

С. В. БРУЕВИЧ и Е. Г. ВИНОГРАДОВА

**НАКОПЛЕНИЕ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ГРУНТОВЫХ РАСТВОРАХ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ В СВЯЗИ С ХАРАКТЕРОМ ГРУНТОВ**

(Представлено академиком В. И. Вернадским 15 III 1940)

В изучении химического баланса мелководных морских водоемов до сих пор наблюдался большой пробел—почти полностью отсутствовали данные по химическому составу вод, пропитывающих морские донные отложения. В отношении содержания биогенных элементов в иловых растворах пресных водоемов имеются систематические сезонные наблюдения по Бисерову озеру (1). По морским же грунтовым растворам имеются лишь несистематические наблюдения над содержанием отдельных биогенных элементов(4, 5, 6, 8). Все авторы подчеркивают высокое содержание аммиака. Наибольшим недостатком этих данных помимо их отрывочности является методика обработки проб—обычно водные вытяжки. В исследовании по пресноводному Бисерову озеру Бруевича и др.(1) анализу подвергался иловый раствор, полученный отжиманием. В настоящей работе применялся близкий метод—анализ илового раствора, полученного отсасыванием на воронке Бюхнера в условиях, исключающих испарение. Это позволило получать грунтовые растворы даже из наиболее жестких грунтов, что невозможно при отжимании.

Материал был собран в осенней гидрохимической экспедиции ВНИРО 1939 г. на Северном Каспии в Примангишлякском районе—между пос. Баутино в Тюбкараганском заливе и о-вом Кулалы. Кроме того аналогичная работа была проведена на э/с «Опыт» в мае 1939 г. в восточной половине Северного Каспия. Вследствие некоторого различия в методах обработки (отжим и макрохимический анализ) данные по этой экспедиции здесь приводятся лишь частично.

С целью выявления зависимости между содержанием биогенных элементов в грунтовом растворе и механическим составом грунта анализу подвергались растворы, выделенные из грунтов различного типа. В качестве мерил механического состава было применено определение максимальной молекулярной влагоемкости по методу пленочного равновесия А. Ф. Лебедева (2).

Следует отметить высокое содержание карбонатов в грунтах данного района (25—97%  $\text{CaCO}_3$ ). Для оценки сравнимости анализа грунтов различного характера следует учесть, что дочерпатель Петерсена захватывает на мягких грунтах слой грунта около 10—15 см или несколько больше, на песках же и особенно на песках с ракушей—значительно более тонкий слой.

Таблица 1

Химический состав придонных вод (1 см от дна) и грунтовых растворов дочерпательных проб грунта, взятых в районе Тюбкараганский залив—ов Кудалы 1 октября 1939 г. (ст. 81—84) в 24 ноября (ст. 86—91) 1939 г. Анализы произведены С. В. Бруевичем, Е. Г. Виноградовой и А. И. Белевым

Грунт	Илы			Песчанистые илы			Илистые пески			Пески				Среднее		
	81 (6,5 м)	83 (7 м)	91 (9 м)	89 (14 м)	90 (10,5 м)	86 (2 м)	87 (7 м)	82 (0,5 м)	84 (2,5 м)	88 (8 м)	Илы	Песчанистый ил	Илистый песок	Пески	Среднее	
Станция (глубина)	81 (6,5 м)	83 (7 м)	91 (9 м)	89 (14 м)	90 (10,5 м)	86 (2 м)	87 (7 м)	82 (0,5 м)	84 (2,5 м)	88 (8 м)	Илы	Песчанистый ил	Илистый песок	Пески	Среднее	
Х л о р (Cl‰) г/кг																
Придонная вода . . . . .	(5,57)	(5,57)	5,52	5,46	5,49	5,49	5,43	(5,57)	—	5,43	5,55	5,47	5,46	5,50		
Грунтовый раствор . . . . .	6,60	5,56	5,47	5,55	5,60	5,60	5,56	5,54	5,42	5,56	(5,52)	5,57	5,58	5,51		
рН																
Придонная вода . . . . .	(8,16)	(8,41)	8,36	8,31	8,36	8,36	8,36	(8,36)	(8,36)	8,38	8,31	8,34	8,36	8,36		
Грунтовый раствор . . . . .	7,9	8,06	7,78	7,66	7,63	(7,45)	(7,46)	7,33	7,73	(7,35)	7,91	7,64	(7,45)	7,47		
Щ е л о ч н о с т ь м г - э к в . / л																
Придонная вода . . . . .	(3,76)	(3,76)	3,41	3,64	3,64	3,72	3,66	(3,78)	—	3,64	3,64	3,64	3,69	3,71		
Грунтовый раствор . . . . .	48,6	48,6	10,2	4,02	8,76	5,1	7,65	5,50	6,11	4,62	35,8	6,4	6,4	5,4		
Ф о с ф о р ф о с ф а т н ы й (P) м г / л																
Придонная вода . . . . .	—	—	0,016	0,005	0,006	0,009	0,005	—	—	0,009	(0,16)	0,005	0,007	(0,009)		
Грунтовый раствор . . . . .	1,45	0,72	1,25	0,005	0,064	0,020	0,040	0,025	0,020	0,050	1,14	0,035	0,030	0,036		
К р е м н и й (Si) м г / л																
Придонная вода . . . . .	—	—	27	20	13	3,7	8,4	1,0	0,78	4,16	23,5	8,2	6,0	—		
Грунтовый раствор . . . . .	—	—	27	20	3,5	3,7	8,4	1,0	0,78	4,16	23,5	8,2	6,0	—		
А м м и а ч н ы й а з о т (N) м г / л																
Придонная вода . . . . .	—	—	0,123	0,064	0,117	0,089	0,115	—	—	(0,034)	(0,123)	0,090	0,102	(0,034)		
Грунтовый раствор . . . . .	35	45	7,1	1,5	2,7	2,3	3,4	(6?)	(0,78)	0,36	19	2,1	2,8	0,57		

Таблица 4 (продолжение)

Грунт	Илы		Песчанистые илы		Илистые пески		Пески			Среднее				
	81 (6,5 м)	83 (7 м)	91 (9 м)	89 (14 м)	90 (10,5 м)	86 (2 м)	87 (7 м)	82 (0,5 м)	84 (2,5 м)	88 (8 м)	Илы	Песчанистый ил	Илистый песок	Пески
Станция (глубина)														
Придонная вода . . . . .	—	(0,24)	0,056	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Грунтовый раствор . . . . .	—	(0,24)	0,056	0,10	4,3	0,17	0,25	0,21	0,19	0,53	—	(0,7?)	0,21	0,31
Придонная вода . . . . .	(2,9)	(2,1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Грунтовый раствор . . . . .	—	—	6,1	4,0	2,9	6,0	6,0	—	4,3	1,7 5,2	(2,5) (6,1)	—	(1,8) 6,0	(1,7) 4,7
Железо суммарное минеральное (Fe) мг/л														
Окисляемость в нейтральной среде в мг O <sub>2</sub> /л														
Влажность натурального грунта при 110° в % к абс. сухому грунту														
Грунт абсолютно сухой	74,6	66,7	72,2	37,9	57,7	19,0	26,1	17,4	18,6	21,6	70,2	47,8	22,5	19,2
Максимальная молекулярная влагоемкость в % к натуральному грунту														
Грунт натуральный . . . . .	11,7	15,0	12,1	11,5	11,2	2,3	5,4	1,3	—	—	12,9	11,3	3,8	1,3
Максимальная молекулярная влагоемкость в % к абс. сухому грунту														
Грунт абсолютно сухой	46,0	45,0	43,6	48,5	26,4	2,8	7,3	1,5	—	—	44,3	22,4	5,0	1,5
Удельный вес натурального грунта														
Грунт натуральный . . . . .	1,18	1,27	—	—	—	—	—	1,97	1,93	1,93	1,22	—	—	1,94

Примечание. Ст. 81 по середине Тюбкαραганского залива, против ногой Баутинской косы, 44°33' N, 50°15'8" E; ст. 82 Тюбк-араганский залив (Т.-К. залив), 30 м от Сауринского рыбзавода, 44°33',2" N, 50°15',2" E; ст. 83 Т.-К. залив, по середине между Сауринским р/в. и концом косы, 44°33',5" N, 50°15',8" E; ст. 84 Т.-К. залив, между Сауринским р/з. и концом косы, в 150 м от восточного берега у Балланьего камня, 44°33',5" N, 50°16',5" E; ст. 85 Т.-К. залив, по середине, несколько южнее конца Т.-К. косы, 44°33',9" N, 50°15',8" E; ст. 86 в 1 км к югу от нижней косы

о-ва Кулалы, 44°49' N, 50°10' E; ст. 87 к югу от о-ва Кулалы, 44°47',5" N, 50°11',5" E; ст. 88 к Ю.-В. от о-ва Кулалы, 44°45' N, 50°13',5" E; ст. 89 близ Т.-К. мыса, 44°38',5" N, 50°15',5" E; ст. 90 Т.-К. залив, между Верхним маяком и «Садом Дубокого», 44°36' N, 50°15',5" E; ст. 91 Т.-К. залив, по середине между Балланьим камнем и косой, 44°33',6" N, 50°15',5" E.

Величины для придонной воды, взятые в скобки, относятся к поверхностной воде.

Выводы из полученных результатов кратко сводятся к следующему. Соленость и накопление биогенных элементов в грунтовой растворе тесно связаны с механическим составом грунта и с интенсивностью промывки грунтов придонной водой. В связи с этим соленость пропитывающих растворов в более грубых грунтах—песчанистых илах, илистых песках и песках (песок с ракушей)—оказалась выше, чем соленость придонной воды, в настоящих илах,—наоборот. Первое явление связано с тем, что грунты всегда имеют тенденцию аккумулировать себе самые соленые, самые тяжелые воды. Это констатировалось уже Reid'ом<sup>(?)</sup> для песчаных грунтов и Alexander'ом и др. <sup>(3)</sup> для илистых. В условиях последнего осолонения Северного Каспия явление осложняется: в более легко промываемых грунтах в верхнем (дночерпательном) слое отражается сезонная смена солености. При этом наиболее осолоненные зимние воды заполняют грунт, над ними же находится менее осолоненная летняя вода. Трудно промываемые настоящие илы пропитаны менее осолоненной водой, отвечающей периоду до последнего падения уровня моря и осолонения его вод. Над ними циркулирует более осолоненная современная вода. Сезонное промывание в настоящих илах не простирается на толщину взятия дночерпательных проб. Распределение соленостей в грунтах Тибкарагайского района дано в табл. 1, в грунтах всей восточной половины Северного Каспия в мае 1939 г. приведено в табл. 2.

Таблица 2

	Хлор (Cl <sup>o</sup> / <sub>100</sub> ) г/кг		
	Илы	Песчанистые илы	Илистые пески
Придонная вода . .	5,80	5,42	4,96
Грунтовой раствор .	5,54	5,47	5,15

Грунтовые растворы Северного Каспия, как и пресных водоемов <sup>(1)</sup>, обнаружили значительное накопление биогенных элементов—особенно углерода (CO<sub>2</sub>), аммиачного азота и кремния, в меньшей степени фосфора и железа. Окисляемость и щелочность также характеризуются ясно повышенными

величинами. Все это является результатом распада в грунте органических остатков—планктона и бентоса.

Величина накопления элементов в грунтовых растворах показала ясную зависимость от механического состава. Наиболее резко выраженным накоплением продуктов распада органического вещества характеризуются настоящие илы, далее по мере увеличения крупности частиц идет уменьшение накопления от песчанистых илов к пескам.

Таким образом различные по механическому составу грунты аккумулируют в себе различные характерные для каждого типа количества биогенных элементов. Так как, однако, доступность грунтов для промывки придонными водами падает с увеличением дисперсности грунтовых частиц и, как мы видели выше, с увеличением содержания в грунтах биогенных элементов, то воздействие грунта на водоем является функцией этих обоих противоположных факторов.

ВНИРО  
Москва

Поступило  
15 III 1940

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> С. В. Бруевич, Р. М. Певзник, В. Л. Позниовская, М. А. Сибиряков, ДАН, XXI, № 6 (1938). <sup>2</sup> А. Ф. Лебедев, Почвенные и грунтовые воды, Москва (1936). <sup>3</sup> W. Alexander, B. A. Southgate, R. Bassindall, Journ. Mar. Biol. Ass., 18 (1932). <sup>4</sup> K. Brandt, Wiss. Meeresuntersuch., N. F. Abt. Kiel. (1927). <sup>5</sup> H. B. Moore, Journ. of Mar. Biol. Ass., XVIII, № 2 (1931). <sup>6</sup> N. W. Rakestraw, Biol. Bull., 71, № 1 (1936). <sup>7</sup> D. M. Reid, Journ. Mar. Biol. Ass., XVI, № 2 (1930); XVIII (1932). <sup>8</sup> H. R. Seiwel, Ecology, XII, p. 485 (1931).