001	20

Примечание: C_1 – содержание элемента в высушенном осадке; C_2 – содержание элемента в центрифугированном осадке; $\Delta C = C_1 - C_2$ – разница содержаний элемента;

$\frac{\Delta C}{C_1}100\%$ - доля водорастворимых форм элемента в % от общего количества.

%), серебра (0,00008-0,00003 %), галлия (0,006-0,001 %), натрия (1,0-0,8 %), калия (>3-2 %), лития (0,004-0,003 %), цинка (0,02-0,01 %), олова (0,006-0,001 %), бора (0,005-0,004 %) (табл. 5, рис. 2).

Подобные факты свидетельствуют о наличии в донных осадках водорастворимых форм перечисленных выше элементов. Действительно, в высушенных при температуре до 105 °С донных осадках все водорастворимые формы металлов остаются в субстрате и вместе со связанными формами этого элемента формируют концентрации более высокие, чем в центрифугированных осадках, из которых водорастворимые формы удаляются вместе с водой.

Представляется возможным также рассчитать, какую долю (в %) от общего количества элемента в осадке составляют его водорастворимые формы.

Так для *осадков основного пруда–отстойника* (табл. 5) водорастворимые формы алюминия составляют 33 %, железа – 16 %, марганца – 25 %, никеля – 33 %, кобальта – 50 %, титана – 66 %, ванадия – 20 %, хрома – 40 %, циркония – 33 %, серебра – 62 %, галлия – 83 %, натрия – 20 %, калия – 33 %, лития – 25 %, цинка – 50 %, олова – 83 %, бора – 20 %.

В свою очередь в *осадках технического водоема* (табл. 4) водорастворимые формы алюминия составляют 50 %, железа – 16 %, марганца – 25 %, никеля

Таблица 6

Сравнительная характеристика экологического состояния донных осадков технического водоема (I) и основного пруда-отстойника (II) по данным литогеохимического опробавания

Элемент	Технический водоем (I)				Основной пруд-отстойник (II)			
	Высушенный осадок, C_1	$\frac{C_1}{ПДК}$	Центрифугированный осадок, C_2	$\frac{C_2}{ПДК}$	Высушенный осадок, C_2	$\frac{C_1}{ПДК}$	Центрифугированный осадок, C_2	$\frac{C_2}{ПДК}$
Марганец, Mn	0,08	0,26	0,06	0,2	0,06	0,2	0,06	0,2
Никель, Ni	0,008	0,8	0,003	0,3	0,006	0,6	0,004	0,4
Титан, Ti	0,2	0,4	0,1	0,2	0,3	0,6	0,1	0,2
Ванадий, V	0,01	10	0,008	8,0	0,01	10	0,008	8,0
Хром, Cr	0,01	3,3	0,006	2,0	0,01	3,3	0,006	2,0
Серебро, Ag	0,00005	1,0	0,00003	0,6	0,00008	1,6	0,00003	0,6
Литий, Li	0,003	0,6	< 0,003	<0,6	0,004	0,8	0,003	0,6
Цинк, Zn	0,3	4,28	0,01	1,42	0,02	2,85	0,01	1,42
Олово, Sn	0,008	1,6	0,001	0,2	0,006	1,2	0,001	0,2
Бор, B	0,005	1,66	0,004	1,3	0,005	1,66	0,004	1,3
Кобальт, Co	0,002	0,66	0,001	0,33	0,002	0,66	0,001	0,33

Примечание: C_1 – содержание элементов в высушенной пробе; C_2 – содержание элемента в центрифугированной пробе; $\frac{C_1}{ПДК}$; $\frac{C_2}{ПДК}$ - коэффициент концентрации, т.е. показатель избытка (недостатка) элемента относительно ПДК.

– 62 %, кобальта – 50 %, титана – 50 %, ванадия – 20%, хрома – 40 %, циркония – 75 %, серебра – 40 %, галлия – 83 %, натрия – 20 %, калия – 33 %, лития – 33 %, цинка – 33 %, олова – 87 %, бора – 20 %.

Анализ результатов аналитических испытаний литогеохимических проб донных осадков обоих водоемов позволяет также судить об их экологическом состоянии. Так, *высушенные донные осадки технического водоема* характеризуются аномально-высокими концентрациями ванадия (10 ПДК), хрома (3,3 ПДК), цинка (4,28 ПДК), олова (1,6 ПДК), бора (1,66 ПДК), при содержании серебра 1 ПДК. В то же время центрифугирование разности донных осадков этого объекта содержит несколько меньшие, но все равно высокие концентрации ванадия (8 ПДК), хрома (2,0 ПДК), цинка (1,42 ПДК) и бора (1,3 ПДК) (табл. 6).

В *высушенных донных осадках основного пруда-отстойника* отмечены аномально высокие концентрации ванадия (10 ПДК), хрома (3,3 ПДК), цинка (2,85 ПДК), олова (1,2 ПДК), серебра (1,6 ПДК), бора (1,66 ПДК). В тоже время в центрифугированных разностях осадков данного водоема отмечены менее значительные, но тем не менее аномальные концентрации тех же элементов – ванадий (8 ПДК), хром (2 ПДК), цинк (1,42 ПДК), бора (1,66 ПДК).

Кроме того, следует подчеркнуть, что донные осадки характеризуются крайне неравномерным распределением веществ-загрязнителей, о чем свидетельствует весьма значительный разброс их концентраций. Например, хром (89.8 – 2.0 ПДК), никель (4.38 – 0.8 ПДК) и т.п. (табл. 3, 6).

Выводы

1. Воды обоих исследованных водоемов не отвечают нормативным требованиям, предъявляемым к водным объектам культурно-бытового пользования по содержаниям нефтепродуктов (превышение ПДК в 17 и 56 раз), стронция (8.21 и 7.37 ПДК) и кальция (11.4 и 9.8 ПДК). Кроме того, вода технического водоема не отвечает нормативным требованиям по количеству колиформных бактерий (превышение в 1.34 раза), что свидетельствует об их санитарно-бактериологическом неблагополучии в плане создания среды, благоприятной для развития болезнетворных бактерий, способных вызывать эпидемические заболевания. Использование воды обследованных водоемов возможно после дополнительной очистки и обеззараживания.

2. Водные вытяжки донных осадков обеих водоемов, характеризующие эколого-гидрохимическое состояние жидкой фазы донных отложений, отличаются от воды данных акваторий более высокими содержаниями хрома (в 1.5-2 раза), меди (в 5-8 раз), железа (в 16-25 раз), никеля (в 1.1-12 раз), стронция (в 1.13-1.25 раза), свинца (в 1.3 раза), цинка (в 2-2.5 раза). Это свидетельствует о наличии в донных осадках водорастворимых, миграционно-способных форм перечисленных металлов. Безусловно, в настоящее время определенная часть многих контролируемых металлов находится в донных осадках в связанном состоянии. Однако, изменение физико-химических условий (в частности pH и (или) окислительно-восстановительных свойств), неизбежное в случае вовлечения водных объектов в сферу отвального хозяйства ГОКа, приведет к нарушению связей и мобилизации тяжелых металлов из твердой фазы с переводом в водорастворимое состояние, что чревато загрязнением окружающей среды. Для выявления характера вхождения тяжелых металлов необходимы дополнительные исследования, которые могут подсказать методы надежной консервации донных осадков.

3. Донные осадки обоих водоемов существенно загрязнены хромом (89.8-2.0 ПДК), ванадием (10.0 – 2.0 ПДК), никелем (4.38-3.0 ПДК), а также цинком (5.01 – 1.42 ПДК), оловом (1.6 – 1.2 ПДК), бором (1.66 – 1.3 ПДК), свинцом (до 1.05 ПДК) и серебром (до 1.6 ПДК). Кроме того, донные осадки технического водоема характеризуются санитарно-бактерио-логическим неблагополучием (превышение индекса БГКП в 8.33 раза и индекса энтерококка в 3.8 раза). Все это свидетельствует о несоответствии донных осадков нормативным требованиям к почвам земель населенных пунктов и необходимости изоляции этих грунтов в процессе вовлечения территорий в сферу отвального хозяйства ЛГОКа.

4. В донных осадках обоих водоемов находится довольно значительное количество (до 50 и более %) водорастворимых форм различных элементов, часть из которых (Al, Co, B, Li, V, Cr, Ni) относятся к II – III классу токсичности. Водорастворимые формы элементов-загрязнителей обладают высокой миграционной способностью и делают жидкую составляющую донных осадков весьма экологически опасной субстанцией, содержание в которой веществ-загрязнителей превышает их концентрации в воде обследованных водоемов.

В случае отжима водной фазы донных осадков, что неизбежно будет сопровождать размещение на территории водоемов отвалов ГОКа, в окружающее пространство будут поступать растворы весьма сомнительного экологического качества. Необходимо проводить пред-

варительное обезвоживание осадков путем высушивания с последующей их надежной гидроизоляцией, что позволит предотвратить водную миграцию веществ-загрязнителей в окружающую природную среду.

В качестве альтернативы может, видимо, быть предложен химический или физико-химический способ перевода подвижных водорастворимых форм в инертное состояние. Однако для этого необходимо проведение детальных исследований по выявлению форм вхождения элементов-загряз-нителей в осадки и полное выявление физико-химических параметров сов-ременных донных осадков, что может помочь в подборе веществ и условий, необходимых для создания геохимических барьеров – своего рода «осадителей», которые не позволят загрязнениям мигрировать за пределы донной залежи обследуемых водоемов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванов В.В.* Экологическая геохимия элементов. В шести книгах. М., Недра, 1994.
2. *Перечень* предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве. Минздрав СССР, 1991.
3. *Охрана* природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. ГОСТ 17.4.4.02-84.
4. *СанПиН* 2.17.1287-03 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы.
5. *СанПиН* 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
6. *СанПиН* 2.1.5.1059-01 «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения».

Коротко об авторах

Ларичев Л.Н. – доцент, кандидат геолого-минералогических наук,
Тищенко Т.В. – доцент, кандидат технических наук,

Московский государственный горный университет.