

О ВЛИЯНИИ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ЗИФ РУДНИКА "ВЕСЕЛЫЙ" НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД РАЙОНА

Ю.В. Робертус, А.В. Кивацкая, Р.В. Любимов

Алтайский региональный институт экологии и рационального природопользования, с. Майма

Действующее с 1984 г. хранилище хвостов (ХХ) обогащения руд золотоизвлекательной фабрики (ЗИФ) ООО "Рудник "Веселый" относится к гидротехническим сооружениям овражного типа и представляет собой каскад из пяти прудков-отстойников (секций с ограждающей дамбой) общей площадью 18,7 га, последовательно расположенных в бывшем русле руч. Синюхи. Объем ежегодно складированных отходов ЗИФ составляет до 0,2 млн. м³. По состоянию на начало 2002 г. в хранилище было уложено 2,35 млн. м³ хвостов, являющихся ценным комплексным вторичным сырьем. По разным оценкам, в них заключено около 3 тонн золота при среднем содержании 1,25-1,35 г/т, 10-12 тонн серебра (содержание 5,0-5,5 г/т), 2700-3200 тонн меди (содержание 0,14-0,15 %), а также 7-14 тонн ртути (среднее содержание 2-9 г/т), находящейся преимущественно в пептизированном состоянии и, частично, в виде амальгамы.

Агрегатное состояние хвостов изменяется в больших пределах – от "свежей" пульпы до слабо лигнифицированных осадков со средним размером частиц 0,052 мм. Частичная очистка водной фазы пульпы от взвешенных веществ, ртути, других тяжелых металлов (ТМ) и флотореагентов (ксантогенат бутилового, полиакриламид, сосновое масло, сода) происходит, главным образом, за счет механического отстаивания. Основная часть отстоявшейся воды возвращается на ЗИФ, остальная – 10-25 м³/час (с УПРООС по РА согласован объем сброса 12 тыс. м³ в год на уровне 1 ПДК по основным загрязнителям) – сбрасывается в руч. Синюху, загрязняя его, а в дальнейшем и более крупные водотоки района – реки Сейка и Ынырга.

Непосредственно в области влияния ХХ находится промзона рудника и прилегающая к ней с востока селитебная территория пос. Сейка. Поверхностные водотоки на этой площади представлены ручьями Синюха (среднегодовой сток 2,4 млн. м³), Кайчак и их более мелкими притоками, пересыхающими и перемерзающими в осенне-зимний период. Подземные воды на этом участке представлены двумя водоносными горизонтами – грунтовыми поровыми водами покровных рыхлых (существенно суглинистых) отложений и трещинно-коровыми водами зоны выветривания и тектонической нарушенности палеозойских пород. Сложно построенный горизонт безнапорных грунтовых вод гидравлически связан как с поверхностными водами, так и с водоносным горизонтом нижнепалеозойских пород, природные гидрохимические черты и особенности техногенного загрязнения которых он и наследует.

Кроме сброса стоков, воздействие на режим и качество природных вод оказывают потери загрязненных различными экотоксикантами сточных вод ХХ вследствие их фильтрации (0,046 млн. м³/год) и испарения в жаркий период (0,063 млн. м³/год). Эти расчетные потери составляют около 14 % от годового объема поступающих в ГТС технических вод и атмосферных осадков. Определенное влияние на подземные и поверхностные воды в районе ХХ оказывает также водоотлив из шахты 2 и сопряженных с ней на разных горизонтах горных выработок, которые каптируют приток подземных вод и загрязнены, главным образом, азотистыми соединениями взрывчатых материалов, применяемых при проведении буровзрывных работ. Шахтный водоотлив частично или полностью используется для производственных нужд ЗИФ, частично сбрасывается по руслоотводу (в обход ХХ) в руч. Синюху.

Многолетнее нахождение в хранилище, не имеющим противифльтрационного экрана, токсичных (3 класс опасности) хвостов, содержащих большой спектр загрязнителей, привело к заметному загрязнению окружающей среды в районе ЗИФ. Так, по данным геоэкологических исследований, проведенных Алтайской геофизической экспедицией в 1991 г., техногенный ореол повышенного и высокого уровня загрязнения почв, донных отложений тяжелыми металлами 1-3 классов опасности, в том числе ртутью в концентрациях до 15-19 фонов, протягивается на расстоянии более 5 км от ЗИФ и частично захватывает пос. Сейку.

Заметное воздействие на природные водные объекты района оказывают также содержащиеся в водной фазе хвостов флотореагенты и другие загрязнители (нефтепродукты, фенолы и пр.), концентрации которых в руч. Синюхе ниже хвостохранилища достигает до 2-3 и более ПДК. Кроме того, фактором механического и химического загрязнения поверхностных вод является сброс и, в меньшей степени, пылеунос тонкой фракции хвостов, прослеживающейся в донных отложениях водотоков на большое расстояние (до 10 км) вплоть до р. Ынырги.

В последние годы экологический контроль состояния природных вод в районе проводился силами рудника "Веселый" (производственный контроль за технологическими и поверхностными водами в промзоне и на участке УКВ), ТЦ "Алтайгеомониторинг" (госмониторинг подземных вод в селитебной зоне), АРИ "Экология" (мониторинг природных вод в районе УКВ), отделом госконтроля УПРООС по РА, Горно-Алтайской СЛАМ, ЦГСЭН (эпизодические контрольные проверки).

В связи с различными методическими подходами этих контролирующих организаций к проведению экологического контроля и отсутствием обобщения полученных ими результатов, влияние сбросов ХХ и шахтного водоотлива на окружающую среду, в т. ч. на природные воды района, до настоящего времени практически не изучено. Для достоверной оценки этого воздействия дирекцией ОАО "Рудник

"Веселый" в 2003 г. было принято решение о ведении Алтайским региональным институтом экологии специализированного мониторинга режима и качества природных вод в районе ЗИФ.

Исходя из орографических, гидрологических и гидрогеологических особенностей района институтом была задействована следующая минимально необходимая сеть мониторинговых наблюдений: 2 временных поста наблюдений за поверхностными водами (руч. Кайчак выше сброса и руч. Синюха ниже сброса стоков ХХ); 3 поста наблюдения за подземными, в т. ч. грунтовыми водами (водоотлив шахты 2, водозаборная скважина и колодец в западной части селитебной зоны), 1 пункт – за сточными водами ХХ (рис. 1).

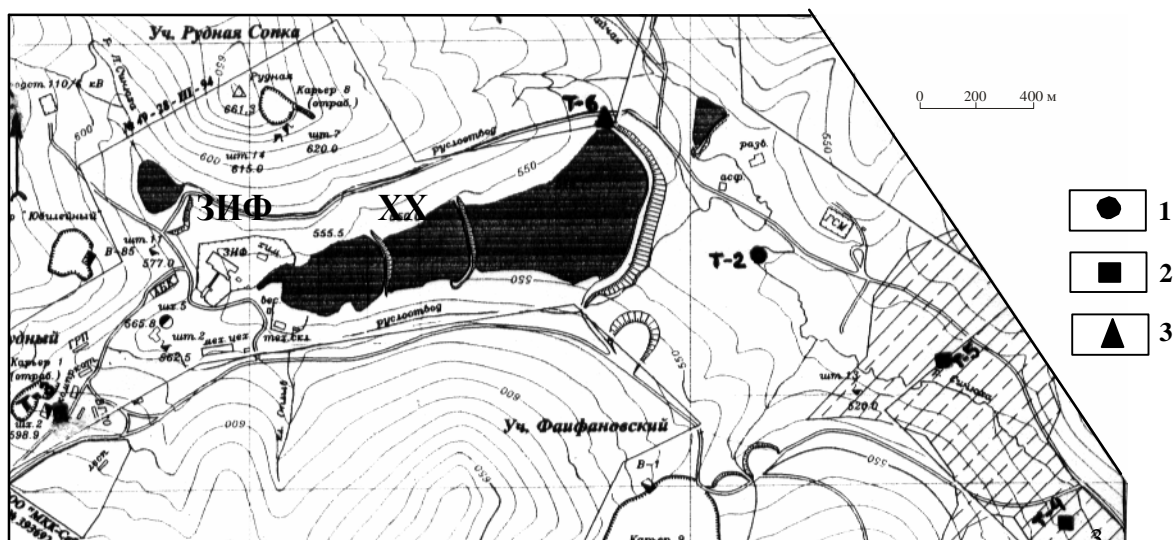


Рис. 1. Схема наблюдательной сети мониторинга природных вод в районе ЗИФ рудника "Веселый".

Пункты мониторинга: 1 – поверхностных вод, 2 – подземных вод, 3 – сточных вод.

Периодичность опробования на постах составляла один раз в квартал. Основными контролируемыми химическими веществами природных и сточных вод являлись: общий состав, флотореагенты (ксантогенат бутиловый, полиакриламид), фенолы, нефтепродукты, взвешенные вещества, тяжелые металлы 1-2 класса опасности, органолептические и физико-химические параметры, а также биотоксичность вод (по дафниям "Magna"). Из показателей гидродинамического режима природных водных объектов определялись: температура, расход (дебит), статический уровень подземных вод.

Аналитические исследования водных проб выполнены в следующих аккредитованных лабораториях: Горно-Алтайская СЛАМ – общий состав вод, определение флотореагентов и других загрязнителей, Аналитический центр ОИГГиМ СО РАН (г. Новосибирск) – тяжелые металлы в водах; СИГЭКиА (г. Томск) – биотоксичность вод, СФ "БПГО" (г. Новосибирск) – комплекс из 50 элементов в твердом остатке снега.

Основные результаты выполненного в течение года (IV кв. 2003г. – III кв. 2004г.) мониторингового изучения природных и сточных вод состоят в следующем.

Установлено, что концентрации всех контролируемых показателей макро- и микрохимического состава поверхностных вод на контрольном посту Т-1 (руч. Кайчак) находились на субфоновом (значительно ниже ПДК) уровне, что свидетельствует об отсутствии заметного воздействия на них со стороны ЗИФ и инфраструктуры рудника.

Напротив, в руч. Синюха (пост Т-2) постоянно наблюдалось превышение ПДК по полиакриlamиду, эпизодически по ксантогенату, нефтепродуктам и фенолам (1.1-6.8 раз), что объясняется их аномально высоким присутствием в стоках ХХ. По этой же причине в воде ручья были проявлены повышенные (до 0.3-0.5 ПДК) концентрации нитритов, аммония, взвешенных веществ, меди, ртути. Повышенное содержание железа в воде ручья (2.2-6.7 ПДК) носило, как и для руч. Кайчак (1.2-8.2 ПДК), природный характер.

Вышеотмеченное сходство химического состава воды руч. Синюхи и стоков ХХ наглядно видно при сравнении концентраций в них специфических загрязнителей (табл. 1). Следует отметить, что несмотря на повышенную в целом загрязненность воды руч. Синюхи, она является не токсичной. Показа-

тель ее биотоксичности не превышал единицы, а стоков XX – 1.5 единиц.

1. Концентрации специфических загрязнителей в сточных и поверхностных водах района в 2003-2004 гг.

Загрязнители (мг/дм ³)	Стоки из хвостохранилища				Водоотлив из шахты 2				Вода ручья Синюха			
	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	I кв.	II кв.	III кв.
Ксантогенат	0.09	0.14	<0.02	<0.02	н.д.	н.д.	н.д.	<0.02	0.05	0.09	<0.02	<0.02
Полиакриламид	7.1	33.8	23.9	2.8	н.д.	н.д.	<0.5	<0.5	2.0	10.3	13.7	2.4
Нефтепродукты	1.6	<0.3	н.д.	0.7	<0.3	<0.3	н.д.	0.4	3.0	<0.3	н.д.	0.6
Фенолы, мкг/дм ³	3.7	4.4	4.4	2.0	<1	<1	<1	<1	1.8	<1	1.1	<1
Ртуть, мкг/дм ³	<0.02	<0.02	0.10	0.20	<0.02	<0.02	<0.02	0.08	<0.02	0.12	0.04	0.06
Медь, мкг/дм ³	49	34	88	65	133	22	59	36	10	33	78	38

Примечание: светлым цветом выделены концентрации, превышающие 1 ПДК, темным цветом – 3 ПДК

Данные таблицы 1 говорят о том, что шахтный водоотлив (пост Т-3) не оказывал в отчетный период заметного негативного воздействия на поверхностные воды района. Качество шахтных вод в целом удовлетворяло требованиям, предъявляемым к водам водоемов культурно-бытового и хозяйственно-питьевого назначения. Из загрязнителей в них эпизодически отмечался аммонийный азот (0.3 ПДК), нефтепродукты (1.3 ПДК), взвешенные вещества (9 фонов), а также природные концентрации железа (1.2 ПДК), ртути (0.2 ПДК) и меди (20 фонов), которые в сумме создали слабо повышенную биотоксичность шахтной воды (коэффициент безвредного разбавления 2.0) во 2-ом квартале 2004 г.

Близость солевого состава воды ручья Синюха – стоков XX и значительное его различие с местным фоном (пост Т-1 на руч. Кайчак) подтверждается и при сравнении концентраций анионов и катионов на вышеотмеченных постах (табл. 2, рис. 2).

2. Отношение содержания компонентов в природных водах и стоках хвостохранилища в 2003-2004 гг.

Отношения	Показатели	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Минерализация
Т-2 / Т-6	от – до	0.89-1.26	0.75-0.95	0.74-1.00	0.91-1.45	0.65-1.27	0.82-0.95
руч. Синюха/стоки	среднее	1.05	0.85	0.89	1.16	0.95	0.90
Т-2 / Т-1	от – до	1.97-4.59	2.51-7.62	3.27-6.61	2.34-6.00	1.77-3.38	2.62-4.69
рр. Синюха/Кайчак	среднее	3.62	4.23	5.02	4.71	2.61	3.94

Так, по их среднему отношению (Т-2/Т-6) отчетливо выделяется две ассоциации химических веществ – техногенная и природная. Первая из них представлена сульфатами, хлоридами, щелочами, нитритами, флотореагентами, фенолами, взвешенными веществами, ртутью, медью и другими ТМ, содержащимися в перерабатываемых рудах. Основным поставщиком этих загрязняющих веществ являются стоки XX. Вторая ассоциация представлена существенно природными соединениями кальция, магния, аммонийного и нитратного азота, железа, фосфатов и др.

Временная динамика изменения солевого состава как условно чистых (руч. Кайчак), так и слабо загрязненных (руч. Синюха) поверхностных и, в меньшей степени, сточных вод имеет типично сезонный природный характер (рис. 2). Основной максимум концентраций большинства веществ, в том числе и техногенных загрязнителей, проявлен во время весеннего половодья, а второй максимум – в осеннюю межень. Примечательно, что при равенстве концентраций загрязнителей в воде руч. Синюха и в сточных водах XX, тенденции их сезонного изменения несколько различаются. Так, в стоках не проявлен вышеотмеченный осенний максимум для загрязнителей природно-техногенного происхождения – сульфатов, хлоридов и др. Поведение же существенно техногенных токсикантов – флотореагентов и тяжелых металлов, в частности меди, идентично для сточных и поверхностных вод.

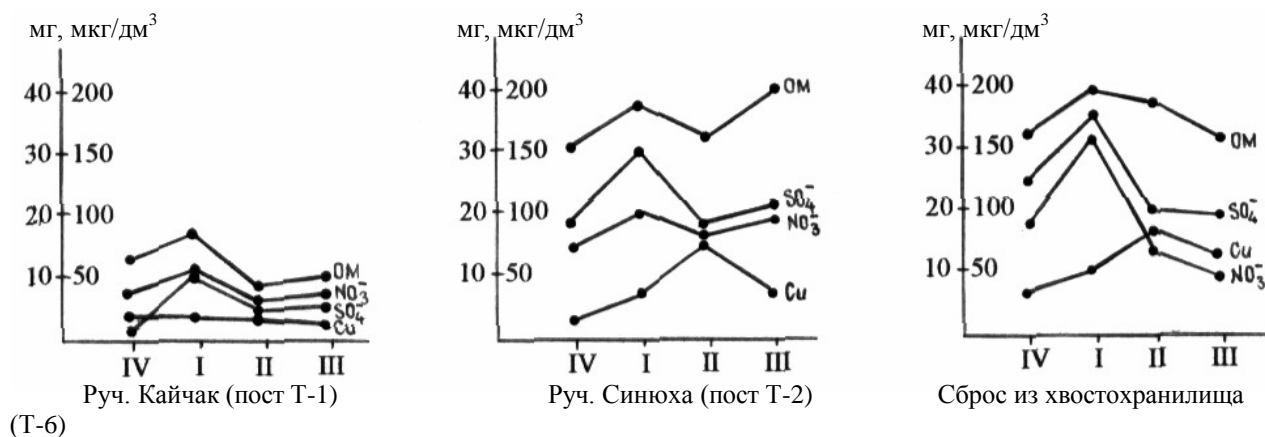


Рис. 2 Тенденции изменения химического состава поверхностных и сточных вод района ЗИФ в 2003-2004 гг.

Анализ тенденций изменения гидрохимического состава поверхностных и сточных вод района ХХ, проявленных в отчетный период (табл. 3), позволяет сделать следующие предварительные выводы: 1) какие либо ясно выраженные тенденции в гидрохимическом составе вод не установлены; 2) во всех типах вод слабо проявлены сезонные изменения, выражающиеся в увеличении доли щелочей, сульфатов, хлоридов, нитратов и уменьшении – кальция, магния, гидрокарбонатов; 3) сбрасываемые из ХХ загрязненные стоки определяют химизм воды руч. Синюхи.

3. Гидрохимический состав поверхностных и сточных вод района хвостохранилища в 2003-2004 гг.

Дата	Сточные воды (пост Т-6) (сброс из хвостохранилища)	Поверхностные воды (пост Т-2) (руч. Синюха 0.5 км ниже сброса)	Поверхностные воды (пост Т-1) (руч. Кайчак, 0.5 км выше устья)
IV кв. 2003	0.17 $\frac{HCO_3,74SO_4,17Cl,8NO_3,1}{Ca,49Mg,27(Na+K),24}$ 7.63	0.16 $\frac{HCO_3,74SO_4,13Cl,9NO_3,4}{Ca,51Mg,27(Na+K),22}$ 7.47	0.06 $\frac{HCO_3,93Cl,4SO_3}{Ca,54(Na+K),25Mg,21}$ 6.74
I кв. 2004	0.20 $\frac{HCO_3,49SO_4,27Cl,17NO_3,7}{(Na+K),51Ca,30Mg,19}$ 7.39	0.19 $\frac{HCO_3,56SO_4,24Cl,14NO_3,6}{Ca,46(Na+K),35Mg,19}$ 7.29	0.08 $\frac{HCO_3,85SO_4,7Cl,5NO_3,2}{Ca,60(Na+K),24Mg,15}$ 6.70
II кв. 2004	0.19 $\frac{HCO_3,69SO_4,17Cl,10NO_3,4}{Ca,52Mg,28(Na+K),20}$ 8.15	0.17 $\frac{HCO_3,71SO_4,17Cl,9NO_3,3}{Ca,55(Na+K),29Mg,16}$ 7.97	0.04 $\frac{HCO_3,68SO_4,21Cl,9NO_3,2}{Ca,39(Na+K),37Mg,24}$ 6.59
III кв. 2004	0.21 $\frac{HCO_3,66SO_4,18Cl,13NO_3,3}{Ca,46Mg,36(Na+K),18}$ 7.89	0.17 $\frac{HCO_3,71SO_4,16Cl,11NO_3,2}{Ca,51(Na+K),32Mg,17}$ 7.51	0.05 $\frac{HCO_3,70SO_4,21Cl,8}{Ca,47(Na+K),41Mg,12}$ 6.23

О влиянии размещенных в ХХ хвостов переработки руд на другие объекты окружающей среды свидетельствуют результаты полуколичественного спектрального анализа твердого остатка снеговых проб (ТОСП), взятых в 1-ом квартале 2004 г. на постах Т-6 и Т-2. Приведенные в таблице 4 концентрации тяжелых металлов в ТОСП вблизи сброса стоков из ХХ в 1.7-12.5 раз (в среднем в 5 раз) выше, чем в ТОСП на отстоящем в 0.5 км посту Т-2 (руч. Синюха).

4. Содержание элементов в твердом остатке снеговых проб на участке сброса стоков из хвостохранилища

Посты	Место отбора	Al	Ca	Na	Fe	P	Cr	Ni	Co	Cu	Zn	Ag	Si	Ba
Т-6	Сброс из ХХ	5	5	1.5	3	0.8	5	10	1	15	15	0.6	25	100
Т-2	руч. Синюха	3	0.4	0.5	1	0.1	2	1	0.2	10	6	0.1	6	20
Отношение Т-6 / Т-2		1.7	12.5	3.0	3.0	8.0	2.5	10.0	5.0	1.5	2.5	6.0	4.2	5.0

Основные результаты мониторингового изучения подземных вод района ХХ состоят в следующем. Практически все показатели химического состава используемых для питьевых целей подземных вод водозаборной скважины (пост Т-5) и колодца (пост Т-4) находятся на невысоком околофоновом

уровне и отвечают требованиям СанПиН 2.1.4.559-96. Исключение составляют относительно повышенные концентрации нитратов (0.5-1.5 ПДК), аммонийного азота (0.2 ПДК), нитритов и хлоридов (10-12 фонов) в грунтовых водах колодца, источником которых, по-видимому, является подворье его хозяина.

В заключении отметим, что экологическое состояние природных вод в зоне влияния шахтного водоотлива и хвостохранилища ЗИФ в период 4 кв. 2003 г. – 3 кв. 2004 г. находилось в целом на околофоновом уровне, кроме слабо проявленного загрязнения вод р. Синюхи стоками хвостохранилища.