

УДК 504.4.054

ЗАГРЯЗНЕНИЕ РЕК Г. АЛМАТЫ ИОНАМИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Канд. биол. наук

Канд. геол.- мин. наук

Ж.М. Жаппарова

Г.Д. Садыкова

Е.Ж. Муртазин

Представлены данные о содержании тяжелых металлов – меди, цинка, кадмия, ртути и свинца в реках города Алматы. Показано антропогенное загрязнение рек ионами тяжелых металлов.

Тяжелые металлы являются наиболее опасными загрязнителями окружающей среды. Наиболее токсичны ртуть, свинец и кадмий. Свинец - потенциально токсичное вещество с неизвестными физиологическими функциями. В организм человека ртуть поступает через пищу, стоматологические амальгамы и через органы дыхания. Городское население вдыхает свинец из воздуха, где используется этилированный бензин. Свинец в крови биологически активен и является показателем ухудшения здоровья человека. Влияние свинца на окружающую среду не столь значительно, как на здоровье человека, поскольку он относительно мало растворим в почве и соответственно малоподвижен и биологически неактивен. Загрязнение экосистем свинцом имеет экологические последствия, приводящие к нарушению трофических циклов. Свинец в окружающей среде адсорбируется на осадках и частицах почвы - это уменьшает его влияние на организмы. Биологические функции ртути неизвестны. Различные химические формы ртути отличаются по токсическим свойствам, наиболее токсична метилртуть. Метилртуть действует на центральную нервную систему, изменяя сенсорные и координационные функции. Увеличение ртути в объектах окружающей среды может быть связано с увеличением использования угля в качестве источника энергии (с выбросом ртути) и повышением кислотности почв. Соли ртути и большая часть органической ртути обычно абсорбируется в растворимых формах из воды организмами и сохраняется в тканях. Кадмий в результате атмосферного осаждения аккумулируется в почве и попадает в пищевые крупяные культуры. Исследования различных видов почв и моделирование выбросов с осаждением кадмия

показали, что кадмий концентрируется в почве, по крайней мере в развитых европейских странах, в последнее столетие. Показано, что кадмий является причиной увеличения случаев простатитного и респираторного рака. Кадмий может аккумулироваться в человеческом организме в течение всей жизни, начиная с внутриутробного развития. Он поступает в организм с пищей, курением и из объектов окружающей среды. В соответствии с рекомендациями UNEP свинец, ртуть и кадмий являются приоритетными при мониторинге состояния окружающей среды [4].

Мониторинг поверхностных водоемов и водотоков является неотъемлемой частью комплексной оценки состояния экосистем. Водные объекты, находящиеся на урбанизированных территориях, испытывают высокую антропогенную нагрузку и поэтому необходимо наблюдение за их загрязнением особо токсичными ионами тяжелых металлов. Алматы является крупнейшим городом Казахстана, в котором располагаются большие промышленные объекты, проходят автомагистрали, находится огромный массив жилых строений. Территория города располагается в таких географических условиях, где естественное проветривание сильно ограничено, что в целом создает неблагоприятную экологическую ситуацию.

В Центре мониторинга загрязнения природной среды при РГП «Казгидромет» ведутся многолетние наблюдения за загрязнением водных объектов Республики. Ранее на территории г. Алматы наблюдения за уровнем загрязнения велись по двум рекам Большой и Малой Алматинкам, мониторинг реки Есентай (Весновка) не проводился. Природные воды исследовались по целому ряду показателей, в том числе по содержанию меди и цинка, однако не проводился анализ по определению других токсичных металлов.

Целью представленной работы являлось исследование рек г. Алматы на содержание приоритетных особо опасных загрязнителей - свинца, кадмия, цинка, меди и ртути. Изучены сезонные изменения концентрации тяжелых металлов в поверхностных водах и влияние антропогенной нагрузки на загрязнение рек. Для того чтобы оценить уровень загрязнения за систему отсчета количества тяжелых металлов в воде была принята их предельно допустимая концентрация (ПДК) для рыбохозяйственных водоемов. Все воды рек г. Алматы впадают в р. Или, которая имеет рыбохозяйственное значение, поэтому был взят именно этот критерий. Отбор проб проводился по стандартной методике ежемесячно [3]. Пробы отбирались в створах многолетних наблюдений по рекам Большой

По реке Малая Алматинка: створ 8 - 2,0 км выше города Алматы; створ 9 - 0,5 км ниже сброса мехкомбината; створ 10 - 4,0 км ниже города, выше села Покровка; створ 11 - 0,3 км выше устья, 0,5 км ниже сброса сточных вод радиоцентра № 5.

Лабораторно-аналитические исследования проведены при помощи общепринятых методов - инверсионной вольтамперометрии, фотоколориметрии и хроматографии. Определение кадмия и свинца проводилось по аттестованной методике методом инверсионной вольтамперометрии [2]. Процесс электроосаждения проводили на углеситалловом электроде с использованием хлоридного фонового раствора. Диапазон определяемых концентраций элементов составляет $0,0005 \dots 1,0 \text{ мг/дм}^3$ для кадмия и $0,0002 \dots 1,0 \text{ мг/дм}^3$ для свинца.

Определение меди и цинка проводили по стандартной методике фотоколориметрическим методом. Количественное определение меди основано на образовании окрашенного в желтый цвет диэтилтиокарбамата меди при взаимодействии диэтилтиокарбамата свинца в хлороформе с содержащимися в воде ионами меди. Количественное определение цинка производилось в пробе воды после экстракции его с дитизоном в четыреххлористом углероде, в результате которого образуется окрашенный в красный цвет дитизонат цинка. Линейная зависимость между содержанием меди и цинка в пробе и оптической плотностью сохраняется в пределах 0,5 - 10 мкг. Минимальная определяемая концентрация для меди и цинка 2 мкг/дм^3 .

Анализ содержания ртути проводился методом экстракции ртути в виде дитизоната с дальнейшим количественным определением дитизоната ртути методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на хроматографе HP 1100 фирмы "Hewlett-Packard" с УФ-детектором с постоянной длиной волны 254 нм и программным обеспечением "Chemstation". Для разделения веществ использовалась колонка Zorbax RZ-C 18, в качестве подвижной фазы - градиент растворителей ацетонитрил-вода или этанол-вода.

Наблюдения за загрязнением рек г. Алматы ионами этих металлов проводилось в течение года. Данные по содержанию ионов тяжелых металлов представлены на диаграммах. На рис. 2 показано содержание тяжелых металлов в реке Б. Алматинка. Створ 1, расположенный выше города, наименее подверженный антропогенному воздействию, содержит минимальные значения концентраций ионов тяжелых металлов, следовые количества содержания цинка и ртути, низкие концентрации ионов свинца менее 0,5 ПДК. Высокое содержание меди в концентрации одной ПДК.

обусловлено естественным вымыванием меди из горных пород и является достаточно характерным явлением для горных рек данного региона.

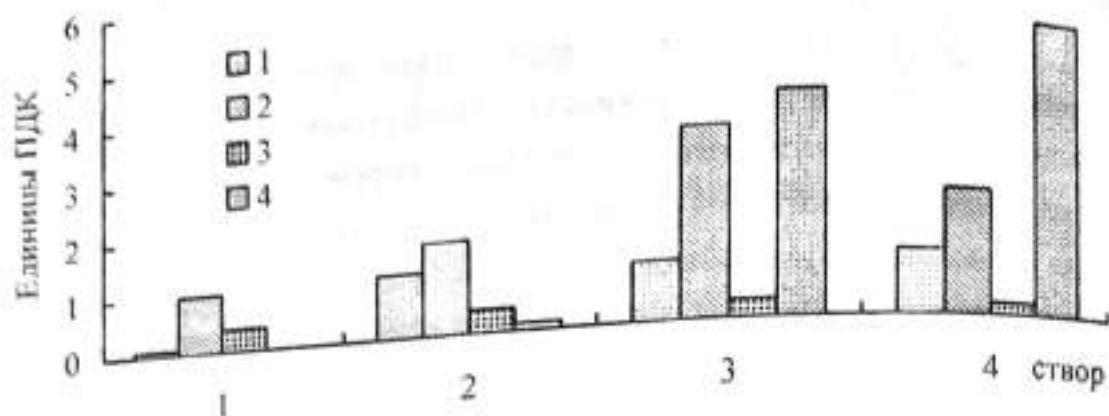


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов в р. Б. Алматинка за апрель 2001 г в единицах ПДК. 1 – цинк; 2 – медь; 3 – свинец; 4 – ртуть.

Створ 2 находится ниже сброса сточных вод АХБК, здесь наблюдается увеличение содержания меди и цинка, концентрация ионов цинка находится в области одной ПДК, а меди возрастает в полтора раза, содержание ртути и свинца практически не меняется. Ниже города наблюдается рост содержания меди до трех ПДК, и ртути - более трех ПДК. Площадь водосбора реки проходит по густонаселенному району города с неконтролируемыми сбросами сточных вод, которые вносят значительное загрязнение реки ионами тяжелых металлов. В устье реки фиксируется некоторое уменьшение содержания меди до двух ПДК, которое объясняется естественным разбавлением воды в реке. Что касается ртути, очевидно, имеет место источник дополнительного антропогенного загрязнения, поскольку наблюдается дальнейший рост ее содержания. Концентрация цинка и свинца достаточно стабильна, цинк на протяжении всей реки находится на уровне ПДК. Свинец, плохо растворимый в воде, во всех створах содержится в очень малых количествах, значительно ниже соответствующего значения ПДК.

Река Малая Алматинка имеет достаточно большую площадь водосбора, в ее воды осуществляются сбросы сточных вод ряд предприятий связи и энергетических объектов, а также незарегистрированные периодические сбросы Алматинского управления Горводоканала, на ее берегу расположено промышленное предприятие - Мехкомбинат. Значительное количество загрязняющих веществ вносится с поверхностным стоком, поскольку река протекает в густонаселенной зоне и, кроме того, определен-

ное влияние на качество воды оказывает также низкая водность в течение года. На рис. 3 представлены данные по содержанию ионов тяжелых металлов в р. М. Алматинка.

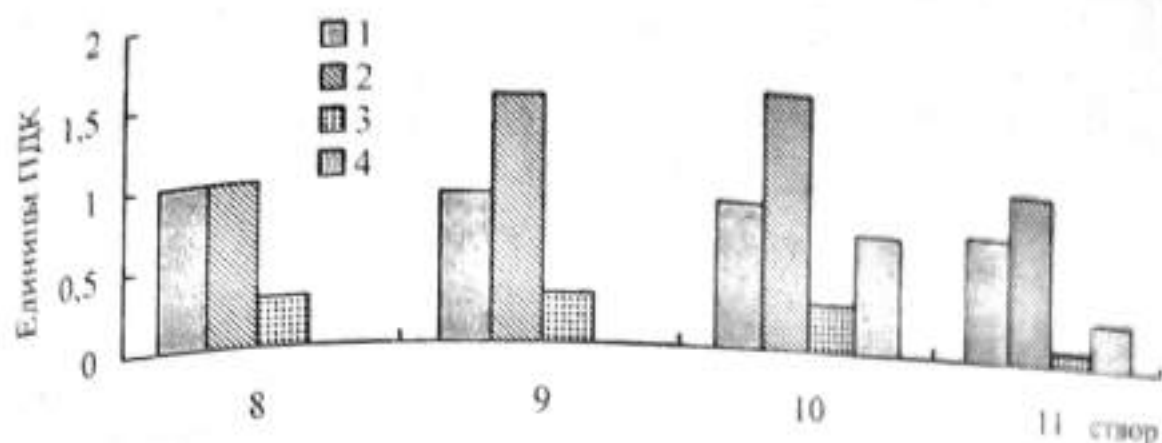


Рис. 3. Содержание тяжелых металлов в р. М. Алматинка за апрель 2001 г в единицах ПДК. 1 – цинк; 2 – медь; 3 – свинец; 4 – ртуть.

В створе 8, расположенном на 2 км выше города, 1,2 км ниже впадения реки Сарысай, на 2 км выше плотины Медео, содержание ионов меди и цинка находится на уровне одной ПДК. Река Малая Алматинка берет свое начало в сильно расчлененной горной местности, для химического состава воды в верхнем течении характерна средняя минерализация воды в результате ледникового питания от 101 до 285 мг/дм³. Содержание ионов свинца составляет 0,3 ПДК, находятся следовые количества ртути. В створе 9, ниже сброса сточных вод Мехкомбината, наблюдается увеличение концентрации меди до полутора ПДК, что обусловлено антропогенным загрязнением. Содержание свинца и ртути остается неизменным, наблюдается небольшое уменьшение концентрации цинка. Далее, в створе 10, в районе села Покровка, фиксируется увеличение меди до значений 1,6 ПДК, уровень цинка и свинца не изменяется, но резко повышается концентрация ртути до 0,7 ПДК. В створе 11, находящемся на 0,3 км выше устья и на 0,5 км ниже сброса сточных вод радицентра №5, вследствие разбавления, содержание всех рассматриваемых тяжелых металлов уменьшается, однако концентрация меди находится на уровне 1,1 ПДК.

Река Есентай протекает через густонаселенную территорию, в водах этой реки производятся многочисленные сбросы хозяйственно-бытовых сточных вод. Содержание цинка и свинца достаточно стабильно на протяжении всей реки и находится на уровне 0,9 и 0,1 ПДК соответственно. Неуклонно растет концентрация меди, если в створе 5 (верховье реки) со-

ставляет 1 ПДК, в створе 6 (проспект Абая) - 1,1 ПДК, то в створе 7 (проспект Рыскулова) содержание ионов меди - 1,7 ПДК. Наблюдается также рост концентрации ртути. В створе 5 (проспект Аль - Фараби) - 0,4 ПДК, в створе 6 (проспект Абая) - 0,8 ПДК, затем фиксируется резкое увеличение до 2 ПДК.

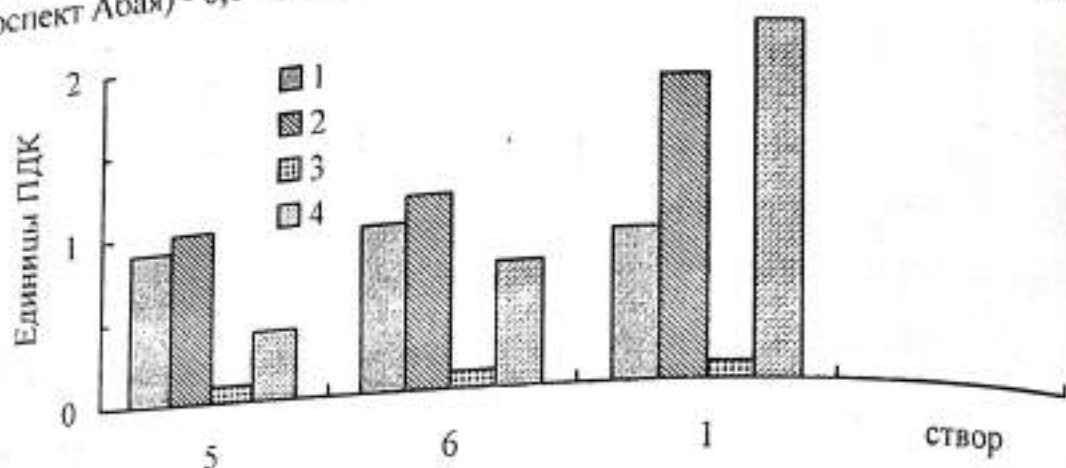


Рис. 4. Содержание тяжелых металлов в р. Есентай за апрель 2001 г в единицах ПДК. 1 - цинк; 2 - медь; 3 - свинец; 4 - ртуть.

На рис. 5 представлены данные по среднегодовому содержанию тяжелых металлов в реках г. Алматы. Створы сгруппированы по географическому расположению. Южные створы 1, 5, 8 расположены в наименее загрязненных районах города. Створы 2, 6, 9 находятся в районах, наиболее подверженных промышленному загрязнению. Створы 3, 4, 7, 10, 11 расположены в северной части города и характеризуются промышленными и неорганизованными бытовыми сбросами.

В Алматы находятся две теплоэлектростанции, которые могут являться потенциальными источниками загрязнения природной среды ртутью, поскольку в качестве топлива используется уголь. В Алматы большое количество частных домовстроеий также отапливается углем. Источником загрязнения городской среды ртутью могут являться больницы, причем многие из них в городе располагаются в непосредственной близости от рек. Как показано на рис. 5, в южной части города водные объекты фактически не загрязнены ртутью, створы севернее города содержат высокие концентрации ртути, что связано с загрязненным поверхностным стоком промышленного и бытового характера. Кроме того значительный вклад в загрязнение рек могут вносить сбросы воды с сельскохозяйственных объектов, где в качестве пестицидов и инсектицидов используются ртуть содержащие препараты. Загрязнение объектов природной среды свинцом в Алматы связано с выбросами автотранспорта, что подтверждается характером загрязнения рек города этим металлом. Очевидно, низкое содержа-

ние свинца в южных районах города связано с отсутствием крупных автомагистралей. В центральной части города проходят крупнейшие высокозагруженные автострады - проспекты Рыскулова, Абая, Толе Би. Происходят значительные выбросы свинца, вследствие чего концентрация свинца в воздухе увеличивается, что приводит к загрязнению водных объектов. Концентрация свинца в створах ниже города несколько уменьшается, что объясняется разбавлением стока рек и отсутствием крупных магистралей в этом районе.

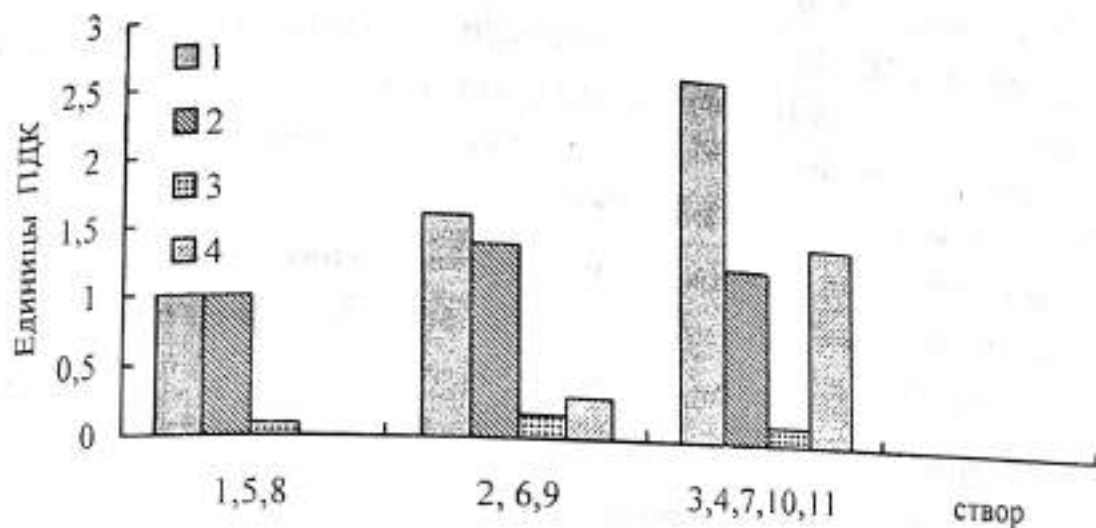


Рис. 5. Содержание тяжелых металлов в различных створах рек г. Алматы за 2001 г в единицах ПДК. 1 - цинк; 2 - медь; 3 - свинец; 4 - ртуть.

Наличие в природных водах, не подверженных антропогенному воздействию, ионов тяжелых металлов, связано с вымыванием горных пород и по литературным данным в некоторых реках содержание ионов меди доходит до нескольких сот ПДК [1]. Характер распределения меди и цинка в реках Алматы показывает, что природное содержание этих металлов в реках этого региона довольно высокое. Однако имеет место дополнительное ярко выраженное антропогенное загрязнение, что показано на рис. 5. Максимальное содержание меди характерно для створов, расположенных в центральной части города. В нижних створах происходит некоторое разбавление концентраций меди. Широкое использование цинка в процессе хозяйственной деятельности приводит к значительному загрязнению этим металлом объектов окружающей среды, в том числе и водотоков. Источниками загрязнения цинком в г. Алматы могут быть свалки бытовых и промышленных отходов, различные производства, оцинкованные поверхности, широко представленные в бытовых и производственных зданиях и т.д. Поэтому содержание цинка в реках города довольно высокое и

увеличивается по мере протекания рек по территории города. Кадмий в реках Алматы наблюдался достаточно редко во втором створе в концентрациях до 1 ПДК, что может быть связано с единичными сбросами загрязненных сточных вод АХБК. В целом реки города кадмием не загрязнены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. А. Резников, Е.П. Мулиновская, И.Ю. Соколова. Методы анализа природных вод. - М.: Гос. научн.-тех. изд-во лит. по геол. и охране недр. - 1963. - с. 249.
2. МУ 08 - 47/008. Методика количественного химического анализа проб природных, питьевых и очищенных вод на содержание цинка, кадмия, свинца и меди методом инверсионной вольтамперометрии.- Томск: Изд-во Томск. политех. ун-та, 1996. - С. 1 - 35.
3. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1977. - С. 156 - 163, 171 - 175.
4. Chemical pollution: A global overview. - Geneva.: UNEP, 1992. - С. 7 - 10.

Центр мониторинга загрязнения
природной среды РГП "Казгидромет"

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ АУЫР МЕТАЛЛ ИОНДАРЫМЕН ЛАСТАНУЫ

	Ж.М. Жаппарова
Биол. ғылымд. канд.	Г.Д. Садыкова
Геол. - минер. ғылымд. канд.	Е.Ж. Мұртазин

Баяндамада Алматы қаласы өзендерінде мыс, цинк, кадмий, сынап, қорғасын иондарының тараулы туралы мәліметтер берілген. Алматы қаласы өзендерінің ауыр металл иондарымен ластануы көрсетілген.