

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ АЛТАЯ

© 2009 А.В.Пузанов, С.В. Бабошкина

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул

Изучены содержание макро- и микроэлементов (Cd, Cr, Cu, Co, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn, V) в поверхностных водах различных физико-географических провинций Алтая. В изученных водах концентрации растворимых форм металлов, как правило, не превышают ПДК. Охарактеризован химический состав поверхностных вод Алтая в зависимости от особенностей питания рек, свойств почв, антропогенных факторов. Показано, что количество растворенных форм металлов напрямую зависит от общей минерализации воды. Наибольшая часть металлов в поверхностных водах Алтая транспортируется в составе взвеси. С уменьшением мутности воды возрастает удельное содержание металлов во взвеси.

Ключевые слова: поверхностные воды, микроэлементы, минерализация воды

Проблема загрязнения водных ресурсов является на сегодняшний день одной из актуальных тем экологических и биогеохимических исследований. основополагающими работами по оценке водной миграции химических элементов являются труды В.И. Вернадского, А.И. Перельмана [1]. К настоящему времени накоплен большой фактический материал по содержанию тяжелых металлов в природных водах [2-4]. Однако ряд исследователей считают, что среди природных объектов микроэлементный состав вод суши наименее изучен [5].

Цель данной работы – изучить особенности микроэлементного состава поверхностных вод различных физико-географических провинций Алтая.

Нами были исследованы наиболее крупные водотоки второго и третьего порядка, водосборный бассейн которых может дать представление о процессах водной миграции элементов на всей территории провинции. Отбор проб воды (34 пробы) проводили в устьевой части рек, в летнюю межень. Пробы отбирали в чистую полиэтиленовую посуду, фильтровали через мембранный фильтр, консервировали HNO_3 , транспортировали в темных

контейнерах. Содержание металлов в отфильтрованных пробах и взвешенном веществе определялось методом атомно-адсорбционной спектрометрии. Определение ионного состава воды проводилось титриметрическими методами [6].

Изученные нами поверхностные воды Северного, Северо-Восточного, Северо-Западного Алтая относятся к пресным водам, общая минерализация не превышала 0,7 г/л и составляла в среднем 0,4 г/л для рек Северного и Северо-Западного Алтая и 0,18 г/л – для рек Северо-Восточного Алтая. Отметим, что по химическому составу поверхностные воды Алтая относятся, как правило, к классу гидрокарбонатных кальциевых вод.

Установлено, что воды поверхностных водоемов Северного, Северо-Восточного и Северо-Западного Алтая характеризуются невысоким с санитарно-гигиенических позиций [7] содержанием водорастворимых форм металлов. Исключение составляет река Алей (Северо-Западный Алтай), содержание растворенных форм кадмия в которой (2 мкг/л) превышает ПДК_{в.х.} (1 мкг/л). Это связано с внесением в пахотные почвы бассейна большого количества фосфорных удобрений, содержащих кадмий в качестве примеси. В результате исследования показано, что в водах рек Алтая концентрационный ряд растворенных форм металлов как правило имеет вид: $\text{Fe} \gg \text{Zn} > \text{Ni} > \text{Cr} > \text{Cu} > \text{Mn} > \text{V} > \text{Pb} > \text{Cd} > \text{Co}$. В реках Северо-Западного Алтая, берущих начало в низкогорьях и имеющих преимуще-

Пузанов Александр Васильевич, доктор биологических наук, профессор, заместитель директора по науке. E-mail: puzanov@iwep.asu.ru
Бабошкина Светлана Вадимовна, доктор биологических наук, профессор, заместитель директора по науке. E-mail: svetlana@iwep.asu.ru

щественно дождевое питание, микроэлементы более интенсивно выщелачиваются из почв [8]. Поэтому в этих реках нами обнаружены максимальные концентрации растворенных форм Cu и Ni (16 мкг/л, р. Чарыш), Pb (4 мкг/л, р. Сосновка), V (5 мкг/л) и Zn (52 мкг/л) (р. Маралиха), Cd (0,6-2 мкг/л, р. Алей).

Увеличение содержания растворенных форм металлов в водоемах происходит по мере повышения общей минерализации воды, что обусловлено образованием прочных комплексных соединений металлов с минеральной составляющей вод [2-

4]. Это удерживает металлы в водной толще и активизирует процессы их десорбции с поверхности частиц взвешенного вещества и донных отложений. Поэтому в реках Северо-Восточного Алтая с низкой минерализацией воды концентрация растворенных металлов (кроме Fe, Cr) оказалась заметно ниже, чем в реках степной зоны Северо-Западного Алтая. Согласно результатам нашего исследования, наиболее четкая зависимость процентного содержания растворенной формы металла от ионного состава воды обнаружена для Pb (рис. 1).

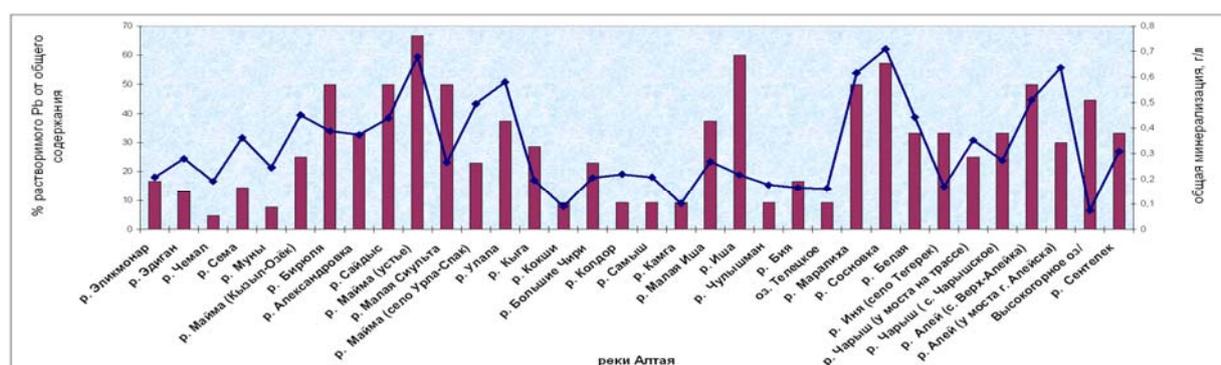


Рис. 1. Зависимость процентного содержания растворимой формы свинца от ионного состава поверхностных вод Алтая

Повышенные концентрации железа и марганца в поверхностных водах рек Северо-Восточного Алтая (р. Иша, 580 мкг/л) объясняются тем, что реки этой провинции дренируют ландшафты с высоким содержанием подвижных форм Fe и Mn – черную тайгу с кислыми почвами под манганофильной растительностью [8], долины некоторых рек провинции заболочены. Реки Северо-Западного Алтая, напротив, отличаются очень низкими концентрациями растворенного Fe, при этом среднее количество Fe и Mn во взвешенном веществе этих рек наиболее высокое, до 9250 мкг/л Fe и 590 мкг/л Mn. Это связано с тем, что в окислительных условиях и щелочной среде степных ландшафтов Северо-Западного Алтая железо и марганец находится преимущественно в труднорастворимой форме.

Более четкое территориальное различие по содержанию в водах рек различных физико-географических провинций Алтая наблюдается для растворенных форм цинка. Для этого элемента установлен и наиболее высокий показатель доли растворимой формы от общего содержания Zn в воде, в

среднем $77 \pm 3,6\%$, $C_v = 27,5\%$. Доля растворимых форм меди, кадмия, свинца от их общего содержания в водах изученных водоемов меньше и составляет: Cd $47,7 \pm 4,6\%$ ($C_v = 56\%$), Cu $37,7 \pm 3,2\%$ ($C_v = 50\%$), Pb $29,5 \pm 3,0\%$ ($C_v = 27,5\%$). То, что наибольшая часть свинца и меди транспортируется со взвешенным веществом воды, позволяет предположить смыв материала с почв водосборов основным источником поступления этих элементов в реки провинций.

Исследованное высокогорное озеро Коргонского хребта (Северо-Западный Алтай) отличается наименьшей мутностью воды (0,0013 г/л) из всех изученных водоемов. Поскольку с уменьшением мутности воды в составе взвесей увеличивается доля мелких фракций с большей активно сорбирующей площадью поверхности, взвешенное вещество этого озера отличается максимальными удельными концентрациями элементов: Cr (326 мкг/кг), Cu (11606 мкг/кг), Pb (746 мкг/кг), Fe (131275 мкг/кг) и Mn (4812 мкг/кг). В то же время содержание взвешенных форм этих металлов,

выраженное в микрограммах на литр, в этом озере минимальное. Ситуации, когда обе характеристики взвешенных форм металлов – и количественная (мкг/л) и «качественная» (мг/кг) указывают на повышенное их содержание, отмечены по кадмию в реках наиболее освоенных в сельскохозяйственном отношении районов: р. Алей, р. Майма, р. Бирюля, р. Имеря.

Выводы:

1. Общая минерализация поверхностные воды изученных провинций Алтая не превышает 700 мг/л и увеличивается от вод рек высокогорий, имеющих снежно-ледниковое питание, к водам рек низкогорий, имеющих преимущественно дождевое питание.

2. Ландшафтно-геохимическая дифференциация в пределах провинции определяет значительную вариабельность концентрации микроэлементов в поверхностных водах.

3. Содержание растворенной формы металлов в реках Алтая зависит от общей минерализации воды.

4. Высокий уровень концентрации растворенных и взвешенных форм кадмия в реках Алей, Майма обусловлен антропогенным воздействием.

5. Различия в химическом составе поверхностных вод различных провинций Алтая более существенно выражены для типоморфных элементов (Fe, Mn).

6. С уменьшением мутности воды, во взвеси поверхностных вод увеличивается количество тонкодисперсной фракции, повышаются адсорбционные свойства взвеси и возрастает удельное содержание металлов (мг/кг).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Перельман, А.И.* Геохимия ландшафта. – М.: Высш. школа, 1975. – 342 с.
2. *Мур, Дж. В.* Тяжелые металлы в природных водах / Дж. В. Мур, С. М. Раммамурти // М.: Мир, 1987. – 140 с.
3. *Moore, J.M.* Inorganic contaminants of surface water: research and monitoring priorities. – Springer-Verlag, New-Work, 1991. – 366 p.
4. *Линник, П.Н.* Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах / П.Н. Линник, Б.И. Набиванец // Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 272 с.
5. *Моисеенко, Т.И.* Распределение микроэлементов в поверхностных водах суши и особенности их водной миграции / Т.И. Моисеенко, Н.А. Гашкина // Водные ресурсы. – 2007. – Т. 34, №4, – С. 454 - 268.
6. *Новиков, Ю.В.* Методы исследования качества водоемов / Ю.В. Новиков, К.О. Ласточкина, З.Н. Болдина // М., 1990. – 397 с.
7. *Беспамятнов, Г.Н.* Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде / Г.Н. Беспамятнов, Ю.А. Кротов // Л.: Химия, 1985. – 528 с.
8. *Мальгин, М.А.* Биогеохимия элементов в Горном Алтае. – Новосибирск, Наука, 1978. – 272 с.

MICROELEMENTS IN SURFACE WATERS OF ALTAI

© 2009 A.V. Puzanov, S.V. Baboshkina

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul

The concentration of macro- and microelements (Cd, Cr, Cu, Co, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn, V) in the surface waters of different Altai physical-geographical provinces are studied. The concentration of dissolved forms of metals in the water under study does not exceed the maximum allowable one. The chemical composition of Altai surface water is characterized in accordance with the peculiarities of river supply, soil properties and the anthropogenic factors. It is shown that the content of dissolved forms of metals depends directly on the total water mineralization. The most metals in Altai surface water are transported with suspended matter. As the water turbidity decreases, the specific concentration of metals in suspension grows.

Key words: surface waters, microelements, water mineralization

Alexander Puzanov, Doctor of Biology, Professor, Deputy Director on Scientific Work. E-mail: puzanov@iwep.asu.ru
Svetlana Baboshkina, Doctor of Biology, Professor, Deputy Director on Scientific Work.. E-mail: svetlana@iwep.asu.ru