

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВЕРХНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ УРАЛ

Исследования загрязненности тяжелыми металлами верхнего течения Урала и водохранилищ позволили определить участки реки, подверженные техногенной нагрузке, проследить содержание Cu, Zn, Fe в природной воде за летне-осенний период 2008 г. Результаты исследования позволяют судить о направленности гидрохимических процессов в водохранилищах р. Урал.

Ключевые слова: медь, цинк, железо, водохранилище, река Урал.

Тяжелые металлы (ТМ) в очень высокой степени вовлечены в антропогенную деятельность, они отличаются настолько высокой технофильностью, что можно сказать о современной «металлизации» биосферы [1. С. 162]. На сегодняшний день загрязнение природных пресных вод ТМ стало особо острой проблемой, так как вода является основной средой миграции ТМ в биосфере, концентрации которых остаются постоянными в водной экосистеме, и их токсичность может не убывать в течение длительного времени. Они не подвергаются биодеградации и обладают способностью аккумулироваться в различных компонентах экосистемы, в том числе и в живых организмах. Основными источниками ТМ являются использованные промышленные и сточные воды, атмосферные осадки, аварии различных установок и хранилищ [2. С. 211–212].

Южный Урал находится в зоне недостаточного увлажнения и по своему географическому положению имеет ограниченные водные ресурсы [3. С. 21–25]. Урал – самая протяженная и многоводная река этого региона. По своей длине река (2428 км) уступает в Европе только Волге и Дунаю, протекает в меридиональном направлении. Основной исток реки расположен у подножия Круглой Сопки. Другие истоки составляют пять мощных родников, бьющих из подножия гор Нажимтау и Уйташ в восточных отрогах хребта Уралтау Учалинского района Республики Башкортостан [4. С. 120].

Развитие предприятий черной металлургии предъявляло требования к улучшению условий водопользования путем зарегулирования речного стока. Эту задачу в верхнем течении решает Верхнеуральское водохранилище, располагающее емкостью, достаточной для обеспечения многолетнего регулирования стока.

Преимущественным назначением этого водохранилища является обеспечение потребностей водоснабжения, освоение сельскохозяйственных и фермерских угодий, развитие рыбного промысла, а также рекреационных ресурсов. Организованный сброс загрязняющих веществ в водохранилище отсутствует. Магнитогорское водохранилище является резервным, аккумулирующим бассейном, часть которого превращена в пруд, выполняющий функции отстойника и охладителя.

Работы ученых, проводимые в 1995–1998 гг. посвящены как исследованию качества воды Урала, так и изучению гидрохимических процессов в водохранилищах реки. Так З.Ф. Кривопалова указывает, что вода Урала, протекающего в зоне промышленного освоения, по химическому составу – азональна, содержит повышенные концентрации солей, тяжелых металлов, относится к сульфатному классу [3. С. 21–25]. А.М. Колесникова, исследовав содержание ТМ в притоках Урала, отмечает, что вода реки относится к группе кальциевых гидрокарбонатного класса [5]. Исследование направленности гидрохимических процессов в водохранилищах реки показало, что в Верхнеуральском водохранилище характерна аккумуляция железа с преобладанием процессов самоочищения. В Магнитогорском водохранилище ярко выражено загрязнение воды, особенно по меди и цинку [6. С. 144].

А.М. Гареев отмечает, что в результате влияния Верхнеуральского, Магнитогорского промышленных узлов вода Урала загрязнена нефтепродуктами, фенолами, сульфатами, ионами тяжелых металлов, а также органическими веществами, поступающими в составе хозяйственно-фекальных стоков [7. С. 191–192].

Повышенная техногенная нагрузка на р. Урал требует проведения регулярного мониторинга

Таблица 1. Критерии* высокого загрязнения (ВЗ) и экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) поверхностных вод

Металл	Класс опасности (ГОСТ 17.4.1.02-83)	ПДК _{рыб.хоз.} мг/л	ВЗ, мг/л	ЭВЗ, мг/л	Фон (по А.П. Виноградову), мг/л
медь	3	0,001	0,03-0,05	> 0,05	0,001-0,02
цинк	3	0,01	0,1-0,5	> 0,5	0,0001-0,02
железо	4	0,1	3-5	> 5	0,01-0,067

Примечание: * составлены на основании приказа №156 от «31» октября 2000 г. Росгидромета

природных вод. Поэтому целью данной работы является исследование загрязненности тяжелыми металлами (медь, цинк, железо) верхнего течения р. Урал и водохранилищ за летне-осенний период 2008 г.

ТМ определялись в шести точках отбора проб (рис. 1):

Точка 1 – д. Форштадт, расположена в 25 км выше Верхнеуральского водохранилища.

Точка 2 – пос. Спасский, располагающийся в верхней части Верхнеуральского водохранилища.

Точка 3 – плотина Верхнеуральского водохранилища.

Точка 4 – пос. Приморский, расположен в 5 км ниже Верхнеуральского водохранилища и в 10 км выше Магнитогорского водохранилища.

Точка 5 – плотина Магнитогорского водохранилища.

Точка 6 – пос. Янгельский, расположен в 30 км ниже Магнитогорского водохранилища.

Отбор проб производился согласно общепринятой методике, пробы анализировались в день отбора. Массовые концентрации ТМ в пробах природных вод определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на аппарате «CONTR AA» с плазменным атомизатором «ацетилен-кислород» [8].

Для экологической оценки вод использовали кратность превышения предельно допустимых концентраций тяжелых металлов для водоемов рыбохозяйственного назначения (ПДК_{рыб.хоз.}), где учитывалась группа токсичности каждого металла (табл. 1).

Результаты анализа показывают, что содержание меди в воде в летнее время во всех точках превышает ПДК до 16–26 раз (рис. 2). При этом максимальная концентрация элемента наблюдается ниже Магнитогорского водохранилища в районе пос. Янгельский. Следует отметить, что содержание Си в точках 1, 2, 4, 5 входит в пределы фонового уровня для речных вод, за исключением точек 3, 6. В осенний период уровень

меди в реке превышает ПДК в 19–36 раз. При этом максимум в точках 2, 3 относится к критерию высокого загрязнения поверхностных вод, а концентрация элемента в точке 5 находится в пределах естественного фона.

Особо отчетливо видно, что содержание меди в воде осенью выше, чем летом, за исключением точки 6.

В точке 5 отмечаются наименьшие концентрации меди в летне-осенний период. Сравнивая точки 1 и 4, наблюдаем уменьшение содержания меди, что позволяет выдвинуть предположение о самоочищающей способности р. Урал, которую выполняет Верхнеуральское водохранилище. Что нельзя сказать о реке после Магнитогорского водохранилища, так как концентрации меди увеличиваются в точке 6. Видимо, это связано с большой техногенной на-



Рисунок 1. Карта-схема расположения точек отбора проб в районе исследования

грузкой на воды этого водохранилища. Сбрасываемые сточные воды промышленного комплекса города сначала очищаются и разбавляются (точка 5), затем вода в Урале вновь становится загрязненной под воздействием Агаповского карьера известняков, расположенного ниже по течению реки.

Наши исследования показывают, что содержание цинка в воде в летний период превышает ПДК в 3-7 раз, где в максимуме находится точка 6 (рис. 3). Следует отметить, что концентрация этого элемента во всех точках отбора выходит

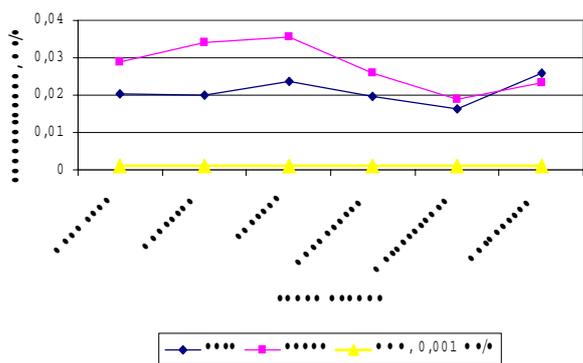


Рисунок 2. Изменение концентрации Cu в р. Урал, лето – осень 2008 г.

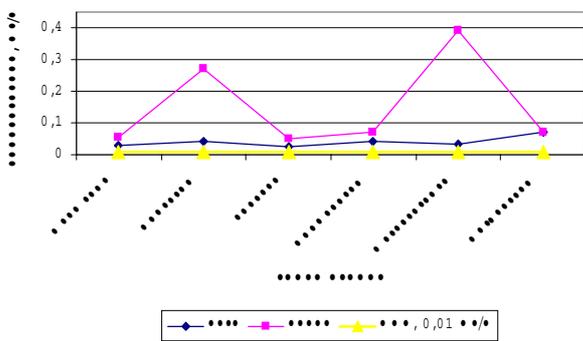


Рисунок 3. Изменение концентрации Zn в р. Урал, лето – осень 2008 г.

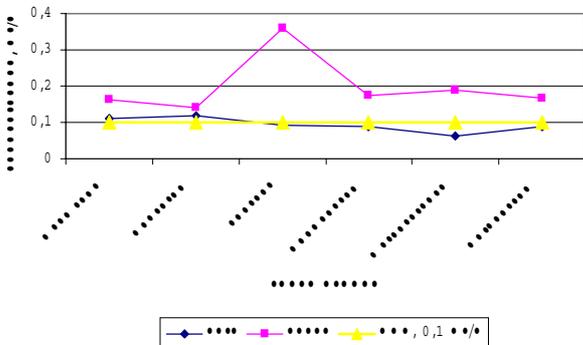


Рисунок 4. Изменение концентрации Fe в р. Урал, лето – осень 2008 г.

за пределы естественного уровня цинка в речных водах. В точках 1 и 4 уровень Zn в воде одинаков, что говорит о протекающих в реке процессах самоочищения. Сравнивая точки 4 и 6, которые соответствуют створам выше и ниже Магнитогорского водохранилища, наблюдаем незначительное увеличение содержания цинка. Это доказывает предположение о том, что р. Урал не справляется с самоочищением по данному металлу в летнее время.

В осенний период наблюдается превышение ПДК от 5 до 40 раз. Концентрация металла во всех точках выше фонового уровня Zn в воде рек. Кривая имеет скачкообразный вид – максимумы приходятся на точки 2 и 5, относящиеся к уровню высокого загрязнения. Следует отметить тенденцию, что содержание цинка осенью выше, чем летом, аналогично ситуации по Cu, за исключением точки 6. Исследовав концентрации металла в точках 1, 4 и 6, наблюдаем небольшой рост уровня цинка в воде, то есть уменьшение скорости процессов самоочищения в осенний период как Верхнеуральского, так и Магнитогорского водохранилищ.

Из рисунка 4 следует, что содержание железа в летнее время не превышает значения ПДК в точках 3-6, при этом минимальная концентрация зарегистрирована в точке 5 (рис. 4). Незначительное превышение допустимого уровня наблюдается в точках 1, 2. Однако во всех створах можно отметить отклонение от естественного фона Fe в речной воде. Следует отметить, что в летний период р. Урал справляется с процессами самоочищения по данному элементу за счет активной жизнедеятельности гидробионтов.

В осенний период концентрация Fe повысилась во всех точках с превышением ПДК в 1,4-3,6 раза. Максимальный уровень железа находится в точке 3, который относится к высокому загрязнению. Концентрация элемента в воде в точках 1 и 4 незначительно увеличилась. Это свидетельствует об уменьшении интенсивности самоочищения Верхнеуральского водохранилища. Содержание же Fe в точках 4 и 6 одинаково, что является доказательством самоочистки Урала в районе исследования реки.

Обобщая результаты исследований, можно сделать следующие выводы:

1. Содержание исследуемых металлов в воде Урала выше осенью, чем летом, так как в летний период увеличивается интенсивность

процесса фотосинтеза и концентрация растворенного в воде кислорода падает, что приводит к снижению скорости окислительных реакций. В свою очередь это ведет к уменьшению уровня тяжелых металлов, связанных с растворенными соединениями.

2. Для Верхнеуральского водохранилища характерно загрязнение по меди, цинку и железу в осенний период. При этом их содержания в воде относятся к уровню высокого загрязнения. Возможно, это связано с аэрозольным вариантом загрязнения водоемов тяжелыми металлами. По среднегодовой розе ветров (рис. 1) вид-

но, что южные и юго-западные ветра приносят загрязняющие ингредиенты с предприятий г. Магнитогорска. Процессы самоочищения по исследуемым металлам особенно активны в летнее время. Осенью водоем не справляется с очисткой по цинку и железу.

3. В Магнитогорском водохранилище ярко выражено загрязнение воды цинком в осенний период, содержание которого входит в пределы высокого загрязнения. Исследуемый гидроузел самоочищается от железа, как летом, так и осенью, что не наблюдается по меди и цинку в исследуемый период.

Список использованной литературы:

1. Гусакова Н.В. Химия окружающей среды. Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 192 с.
2. Богдановский Г.А. Химическая экология. М.: МГУ, 1994. – 237 с.
3. Кривопалова З.Ф. Антропогенная водных объектов Южного Урала и пути их реконструкции // Проблемы экологии Южного Урала. 1995. №1. – С. 21-25.
4. Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 312 с. + вкл. 96 с.
5. Колесникова А.М. Тяжелые металлы в реках Башкирского Зауралья в условиях добычи и переработки медно-колчеданных руд / Дисс. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2004. – 132 с.
6. Кривопалова З.Ф. Оценка направленности гидрохимических процессов в водохранилищах реки Урал // Тез. докл. конф. «Экологические проблемы бассейнов крупных рек-2». Тольятти, 1998. – С. 144.
7. Гареев А.М. Реки и озера Башкортостана. Уфа: Китап, 2001. – 260 с.
8. Методика выполнения измерений массовых концентрация железа, кобальта, марганца, меди, никеля, серебра, хрома и цинка в пробах питьевых, природных и сточных вод методом атомно-абсорбционной спектрометрии. М., 1998. – 20 с.

Сведения об авторах:

Янтурин Сафаргали Искандарович, заведующий кафедрой экологии Сибайского института (филиал) Башкирского государственного университета, доктор биологических наук, профессор
Республика Башкортостан, г. Сибай, ул. Белова, д. 21, тел.: (34775) 35513, факс: (34775) 39150,
e-mail: kaf.ecol@list.ru

Кужина Гульнара Шарифовна, ассистент кафедры экологии Сибайского института (филиал) Башкирского государственного университета
Республика Башкортостан, г. Сибай, ул. Белова, д. 21, тел.: (34775) 35513, факс: (34775) 39150,
e-mail: kugina@mail.ru

Kuzhina G.Sh., Yanturin S.I.

STUDY OF HEAVY METAL CONTAMINATION IN THE UPPER SECTIONS OF THE URAL RIVER

Studies of heavy metal contamination in the upper sections of the Ural River and the reservoirs enabled to identify the river sections subject to the anthropogenic load, monitor Cu, Zn, Fe contents in natural water over the summer and fall period of 2008. The results indicate the direction of hydro-chemical processes in the Ural reservoirs.

Key words: copper, zinc, iron, reservoir, Ural River.