

Белан Л.Н.

Башкирский государственный университет, г. Уфа

ПРОМЫШЛЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ РТУТЬЮ В ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Обобщены данные о ртутном загрязнении окружающей среды горнодобывающих районов Башкирского Зауралья. Показаны основные источники поступления и приоритетная роль техногенной ртути. Отмечено, что концентрации ртути в отдельных компонентах природной среды района в ряде случаев превышают установленные нормативы.

Приоритетным направлением экологических исследований в золотодобывающих горнорудных районах Урала является оценка ртутного загрязнения.

Республика Башкортостан – старейший район России по добыче россыпного золота. За более чем 175-летнюю историю золотодобычи на территории Башкирского Зауралья выявлено свыше 250 россыпей, давших более 50 т металла. Среднегодовая добыча только в Учалинском районе в XIX веке составляла около 400 кг золота, в период 1875-1885 гг. она достигала 800 кг. По ежегодному суммарному объему добычи, включающему золото золоторудных месторождений и россыпей, а также попутно добываемое из медноколчеданных и золото-полиметаллических месторождений, республика находится на втором месте в Уральском регионе (вслед за Свердловской областью) и во втором десятке среди золотодобывающих регионов России. Наряду с золотоносными россыпями разрабатывались и коренные месторождения золота. При их отработке были построены бегунные, амальгамационные и перкаляционные фабрики, на которых золото извлекалось путем амальгамации или цианирования. Потери ртути за счет использования примитивных технологий амальгамации и отпарки золота, сброс хвостов переработки в водотоки и озера неизбежно приводили к поступлению ртути в окружающую среду [1].

Ртуть в повышенных концентрациях существует и в рудах медноколчеданных месторождений Южного Урала и образует ореолы рассеяния около их залежей. Содержания Hg в рудах варьируют в диапазоне от 1 до 250 г/т и зависят от минерального состава руд. Самородная ртуть, киноварь, колорадоит, ртутьсодержащая блеклая руда, ртутьсодержащий сфалерит установлены в гипергенных рудах Учалинского месторождения [Пшеничный, 1979]. Содержание ртути в рудах Учалинского месторождения достигает величины 0,08%, Новоучалинского – 0,0088, Узельгинского месторождения

– 0,056%. В сплошных рудах Сибайского месторождения среднее содержание ртути 11,2 г/т. Характерно высокое накопление Hg (до 80 г/т) в зоне окисления колчеданных месторождений, где она находится в металлическом виде. Е.Ф. Емлиным (1991) выведен условный «уральский» кларк для окаторудных ореолов колчеданных месторождений, где содержание ртути достигает 0,03 мг/кг [2].

Высокие содержания ртути в рудах обуславливают ее значительные концентрации в продуктах переработки руд. В цинковом концентрате обогатительных фабрик Южного Урала содержания ртути столь высоки, что рассматривалась возможность ее рентабельного получения в процессе металлургического передела в качестве сопутствующего цинку полезного компонента. В медном концентрате Учалинской ОФ ртуть присутствует в количестве 28-41 г/т, цинковом – 76-123 г/т, пиритном – 5-15 г/т, хвостах флотационного обогащения – 1-9 г/т. Концентрат Учалинской ОФ содержит 0,0053% ртути, Сибайской ОФ – 0,0093% [Пирожок, 2001].

Часть ртути попадает в хвосты и складируется в хвостохранилищах ГОКов, которые являются потенциальными источниками ртутного загрязнения. В материале хвостов Тубинской золотоизвлекательной фабрики, расположенной в пределах жилой зоны поселка Тубинск, наряду с высокими концентрациями других тяжелых металлов содержания ртути также весьма высоки (порядка 0,003%) [2].

В атмосферу и водотоки ртуть может поступать с отвалов карьеров и подземных рудников, при взрывных работах и пылении при перевозке руды. Вследствие чего формируются техногенные геохимические аномалии ртути в почвах. Максимальные концентрации приурочены к источнику загрязнения, а морфология ореола определяется местными ландшафтно-климатическими условиями и направлением господствующих ветров (рис. 1). Содержание ртути в дренажных водах УГОКа составляет 2,5

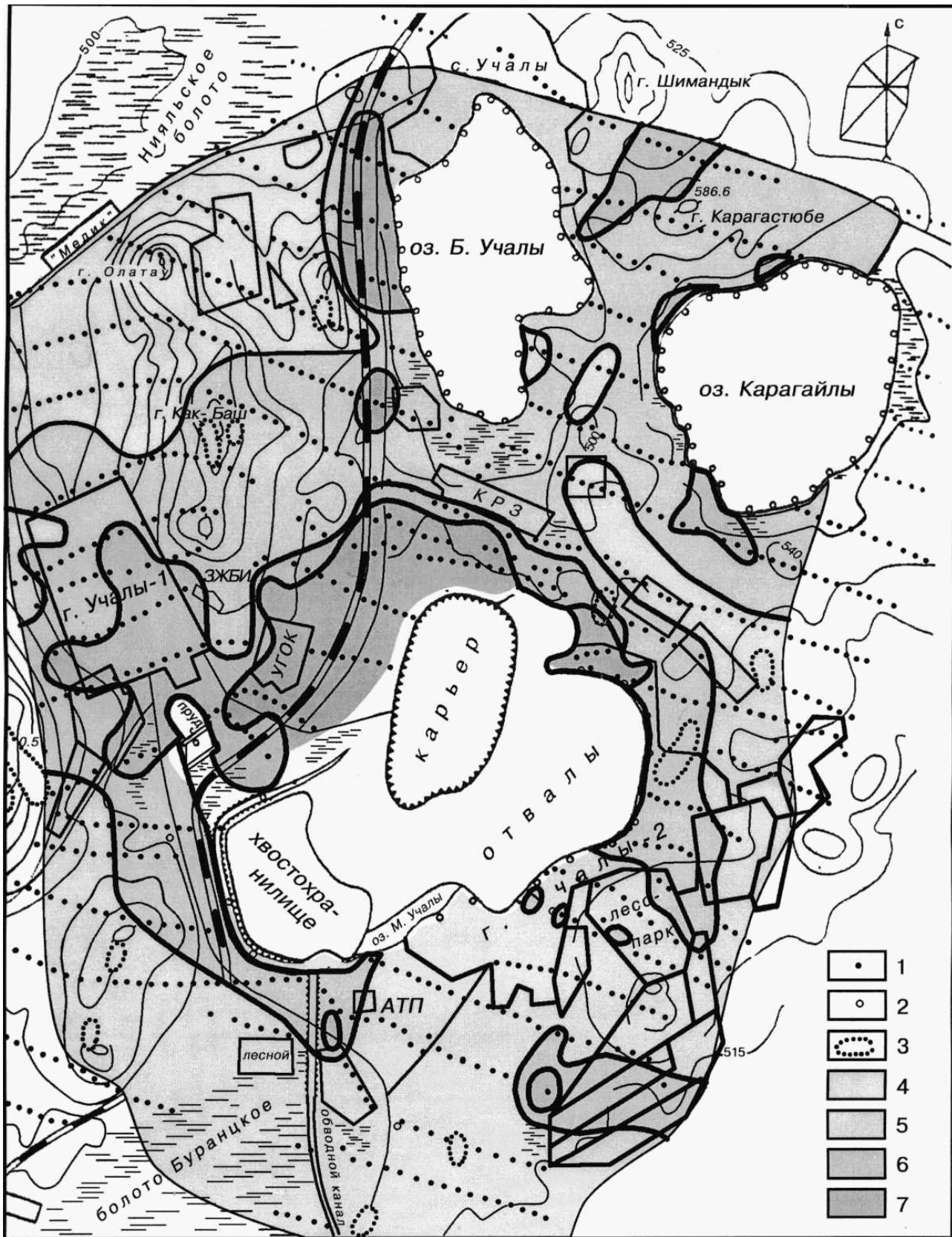


Рисунок 1. Ореолы рассеяния ртути в почвах и донных отложениях вокруг УГОК [4]

Точки опробования: 1 – почв, 2 – донных отложений, 3 – аномалии ртути в коренных породах; валовые содержания Ртути в почве, мкг/кг: 4 – <0,05 (<0,02ПДК), 5 – 0,05-0,25 (0,02-0,1 ПДК), 6 – 0,25-0,5 (0,1-0,2 ПДК), 7 – 0,5-2,3 (0,2-1 ПДК)

мкг/л, что в 2,4 раза превышает ПДК для вод санитарно-бытового назначения.

Согласно минералого-экогеохимической систематике для вулканогенного типа оруденения со сфалерит-халькопирит-пиритовым составом руд ртуть наряду с медью, свинцом, кадмием, селеном, никелем и кобальтом является наиболее опасным токсикантом.

В качестве маркера ртутного загрязнения пищевых продуктов и попадания ее по трофической цепи в организм человека используется коровье молоко. На рис. 2 показано содержание ртути и мышьяка в молочной продукции отдельных населенных пунктов Башкортостана – непромышленного северо-востока региона и горнорудных районов Башкирского Зауралья (п. Сафарово, Учалы, Ахуново).

Для извлечения мелких фракций золота амальгамированием традиционно использовалась металлическая ртуть. Высокие концентрации ртути, достигающие 1-3 г/т, установлены Кутлиахметовым А.И., 2002, в отвалах эфелей бегунных фабрик Учалинского района и вблизи них. В связи с размывом эфельных отвалов формируются интенсивные и протяженные потоки рассеяния ртути в донных отложениях рек. Автором установлена причинно-пространственная связь техногенных аномалий ртути в почвах и донных отложениях с техногенными источниками ртутного загрязнения. Она выражается в высоких концентрациях ртути в почвах, развитых на отвалах золотых россыпей (с. Вознесенка, Старобалбуково – Поляковский участок) и эфелей (п. Буйда, Ильинка), и резком их уменьшении за пределами отвалов, подтверждающемся изменением содержания паров ртути в почвенном воздухе [3].

Максимальная концентрация ртути – 180-220 мкг/кг установлена в травах, произрастаю-

щих на эфельных отвалах п. Буйда. Содержания Hg в них в 5-10 раз превышают санитарно-гигиенические нормы (СГН) для сельскохозяйственных растений. Отмечено повышенное содержание ртути в волосах жителей загрязненных участков – более 50 мкг/кг (максимальное 200 мкг/кг) [3].

Выпас скота на пастбищах, расположенных вблизи разрабатываемого Муртыктинского золоторудного месторождения приводит к повышенным содержаниям ртути в молоке коров – до 7,8 мкг/кг (п. Сафарово), что в 1,6 раза превышает СГН [5].

Загрязнение окружающей среды техногенной ртутью в процессе золотодобычи может возникать не только в результате амальгамации. Семеновская золотоизвлекательная фабрика (СЗИФ) в течение 53 лет перерабатывала по технологии илового цианирования золотосодержащие руды зоны окисления ряда медноколчеданных месторождений Южного Урала. Концентрации ртути в воздухе рабочей зоны и атмосфере промышленной площадки превышают ПДК (от 6 до 12 раз). Содержание ртути в питьевой воде колеблется от 2 до 20 ПДК, в атмосферном воздухе – от 1,3 до 14,6 ПДК, в почве на территории промышленной площадки СЗИФ – 520 мг/кг (ПДК 2,1 мг/кг). Несмотря на то, что в почвенном покрове поселка концентрации ртути находятся в пределах допустимых величин (0,05 мг/кг в подвижной форме и 0,69 мг/кг – в валовой), выявлены признаки повышенного поступления металла по пищевым цепям: содержание ртути в овощных и зерновых культурах, выращенных в поселке, значительно превышает таковое в контрольных пробах, хотя находится в пределах соответствующих ПДК. В отдельных пробах картофеля и свеклы обнаружена ртуть в концентрации от 1,3 до 2,1 ПДК. Ртуть обнаружена во всех без исключения пробах коровьего молока в концентрациях от 5,3 до 8,8 ПДК при содержании свинца и кадмия на уровне 0,5 ПДК. Аэрогенная суточная доза для взрослого жителя поселка составляет в среднем 0,021 мг, а для работающих на фабрике – 0,253 мг [6]. В процессе обогащения руды широко используются различные кислоты, что, по-видимому, обуславливает восстановление соединений ртути до металлической ртути, которая на последних этапах обогащения беспрепятственно попадает в воздух рабочей зоны и промышленной площадки.

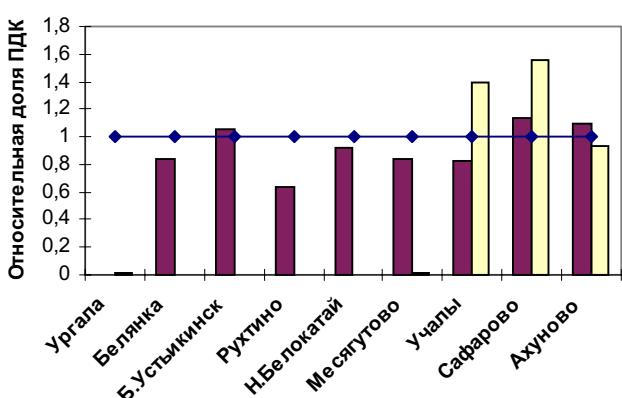


Рисунок 2. Содержание ртути и мышьяка в коровьем молоке (по данным [5])

Проверка состояния здоровья работающих на СЗИФ, проведенная УфНИИ Медицины труда и человека, выявила отсутствие практически здоровых лиц и наличие признаков хронической профессиональной интоксикации. Диагноз хронического профессионального заболевания (хронической интоксикации комплексом токсических веществ, в структуре которого присутствуют ртуть, цианиды, сернистые соединения) был поставлен каждому пятому рабочему, что соответствует чрезвычайно высокому уровню профессиональной заболеваемости. Помимо профессиональных заболеваний ведущей патологией работающих установлены заболевания слизистой ротовой полости и пародонта (69,9%), болезни желудочно-кишечного тракта (43,7%) и сердечно-сосудистой системы (33,0%) [6].

Не представляет потенциальной экологической опасности в отношении ртутного загрязнения технология переработки золотых руд методом кучного выщелачивания (КВ). Вместе с тем широкое внедрение в горнодобывающее производство метода КВ требует тщательного изучения экологических последствий, так как в технологическом процессе используются растворы цианистых солей. Цианид, наряду с высокой эффективностью и избирательностью, является высокотоксичным веществом, требующим при использовании строгого соблюдения техники безопасности и разработки мероприятий по охране окружающей среды – создания непроницаемых оснований площадки под КВ, учета образования осадков, возможности разрушения штабеля и т. д.

На территории Учалинского района с 1995 года действует предприятие Башкирская золотодобывающая компания (БЗК), использующая метод КВ для извлечения золота из окисленных ртутьсодержащих (до 0,43-0,67 г/т) руд. По данным Кутлиахметова А.Н., 2002, на промплощадке БЗК грунты в непосредственной близости от штабелей («куч») слабо загрязнены ртутью (1,75-5,5 местного геохимического фона), а в почвах в 300 м от штабелей установлено близфоновое содержание ртути – от 1 до 3. Содержание паров ртути в атмосферном воздухе на промплощадке варьирует в пределах 0,9-18 пг/л (0,5-9 фонов) [3]. Вместе с тем перед предприятием остро стоит проблема демеркуризации жидких технологических отходов.

В 1996 году лабораторией «Экологии и биомедицины» Магнитогорского филиала института экологических и биомедицинских проблем АМН РФ на территории БЗК проведено исследование образцов почв, ягод боярышника и картофеля на 36 химических элементов и 29 органических соединений. Результаты исследований показали высокое содержание металлов и бенз-а-пирена во всех образцах и не обнаружили наличие цианидов.

Управлением Государственного аналитического контроля г. Уфы проведен мониторинг состояния почвенного покрова и подземных вод на промплощадке комбината с начала ведения технологических процессов. Результаты исследований воздействия БЗК на окружающую среду обобщены в таблице 1.

Вследствие того, что предприятие КВ расположено в непосредственной близости от отвалов месторождения Муртыкты, руды которого содержат в повышенных концентрациях тяжелые металлы, почвы и грунты в районе предприятия обогащены медью, цинком, свинцом, кадмием и др. Содержание этих элементов в ряде точек несущественно превышало ПДК до начала работы БЗК.

Таким образом, ведущее положение в общем балансе поступления ртути в окружающую среду Башкирского Зауралья занимает техногенная ртуть. Основными источниками попадания ртути в окружающую среду служат отвалы и эфеля старых золотоизвлекательных фабрик и перерабатываемые руды колчеданных месторождений. Максимальное загрязнение природных сред ртутью происходит при потерях металлической ртути в процессе амальгамирования. Подтверждением определяющего значения амальгамации при золотодобыче прошлых лет как первоисточника загрязнения мо-

Таблица 1. Содержание металлов в почвах и подземных водах промплощадки БЗК

Хим. элемент	Содержание металлов в почвах промплощадки БЗК (мг/кг)				Содержание металлов в подземных водах промплощадки БЗК (мг/л)	
	1995 г.		1997 г.		1995 г.	1997 г.
	валовая	подвижная	валовая	подвижная		
Cu	62,7	0,9	68,25	0,85	0,17	0,15
Pb	37,75	0,55	27,85	0,6	0,009	<0,01
Zn	94,1	8,05	119,6	18,15	<0,017	0,02
Hg	0,15	<0,1	<0,15	<0,05	<0,0001	<0,0001
Cd	2	0,25	1,9	0,7	0,005	0,005
Цианиды	H.o.	H.o	H.o	H.o	H.o	H.o

жет служить отсутствие ртутного загрязнения на промплощадке БЗК, где в настоящее время переработка ртути содержащих золотых руд ведется методом кучного выщелачивания.

Вследствие локального проявления ртутных аномалий экологическую обстановку территории в отношении ртутного загрязнения можно оценивать как удовлетворительную. В

ряде случаев отмечаются превышения концентрации ртути над местным геохимическим фоном и санитарно-гигиеническими нормами. Природные аномалии ртути имеют, как правило, низкий уровень концентрации металла, значительно уступающий техногенным источникам, и не приводят к экологически опасным последствиям.

Список использованной литературы:

1. Белан Л.Н. Геоэкология горнорудных районов Башкортостана. – Уфа: БашГУ, 2003. – 178 с.
2. Бойков Г.В., Фаткуллин И.Р., Меньшиков В.Г. Техногенное воздействие горнорудного комплекса Республики Башкортостан на окружающую среду // Геоэкологические исследования и охрана недр, науч. техн. информ. сб./ ООО ГеоИнформцентр.– М., 2004. – Вып.1. – С. 41-48.
3. Кутлиахметов А.Н. Ртутное загрязнение ландшафтов горнорудными предприятиями Башкирского Зауралья / Автореферат канд. дисс. – Екатеринбург. – 2002. – 25 с.
4. Ландшафтная экологическая съемка территории г. Учалы / Производственный отчет Учалинского филиала ОАО «Башкиргеология» (исп. Крылатов В.А., Белан Л.Н.). – Учалы, 1997. – 321 с.
5. Содержание тяжелых металлов в пищевых продуктах и биопробах жителей северо-восточных районов Республики Башкортостан / Промежуточный отчет Уф.НИИ медицины труда и человека (исп. Карамова Л.К.). – Уфа, 1997.
6. Симонова Н.И. и др. Контроль ртутного загрязнения среды обитания и показателей здоровья промышленных рабочих и населения в поселке Семеновский Баймакского района Республики Башкортостан / Методические рекомендации. – Уфа, 1999. – 21 с.