

Трансформация химического состава поровых вод в раннем диагенезе донных отложений озер Норило-Пясинской водной системы (Арктическая зона России)

Мальцев А.Е.,
Кривоногов С.К.

ИГМ СО РАН,
г. Новосибирск,
e-mail: maltsev@igm.nsc.ru

Исследованы поровые воды донных отложений озер Пясина и Мелкое. Установлено, что в процес-

се раннего диагенеза происходит трансформация химического состава поровых вод, которая приво-

дит к росту с глубиной HCO_3^- , NO_3^- , $\text{C}_{\text{орг}}$, Fe, Mn и падение SO_4^{2-} . В осадках практически отсутствуют вос-

становленные формы S, что указывает на низкую интенсивность бактериальной сульфат-редукции.

Химический состав озерных вод

Озерные и поровые воды (ПВ) оз. Пясина отнесены к гидрокарбонатно-сульфатному классу, группе кальция и натрия, оз. Мелкое — к гидрокарбонатному классу, группе кальция. Высокие содержания SO_4^{2-} (38 мг/л) относительно HCO_3^- (67 мг/л) в низкоминерализованных озерных водах ($\Sigma=132$ мг/л) оз. Пясина, по-видимому, связаны с антропогенным загрязнением водоема.

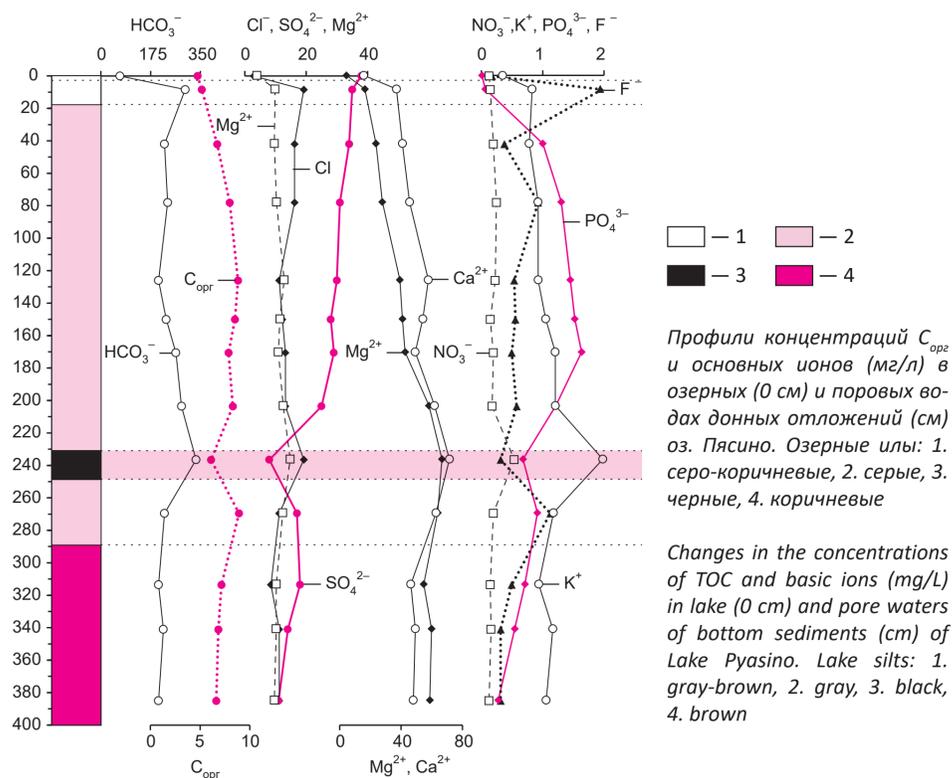
Основной ионный состав

Концентрация HCO_3^- в ПВ верхнего интервала донных отложений (ДО) возрастает с 67–112 до 199–297 мг/л, увеличиваясь с глубиной до 335–491 мг/л. Гидрокарбонат-ион является главным анионом ПВ и составляет в среднем по разрезу до 86 % от суммы анионов. Отмечен рост средних значений pH вниз по разрезу ДО с 7,6–7,8 до 8,1–8,4 на фоне резкого падения Eh с +327 мВ до –260 мВ, что

связано, как с анаэробной деструкцией органического вещества (ОВ) в диагенезе (которая приводит к росту HCO_3^-), так и с возможными процессами бактериальной сульфат-редукции. С глубиной отмечается и рост основных ионов: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , а также отношения $\text{HCO}_3^- / \text{Ca}^{2+}$ (особенно в первых 30 см оз. Пясина), что указывает на рост деструкции ОВ вниз по разрезу ДО. Обогащение ПВ биогенными элементами, такими как NO_3^- , PO_4^{3-} и $\text{C}_{\text{орг}}$ — есть следствие микробиологической деструкции ОВ, в результате которой в поровый раствор переходят наиболее лабильные компоненты ОВ, а в осадках формируются восстановительные условия.



Изучен химический состав поровых вод донных отложений двух озер Арктической зоны РФ — Пясина и Мелкое входящих в Норило-Пясинскую водную систему. Используя технологию вибрационного бурения были получены керны озерных отложений с ненарушенной стратификацией мощностью 4,0 м (оз. Пясина) и 3,2 м (оз. Мелкое).



Распределение SO_4^{2-}

Распределение SO_4^{2-} в ПВ озер Пясина и Мелкое выдержано для верхних интервалов ДО и составляет 35,0 и 7,1 мг/л, соответственно, что сопоставимо с содержанием сульфатов-ионов в озерной воде (38,0 и 7,1 мг/л). Глубже, вследствие процессов бактериальной сульфат-редукции, отмечается плавное падение содержаний SO_4^{2-} до 4,2 и 11,0 мг/л, соответственно. На это указывает и установленное увеличение отношения $\text{HCO}_3^- / \text{SO}_4^{2-}$ в ПВ с глубиной.

Формы S

Осадки исследованных озер характеризуются низким содержанием общей серы, которая представлена в основном окисленными формами: S (IV) т.е. сера в составе сульфатов. Только в донных отложениях оз. Пясина с глубиной появляется S (II), т.е. её восстановленные соединения (сера в составе сульфидов Fe, H_2S и т.д.). В ДО оз. Мелкое вообще отсутствуют восстановленные формы S. Все это указывает

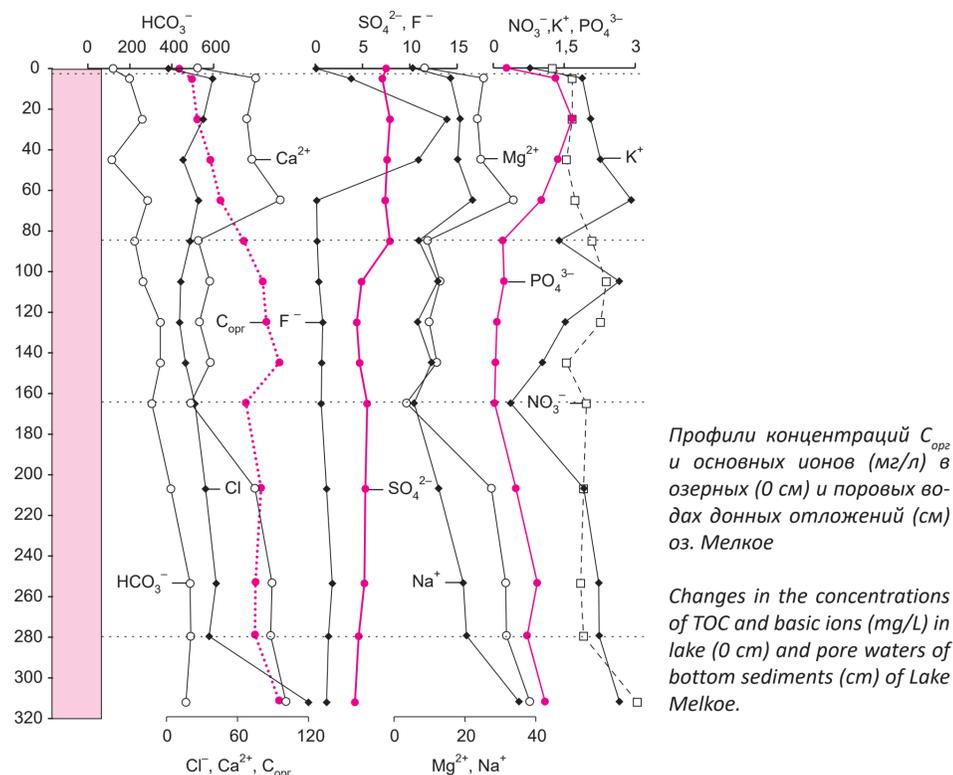
на малую интенсивность процессов бактериальной сульфат-редукции, что характерно для большинства пресноводных озер. Только в оз. Пясина, в интервале 233–244 см (темно-серая глина с черными вкраплениями богатыми ОВ) восстановленные формы серы начинают доминировать над окисленными, здесь же в ПВ отмечается резкое падение SO_4^{2-} .

Глубина	$S_{\text{общ}}$	S (IV)	S (II)	Eh	Глубина	$S_{\text{общ}}$	S (IV)	S (II)	Eh
Оз. Пясина					Оз. Мелкое				
6 см	0,031	0,031	0	+94	2 см	0,040	0,040	0	+38
48 см	0,029	0,029	0	-149	12 см	0,041	0,041	0	-65
156 см	0,032	0,031	0,001	-173	32 см	0,040	0,040	0	-95
235 см	0,100	0,030	0,070	-208	52 см	0,045	0,045	0	-133
264 см	0,034	0,030	0,004	-189	172 см	0,030	0,030	0	-167
363 см	0,028	0,028	0	-121	232 см	0,029	0,029	0	-119

Распределение Fe и Mn

Установлено увеличение концентраций в ПВ большинства элементов в сравнении с придонной водой, что является отражением диагенетических преобразований, протекающих в ДО. Смена окислительных условий озер-

ных вод на восстановительные в ПВ осадка приводит к восстановлению окисленных форм Fe (III), Mn (IV) до подвижных форм Fe (II), Mn (II) и их дальнейшей миграции в поровый раствор из твердой фазы осадка.



We studied the pore waters of the Pyasino and Melkoe lakes. In the process of early diagenesis, the composition of the pore waters changes. These processes lead to an increase with depth of HCO_3^- , NO_3^- , TOC, Fe, Mn and a decrease in SO_4^{2-} .

Работа выполнена в рамках «Большой норильской экспедиции» в 2019 году. Полевая часть исследования

проведена при финансовой поддержке АО «Норильско-Таймырская энергетическая компания». Аналитическая

часть выполнена в ЦКП многоэлементных и изотопных исследований ИГМ СО РАН при финансовой под-

держке РФФИ в рамках научных проектов № 19-05-00403 А и 21-55-53037 ГФЕН_а.