

В. И. НИКОЛАЕВ и Е. И. РУДЕНКО

**АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ, ПРИНОСИМЫХ  
ВЕТРАМИ В СОЛЯНЫЕ ОЗЕРА И ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ОЗЕРНЫХ  
ИЛОВ**

*(Представлено академиком Н. С. Курнаковым 4 X 1939)*

П. А. Двойченко впервые выдвинул пылевую теорию образования минерального остова илов соляных озер.

Действительно, многочисленные соляные озера дельты р. Волги, расположенные среди песчано-глинистых степей, осаждают на своей поверхности и на дне весьма значительные количества минеральной пыли, поднимаемой и приносимой в озера постоянно дующими ветрами, иногда очень значительной силы.

В настоящем исследовании мы поставили себе целью изучить адсорбционные свойства этой пыли. Были собраны минеральные частицы, нанесенные в сентябре 1938 г. на соляную поверхность Тинакского озера во время продолжительного дувшей «моряны». Собранный комплекс мельчайших частиц промывался теплой дистиллированной водой до прекращения реакций на  $\text{Cl}'$  и  $\text{SO}_4'$ . После промывания остаток высушивался при  $40^\circ$ . С этими частицами были проведены следующие опыты.

1. 100 г частиц размерами, несколько большими 0.01 мм в поперечнике, взбалтывались в течение 3 часов со 100 г рапы указанного в табл. 1 ионного состава. После 10-суточного отстаивания производился вновь анализ со всей доступной нам тщательностью и контрольными определениями. Ион натрия определялся непосредственно.

Из данных табл. 1 (см. опыт 1-й) видно, что частицы минеральной пыли поглотили катионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  и анионы  $\text{Cl}'$  и  $\text{SO}_4'$ , причем по абсолютной величине поглощение особенно резко выражено для ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}'$ , однако не в эквивалентных отношениях.

Что касается катионов  $\text{Ca}^{++}$  и  $\text{Mg}^{++}$ , то в растворе после взбалтывания был обнаружен избыток этих ионов, т. е. был обнаружен их переход из твердой фазы в жидкую.

2. Второй опыт был поставлен с высокодисперсной фракцией (меньше 0.001 мм в поперечнике), выделенной из пылевого комплекса частиц путем отмучивания.

10 г тончайшей красновато-бурой пыли вновь были взболтаны с исходной рапой того же состава. После 10-суточного отстаивания рассол был проанализирован вновь.

Данные табл. 1 (см. опыт 2-й) показывают, что и в этом опыте наблюдаются аналогичные явления с поглощением тех же ионов и переходом

Таблица 1

Ионы	Опыт 1-й			Опыт 2-й	
	100 г исходного рассола содержат г	В 100 г рассола после взбалтывания содержится г	Количества поглощенных ионов в г	В 100 г рассола после взбалтывания содержится г	Количества ионов (в г), поглощенных 10 г минеральных частиц
Cl'	14.9490	14.8568	0.0922	14.9250	0.0120
SO <sub>4</sub> '	0.4554	0.4535	0.0019	0.4453	0.0050
Br'	0.0670	0.0570	0.0100	0.0572	0.0049
K'	0.0845	0.0800	0.0045	0.0800	0.0022
Na'	9.3863	9.2453	0.1410	9.2665	0.0600
{ Ca <sup>++</sup>	0.0450	0.0891	0.0441 <sup>(1)</sup>	0.1096	0.0323 <sup>(1)</sup>
{ Mg <sup>++</sup>	0.2353	0.2498	0.0145 <sup>(1)</sup>	0.2492	0.0069 <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Перешли в раствор.

в раствор катионов Ca<sup>++</sup> и Mg<sup>++</sup> в раствор, но величины поглощения ионов в опытах 1-м и 2-м различны (табл. 2).

Таблица 2

Величины поглощения каждого иона в процентах к содержанию его в начальном растворе

Ионы	Опыт 1-й	Опыт 2-й
Cl'	0.62	0.08
SO <sub>4</sub> '	0.41	1.09
Br'	15.00	7.46
K'	5.32	2.60
Na'	1.50	0.63
Перешло в раствор { Ca <sup>++</sup>	98	71.8
{ Mg <sup>++</sup>	6.16	2.90

Мы отмечаем, что 50% адсорбированных ионов K', Na' и Br' падают на высокодисперсную фракцию пылевого комплекса, хотя этой фракции в комплексе частиц было найдено лишь 10%.

Анализ показал следующий состав этой фракции (в г) при расчете на 100 г: SiO<sub>2</sub>—45.5676, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—13.6906, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—9.2719, MgO—3.6722, CaO—7.0483, K<sub>2</sub>O—2.7118, Na<sub>2</sub>O—0.2120, CO<sub>2</sub>—5.1034, H<sub>2</sub>O и другие потери при прокаливании—12.7621, сумма—100.0399 г.

Данные химического анализа хорошо отвечают следующим количествам минералов (в г), обычно входящим в состав глин <sup>(1)</sup>:

Ортоклаз K <sub>2</sub> O·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·6SiO <sub>2</sub> . . . . .	16.0128
Альбит Na <sub>2</sub> O·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·6SiO <sub>2</sub> . . . . .	1.7816
Анортит CaO·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub> . . . . .	2.7522
Каолинит 2H <sub>2</sub> O·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·2SiO <sub>2</sub> . . . . .	23.7618
Серпентинит 2H <sub>2</sub> O·3MgO·2SiO <sub>2</sub> . . . . .	8.3456
Лимонит 2Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·3H <sub>2</sub> O . . . . .	10.8274
Известняк CaCO <sub>3</sub> . . . . .	11.5900
Песок SiO <sub>2</sub> . . . . .	18.1200
H <sub>2</sub> O . . . . .	6.7788
Сумма . . . . .	99.9702

Согласно нашему предшествующему исследованию адсорбционных свойств белой глины (2) можно было рассчитать, что 23.7618 г глины, содержащихся в 100 г высокодисперсной фракции, поглотят (в г):

Cl'	0.1185
K'	0.0213
Br'	0.0237
Na'	0.0711

Непосредственный опыт при расчете на 100 г фракции (см. опыт 2-й табл. 1) дал следующие цифры (в г):

Cl'	0.1200
K'	0.0220
Br'	0.0490
Na'	0.6000

Весьма близкое совпадение цифр для ионов Cl' и K' указывает, что в поглощении этих ионов участвовала почти исключительно глинистая часть фракции.

Ионы же Br' и Na' поглощены были высокодисперсной фракцией в резко увеличенной степени против того, что можно было ожидать для глинистой части фракции.

Мы уже говорили раньше (3), что ионы эти (как и ион SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) хорошо адсорбируются коллоидной окисью железа, которая в замещенном виде присутствует в илах.

Ион же Na' адсорбируется не только глиной и коллоидной окисью железа, но и способен к замещению в эквивалентных количествах ионов Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup> минералов, входящих в состав остова ила.

Действительно, мы имеем возможность отметить, что в опыте 2-м табл. 1:

В раствор перешло ионов	Количество адсорбированных ионов Na <sup>+</sup>
Ca <sup>2+</sup> = 0.323 г → 0.0008 грамм-эквивалентов Mg <sup>2+</sup> = 0.0069 г → 0.0003 грамм-эквивалентов	= 0.02645 г → 0.0011 грамм-эквивалентов
Сумма грамм-эквивалентов = 0.0011	

Примечание. Из 0.6000 г Na' вычтено 0.0711 г Na', поглощенных глинистой частью фракции. Остаток, равный 0.5289 г, падает на Na', участвовавший в обмене с Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup>.

Кальциевыми и магниевыми минералами в высокодисперсной фракции по нашим анализам и расчетам являлись анортит и серпентинит, но не исключено и присутствие в небольших количествах минералов цеолитной группы.

Определение показателей преломления минералов (1) указало на присутствие частиц с высоким показателем преломления  $n > 1.6$ , характерным для цеолитов, обладающих способностью к реакциям обменного разложения.

(1) Приносим благодарность Г. Б. Боклю за определение показателя преломления.

Выводами настоящего исследования являются: 1) подтверждение наших прежних исследований, что илы адсорбируют ионы  $K^+$ ,  $Cl^-$  и  $Br^-$ , главным образом, за счет глины; ионы же  $Na^+$  и  $SO_4^{2-}$  поглощаются не только глиной, но и коллоидной окисью железа; 2) ионы  $Na^+$ , кроме того, замещают в эквивалентных количествах  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  минералов, входящих в состав грязевого остова.

Калмыцкая научно-исследовательская соляная станция  
Институт общей и неорганической химии  
Академии Наук СССР

Поступило  
4 X 1939

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> П. А. Земятченский, Глины СССР. <sup>2</sup> В. И. Николаев и Е. И. Руденко, ДАН, XXI, № 5 (1938). <sup>3</sup> Е. И. Руденко и В. И. Николаев, Изв. ОМЭН, сер. хим., Акад. Наук СССР, стр. 1045 (1936).