

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЙОНЕ АКТАШСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ И ПОСЕЛКА АКТАШ

В.Е. Кац

ОАО «Геологическое предприятие «Алтай-Гео», с. Майма

Акташское горно-металлургическое предприятие (АГМП, до 1993 г. Акташский рудник) находится в Улаганском районе Республики Алтай, в 457 км к юго-востоку (по Чуйскому тракту) от ближайшей железнодорожной станции (г. Бийск). В 10 км от предприятия располагается рабочий поселок Акташ, где проживает 3182 человека (на 2003 г.). В топографическом плане это южная часть Курайского хребта с абсолютными отметками 2000-3000 м. На Акташском руднике с 1942 по 1990 г.г. перерабатывались ртутные руды (киноварные) Акташского месторождения, запасы которого в 1990 г. были исчерпаны. С 1990 г. предприятие перешло на переработку вторичного сырья в виде ртутных отходов с предприятий ОАО «Усольхимпром» и ОАО «Алтайхимпром».

С 1992 г. ФГУП «Алтай-Гео» проводятся разного рода эколого-геохимические исследования по изучению состояния почвенного покрова, донных отложений, природных вод и растительности в районе АГМП. Данное сообщение основано на результатах этих исследований.

Краткий физико-географический очерк. Климат района резко континентальный с большими колебаниями температуры воздуха в пределах суток и по временам года. По данным Кош-Агачской метеостанции среднегодовая температура составляет -7.4°C , при этом наиболее высокие температуры (среднестатистический максимум $+29^{\circ}\text{C}$) приходятся на июль. В районе повсеместно сохраняется многолетняя мерзлота. На северных склонах в летние месяцы она вскрывается на глубине 5-15 метров. Продолжительность зимнего периода 7,5 месяцев. Ветры долинные, весной и в начале лета преимущественно западные, весь остальной год - восточные. Средняя скорость ветра 1.8-2 м/сек. Среднегодовое количество осадков 347 мм. Граница распространения древесной растительности проходит на высоте 2300-2500 метров. Большая часть изучаемой территории не имеет лесного покрова, здесь развита лишь скудная травянистая растительность.

В гидрологическом плане АГМП находится в верхнем течении р. Ярлыамры, которая является первым левым притоком р. Чибитки, впадающей в р. Чую. Река Чибитка имеет длину 25 км, средний уклон реки $42^{\circ}/\text{‰}$, средневзвешенный - $32^{\circ}/\text{‰}$. Площадь водосбора составляет 134 км^2 , средняя высота 2200 м, средний уклон водосбора $220^{\circ}/\text{‰}$. Река типичная горная, с V-образным профилем. Залесенность водосбора 30%. Расходы воды р. Чибитки составляют, по данным Росгидромета (1943; 1953-1956 г.г.), в среднем $0.28\text{ м}^3/\text{сек}$ при вариациях от $0.28\text{ м}^3/\text{сек}$ до $15.1\text{ м}^3/\text{сек}$, наибольшая средняя мутность воды $56\text{ м}^3\text{ л/сек}$ (1956 г.). По гидрохимическому составу вода в р. Чибитке гидрокарбонатная кальциево-магниево-железистая пресная (минерализация 0.11 г/дм^3) мягкая (жесткость общая 2.15 мг-экв/дм^3), реакция воды нейтральная, слабощелочная (рН 6-7,2).

В геолого-структурном отношении АГМП находится в северо-западной части Курайской ртутно-рудной зоны, расположенной на стыке Бийско-Катунской и Телецкой структурно-формационных зон. Район отличается сложным тектоническим строением: широко развиты кулисообразные надвиги, по которым крупные блоки осадочно-вулканогенных пород докембрия и среднего кембрия надвинуты на более молодые толщи ордовика и верхнего палеозоя; выявлены также многочисленные разрывные нарушения. Преобладающая часть района исследования сложена среднекембрийскими хлорит-серицитовыми, филлитовидными, известково- и углисто-глинистыми сланцами с прослоями углистых известняков, а также разнообразными по составу карбонатными породами раннего кембрия (известняки, доломиты, кварц-карбонатные породы, углисто-песчанистые, известково-глинистые алевролиты). В южной части участка распространены алевролиты, аргиллиты, и глинистые сланцы среднего-позднего карбона, порфириты и полимиктовые песчаники среднего-позднего девона, а также диориты и гранодиориты таджикского интрузивного комплекса [17]. Рудо- вмещающая толща Акташского месторождения представлена мраморизованными и доломитизированными известняками, которые в настоящий момент слагают многочисленные отвалы «пустых» пород в районе АГМП. В ртутных рудах отработанного месторождения помимо основного рудного минерала – киновари – были выявлены пирит, антимонит, халькопирит, блеклые руды, реальгар, аурипигмент, из жильных – доломит, кварц, кальцит. Среднее содержание ртути в рудах изменялось от следов до 24%, в среднем по рудным телам – 0.16-0.81%. Богатые руды (10-25 % Hg) обжигались в роторных печах, рядовые (0.2-0.5%) во вращающихся печах. Содержания ртути, утвержденных ГКЗ (1965 г.): минимальное промышленное - 0.22%, бортовое - 0.1%.

В гидрогеологическом плане в районе АГМП и в рабочем поселке Акташ выделяются подземные воды верхнекембрийских отложений, водоносные зоны (воды зоны трещиноватости) в кембрийских осадочно-терригенных породах и карбонатных породах рифея.

Водоносный горизонт (ВГ) верхнекембрийских ледниковых отложений распространен по бортам р. Ярлыамры и в долине р. Чибитки. Зачастую ВГ приурочен к участкам многолетнемерзлых пород, которые распространяются до глубины 100-130 м. ВГ имеет характер надмерзлотных и межмерзлотных вод. Водовмещающими породами являются галечно-гравийные и валунно-галечниковые отложения с

песчано-глинистым и суглинистым заполнителем с прослоями и линзами песков, гравия и глин. Водонесные пески и галечники залегают в виде маломощных (1-5 м) прослоев и линз. Уровень подземных вод ледниковых отложений в скважинах в районе с. Акташ устанавливается на глубине от 42 до 61 м при удельном дебите от 0.46 л/сек до 27.8 л/сек. Воды по гидрохимическому составу гидрокарбонатные кальциево-магниевые, пресные (минерализация 0.25-0.63 г/дм³), среднежесткие (общая жесткость 3.4-4.0 мг-экв/дм³), окисляемость 2.2-3.2 мг/дм³, реакция среды нейтральная, слабощелочная (рН 6.7-8.0).

Водонесная зона в кембрийских осадочно-терригенных породах устанавливается в правом борту р. Ярлыамры. Водовмещающие породы сложены песчаниками, гравелитами, конгломератами, сланцами, реже известняками, алевролитами. Мощность отложений более 500 м. Состав подземных вод зоны гидрокарбонатный, кальциевый, кальциево-магниевый. Воды пресные (минерализация 0.1-0.7 г/дм³), мягкие, участками жесткие (общая жесткость 1.33-7.8 мг-экв/дм³). Реакция среды нейтральная, слабокислая, слабощелочная (рН 5.12-8.3).

Водонесная зона в баратальских отложениях устанавливается в правом борту р. Ярлыамры. Водовмещающими породами являются массивные известняки с линзами силицилитов. Данных по уровню вод у авторов нет. Дебит в роднике выше завода каптирующим карбонатную толщу составляет 0.5 л/с и до 20-50 м³/час в горных выработках.

Эколого-геохимическое состояние компонентов окружающей среды в районе АГМП и пос. Акташ. Как отмечалось выше, в результате более чем 50 летней деятельности АГМП в районе его расположения сформировались крупные отвалы «пустых» пород (не менее 23) и отвалы огарков (шлак обжига киноварных руд). Все эти техногенные объекты расположены в верховьях р. Ярлыамры и являются значимыми загрязнителями окружающей среды. Как отвалы шлаков, так и отвалы «пустых» пород содержат широкий спектр токсичных элементов и тяжелых металлов (таблица 1), которые в результате воздействия климатических факторов (атмосферных осадков, ветровой эрозии) поступают в воздушную среду, почвы, природные воды. Так как АГМП находится гипсометрически выше рабочего поселка, его негативное воздействие установлено как на окружающую среду в районе промышленной зоны предприятия, так и на пос. Акташ [10,11,12,13,18].

Состояние атмосферного воздуха. Опыт экологических исследований в России и за рубежом показал, что загрязнение атмосферы – самый мощный постоянно действующий фактор загрязнения окружающей среды, оказывающий негативное воздействие не только на человека, но и на важнейшие деполирующие среды (почвы, растительность, зону аэрации, природные воды). Одним из значимых загрязнителей воздушной среды являются объекты геолого-разведочных работ с добычными и обоганительными комплексами. Природные объекты – рудные месторождения - и возникающие при их освоении продукты техногенеза (отвалы) представляют собой экологически опасные очаги химического загрязнения. Рельеф в районе АГМП сильно поражен экзогенными геологическими процессами (морозное выветривание, гравитационно-склоновые процессы и т.п.), которые подготавливают местный литогенный материал для переноса. Сложные природно-климатические условия в районе АГМП способствуют формированию мощного ареала распространения химического загрязнения в результате большого объема золово-метелевого переноса природной (эродированной) и техногенной (отвальной) «грунтосмеси». Основным индикатором загрязнения атмосферы является снеговой покров. Снег обладает высокой сорбционной способностью, захватывая существенную часть продуктов техногенеза. Концентрации загрязняющих веществ (пыль) в снеговом покрове в 2-3 раза выше, чем таковые в атмосфере [4]. Как известно, химический состав атмосферных осадков (снеговых вод) характеризуется большой изменчивостью. Они существенно отличаются от природных вод (поверхностных и подземных) не только минерализацией, но и характером преобладающих ионов и содержанием органических веществ. Кроме того, суммарное содержание солей (анионов и катионов) в снеговых водах находится в прямой зависимости от запыленности атмосферы [8]. По величине общей минерализации (16.6-133.8 мг/л) снеговые воды района АГМП относятся к ультрапресным и пресным. По показателю рН 7.6-7.8 (среднее 7.7) воды нейтральные. Гидрохимический состав снеговых вод в районе АГМП (по материалам ГМПВ) сульфатно-гидрокарбонатный, гидрокарбонатно-хлоридный, натриево-кальциевый (кальциево-натриевый). Средние содержания макрокомпонентов в снеговой воде в районе АГМП существенно превышают фоновые по Республике Алтай, особенно по минерализации и сульфатам. Выявленный гидрохимический тип снеговых вод в районе АГМП свидетельствует о наличии техногенного источника загрязнения воздушной среды [8].

Полуколичественным спектральным анализом в твердом остатке снеговых проб (ТОСП) в значимых содержаниях выявлены 28 элементов. Средние концентрации большинства микроэлементов в ТОСП района АГМП (медь, свинец, никель, серебро, олово, литий, стронций, хром, кадмий, сурьма, мышьяк) превышают кларковые в почвах и средние в ТОСП в целом по РА в 1.5-35 раз. Концентрации таких элементов как никель, свинец, кадмий, сурьма, олово превышают ПДК (для почв) в 1.5-20 раз.

Среднесуточная пылевая нагрузка в районе АГМП составляет 69.3 кг/км² сутки (при вариациях от 21.8 до 143.6 кг/км² сутки) при фоновой 7.6 кг/км² сутки. В поселке Акташ пылевая нагрузка составляет 21 кг/км² сутки.

Геохимическая формула «накопления» токсикантов в ТОСП выглядит следующим образом (по уменьшению Кс): $As_{30} [Ag Ni]_{15} [Sb, Cr, Pb, Li Zn]_{10} Cd_8 [Sn, Sr, Cu, Mo]_2$

Наиболее высокие концентрации тяжелых металлов в снеговых пробах выявлены в районе отвалов «пустых» пород и огарков. По величине СПЗ ТОСП (СПЗ 32-114) загрязнение воздушной среды в районе АГМП оценивается как среднее до сильного. Перенос пыли с отвалов АГМП в результате ветровой эрозии устанавливается на реперных участках ФГУ САС (в районе с. Ини, № 17; с. Чибит, № 18). На реперных участках с 1994 г. проводятся изучения состояния снегового покрова и дождевых вод. По материалам ежегодных исследований ФГУ САС на реперах близких к АГМП устанавливаются медь, цинк, свинец, ртуть, кадмий [10,11,12].

Состояние естественной (геологической) среды. Как отмечалось выше в геологическом и металлогеническом плане район АГМП находится в пределах Акташского надвига и сложен карбонатными, терригенными и в меньшей степени вулканогенными породами. Геологические образования создают естественное гамма-излучение на площади АГМП от 6-7 до 8-12 мкр/час, т.е. от 0.61 мзв/год до 1.05 мзв/год, с учетом космического излучения (высокогорная часть) излучение может составить 2.71 - 3.36 мзв/год, при годовой мощности экспозиционной дозы излучения для населения – 5мзв/год [5].

Состояние почвенного покрова. В районе АГМП распространены в основном горно-луговые черноземновидные и горно-тундровые глеевые почвы на "денудационно-эрозионных склонах и в долине р.

Ярлыамры. По материалам эколого-геохимических исследований [13,14,18] в почвах района АГМП и поселке Акташ установлено следующее .

Загрязненность почв техногенными радионуклидами составляет 66-96 бк/кг. Техногенное региональное загрязнение почв РА цезием-137 произошло в период наземных (1949-1962 г.г.) испытаний ядерных устройств на Семипалатинском испытательном полигоне. Остаточная плотность загрязнения цезием-137 может составить в районе АГМП 153 мКи/км² (при фоновой по РА 60 мКи/км²).

О загрязнении почв района АГМП компонентами ракетных топлив сведений нет, так как опробование не проводилось. В поселке Акташ в почвенном покрове гептил в значимых концентрациях не выявлен. Загрязнение окружающей среды РА ракетным топливом происходит в связи с запусками ракетно-космической техники с космодрома Байконур, трасса прохождения и район падения ракет-носителей которых находится на южной окраине Телецкого озера.

Распределение химических элементов в почвенном покрове изучено в основном в районе поселка Акташ. Средние содержания тяжелых металлов и токсичных элементов в почвах здесь в сравнении с таковыми по РА показывает, что по меди, никелю, кобальту, марганцу превышения составляют 1.5-2 раза; по кадмию до 18 раз; по ртути в 2.3 раза; по сурьме в 3 раза. Практически по всему поселку Акташ устанавливаются контрастные узкие и протяженные ореолы по сурьме и ртути, которые однозначно имеют техногенный характер. Средние концентрации сурьмы в почвах района достигают значений ПДК.

Величина СПЗ почв в пос. Акташ и ниже АГМП достигает 32 и оценивается как высокая. Основными загрязнителями почв являются ртуть, сурьма, мышьяк, кадмий. Эти токсичные металлы поступают в почвы, во-первых, аэрогенным путем с отвалов АГМП (горно-долинный характер рельефа); во-вторых, вымываются из огарков, которыми интенсивно посыпалась дорога пос. Акташ – рудник.

Состояние донных отложений. Донные отложения (техногенные илы) формируются в результате седиментации взвешенного в воде материала и являются чутким индикатором загрязнения поверхностных вод. В силу изменчивости гидродинамического режима, геоморфологического профиля, для донных отложений характерно неоднородное распределение химических элементов. Наличие «обратной связи» т.е. перехода токсичных элементов обратно из осадков в поверхностные воды, заставляет рассматривать техногенные илы как потенциальный источник длительного загрязнения даже после устранения исходной причины их загрязнения. Средние содержания микроэлементов в донных отложениях приведены в

1. Концентрации тяжелых металлов в шлаках (огарках) и «пустых» породах отвалов в районе АГМП [11]				
Наименование элемента	Концентрации тяжелых металлов, мг/кг			
	фоновые концентрации в почвах [14]	в огарках	в «пустых» породах	ПДК для почв
Барий	360	8000	400	
Бериллий	1.0	2	0.6	10
Висмут	0.006*	2	-	-
Вольфрам	1.3	30	-	-
Галлий	17	20	3	10
Кадмий	0.5*	60	20	3.0
Литий	19	800	300	-
Медь	20	300	50	100
Мышьяк	1.0*	100	200	2.0
Молибден	1.3	2	-	5.0
Никель	23	4000	80	50
Олово	10*	30	10	4.5
Серебро	0.02	30	3	50
Стронций	240	400	300	-
Сурьма	1.8*	80	60	4.5
Свинец	12	3000	80	100
Цинк	46	5000	1500	300
Хром	50	200	20	90

Примечание: * - средние для почв по [6]

таблице 2. Анализ таблицы показывает, что в большинстве случаев концентрации микроэлементов в донных отложениях сопоставимы с таковыми в почвах района. Исключение составляют кадмий, литий, никель, сурьма и ртуть, концентрации которых в донных отложениях выше на порядок и более. Установлены высокоинтенсивные потоки рассеяния ртути в пределах жилой территории, которые прослеживаются выше по р. Ярлыамры вплоть до рудника с концентрациями 100-200 мг/кг (47-95 ПДК). Ниже поселка Акташ после впадения р. Менки концентрации ртути в р. Чибитке снижаются, а затем до самого устья р. Чибитки (в р. Чую) концентрации её в донных отложениях варьируют от 50 до 100 мг/кг (23-48 ПДК). Поток рассеяния сурьмы с интенсивностью до 2.2 ПДК прослеживается в р. Чибитке по всему поселку до АГМП. Оба этих токсичных элемента поступали со сточными водами завода и накопились в донных отложениях. В настоящий момент они пополняются за счет промывки отвалов огарков атмосферными осадками. В донных отложениях высоки также концентрации стронция (в 1.5 раза выше чем в почвах). По величине СПЗ уровень загрязненности донных отложений рек Чибитки и Ярлыамры, начиная от промзоны АГМП до устья р. Чибитки, с небольшим разрывом в районе устья р. Менки, оценивается как сильный и очень сильный (СПЗ > 100). Все элементы в потоках рассеяния относятся к I (ртуть, кадмий, таллий) и II (сурьма) классам токсичности.

Распределение химических элементов в растительности. При эколого-геохимических исследованиях в районе пос. Акташ и АГМП проведено биогеохимическое опробование коры лиственницы [18]. Лиственница наиболее распространена по долинам рек Чибитки и Ярлыамры и является многолетним накопителем загрязнения.

Биохимическими исследованиями последних лет установлено, что растительность реагирует на загрязнение окружающей среды [2]. В зонах влияния предприятий горно-добывающей промышленности, по мере усиления загрязнения почв химическими элементами у деревьев отчетливо проявляются две тенденции изменения химического состава вегетативных органов – рост суммарной концентрации элементов-загрязнителей и усиление суммарного дефицита элементов питания растений, что выражается в уменьшении содержания биофильных элементов относительно фоновых уровней и снижения биологического поглощения [3].

Сравнительная характеристика концентраций микроэлементов в сухой массе коры лиственницы с кларковыми концентрациями показывает, что такие элементы как сурьма, бериллий, ванадий, галлий, иттрий, литий, марганец, медь, молибден, никель и стронций содержатся в деревьях (в сухой массе) в вышекларковых концентрациях.

Для оценки степени соответствия содержаний химических элементов в системе растения – питающая среда (почва) Б.В.Полыновым введен, а А.И.Перельманом назван коэффициент биологического поглощения (Ах). Он характеризует интенсивность биологического поглощения растительностью химических элементов и показывает, какая доля элемента усваивается растениями из почв.

По величине суммарного показателя концентрации микроэлементов в растительности условия их произрастания можно охарактеризовать как напряженные (в районе пос. Акташ) и критические – в районе АГМП (в коре лиственницы не определяли ртуть, кадмий, мышьяк).

Бурятским геологическим институтом [16] проводилась оценка стока тяжелых металлов в районе Катунского гидроузла с помощью биогеохимического метода (по мхам). В верхнем течении р. Ярлыамры (в районе АГМП) концентрации ртути во мхах составляли 3.6-11 мг/кг, что в 100-300 раз выше фона. Кроме того, во мхах установлены медь до 150 мг/кг, свинец до 30 мг/кг, серебро до 0.02 мг/кг, мышьяк до 100 мг/кг. В устье р. Чибитки во мхах выявлены максимальные для всех опробованных мхов бассейна р. Катунь концентрации ртути – 128 мг/кг, что в 3560 раз превышает фоновые.

Распределение химических компонентов в природных водах. Поверхностные воды речных водотоков являются важным объектом индикации загрязнения как атмосферного воздуха, так почв и донных отложений. По материалам эколого-геохимических исследований гидрохимический состав вод в бассейне р. Чибитки (пр. Чибитка, Белая, Ярлыамры) гидрокарбонатный магниевый-кальциевый с минерализацией 81.9-172 мг/дм³.

Воды пресные, мягкие, нейтральные, слабо щелочные. Сопоставление концентраций макрокомпонентов в водах в изучаемом районе с таковыми в целом в речных водоемах России показывает, что практически все они (за исключением хлоридов) характеризуются повышенным содержанием. По данным Г.П. Лапаева концентрации ртути в реках Чибитки, Ярлыамры варьируют от 0.31 до 68.6 мкг/дм³ (137 ПДК). Концентрации остальных определенных тяжелых металлов ниже ПДК, исключение составляет медь (2.4 ПДК).

2. Сравнительная характеристика концентраций химических элементов в донных отложениях водотоков в районе АГМП и пос. Акташ (в мг/кг)

Наименование элемента	Средние содержания химических элементов в почвах в районе п. Акташ [14]	Средние содержания химических элементов в донных отложениях водотоков бассейна р. Оби [15]	Средние содержания химических элементов в донных отложениях водотоков в РА [15]	Средние содержания химических элементов в донных отложениях водотоков в районе АГМП и п. Акташ	ПДК для почв
Барий	450	423	431	350	-
Бериллий	2.1	2.6	2.6	1.4	10
Ванадий	100	85	93	90	50-150
Висмут	0.3	-	-	0.2	-
Вольфрам	0.22	--	-	0.2	-
Галлий	28	9.8	11.7	25	10
Иттербий	3.0	2.5	3.0	3.0	-
Иттрий	30	28	31	30	-
Кобальт	20	16	18	20	5-50
Кадмий	2.84	-	-	4.7	3.0
Литий	20	19	22	31	-
Марганец	1750	902	1006	1600	700-1500
Медь	32	30	43	37	100
Молибден	0,6	1.2	1.3	0.5	5
Никель	30	25	32	50	4-50
Ниобий	7	10	12	6	-
Олово	1.5	2.2-	2.5	-	5.0
Ртуть	0.42	0.12	0.027	51.8	2.1
Свинец	28	23	26	20	32-100
Сурьма	0.48	-	-	6.4	-
Скандий	10	12.5	14.6	6	1.0
Стронций	100	180	192	180	-
Таллий	-	-	12.1	9	1.0
Титан	3150	3753	3827	2800	5000
Хром	36	43	52	77	100
Цинк	85	94	127	60	300
Цирконий	80	155	167	40	300

Примечание: прочерк - нет данных

Состояние подземных вод. Гидрохимический состав опробованных подземных вод в водозаборных скважинах пос. Акташа, которые капируют водоносный горизонт верхнечетвертичных отложений, гидрокарбонатный магниевый-кальциевый, т.е. аналогичен составу поверхностных вод. Воды пресные, средней жесткости, нейтральные, слабо щелочные.

Средние содержания макро- и микрокомпонентов в подземных водах района пос. Акташа по всем показателям ниже таковых в подземных водах четвертичных отложений в РА и существенно ниже ПДК. Содержание ртути в подземных водах Акташского месторождения в период его отработки варьировали в пределах 1.4-6.5 мкг/дм³, максимальные концентрации в рудных водах составляло 70-80 мкг/дм³ (до 140 ПДК) [17]. Сопоставление химического состава подземных вод в пос. Акташ с таковыми в районе Акташского месторождения (в 10 км) показывает (таблица 4), что по типу вод они коррелируются. В целом же подземные воды пос. Акташа менее минерализованы, менее сульфатны, что объясняется изменением состава подземных вод в районе ртутного месторождения в результате окислительных процессов под влиянием техногенных факторов (повышенная сульфатность, высокая минерализация).

3. Гидрохимический состав поверхностных вод бассейна р. Чибитки

Макро-микро компоненты	Среднее содержание в речных водах [7]	ПДК и ОБУВ	Содержание мг/дм ³	
			min-max	средние
Макрокомпоненты в мг/дм ³				
Аммоний	"n x 10 ⁻³ - "n 10 ⁻²	0.5	0.1-0.11	0.1
Гидрокарбонаты (НСО ₃)	52		88.4-70	79.3
Жесткость			1-1.55	1.45
Калий+натрий (K ⁺ +Na ⁺)			6.44-4.37	5.4
Кальций (Са ²⁺)	14.3	180	19-24.05	21.54
Магний (Mg ²⁺)	3.7	40	4.25-4.86	4.55
Нитраты (NO ₃)	n* 10 ⁻³ - n*10 ⁻²	40	0.75-0.62	0.68
Нитриты (NO ₂)	0.08	0.08	0.21-0005	0.1
Окись кремния (SiO ₂)			2.0-4.0	3
Сульфаты (So ₄ ⁻²)	5-60	100	16.7-16.5	16.5
Хлориды (СГ)	66.7	300	1.16	1.16
pH		6-9	7.58-7.96	7.8
Минерализация		1000	81.9-172	112.6
Микроэлементы в мкг/дм ³				
Алюминий	50	40	49-350*	149
Барий	22	740	6.4-11	8.7
Железо	400	100	35-506	202.7
Марганец	8.4	50	1.8-47*	24.4
Медь	7.5	1.0	2.0-2.9	2.45
Мышьяк	2.0	50	0.7-1.6*	1.2
Ртуть	0.069	0.01	0.16-6,9*	0.75
Селен	0.2	1.6	0.19-0.25	0.22
Сурьма	1.0	50	0.42-2.2	1.6
Хром	1.0	70	2.0-5.0	3.5
Цинк	33.3	10	н.о.-3.9	2.1

Примечание: * - ниже сбросов АГМП.

4. Химический состав подземных вод в районе Акташского месторождения (по разным авторам)

Водовмещающие породы	Тип воды	M _{об} мг/дм ³	SO ₄ мг/дм ³	Микрокомпоненты
Известняки чистые	гидрокарбонатный магниево-кальциевый	620	40	Pb, Cu, Zn, Ag, Mo, Sn, Ti, Ba, Mn
Известняки рудовмещающие (с киноварной рудой)	сульфатно-гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-сульфатные, кальциево-магниево-	500-700		-«-»- плюс мышьяк и сурьма
Метаморфические сланцы в штольне	гидрокарбонатные кальциевые	310	40	Н.д
То же на поверхности	-«-»-	240	20	Н.д
Известняки, сланцы в бассейне р. Ярлыамры	гидрокарбонатно-сульфатные, сульфатно-гидрокарбонатные, магниево-кальциевые	270-420	20-75	Hg, Ba, Zn, Pb, As.
Валунно-галечниковые отложения в водозаборных скважинах пос. Акташ	Гидрокарбонатные магниево-кальциевые	133	6.58-7.2	Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Ba, Mn, Sn, Ti, Cr, Zr, Mo, Cd, Se, Ga, Hg

В основе экологической оценки состояния любой территории лежит представление о тесной корреляционной зависимости между состоянием компонентов литосферы и состоянием экосистем. В качестве критериев оценки экологического состояния территории в целом рассматриваются показатели состояния компонентов сред, которые ранжируются на классы состояний. Оптимальной для экосистем на современном этапе представляется четырехранговая структура ранжирования на зоны нарушений по степени

необратимости процессов: удовлетворительного, благоприятного состояния (зона экологической нормы), условно удовлетворительного, относительно неблагоприятного состояния (зона экологического риска), неудовлетворительного, весьма неблагоприятного состояния (зона экологического кризиса) и катастрофического состояния (зона экологического бедствия). Учитывая все вышеизложенное, и исходя из имеющихся материалов нами проведено районирование характеризуемой территории по степени экологического состояния по двум основным факторам воздействия – природному (качество среды) и техногенному (химическое загрязнение). Экологическое состояние района АГМП и пос. Акташа оценивается соответственно как зона экологического риска и условно удовлетворительное.

Выводы

Анализ материалов по эколого-геохимическому состоянию компонентов окружающей среды в районе пос. Акташ и АГМП позволяет сделать следующие выводы:

1. Акташский рудник за более чем 50 летний период отработки Акташского ртутного месторождения, сформировал значительный природно- техногенный химический очаг загрязнения природных сред токсичными элементами I и II класса опасности – ртутью, сурьмой, мышьяком.
2. С 1992 г. АГМП полностью перешел на переработку вторичного сырья – ртутных отходов химических предприятий Сибири. Природные элементы-загрязнители пополнились такими техногенными тяжелыми металлами как медь, свинец, барий, никель, литий, цинк, кадмий, стронций, олово.
3. В настоящий момент АГМП, включающее отвалы «пустых» пород, огарков обжига ртутных руд, а также огарки обжига вторичного сырья, и находящееся в опасной (менее 50 м) близости от русла р. Ярлыамры является весьма значимым техногенным источником загрязнения природной среды в районе.

Литература

Опубликованная

1. Белоголов В.Ф. Геохимический атлас.- Улан-Уде: Бурятгеология,1989.
 2. Борисенко И.Л. Геохимическое картирование при оценке взаимосвязей загрязнения почвенного покрова и атмосферного воздуха. Материалы IV региональной научно-технической конференции по геохимическому картографированию. – Иркутск: 1989.
 3. Буренков Э.К., Борисенко И.Л. и др. Экологическая геохимия городских агломераций. В сб. Геоэкологические исследования и охрана недр. - М: ИМГРЭ, 1991.
 4. Василенко В.Н. Мониторинг загрязнения снежного покрова. –Л.:Гидрометеиздат, 1989.
 5. Кац В.Е. Естественное гамма-излучение геологической среды территории Республики Алтай. Сб. 300 лет Горно-Алтайской службе России. Материалы региональной научно-практической конференции 14-15 апреля 2000 г.- Барнаул: КИПР, 2000.
 6. Малюга А.П. Биогеохимический метод поисков рудных месторождений. -М: АН СССР, 1963.
 7. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения поверхностных водотоков химическими элементами.- М: ИМГРЭ, 1982.
 8. Никаноров А.М. Гидрохимия.-Л: Гидрометеиздат, 1989.
 9. Перельман А.И. Геохимия.- М: Высшая школа, 1979.
- ##### *Фондовая*
10. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории Республики Алтай в 2001 г. –Майма: ФГУГП “Алтай-Гео”, 2002.
 11. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории Республики Алтай в 2002 г. –Майма: ФГУГП “Алтай-Гео”, 2003.
 12. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории Республики Алтай в 2003 г. –Майма: ФГУГП “Алтай-Гео”, 2004.
 13. Кац В.Е. Результаты эколого-геохимических исследований в районе п. Акташ . –Майма: АГЭ, 1992.
 14. Кац В.Е., Достовалова М.С. Результаты НИР по составлению сводной геоэкологической карты Республики Алтай. Масштаб 1:1000000. –Майма: ГП “Алтай-Гео”, 1998.
 15. Кац В.Е., Кудрявцева Т.Н. и др. Результаты геолого-экологических исследований и картографирования масштаба 1:1000000 территорий Алтайского края и Республики Алтай. – Новокузнецк, АГЭ, 1996.
 16. Лапаев Г.П. Оценка стока тяжелых металлов в районе Катунского гидроузла с помощью биогеохимического метода. –Улан-Уде: БГИ, 1991.
 17. Путьто Э.В., Секлецов М.Г. Отчет по геологоразведочным работам Акташской партии за 1966-1967 г.г.-Новокузнецк: КГРЭ,1968.
 18. Фалалеев Ю.А. Отчет о результатах эколого-геохимических исследований в районе пос. Акташ и промзоны Акташского рудника. –Майма: АГЭ, 1993.