

ГЕОХИМИЯ

К. К. ВОТИНЦЕВ

**БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ГРУНТОВЫХ РАСТВОРАХ ОЗ. БАЙКАЛ**

(Представлено академиком П. П. Ширшовым 8 VI 1950)

Изучение динамики биогенных элементов в водах оз. Байкал представляет несомненный интерес. Узкие гидрохимические исследования, вскрывая сезонные изменения и вертикальное и горизонтальное распределение биогенных элементов в водных массах озера, не могут полностью объяснить их динамики. Для правильного понимания этого вопроса необходим выход из рамок обычных гидрохимических исследований с вовлечением новых объектов и методов. В частности, чрезвычайно важно изучение химического обмена между водными массами Байкала и его донными отложениями.

Имеющиеся в литературе данные (<sup>1-4</sup>) по распределению биогенных элементов в водах, пропитывающих донные отложения (в грунтовых растворах) пресных и морских водоемов, указывают на значительное их обогащение биогенными элементами. К сожалению, на Байкале подобных исследований до сих пор не проводилось.

В августе — сентябре 1948 г. мною проведено исследование грунтовых растворов оз. Байкал в районе биологической станции Биолого-географического научно-исследовательского института Иркутского государственного университета (пос. Большие Коты). Исследованию подвергнуты по возможности все типы грунтов Байкала, встречающиеся в районе станции, а именно: пески, пески со значительной примесью детрита, иловатые пески и глубоководные илы. Распределение грунтов по типам произведено на основании их механического состава по схеме, близкой к предложенной М. В. Кленовой (<sup>5</sup>). Всего исследовано песков 4 пробы, песков с детритом 3 пробы и глубоководных илов 2 пробы.

Средний механический состав исследованных образцов грунта представлен в табл. 1.

Таблица 1

Средний механический состав грунтов оз. Байкал по материалам 1948 г.  
(в % к сухому грунту)

Характер грунта	В е л и ч и н а   ч а с т и ц   в м м								
	2	2—1	1—0,5	0,5— 0,25	0,25— 0,1	0,1— 0,05	0,05— 0,01	0,01— 0,005	<0,005
Крупнозернистые пески	40,58	17,03	25,97	13,91	2,23	0,22	0,04	0,02	0,00
Мелкозернистые пески .	0,91	0,88	11,60	65,23	20,14	0,00	0,31	0,10	0,20
Пески с детритом . . .	24,28	12,68	22,87	18,29	14,32	1,05	3,16	1,81	1,54
Иловатые пески . . .	3,77	3,14	8,75	9,47	33,73	8,20	25,36	5,09	2,49
Илы глубоководные . .	0,00	0,00	0,00	2,91	11,76	7,89	37,30	30,96	9,18

Средний химический состав грунтовых растворов, придонных

Характер грунта и глубины	Объект исследования	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>'</sup> , мг/л
Пески крупнозернистые и мелкозерни- стые с глуб. 2—14 м (средн. из 4 проб)	Поверхн. вода . . . . .	7,89	68,83
	Придонн. вода . . . . .	7,81	68,83
	Грунтов. раств. . . . .	7,57	73,43
Пески крупнозернистые и мелкозерни- стые с детритом с глуб. 3—6 м (средн. из 3 проб)	Поверхн. вода . . . . .	8,14	68,03
	Придонн. вода . . . . .	7,73	68,27
	Грунтов. раств. . . . .	7,48	73,51
Иловатые пески с глуб. 40—300 м (средн. из 3 проб)	Поверхн. вода . . . . .	7,78	68,27
	Придонн. вода . . . . .	7,52	68,76
	Грунтов. раств. . . . .	7,36	73,02
Глубоководные илы с глуб. 370—430 м (средн. из 2 проб)	Поверхн. вода . . . . .	8,08	67,64
	Придонн. вода . . . . .	7,36	67,74
	Грунтов. раств. . . . .	7,29	73,20

Химическое исследование грунтовых растворов производилось в основном по микрометодике, разработанной С. В. Бруевичем <sup>(6)</sup>. Нитраты определялись по методу Гранваля и Ляжу в описании Г. Ю. Верещагина <sup>(7)</sup> из 10 мл раствора. Окисляемость определялась в нейтральной среде по потреблению перманганата при 10-минутном кипячении с последующим иодометрическим определением избытка перманганата <sup>(6)</sup>. Отбор проб грунтов производился дночерпателем Петерсена и трубкой Экмана. Отделение грунтовых растворов велось отсасыванием на воронке Бюхнера. Этим методом удалось получать совершенно прозрачные фильтраты, не требующие дополнительного осветления коагуляторами.

Одновременно с отбором проб грунтов отбирались пробы поверхностной и придонной воды.

Результаты химического исследования грунтовых растворов, выделенных из верхних слоев грунта (0—10 см), представлены в табл. 2. Здесь же дан средний химический состав поверхностных и придонных вод.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

Содержание биогенных элементов в грунтовых растворах оз. Байкал резко повышено по сравнению с их содержанием в придонных и, тем более, в поверхностных слоях воды.

Грунтовые растворы, а также придонные слои воды на больших глубинах и в местах скопления детрита содержат аммонийный азот, отсутствующий в вышележащих слоях воды озера. Содержание аммонийного азота в грунтовых растворах достигает 0,331 мг/л, в придонных слоях воды 0,066 мг/л.

Относительно небольшое повышение содержания нитратов в грунтовых растворах по сравнению с придонными слоями воды и резкое различие в содержании аммонийных соединений в этих водах говорит о том, что процесс нитрификации азотсодержащих соединений в основном завершается в толще донных отложений Байкала. Полностью процесс этот, очевидно заканчивается в придонных слоях воды, вследствие чего содержание аммонийного азота в вышележащих слоях крайне незначительно и не поддается аналитическому обнаружению.

Окисляемость грунтовых растворов в 4—5 раз превышает величины

Таблица 2

и поверхностных вод оз. Байкал в августе—сентябре 1948 г.

N аммонийный, мг/л	N нитратный, мг/л	P фосфатный, мг/л	Si, мг/л	Fe, мг/л	Окисляемость мг O <sub>2</sub> /л	Естествен. влажность грунта в %
0,000	0,045	0,052	0,73	0,041	2,39	—
0,000	0,045	0,052	0,73	0,041	2,58	—
0,136	0,061	0,140	2,02	0,090	8,48	19,5
0,000	0,045	0,011	0,39	0,032	2,29	—
0,009	0,045	0,011	0,39	—	2,51	—
0,331	0,079	0,372	4,37	—	17,42	28,30
0,000	0,036	0,075	1,08	0,031	2,45	—
0,066	0,059	0,091	1,08	0,034	2,78	—
0,178	0,077	0,264	3,09	0,097	16,39	43,7
0,000	0,007	0,013	0,37	0,032	2,45	—
0,008	0,070	0,013	1,38	0,102	3,65	—
0,205	0,102	0,269	10,94	0,130	13,48	62,9

окисляемости поверхностной воды Байкала. В придонных слоях воды величины окисляемости лишь немного превышают таковые поверхностной воды. Как показывают наши исследования (неопубликованные материалы), окисляемость воды оз. Байкал имеет максимальные величины в поверхностных слоях воды (до глубины 25—50 м), где, очевидно, происходит разложение основной массы отмершего фитопланктона. В нижележащих слоях воды величины окисляемости уменьшаются и вновь возрастают в придонных слоях за счет обогащения этих вод органическими веществами разлагающихся в донных отложениях более крупных организмов, падающих после отмирания на дно.

Изменения содержания биогенных элементов в грунтовых растворах в зависимости от характера грунтов в оз. Байкал подчинены той же закономерности, которая отмечается С. В. Бруевичем<sup>(2-4)</sup> для Каспия. Так же как и в Каспии, на Байкале наблюдается повышение содержания биогенных элементов от песков к илам. Особенно резко эта закономерность проявляется в распределении кремнекислоты, содержание которой возрастает в грунтовых растворах илистых грунтов по сравнению с песчаным в 5—6 раз. Несколько обособленно стоят только песчаные грунты со значительной примесью детрита, грунтовые растворы которых содержат повышенные количества аммонийного азота и фосфатов по сравнению с илами. Несомненно отложения детрита в процессе деструкции и обогащают грунтовые растворы биогенными элементами.

Таблица 3

Вертикальное распределение биогенных элементов в грунтовых растворах глубоководных илов оз. Байкал (средн. из 2 проб)

Характер грунта	Горизонт, см	Естеств. влажность грунта в %	pH	НСО <sub>3</sub> , мг/л	N аммоний- ный, мг/л	N нитратный, мг/л	P фосфатный, мг/л	Si, мг/л	Fe, мг/л	Окисляемость, мг O <sub>2</sub> /л
Ил с глубины 400 м	0—10	62,9	7,29	73,20	0,206	0,102	0,269	10,94	0,130	13,48
	10—23	51,1	7,54	73,20	0,000	0,113	0,315	12,03	0,175	6,77

Вертикальное распределение биогенных элементов в грунтовых растворах Байкала не подвергалось нами специальному изучению. Исходя из полученных нами предварительных данных, в грунтовых растворах глубоководных илов намечается небольшой рост нитратов, фосфатов и кремнекислоты, резкое падение окисляемости и исчезновение аммонийного азота с удалением от поверхностных слоев грунта в нижележащие (табл. 3).

Физико-химический научно-исследовательский  
институт  
Иркутского государственного университета  
им. А. А. Жданова

Поступило  
31 VIII 1950

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> С. В. Бруевич, Р. М. Певзняк, В. Л. Понизовская и М. А. Сибиряков, Гидрохим. мат., **11** (1939). <sup>2</sup> С. В. Бруевич и Е. Г. Виноградова, ДАН, **27**, № 6 (1940). <sup>3</sup> С. В. Бруевич и Е. Г. Виноградова, ДАН, **54**, № 5 (1946). <sup>4</sup> С. В. Бруевич и Е. Г. Виноградова, Гидрохим. мат., **13** (1947). <sup>5</sup> М. В. Кленова, Бюлл. ГОИН, в. 1 (1931). <sup>6</sup> С. В. Бруевич, Тр. НИУ ГУГМС, сер. V, в. 7 (1944). <sup>7</sup> Г. Ю. Верещагин, Методы полевого гидрохимического анализа в их применении к гидрологической практике, 1931.