

О С Н О В Н Ы Е

итоги исследований поведения ртути в бассейне р.Катунь. Сопоставление с информацией, имевшейся перед началом работ по программе "Прогнозирование поведения ртути и других токсичных элементов в бассейне реки Катунь и водохранилищах Катунской ГЭС".

Работы по данной программе выполнялись с начала 1988 г., когда был сформирован Временный межинститутский научный коллектив (ВМНК) из числа сотрудников 17 организаций СО АН СССР, СО АМН СССР, Госкомгидромета СССР, Госкомприроды СССР, Минцветмета СССР, Минздрава РСФСР, Минвуза РСФСР и Госагропрома СССР. В их ходе был подготовлен и издан аналитический обзор мировой литературы по проблеме, разработаны приближенные математические модели гидрофизических и физико-химических процессов в водохранилище, проведены обширные комплексные экспедиционные исследования, включающие отбор образцов из различных природных сред (только в 1988 г. их общее число составило около 4000) и химико-аналитические определения. Основные результаты исследований 1988-1989 гг. представлены в предварительном заключении ВМНК, отчетах по отдельным направлениям работ и протоколах совещаний у председателя Президиума СО АН СССР.

Содержание ртути в различных компонентах окружающей среды бассейна р.Катунь

I. Коренные породы.

До начала работ ВМНК систематических исследований по данному вопросу не проводилось. Было известно [1, 2], что содержание ртути в осадочных и вулканогенных породах Горного Алтая находится в пределах 0,01-0,5 мг/кг. При этом некоторые

породы обогащены ртутью относительно кларкового уровня, другие — обеднены, что типично для рудной провинции. Непосредственно в зоне предполагаемого строительства с 1955 г. было известно Еландинское рудопроявление ртути, которое более тщательно было изучено в 1970^х годах [3]. В результате были выявлены первичные ореолы ртути с содержанием I–10 мг/кг и сделано заключение о бесперспективности этого участка на промышленное ртутное оруденение "ввиду локального развития киноварной минерализации" [3].

В ходе работ членов геохимического блока ВМНК в 1988 г. было подтверждено, что действительно в коренных породах зоны водохранилища ртуть распределена крайне неравномерно, ее содержание варьировало от менее 0,005 мг/кг до 115,6 мг/кг. Всего было отобрано 305 геохимических проб на площади около 200 км², среднее содержание ртути по всем образцам составило 1,6 мг/кг (при кларке в 0,08 мг/кг) [3].

По комплексу геолого-минералогических и геохимических признаков специалистами ИГТ СО АН СССР в 1988 г. в зоне влияния проектируемых водохранилищ были выявлены пять аномальных по ртути участков, требующих дальнейшего изучения как с точки зрения оценки ртутьносного оруденения, так и с точки зрения оценки масштаба данного источника загрязнения окружающей среды. В 1989 г. эти участки были обследованы более детально. К настоящему времени получены результаты только по одному из участков — Еландинскому [4]. Оказалось, что этот участок менее обогащен ртутью, чем это представлялось по данным в 1988 г. — среднее содержание ртути оценивается в 0,4 мг/кг по 275 образцам (против 1,4 мг/кг по 64 образцам 1988 г.). Скважинное обследование коренных пород (12 скважин), проведенное в 1989 г., также не выявило существенных ртутных аномалий [4].

Об отсутствии в данном регионе значительного ртутного оруденения указывает и ряд других признаков. Известно, что чутким индикатором коренного ртутного оруденения являются почвы. Так, на небольших ртутных месторождениях Сарасинского рудного поля содержание ртути в почвах достигает первых миллиграмм – первых десятков миллиграмм на килограмм, тогда как в зоне затопления оно составляет 0,2 мг/кг, т.е. на 1–2 порядка ниже [3] . По главному поисковому признаку – наличию в шлихах киновари – площадь бассейна среднего течения р.Катунь занимает промежуточное положение между Сарасинским рудным полем и безрудными площадями (бассейн р.Бийка), что косвенно свидетельствует о соответствующей низкой рудоносности коренных пород [3] .

Наряду со ртутью, все пробы пород анализировались на свинец, цинк, медь, сурьму, мышьяк и кадмий. Результаты свидетельствуют об отсутствии значительных эндогенных ореолов свинца, меди и цинка в породах зоны водохранилища. В ряде пород отмечены высокие содержания сурьмы, мышьяка и кадмия, хотя уровень их аномальности существенно ниже, чем у ртути [3] .

2. Почвы.

Ранее (1960^е годы) ртуть в почвах Горного Алтая исследовалась в связи с гипотезой о негативном влиянии ее повышенных концентраций на протекание эндогенного зоба у населения [5] . Пробы отбирались в районе ртутного рудника (Акташ), ртутной провинции и вне её (всего около 150 проб). В районе рудника содержание ртути составило 6,0–12,0 мг/кг, в районах ртутной провинции – 0,3–2,4 мг/кг, вне ртутной провинции – 0,04–0,12 мг/кг.

Детальное исследование почвенного покрова зоны затопления было выполнено в 1988–1989 гг. По уточненным данным 1989 г.

среднее содержание ртути в почвах этого участка составляет 0,2 мг/кг, что в 2 раза выше кларкового уровня [4] .

3. Подземные воды.

Перед началом работ по программе существовала информация лишь о содержании ртути в подземных водах зоны Акташского месторождения [6] . Оно изменялось в пределах 1,4–6,5 мкг/л (в среднем – 2 мкг/л).

В ходе работ ВМНК был определен подземный сток в долину р.Катунь на участке проектируемых водохранилищ, и также содержание ртути в нем. Оно оказалось невелико: по данным 1988 г. составляет 0,1 мкг/л (растворенные формы), а с учетом взвешенных частиц – 2,4 мкг/л [3] .

По более представительным результатам 1989 г. содержание ртути в растворенной форме находится в диапазоне 0,01–0,24 мкг/л, причем концентрация ртути в питьевых источниках п.Чемал находится на уровне сотых долей мкг/л [4] . Приток подземных вод к проектируемому водохранилищу прогнозируется в пределах 0,3–0,8 км³ в год, при этом примерно 0,1 км³ будет поступать в трещиноватые породы бортов водохранилища при подъеме его уровня и возвращаться обратно при его сбросе.

4. Поверхностные воды.

Результаты работ, выполненных членами ВМНК, подтвердили известный ранее [7] вывод о том, что по химическому составу р.Катунь и ее притоки на обсуждаемом участке можно отнести к чистым, хорошо аэрированным поверхностным водам с низкой

или средней жесткостью (гидрокарбонатно-кальциевые воды) и невысоким содержанием биогенных веществ. Измеренные в ходе работ концентрации основных ионов, органических и биогенных веществ, растворенного кислорода, величины рН и E_h находятся в пределах, известных ранее по данным Западно-Сибирского управления по гидрометеорологии [7].

Тщательные гидрологические исследования 1988 г. позволили существенно уточнить известную ранее оценку годового стока взвешенных наносов р.Катунь (1,6 млн.тонн, [8]). Оказалось, что в действительности для среднего по водности года он составляет (для участка водохранилищ) 3,4-3,6 млн.тонн [9]. Была получена также более детальная информация о гранулометрическом составе взвешенных наносов, а также полностью отсутствовавшая ранее информация о содержании ртути на взвешенном веществе р.Катунь. Было выяснено, что оно транспортирует значительное количество ртути. Так при средней концентрации в 1,3 мг/кг [9] годовой поток ртути на взвешенных наносах составит примерно 4,3 т. Концентрация ртути на мелкой фракции взвешенных наносов (менее 3 мкм) достигла 20 мг/кг в период паводка и до 120 мг/кг- в осеннюю межень [9].

До начала работ информация о содержании ртути в поверхностных водах Горного Алтая была весьма скудной. Так, было известно [5,6], что для рек в районе Акташского месторождения оно могло достигать 30 мкг/л. В 1985 г. было отобрано и проанализировано небольшое количество проб из р.Катунь в меженный период [10]. Во всех образцах концентрация ртути не превышала 0,1 мкг/л. Результаты работ ВМНК 1988 г. подтвердили высказывавшееся ранее предположение о локализации ртутного загрязнения

в пределах Акташской зоны. В зоне проектируемых водохранилищ концентрация растворенной в воде ртути уже находится на типичном для большинства рек уровне и составляет в среднем 0,1 мкг/л [9], что в точности совпадает с известным ранее значением [10], фигурирующем в проекте. Данные 1989 г. свидетельствуют о более низком содержании ртути в воде р.Катунь на всем ее протяжении по сравнению с 1988 г., что, вероятно, связано с маловодностью 1989 г.

Таким образом, в средний по водности год (годовой сток 17,2 км³), каким был 1988 г., Катунь транспортирует примерно 1,7 т ртути в растворенном виде, т.е. суммарный сток (с учетом 1,3 т на взвешенных наносах) составляет 6 т в год. Для выяснения хода многолетних колебаний этого стока необходима организация постоянных мониторинговых наблюдений.

5. Донные отложения

По содержанию ртути в этом компоненте среды имелись данные, полученные Гидропроектом. Высокие концентрации отмечались для района Акташского месторождения - в пределах 44-90 мг/кг [10]. По мере удаления от Акташа содержание ртути в донных отложениях рек падает: так в р.Чуя недалеко от места ее впадения в р.Катунь оно составляло 20 мг/кг; в реке Катунь - 0,11 мг/кг (у с.Иня), 0,06 мг/кг (с.Еланда) и 0,03 мг/кг (п.Чемал).

В ходе работ по данной программе имевшаяся ранее отрывочная информация была в целом подтверждена: так, среднее содержание ртути в донных отложениях р.Катунь в зоне проектируемых

водохранилищ на сегодняшний день составляет примерно 0,1 мг/кг. В отдельных пробах оно достигает нескольких мг/кг. Интересно, что в Верхней Оби содержание ртути в среднем выше, чем на Катунь и находится на уровне десятых долей мг/кг. Более высокий уровень содержания ртути по сравнению с р.Катунь отмечается и в донных отложениях Новосибирского водохранилища [3, 4, 9].

Представителями ВМНК впервые была получена информация об интенсивности протекания процессов метилирования ртути в донных отложениях региона. Эти процессы отмечались в мелководном Чемальском водохранилище (до 1,5-2% от общей ртути). Следы метилртути (менее 0,01% обнаружены в донных отложениях оз.Чейбек-Куль (в 2-х образцах из 6-ти) и Новосибирского водохранилища. Значительные концентрации метилртути (порядка нескольких процентов от общей) обнаружены в мелких временных водоемах (большие лужи, ванны среди камней) в зоне предполагаемого затопления.

6. Биологические объекты

Информация по этому аспекту проблемы впервые была получена только в ходе работы ВМНК. Оказалось, что при современном уровне ртутной нагрузки на экосистемы долины р.Катунь и Телецкого озера ее содержание в тканях позвоночных (рыбы, птицы, млекопитающие) находится в пределах фоновых значений, типичных для незагрязненных ртутью районов [11]. Во всех экземплярах рыб (всего около 150 проб в 1988 г., в т.ч. хищные виды) содержание ртути в мышечной ткани находилось в пределах 0,06-0,41 мг/кг сырого веса, т.е. не превышало ПДК

(0,5 мг/кг), причем доля метилртути составляла не более 30%, что свидетельствует о низкой интенсивности протекания процессов метилирования в исследованных водоемах. Рыба, выловленная в р.Обь ниже г.Барнаула (лещ), характеризуется более высоким содержанием как общей ртути (до 0,59 мг/кг), так и метилртути (до 54%).

При проведении данных работ впервые также была получена информация о содержании ртути в волосе и моче жителей ряда поселков Горного Алтая [12]. Эти данные требуют дальнейшей проверки, поскольку было выявлено, что концентрация ртути в волосах всех обследованных лиц на порядок ниже уровня, считающегося мировым фоном (2 мг/кг). Поэтому предложение специалистов ИКЭМ СО АМН о том, что именно ртуть ответственна за наблюдаемую картину состояния здоровья жителей Горного Алтая [12], требует дальнейших доказательств.

Отметим, что все определения ртути в биообъектах до настоящего времени были выполнены только одной лабораторией и только одним методом (ИЭТ Госкомприроды, метод изотопного разбавления).

Прогноз поведения ртути в проектируемом водохранилище

Вся совокупность проведенных исследований, в т.ч.с использованием методов математического моделирования [13], показывает, что существенное повышение концентрации ртути в воде водохранилища по сравнению с нынешним уровнем в р.Катунь маловероятно. Предварительные данные 1989 г. [4] свидетельствуют о том, что опасность ртутного загрязнения представляется

меньшей, чем при подведении итогов 1988 г. Содержание ртути в компонентах окружающей среды района проектируемых водохранилищах близко к фоновому, поэтому по ртути ситуация перед созданием водохранилища не является уникальной. Анализ мирового опыта показывает [14], что экологическая опасность ртути в водоемах определяется ее способностью переходить в особо токсичную форму — монометил-ртуть. Протекание этого процесса может быть особо интенсивным в недавно созданных водоемах в связи с затоплением большого количества органики (верхний слой почв и растительность), являющейся питательным субстратом для метилирующих микроорганизмов. В результате рыба из таких водоемов может быть непригодной для регулярного употребления в пищу. Во многих странах (США, Канада, Швеция, Финляндия) в таких случаях используют ряд превентивных мер, снижающих ртутную опасность [14].

Для Катунского водохранилища с его высокой проточностью, небольшой площадью затопления, низким содержанием органики в почвах интенсивное протекание метилирования маловероятно. Однако, учитывая, что на современном уровне понимания данной проблемы невозможно сделать однозначный прогноз, при принятии решения необходимо исходить из худшей ситуации. А она сводится к тому, что, возможно, рыба из Катунского водохранилища, по крайней мере в первые годы его существования, будет непригодна для регулярного употребления в пищу. Какие-либо другие негативные последствия, связанные с ртутью, маловероятны (и неизвестны). В мировой практике нет ни одного случая, когда создание водохранилищ (даже в условиях повышенного

содержания ртути в воде или донных отложениях) приводило бы к возникновению меркуриализма (болезнь "Минамата") у населения, проживающего как по берегам таких водоемов, так и ниже по течению рек, вытекающих из них.

С.н.с.ИВЭП СО АН СССР
к.ф.-м.н.

10


С.А.Сухенко

5.10.89.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Росляков Н.А. Ртуть и другие тяжелые металлы в главных типах пород бассейна р.Катунь // Поведение ртути и других тяжелых металлов в экосистемах. - Часть 3. - Новосибирск.: изд. ГНТБ СО АН СССР, 1989. - с. 6-15.
2. Оболенский А.А. Генезис месторождений ртутной рудной формации. - Новосибирск: Наука, 1985. - 193 с.
3. Заключение по геохимическому направлению программы "Прогнозирование поведения ртути и других токсичных элементов в бассейне р.Катунь и водохранилищах Катунских ГЭС". - Новосибирск, 1989.
4. Протокол совещания по программе "Прогнозирование поведения ртути и других токсичных элементов в бассейне реки Катунь и водохранилищах Катунской ГЭС". 8 сентября 1989 г., Новосибирск.
5. Мальгин М.А. Тяжелые металлы в почвах и водах бассейна реки Катунь. // Поведение ртути и других тяжелых металлов в экосистемах. - Часть 3. - Новосибирск.: изд. ГНТБ СО АН СССР, 1989. - с. 43-55.
6. Непейна Л.А., Оболенский А.А. Ртуть в грунтовых и рудничных водах Акташского месторождения // Геология и геофизика. - 1970. - № 9. - с. 106-110.
7. Даниленко А.А., Коломейчук В.С., Селегей В.В. Химический состав и загрязнение поверхностных вод Верхней Оби, рек Катунь, Бия, Чулышман и Телецкого озера // Поведение ртути и других тяжелых металлов в экосистемах. - Часть 3. - Новосибирск.: изд. ГНТБ СО АН СССР, 1989. - с. 30-42.
8. Катунская ГЭС с контррегулятором. Проект. - Раздел III. Водное хозяйство. - Гидропроект, 1986.
9. Отчет о научных исследованиях по программе "Прогнозирование поведения ртути и других токсичных элементов в бассейне р.Катунь и водохранилищах Катунской ГЭС". Научное направление: "Гидролого-экономические аспекты проблемы". - Барнаул, 1989.

10. Отчет по теме "Прогноз содержания меди и ртути в водохранилище Катунской ГЭС". НИС Гидропроекта. – Москва, 1986.
11. Отчет о научных исследованиях по программе "Прогнозирование поведения ртути и других токсичных элементов в бассейне р.Катунь и водохранилищах Катунской ГЭС". Научное направление: "Биологические аспекты проблемы". – Новосибирск, 1989.
12. Отчет о научных исследованиях по программе "Прогнозирование поведения ртути и других токсичных элементов в бассейне р.Катунь и водохранилищах Катунской ГЭС". Научное направление: "Медико-биологические аспекты проблемы". Новосибирск, 1989.
13. Отчет о научных исследованиях по программе "Прогнозирование поведения ртути и других токсичных элементов в бассейне р.Катунь и водохранилищах Катунской ГЭС". Научное направление: "Системное моделирование". – Новосибирск, 1989.
14. Сухенко С.А. Ртутная проблема в водохранилищах // Поведение ртути и других тяжелых металлов в экосистемах. – Часть 3. – Новосибирск.: изд. ЦНТБ СО АН СССР, 1989. – с. 128-140.