

ОЦЕНКА ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИРОДНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ГЫДАНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Наталья Викторовна Юркевич

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник; Новосибирский государственный технический университет, 630073, Россия, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, доцент кафедры геофизических систем, e-mail: YurkevichNV@ipgg.sbras.ru

Ольга Петровна Саева

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник, e-mail: SaevaOP@ipgg.sbras.ru

Владимир Владимирович Оленченко

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, e-mail: OlenchenkoVV@ipgg.sbras.ru

Антон Иванович Синицкий

Научный центр изучения Арктики, 629008, Россия, г. Салехард, ул. Республики, 73, кандидат геолого-минералогических наук, директор, e-mail: geolosoph@gmail.com

Приводятся физико-химические параметры и химические компоненты вод Гыданского полуострова вблизи оз. Парисенто: рН, Eh, электропроводность, БПК, ХПК, растворенный кислород, основные ионы и микроэлементы, нефтепродукты. Определены три группы водоемов по особенностям ионного состава и их взаимосвязь с геологическим строением территории: ультрапресные термокарстовые озера, озера старичного типа и водотоки с промежуточной минерализацией (оз. Круглое, оз. Парисенто и впадающие в него ручьи). Обнаружены гидрохимические аномалии ряда химических элементов (Fe, Mn, La, Ce, Nd, Y, Cr, Sb и Rb) по сравнению со средними содержаниями в пресных поверхностных водах.

Ключевые слова: поверхностные воды, микроэлементный состав, макрокомпоненты, минерализация, нефтепродукты, Гыданский полуостров.

GEOCHEMICAL COMPOSITION OF NATURAL SURFACE WATER ON THE GYDAN PENINSULA

Nataliya V. Yurkevich

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptuyug Prospect, Ph. D., Senior Researcher; Novosibirsk State Technical University, 630073, Russia, Novosibirsk, 20 Karla Marksa Prospect, Assistant Professor of Department of Geophysical Systems, e-mail: YurkevichNV@ipgg.sbras.ru

Olga P. Saeva

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptuyug Prospect, Ph. D., Researcher, e-mail: SaevaOP@ipgg.sbras.ru

Vladimir V. Olenchenko

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptyug Prospect, Ph. D., Senior Researcher, e-mail: OlenchenkoVV@ipgg.sbras.ru

Anton I. Sinitskiy

Scientific Research Center of the Arctic, 629008, Russia, Salekhard, 73 Republic St., Ph. D., Director, e-mail: geolosoph@gmail.com

This article provides the physicochemical parameters and chemical components of the surface waters of the Gydan Peninsula Parisento lake area: pH, Eh, conductivity, biological oxygen demand, chemical oxygen demand, dissolved oxygen, petroleum products, major ions and trace elements. Three groups of water reservoirs were defined according to the features of ion composition and their relationship with the geological structure of the territory: fresh thermokarst lakes, oxbow lakes and streams with intermediate salinity (Krugloe Lake, Parisento Lake and tributaries). Hydrochemical anomalies of several chemical elements (Fe, Mn, La, Ce, Nd, Y, Cr, Sb and Rb) were discovered in comparison with the average concentrations in fresh surface waters.

Key words: surface water, trace element composition, macro components, salinity, mineral oil, Gydan Peninsula.

Гыданский полуостров – одна из немногих территорий округа, которую пока не затронуло промышленное освоение. Слабая изученность территории обусловлена ее труднодоступностью. Современная информация о состоянии окружающей среды в литературных источниках недостаточно освещена, приводятся некоторые данные о составе рек Юрибей и Гыда [1], Мессояха и Монгаюрибей [2], малых озер [3, 4] и подземных вод полуострова [5, 6]. Перед началом работ по освоению недр территории необходимо комплексно оценить состав поверхностных вод данной территории для установления фонового состояния экосистемы.

Для исследования состава сотрудниками «Научного центра изучения Арктики» (г. Салехард, А.И. Синицкий) были отобраны 28 проб воды природных рек, ручьев и озер вблизи озера Парисенто (Ямало-Ненецкий автономный округ, Тазовский район). Воды анализировались потенциметрическим (pH, Eh, Cl⁻, F⁻, I⁻, NO₃⁻, NH₄⁺), кондуктометрическим (электропроводность), титриметрическим (O_{раств.}, ХПК, БПК, HCO₃⁻, CO₃²⁻), колориметрическим (NO₂⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻), ИСП-МС (Ca, Mg, K, Na, Si, Fe, Al, Mn, Cr, Co, Ni, Sb, As, Ba, Sr, Rb, La, Ce, Nd, Y, Zr), ГХ/МС (нефтепродукты) методами.

Активная реакция среды исследуемых водных проб нейтральна, значения pH находятся в диапазоне 6.1–7.2 единиц, что соответствует уровню чистых природных поверхностных речных и озерных вод. Невысокий уровень общей минерализации позволяет отнести исследуемые водоемы к ультрапресным (минерализация до 0.1 г/л). Но, поскольку отбор проб производился в летне-осеннюю межень, когда в минерализацию вносят вклад грунтовые воды, общее содержание солей несколько выше, чем в дождевых водах. Химическое потребление кислорода (ХПК) варьирует почти во всех пробах от 2.5 до 8.9 мгО/л (таблица), что соответствует тундровой физико-географической зоне. Косвенно

полученные величины ХПК в фильтрованных пробах позволяют судить о невысоком уровне содержания растворенного органического углерода, что обусловлено малой общей биологической продуктивностью водоемов, низкой степенью загрязненности органическими веществами и соединениями биогенных элементов. Можно предположить, что содержание органического углерода определяется растворенными органическими веществами гумусового ряда, что характерно для незагрязненных тундровых рек и озер. Значения биологического потребления кислорода (БПК₅) для всех исследуемых проб находятся в пределах нормы (< 2 мгО/л), что свидетельствует об отсутствии биологического загрязнения.

Таблица

Физико-химические параметры водных проб.

Eh – окислительно-восстановительный потенциал, χ – удельная электропроводность, Ж_{общ} – общая жесткость, Ж_к – карбонатная жесткость

n=28	pH	Eh, мВ	χ , μСм/ см	ХПК, мгО/л	БПК ₅ , мгО/л	O ₂ , мг/л	C _{орг.} , мг/л	Ж _{общ} мМ·экв/л	Ж _к мМ·экв/л
Мин	6.1	376	9.6	0.94	0.1	9.6	0.4	0.056	0.087
Макс	7.2	477	100	8.9	1.9	12.7	3.3	0.93	0.95
средн	6.8	431	25	4.4	1.0	11.0	1.6	0.18	0.22
ПДК _{рх} *	6.5-8.5	-	-	15**	2.0**	2.0-14	-	0-1.5***	-
n=28	Ca ²⁺ мг/л	Mg ²⁺ мг/л	Na ⁺ мг/л	K ⁺ мг/л	HCO ₃ ⁻ мг/л	SO ₄ ²⁻ мг/л	Cl ⁻ мг/л	Fe _{общ} мг/л	Сумма ионов мг/л
Мин	0.5	0.3	0.4	0.1	5.3	0.01	0.2	0.0069	6.9
Макс	9.3	5.6	4.9	0.7	58	8.5	5.1	2.1	94
средн	1.7	1.1	1.2	0.3	13	1.3	1.1	0.29	20
ПДК _{рх} *	180	40	120	50	-	100	300	0.3	-

Примечание: * – для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [7]; ** – значения для чистых природных поверхностных вод тундровых рек и озер; *** – для мягкой воды рыбо-хозяйственного назначения по стандарту [8].

Корреляционная взаимосвязь удельной электропроводности (УЭП), измеренной прямым кондуктометрическим способом, и суммарной концентрации макро-ионов (коэффициент корреляции 0.98) указывает на вклад в общую минерализацию преимущественно неорганических ионов. Отсутствие значимой взаимосвязи ХПК с УЭП определяется незначительным вкладом в общую минерализацию органической составляющей.

Общая жесткость проб составляет в среднем 0.18 мМоль·экв/л, исследуемые воды относятся к мягким, что характерно для рек и озер, расположенных в зонах тайги и тундры. Общая жесткость выше в озерах старичного типа, про-

токах и ручьях, приуроченных к верхнечетвертичной – современной озерной котловине на поверхности IV морской равнины, что может свидетельствовать о вкладе грунтового питания в формирование состава вод. Общая жесткость воды в водоемах, расположенных на верхнечетвертичной современной аллювиально-озерной равнине, ниже, что по совокупным анализам предварительно позволяет отнести их к термокарстовым озерам с преимущественно атмосферным (снеготалым) питанием.

Суммарное содержание основных катионов и анионов варьирует от 6.9 до 92 мг/л. Концентрации ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^- значительно ниже ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (табл. 1).

По содержанию основных катионов и анионов в растворе исследуемые водные объекты можно разделить на три группы.

ГРУППА А. Озера с наименьшими суммарными концентрациями анионов и катионов (6.9–17 мг/л) и электропроводностью (10–30 мкСм/см) находятся севернее оз. Парисенто, приурочены к верхнечетвертичной современной аллювиально-озерной равнине (II и III террасы). По косвенным геоморфологическим признакам сформированные на этой территории озера можно отнести к термокарстовым. Питание, вероятнее всего, осуществляется за счет снеготалых вод. В анионном составе преобладают гидрокарбонаты, вклад сульфат- и хлорид-ионов незначительный, среди катионов основные – магний и кальций. Воды этой группы объектов относятся к гидрокарбонатному классу, кальций-магниевому типу, что отражено в формуле Курлова:

$$M_{0.012} \frac{\text{HCO}_3 90 \text{Cl} 5 \text{SO}_4 5}{\text{Mg} 42 \text{Ca} 37 \text{Na} 18 \text{K} 3} pH_{6.8},$$

где (здесь и далее) М – средняя минерализация, г/л, количество Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ указано в % от суммарного содержания катионов (ммоль·экв/л), количество HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- указано в % от суммарного содержания анионов (ммоль·экв/л).

ГРУППА Б. Водоемы с суммарными содержаниями катионов и анионов от 8.6 до 92 мг/л расположены к востоку и северо-востоку от оз. Парисенто и приурочены к верхнечетвертичной – современной озерной котловине на поверхности IV морской равнины. Водоемы этой группы представлены озерами старичного типа. Основной вклад в катионный состав вносит магний, в анионном составе приобретают значение сульфат- и хлорид-ионы, что отражено в формуле Курлова:

$$M_{0.03} \frac{\text{HCO}_3 83 \text{SO}_4 9 \text{Cl} 8}{\text{Mg} 38 \text{Ca} 37 \text{Na} 22 \text{K} 3} pH_{6.8}.$$

ГРУППА В. Третья группа водоемов приурочена к верхнечетвертичной современной аллювиально-озерной равнине, как и водоемы группы А, но по со-

ставу отличается от последних промежуточной минерализацией (12–43 мг/л), существенным вкладом сульфат- и хлорид-ионов.

$$M_{0.02} \frac{\text{HCO}_3 81 \text{Cl} 11 \text{SO}_4 7}{\text{Mg} 37 \text{Ca} 34 \text{Na} 25 \text{K} 4} pH_{6.9}$$

Эти пробы были отобраны в точках впадения проток и ручьев в оз. Парисенто, в самом оз. Парисенто, оз. Круглом. Вероятно, специфика состава связана с относительно большим вкладом в питание грунтовых вод.

Содержание нефтяных углеводородов во всех исследуемых пробах варьирует от 0.38 до 2.27 мкг/л, что существенно ниже предельно-допустимой концентрации для объектов хозяйственно-бытового водопользования. Углеводороды имеют природное происхождение. Исключение представляют несколько озерных проб (северо-восточнее оз. Парисенто), состав углеводородов которых (С18-С30) дает основание полагать, что они предположительно техногенного происхождения.

Определенные концентрации ряда микроэлементов оказались выше пределов обнаружения: Si, Fe, Al, Mn, Cr, Co, Ni, Sb, As, Ba, Sr, Rb, La, Ce, Nd, Y, Zr. При сравнении средних концентраций микроэлементов с кларковыми (для речных вод) и предельно допустимыми концентрациями (для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования) выявлены аномалии для Fe, Mn, Cr, Rb, Sb и редкоземельных элементов La, Ce, Nd, Y. Происхождение аномалий Fe, Mn, La, Ce, Nd, Y имеет, вероятнее всего, природное происхождение и связано с геологическим строением территории. Аномалии Cr, Sb и Rb не имеют связи с разделением групп по геоморфологическим признакам и гидрохимическому составу, их содержания не обнаруживают корреляции с минерализацией, анионным и катионным составом. Потребуются дополнительные исследования для установления причин появления этих аномалий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гидрохимическая характеристика Гыданской губы (Карское море) / И.В. Томберг, Л.М. Сороковикова, Н.П. Сезько и др. // Природа шельфов и архипелагов Европейской Арктики. – 2010. – № 10. – С. 292–295.
2. Московченко Д.В. Гидрохимические особенности рек Мессояха и Монгаюрибей (Ямало-Ненецкий автономный округ) // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2003. – № 4. – С. 137–144.
3. Геохимические особенности природных вод Западной Сибири: микроэлементный состав / Т.А. Кремлева, Т.И. Моисеенко, В.Ю. Хорошавин, А.А. Шавнин // Вестн. Тюменского государственного университета. – 2012. – № 12. – С. 80–89.
4. Моисеенко Т.И., Калабин Г.В., Хорошавин В.Ю. Закисление водосборов арктических регионов // Изв. Российской академии наук. Серия географическая. – 2012. – № 2. – С. 49–58.
5. Садыкова Я. В. Гидрогеология полуострова Гыдан // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископа-

емых. Геозкология» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 1. – С. 140–144.

6. Бешенцев В.А. Геохимия подземных вод мезозойского и палеозойского гидрогеологических бассейнов Ямальского и Гыданского полуостровов // Горные ведомости. Гидрогеология. – 2016. – Т. 5, № 6. – С. 156–163.

7. ГН 2.1.5.1315-03 Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Минюст РФ. 2003.

8. Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 г. № 30. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно-допустимых концентраций вредных веществ.

© Н. В. Юркевич, О. П. Саева, В. В. Оленченко, А. И. Сеницкий, 2017