

А. Ф. ГОРБОВ

О ЗОНАЛЬНОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД В КУЛУНДИНСКОЙ СТЕПИ

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 11 X 1951)

При исследовании гидрогеологии района Михайловской группы соляных озер в Кулундинской степи нами собран богатейший материал по гидрохимии, который анализировался в химической лаборатории Михайловской геолого-разведочной партии под руководством Е. С. Телентюк. Этот материал позволил нам раскрыть причины качественного разнообразия происходящего соленакопления⁽¹⁾, как внешней стороны процессов, определяющих формирование различных по составу типов вод. Более глубокие закономерности устанавливаются раскрытием внутренних связей между последними, которыми определяется в современных почвенно-климатических условиях пространственная зональность химического состава вод.

В бассейне Соляноозерной степи⁽¹⁾ мы находим всю гамму химических типов вод от гидрокарбонатно-натровых (содовых) до хлоркальциевых, последовательно сменяющих друг друга в пространстве, как изображено на рис. 1. Наибольшим распространением в современных условиях пользуются воды гидрокарбонатно-натрового типа⁽¹⁾.

В окружении их находятся

воды сульфатно-натрового типа, развитые в самой пониженной и бессточной части Соляноозерной степи. Среди этих вод находятся воды хлормагниевого типа и, наконец, в окружении последних были встречены небольшие участки вод крайнего хлоркальциевого типа. Эта пространственная зональность различных типов вод, наблюдаемая как в плане, так и в разрезе, является отражением определенно направленных процессов преобразования их состава.

Как показывают данные химического состава вод (см. табл. 1), каждый из приведенных здесь типов вод характеризуется следующим солевым составом:

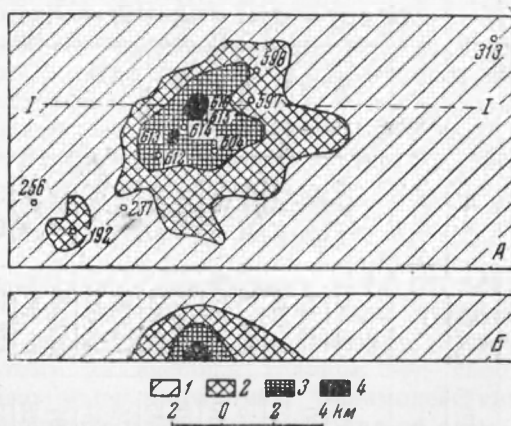


Рис. 1. Зональность химического состава вод. А—в плане, Б—в разрезе. Типы вод: 1—гидрокарбонатно-натровый, 2—сульфатно-натровый, 3—хлормагниевого, 4—хлоркальциевого

Таблица 1

№№ проб	Ул. вес	Состав ($\frac{\text{г}}{\text{мл-экв.}}$ на 1 л воды)						В мг-экв. %						
		Na	Mg	Ca	Cl	HCO ₃	CO ₃	SO ₄	Na	Mg	Ca	Cl	HCO ₃ +CO ₃	SO ₄
1	1,0204	$\frac{7,474}{325,44}$	$\frac{0,012}{0,99}$	$\frac{0,012}{0,60}$	$\frac{0,143}{32,23}$	$\frac{3,908}{64,09}$	$\frac{4,102}{136,60}$	$\frac{4,510}{93,81}$	49,75	0,15	0,10	4,94	30,71	14,35
2	1,0213	$\frac{11,080}{481,96}$	$\frac{0,036}{2,96}$	$\frac{0,007}{0,35}$	$\frac{8,681}{244,80}$	$\frac{2,247}{36,88}$	$\frac{2,860}{95,24}$	$\frac{5,209}{108,35}$	49,66	0,30	0,04	25,22	13,61	11,17
3	1,0321	$\frac{16,796}{730,62}$	$\frac{0,101}{8,30}$	$\frac{0,010}{0,50}$	$\frac{19,403}{547,16}$	$\frac{2,580}{42,31}$	$\frac{0,506}{16,85}$	$\frac{6,399}{133,40}$	49,40	0,56	0,04	37,00	4,00	9,00
4	1,0415	$\frac{20,577}{895,40}$	$\frac{0,937}{77,02}$	$\frac{0,135}{6,74}$	$\frac{26,350}{743,07}$	$\frac{2,093}{34,32}$	нет	$\frac{9,686}{201,47}$	45,72	3,93	0,35	37,95	1,76	10,29
5	1,0145	$\frac{6,932}{301,54}$	$\frac{0,335}{27,54}$	$\frac{0,137}{6,84}$	$\frac{10,033}{282,93}$	$\frac{0,233}{3,82}$	»	$\frac{2,364}{49,17}$	44,88	4,10	1,02	42,41	0,57	7,32
6	1,0246	$\frac{10,766}{468,31}$	$\frac{0,768}{63,13}$	$\frac{0,328}{16,37}$	$\frac{16,189}{456,53}$	$\frac{0,758}{12,43}$	»	$\frac{3,791}{78,85}$	42,74	5,76	1,50	44,67	1,13	7,20
7	1,0288	$\frac{13,104}{570,04}$	$\frac{1,461}{120,09}$	$\frac{0,432}{21,56}$	$\frac{21,708}{612,16}$	$\frac{1,111}{18,22}$	»	$\frac{3,909}{81,31}$	40,05	8,44	1,51	43,00	1,29	5,71
8	1,0033	$\frac{2,369}{103,05}$	$\frac{0,240}{19,73}$	$\frac{0,152}{7,58}$	$\frac{4,301}{121,29}$	$\frac{0,176}{2,89}$	»	$\frac{0,297}{6,18}$	39,52	7,57	2,91	46,52	1,41	2,37
9	1,0215	$\frac{9,122}{396,81}$	$\frac{1,450}{119,19}$	$\frac{0,368}{18,36}$	$\frac{17,468}{492,60}$	$\frac{0,214}{3,51}$	»	$\frac{1,839}{38,25}$	37,13	11,15	1,72	46,09	0,33	3,58
10	1,0047	$\frac{2,343}{101,94}$	$\frac{0,174}{14,30}$	$\frac{0,233}{11,63}$	$\frac{4,135}{116,61}$	$\frac{0,210}{3,44}$	»	$\frac{0,376}{7,82}$	39,86	5,59	4,55	45,60	1,35	3,05
11	1,0208	$\frac{8,144}{354,28}$	$\frac{1,613}{132,59}$	$\frac{0,949}{47,36}$	$\frac{17,721}{499,73}$	$\frac{0,214}{3,51}$	»	$\frac{1,490}{30,99}$	33,16	12,41	4,43	46,77	0,33	2,90
12	1,0184	$\frac{7,349}{319,69}$	$\frac{1,578}{129,71}$	$\frac{0,886}{42,21}$	$\frac{16,437}{463,52}$	$\frac{0,163}{2,67}$	»	$\frac{1,222}{25,42}$	32,51	13,19	4,30	47,14	0,28	2,58

1) гидрокарбонатно-натровый тип (№№ 1, 2, 3): Na_2CO_3 , NaHCO_3 , Na_2SO_4 , NaCl , MgCO_3 , CaCO_3 ;

2) сульфатно-натровый тип (№№ 4, 5, 6): MgSO_4 , CaSO_4 , Na_2SO_4 , NaCl , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$;

3) хлормagneиный тип (№№ 7, 8, 9): MgCl_2 , NaCl , MgSO_4 , CaSO_4 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$;

4) хлоркальциевый тип (№№ 10, 11, 12): CaCl_2 , MgCl_2 , NaCl , CaSO_4 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

В пределах каждого типа вод, как видно из табл. 1, происходят только количественные изменения в содержании отдельных компонентов, которые намечают постепенный переход состава вод от одного типа к другому, но качественный состав при этом сохраняется неизменным до тех пор, пока соотношение отдельных компонентов не перейдет определенных границ, что поведет к изменению качественного состава. Таким образом, все эти различные типы вод связаны между собой взаимопереходами.

Характер и направление реакций взаимодействия между различными типами вод определяются современными почвенно-климатическими условиями. Как следует из наших данных (1), воды хлоркальциевого, хлормagneиного и сульфатно-натрового типов в существующих условиях являются реликтами предшествующего типа засоления. Под воздействием содовых вод, поступающих в бессточную часть Соляноозерной степи, все эти воды в результате соответствующих процессов метаморфизации деградируют и площадь их распространения сокращается.

Деградация реликтовых вод совершается путем глубокого преобразования их состава, которое не происходит, однако, непременно кратчайшим путем. Из сравнения состава различных типов вод видно, что хлоркальциевые воды в результате их метаморфизации любым способом неизбежно сначала переходят в воды хлормagneиного типа, а потому только эти воды могут находиться в соседстве друг с другом, как это в действительности и наблюдается в природе (рис. 1). Отсюда и взаимодействие между этими качественно различными типами вод протекает по схеме:



Таким образом, хлоркальциевые воды неизбежно оказываются в окружении вод хлормagneиного типа. Эти последние, в свою очередь, в результате их метаморфизации также неизбежно переходят в воды сульфатно-натрового типа, а потому на внешней границе вод хлормagneиного типа находятся только воды этого типа. Взаимодействие между ними, как следует из различий их состава, происходит по схеме:



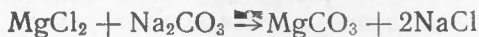
При высоких концентрациях, в зависимости от температурных условий, за счет сезонного выпадения сульфата натрия (мирабилита) эта реакция становится обратимой, но общий ход ее очевиден.

Наконец, воды сульфатно-натрового типа, возникающие по схеме последней реакции, подвергаясь дальнейшей метаморфизации уже непосредственным воздействием содовых вод, формирующихся в настоящее время (1), в результате выпадения всех остатков кальция и магния в виде их карбонатов, преобразуются в конечном счете в воды гидрокарбонатно-натрового типа. Это преобразование протекает по схеме:



Наблюдаемая зональность химического состава вод отражает один из моментов далеко незавершенного процесса их преобразования, развивающегося в соответствии с существующими ныне условиями окружающей природной обстановки. Следовательно, она является отражением глубокой закономерности развития процессов преобразования состава вод в природных условиях.

В свете изложенного очевидно, что приводимые в работе М. Г. Валяшко⁽²⁾ реакции метаморфизации хлоркальциевых и хлормagneиных вод водами гидрокарбонатно-натрового типа по схеме:



в действительности при нормальном развитии природных процессов не происходят.

Всесоюзный научно-исследовательский
институт галургии

Поступило
19 VII 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. Ф. Горбов, ДАН, 71, № 5 (1950). ² М. Г. Валяшко, Методы физико-химического изучения минеральных озер и лиманов, 1935.