

УДК 541:504.455

ОЦЕНКА ЗАВИСИМОСТИ КОНЦЕНТРАЦИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ОТ ВОДОРОДНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ В МАЛЫХ ОЗЕРАХ БАССЕЙНА РЕКИ НАДЫМ

Агбалян Е.В., Шинкарук Е.В.

ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», Салехард, e-mail: agbelena@yandex.ru

Дана оценка уровню загрязнения поверхностных вод малых озер бассейна реки Надым тяжелыми металлами и связь их концентраций с реакцией водной среды. Концентрации металлов-загрязнителей в поверхностных водах малых озер не превышают естественного фонового уровня. Повышенное содержание железа, марганца, меди и цинка в поверхностных водах обследованных озер обусловлено природными факторами. В кислой среде повышается подвижность ионов свинца, хрома и алюминия, что приводит к усилению потенциальных негативных эффектов тяжелых металлов для гидробионтов.

Ключевые слова: тяжелые металлы, малые озера, pH среды, подвижность ионов, Надым

THE DEPENDENCE OF THE CONCENTRATIONS OF HEAVY METALS FROM PH IN SMALL LAKES OF THE BASIN OF THE RIVER NADYM

Agbalyan E.V., Shynkaruk E.V.

State Public Institution of Yamalo-Nenets Autonomous District Scientific Research Centre of the Arctic, Salekhard, e-mail: agbelena@yandex.ru

The estimation of the pollution of surface water from small lakes in the basin of the Nadym river with heavy metals and the relationship of their concentrations with the reaction of the water environment. Metal concentrations of pollutants in surface waters of small lakes do not exceed natural background levels. High content of iron, manganese, copper and zinc in surface waters of lakes surveyed due to natural factors. In the acidic environment increases the mobility of ions of lead, chromium and aluminum, which increases the potential negative effects of heavy metals to aquatic organisms.

Keywords: heavy metals, small lakes, pH, ion mobility Nadym

К приоритетным загрязнителям окружающей среды относятся тяжелые металлы (ТМ). Тяжелые металлы поступают в водную среду в результате природных и антропогенно-обусловленных процессов. Многие тяжелые металлы являются жизненно необходимыми для живых организмов, их повышенное содержание приводит к нарушению функции органов и систем, тератогенным и мутагенным эффектам [2,3].

Основным источником загрязнения водных объектов бассейна реки Надым тяжелыми металлами являются предприятия нефтегазового комплекса, деятельность которых связана с освоением крупнейших газовых и нефтяных месторождений Медвежье, Ямбургское, Уренгойское, Северо-Уренгойское, Песцовское, Северо-Комсомольское, Сугмутское, Юрхаровское. Тяжелые металлы могут поступать в озера со стоками нефтегазопромышленного комплекса, в результате выпадения тяжелых металлов на территории водосборов из загрязненной атмосферы продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факелах и газифакельных установках, в результате глобального переноса воздушных масс из западных, северо-западных промышленно развитых территорий севера Европы и Европейской территории России.

Малые озера представляют собой уникальные модели для изучения состояния окружающей среды в локальном, региональном и глобальном масштабах, изучения миграции и трансформации химических элементов. Известно, что миграционная активность многих металлов повышается в кислой среде. Представляет интерес выявление связей между уровнем кислотности водной среды и концентрациями тяжелых металлов для выявления особенностей формирования качества вод.

Цель исследования заключалась в оценке уровня загрязнения поверхностных вод малых озер бассейна реки Надым тяжелыми металлами и связь их концентраций с реакцией водной среды.

Материалы и методы исследования

Проведено гидрохимическое обследование четырех озер, расположенных в подзоне северной тайги бассейна реки Надым с островным распространением многолетнемерзлых пород, торфяников, бугров и гряд лущения. Почвообразующие породы представлены озерно-аллювиальными отложениями с прослойками и линзами суспензий. Характерным типом растительности является березово-лиственничные и березово-сосновые кутарничко-лишайниковые редколесья [8].

По морфометрическим показателям обследованные озера относятся к малым озерам. Время отбора проб: сентябрь. Отбор проб проводился с учетом тре-

бований «ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб». Отбор проб осуществлялся с глубины 0,3-0,5 м в количестве 1 л в полиэтиленовые бутылки. Химико-аналитические работы проводились в стационарной лаборатории качества вод, устойчивости водных экосистем и экотоксикологии и в сертифицированной Федеральной службой по аккредитации лаборатории экологических исследований Тюменского государственного университета.

В отобранных пробах определялись: рН – потенциометрическим методом, кремний – спектрофотометрическим методом, концентрации алюминия, свинца, железа, меди, никеля, кобальта, цинка, марганца, хрома, кадмия, ртути определялись атомно-абсорбционным методом (ContrAA, Analytik Jena, Германия).

Результаты исследования и их обсуждение

Показатель рН обследованных озер варьировал от 4,9 до 6,82. Поверхностные воды двух малых озер имели низкие значения водородного показателя: 4,9 и 5,7 соответственно. Региональные фоновые значения водородного показателя составляют от 6,3 до 7,7 [4], ПДК_{рх} находится в диапазоне от 6,0 до 9,0.

К веществам высокой степени опасности относятся Hg, Pb, Cd. В обследованных озерных экосистемах содержание свинца и кадмия не превышало ПДК для водных объектов рыбохозяйственного назначения (табл. 1). Концентрации свинца в озерах б/н № 1 и № 2 выше кларковых значений в 1,4 и в 1,9 раза и составляли 0,0014 и 0,0019 мг/л соответственно. Концентрации ртути в озерных водах не превышали кларка для природных вод и были не более 0,05 мг/л.

В группу менее опасных тяжелых металлов входят Cu, Co, Ni, Cr, Zn. В водных объ-

ектах бассейна реки Надым содержание никеля, кобальта и хрома не превышало ПДК. Во всех пробах озерных вод концентрации меди и цинка были выше ПДК в 1,3 – 4 раза. Максимальные концентрации меди и цинка выявлены в озере б/н №1, не подверженном воздействию антропогенного фактора. Повышенное содержание данных тяжелых металлов в поверхностных водах обследованных озер обусловлено природными условиями и является типичным для водных объектов севера Западной Сибири [5, 6, 7, 9].

Наибольшую опасность представляют подвижные формы тяжелых металлов. Миграционная активность ионов металлов значительно повышается в кислой среде. В нашем исследовании показана высокая зависимость концентраций многих тяжелых металлов от водородного показателя (табл. 2). Положительная связь выявлена для марганца ($r = 0,903$), кремния ($r = 0,729$) и железа ($r = 0,613$). Концентрация металлов в воде увеличивается при повышении водородного показателя. Максимальные концентрации марганца, кремния и железа выявлены в озерах б/н № 3 и «Янтарное» с нейтральными величинами рН.

В кислой среде повышается подвижность ионов свинца ($r = -0,994$), хрома ($r = -0,828$) и алюминия ($r = -0,921$). Суммарная концентрация тяжелых металлов 2 и 3 класса опасности (свинца и хрома) максимальная в озерах б/н № 1 и 2 со слабокислой водной средой. Величина рН оказывает непосредственное влияние на токсичность загрязняющих веществ, усиливая негативные эффекты тяжелых металлов для гидробионтов.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в поверхностных водах малых озер бассейна реки Надым ЯНАО

№ п/п	Показатель	ПДК _{рх}	Кларк речной воды**	Озеро б/н №1	Озеро б/н №2	Озеро б/н №3	Озеро «Янтарное»
1	Si, мг/л	0,1	6,0	0,084	0,074	0,823	2,51
2	Al, мг/л	0,04	0,16	0,0112	0,0269	0,0075	0,0078
3	Fe, мг/л	0,1	0,04	0,223	0,203	0,514	2,50
4	Cu, мг/л	0,001	0,007	0,0053	0,0037	0,0046	0,0025
5	Ni, мг/л	0,01	0,0025	0,0041	0,0031	0,0025	0,0034
6	Co, мг/л	0,01	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
7	Zn, мг/л	0,01	0,02	0,0286	0,0126	0,00649	0,00568
8	Mn, мг/л	0,01	0,01	0,00575	0,00684	0,019	0,0172
9	Pb, мг/л	0,006	0,001	0,0014	0,0019	0,00079	0,00094
10	Cr, мг/л	0,02	0,001	0,00253	0,00222	0,00142	0,00136
11	Cd, мг/л	0,005	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
12	Hg, мкг/л	0,01	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Примечание. * – кларк речной воды (по [1]).

Таблица 2

Корреляционные связи между концентрациями тяжелых металлов в водах малых озер бассейна реки Надым и водородным показателем

№ п/п	Показатель	M±б	R (корреляция)
1	Si, мг/л	0,873±0,888	0,729
2	Al, мг/л	0,013±0,0071	-0,921
3	Fe, мг/л	0,860±0,854	0,613
4	Cu, мг/л	0,004±0,00093	-0,207
5	Ni, мг/л	0,003275±0,0005	-0,318
7	Zn, мг/л	001334±0,0082	-0,51
8	Mn, мг/л	0,01219±0,0053	0,903
9	Pb, мг/л	0,00126±0,00039	-0,994
10	Cr, мг/л	0,00188±0,00045	-0,828

С другой стороны озерные воды северной тайги богаты органическими веществами, гуминовыми кислотами способными к комплексообразованию с тяжелыми металлами. Комплексы природных высокомолекулярных соединений с тяжелыми металлами достаточно прочные и тем самым способны снижать токсические эффекты гидратированных ионов металлов или простых соединений тяжелых металлов с неорганическими анионами.

Железо и марганец относятся к петрогенным элементам и определяют фазовый химический состав системы. Процессы химического выветривания горных пород сидерита, глауконита, пирита приводят к обогащению поверхностных вод железом. Железо в воде находится в ионной форме и в виде комплексов с водой, неорганическими и органическими соединениями. Fe (II) подвергается химическому окислению и окислению с участием железобактерий до Fe (III), и в виде гидроксидов выпадает в осадок. В зоне северной тайги поверхностные воды содержат железо в значительных концентрациях в виде гуматов [9].

Марганец принадлежит к распространенным элементам в окружающей среде. Основными минералами марганца являются пиролюзит, манганит, браунит. Преобладающая форма миграции марганца в озерных водах катионная (Mn²⁺). Микробиота и Fe (III) выступают в роли катализатора процесса окисления марганца. Марганец в озерных водах окисляется до оксида марганца кислородом, растворенным в воде и в виде озерных железо-марганцевых конкреций и железо-марганцевых корок марганец накапливается на дне озер.

Заключение. Концентрации металлов-загрязнителей в поверхностных водах малых озер бассейна реки Надым не превышают естественного фонового уровня. Однако кон-

центрации свинца в озерах незначительно выше кларковых значений, концентрации железа, марганца, меди и цинка превышают ПДК. Повышенное содержание данных тяжелых металлов в поверхностных водах обследованных озер обусловлено почвенными, органоминеральными и геологическими природными факторами и является типичным для водных объектов севера Западной Сибири. В кислой среде повышается подвижность ионов свинца, хрома и алюминия и усиливаются потенциальные негативные эффекты тяжелых металлов для гидробионтов.

Список литературы

1. Войткевич Г.В., Кокин А.В., Мирошников А.Е., Прохоров В.Г. Справочник по геохимии. – М.: Недра, 1990. – 480 с.
2. Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века. – М.: Академия, 2003. – 400 с.
3. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. – М, 2003. – 400 с.
4. Ермилов О.М. Воздействие объектов газовой промышленности на северные экосистемы и экологическая стабильность геотехнических комплексов в криолитозоне/ О.М. Ермилов, Г.И. Грива, В.И. Москвин. – Новосибирск: Изд-во РАН, 2002. – 148 с.
5. Москвиченко Д.В. Гидрохимические особенности рек Мессояха и Монгаюрйей (Ямало-Ненецкий автономный округ) // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2003. – Вып. 4. – С. 137-144.
6. Пыстина Н.Б., Баранов А.В., Ильякова Е.Е., Унанян К.Л. Исследования гидрохимических характеристик водных объектов в районе Бованенковского НКМ // Вести газовой науки. – 2013. – № 2 (13). – С. 107-112.
7. Свириденко С.П. Качество воды в реке Полуя Ямало-Ненецкого автономного округа // Сборник докладов международной научно-практической конференции ТюмГАСУ. – Тюмень, 2013. – С. 231-233.
8. Сорокина Н.В. Антропогенные изменения северотаёжных экосистем Западной Сибири (на примере Надымского района): автореф. дис... канд. биол. наук. – Тюмень, 2003. – 25с.
9. Хорошавин В.Ю., Ефименко М.Г. Исследование естественных процессов формирования химического состава поверхностных вод с целью оценки критических антропогенных нагрузок и устойчивости водных экосистем таёжной зоны Западной Сибири // Вестник Тюменского государственного университета. – 2014. – №12. – С. 33-34.