

О МЕХАНИЗМЕ ДЕЙСТВИЯ НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ МЕЛИОРАНТОВ НА СВОЙСТВА СОЛОНЦОВ

В. В. ОКОРКОВ, А. И. КУРБАТОВ, П. П. ГОНЧАРОВ

(Кафедра физической и коллоидной химии)

Коллоидно-химические свойства солонцов, в том числе и их пептизируемость, зависят от заряда поверхности ППК [3, 4, 11]. Во многих случаях дзета-потенциал солонцов коррелирует с содержанием обменного натрия. Малая адгезия гидратированных ионов натрия к поверхности твердой фазы ППК

обуславливает их легкую отдиссоциацию в жидкую фазу. В соответствии с результатами этих исследований для устранения неблагоприятных физических свойств солонцов необходимо снизить заряд поверхности их ППК путем замены обменного натрия многовалентными катионами или протоном [2].

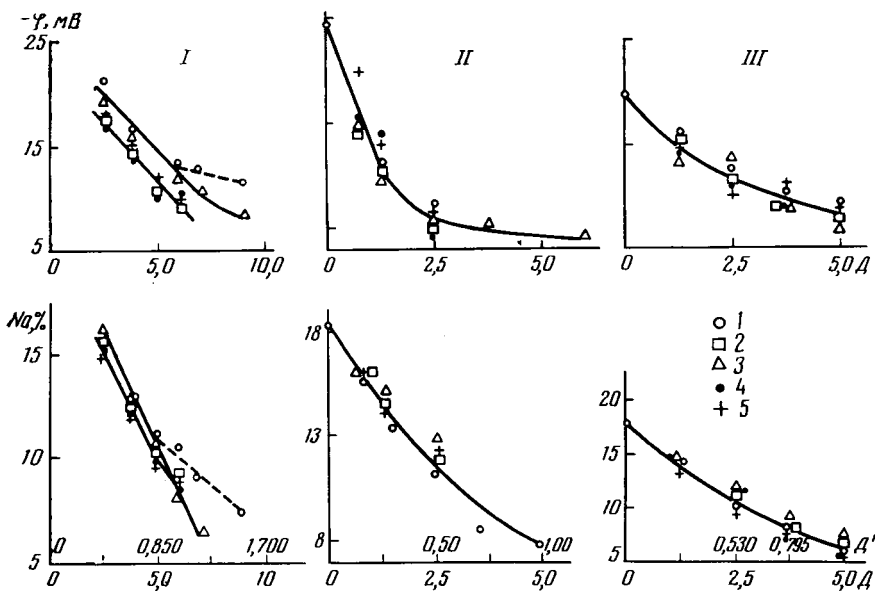


Рис. 1. Изменение дзета-потенциала и содержания обменного натрия в иллювиальных горизонтах солонцов при внесении различных доз мелиорантов (D, моль · 10² на 1 кг, D' — доза мелиоранта к обменному натрию).

I — разр. 6; II — разр. 3—76; III — разр. 8—76; 1 — гипс; 2 — хлористый кальций; 3 — серная кислота; 4 — азотная кислота; 5 — сернокислое окисное железо.

Согласно физической теории коагуляции гидрофобных систем ДЛФО (теория Дерягина — Ландау — Фервея — Овербека) следует ожидать более высокий мелиоративный эффект от применения в качестве мелиорантов солей с трехвалентными катионами, чем солей с двухвалентными катионами. В последние годы для мелиорации солонцов широко используются кислоты (азотная, серная) и соли с двух- и трехвалентными катионами, многие из которых являются побочными продуктами горнорудной и химической промышленности. Так как многовалентные катионы и протоны значительно прочнее адсорбируются поверхностью ППК, чем ионы натрия, образуя во многих случаях малодиссоциированные или малорастворимые соединения, то снижение заряда поверхности солонцов должно осуществляться в основном по типу реакций нейтрализации, которые, очевидно, могут осложняться ионным обменом между жидкой и твердой фазами.

К настоящему времени механизм этих процессов мало изучен; не известны доли мелиорантов, расходуемые на вытеснение обменного натрия из твердой фазы и на увеличение концентрации почвенных растворов, что не позволяет прогнозировать скорость и направленность процессов мелиорации; недостаточно выяснена зависимость процессов химической мелиорации от влажности солонцов. Правильное решение данных вопросов необходимо для обоснования принципов расчета доз химических мелиорантов.

Настоящая работа посвящена результатам исследования действия гипса, CaCl₂, Fe₂(SO₄)₃, FeSO₄, H₂SO₄, HNO₃ на коллоидно-химические свойства солонцов. Первые

четыре мелиоранта взяты с целью определения роли валентности ионов в изменении свойств ППК, два последних — для изучения мелиоративного эффекта ионов водорода.

Объекты и методы исследований

Для лабораторных опытов использовали почвенные образцы из иллювиальных горизонтов лугово-степных солонцов подзон обыкновенных черноземов (разр. 3—76) и темно-каштановых почв (разр. 8—76) степных солонцов подзоны южных черноземов (разр. 6). Вторичные минералы этих почв представлены в основном гидрослюдами и монтмориллонитом. В составе обменных катионов солонцов содержалось около 20% обменного натрия. Абсолютное содержание обменного натрия указано на рис. 1.

Полевые опыты проводили на солонцах-солончаках Араратской долины, характеризующихся высоким содержанием нормальной соды и значительной насыщенностью ППК обменным натрием в верхних горизонтах. Вниз по профилю содержание последних уменьшается. Источником поступления натриевых солей в почву являются грунтовые воды, их минерализация достигает 30 г/л [1, 6], рН_{вод} 10,0—10,5. Среди вторичных минералов преобладают минералы групп монтмориллонита и гидрослюды.

Для изучения зависимости свойств солонцов от содержания в них обменного натрия были отобраны образцы почв солонцовых комплексов Северного Казахстана и Алтайского края. Физико-химическая характеристика почв представлена в работах [3, 9, 11].

Вытеснение обменных катионов (разр. 8—76) при различных дозах мелиорантов

| Вариант | Доза мелиоранта, моль · 10 ² /1 кг почвы | Содержание катионов в жидкой фазе, г-ион · 10 ² · 1 кг почвы | | | Использованные мелиоранта на вытеснение Na, % | Увеличение Na в жидкой фазе за счет отдиссоциации, г-ион × 10 ² /1 кг почвы |
|---|---|---|------------------|-----------------|---|--|
| | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | | |
| Контроль: | | | | | | |
| почва:вода=1:0,33 | — | 0,03 | 0,06 | 1,06 | — | — |
| почва:вода=1:2,5 | — | 0,03 | 0,06 | 1,50 | — | 0,44 |
| | 0,42 | 0,03 | 0,06 | 2,73 | 100 | 0,42 |
| | 0,83 | 0,10 | 0,14 | 3,60 | 100 | 0,04 |
| Fe ₂ (SO ₄) ₃ | 1,25 | 0,17 | 0,38 | 4,08 | 80,5 | — |
| | 1,67 | 0,26 | 0,70 | 4,65 | 71,8 | — |
| | 0,62 | 0,03 | 0,06 | 2,52 | 100 | 0,21 |
| CaCl ₂ | 1,25 | 0,08 | 0,11 | 3,24 | 87,2 | — |
| | 1,87 | 0,20 | 0,26 | 4,08 | 80,5 | — |
| | 2,50 | 0,34 | 0,46 | 4,56 | 70,0 | — |
| | 0,62 | 0,03 | 0,06 | 2,49 | 100 | 0,18 |
| CaSO ₄ · 2H ₂ O | 1,25 | 0,09 | 0,12 | 3,36 | 92,0 | — |
| | 1,87 | 0,19 | 0,26 | 4,02 | 79,0 | — |
| | 2,50 | 0,35 | 0,47 | 4,50 | 68,7 | — |
| | 0,62 | 0,03 | 0,06 | 2,46 | 100 | 0,15 |
| H ₂ SO ₄ | 1,25 | 0,05 | 0,09 | 3,18 | 84,8 | — |
| | 1,87 | 0,12 | 0,28 | 3,87 | 75,0 | — |
| | 2,50 | 0,24 | 0,52 | 4,44 | 67,5 | — |
| HNO ₃ | 1,25 | 0,03 | 0,06 | 2,40 | 100 | 0,09 |
| | 2,50 | 0,07 | 0,09 | 3,18 | 84,8 | — |
| | 3,75 | 0,12 | 0,27 | 4,00 | 78,4 | — |
| | 5,00 | 0,21 | 0,46 | 4,56 | 70,0 | — |

П р и м е ч а н и е. В вариантах с химическими мелиорантами отношения почва:раствор равны 1:2,5.

Образцы солонцов для изучения влияния кислот и солей с многовалентными катионами на ППК подготавливали следующим образом. К навеске почвы 20 г добавляли рассчитанное количество 0,1 н. растворов мелиорантов и водой доводили общий объем прибавленной жидкости до 50 мл. Суспензию перемешивали и оставляли на 1 ч. Гипс в виде навесок сухой соли вносили в колбочку с почвой, которую заливали 50 мл дистиллированной воды. Суспензию хорошо перемешивали и оставляли на сутки, периодически взбалтывая. После этого измеряли электрокинетический потенциал и устанавливали фильтрационную способность образцов по методике, изложенной в работе [7].

Значение рNa определяли в центрифугате потенциометрически с использованием электрода ЭСЛ-51-07 натриевой функции. Степень пептизации ила рассчитывали как процентное отношение содержания илистых фракций, вычисленного по данным анализов микроагрегатного и гранулометрического состава по Качинскому. Для определения емкости обмена образцов использовали методы Бобко—Аскинази в модификации Алешина и Баскомба—Гармена — Хессе в модификации ЦИНАО. Почвенный раствор выделяли с помощью пресса при давлении около 170 кг/см².

Результаты исследований

Исследуемые мелиоранты оказывали практически одинаковое действие на электрокинетический потенциал солонцов всех подзонах (рис. 1). Несколько более высокие значения дзета-потенциала были у степных солонцов в вариантах с гипсом и серной кислотой, что, видимо, связано с повышением заряда поверхности твердой фазы за счет вторичной адсорбции SO₄²⁻-ионов поверхностью Са-минералов.

В соответствии с закономерностями обмена одновалентных ионов на двухвалентные при повышении концентрации равновесных растворов (как при увеличении доз мелиорантов, так и при уменьшении влажности образцов) в ППК снижается доля двухвалентных катионов, конкурирующих с одновалентными за сорбционные места в твердой фазе, что обуславливает снижение эффективности использования мелиоранта (расход последних на вытеснение катионов определяли по увеличению их количества в жидкой фазе относительно контроля — почвенного раствора солонцов). Кроме того, в почве в результате обменных реакций между другими катионами вытесняется обменный магний, в жидкой фазе увеличивается количество катионов вносимых мелиорантов и продуктов их гидролиза. Указанные процес-

Состав обменных катионов при различной влажности почвы (разр. 8—76) и внесении полной дозы гипса (эквивалентной обменному Na)

| Влажность почвы, % | Доля растворенного гипса | Расход растворенного гипса, % | | | Содержание обменных катионов, % | | |
|-------------------------|--------------------------|---|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|------------------|-----------------|
| | | на увеличение Ca^{2+} в растворе | на вытеснение обменных катионов | | Ca^{2+} | Mg^{2+} | Na^{+} |
| | | | Mg^{2+} | Na^{+} | | | |
| Исходный образец (37,7) | — | — | — | — | 24,4 | 55,2 | 20,4 |
| 37,7 | 0,46 | 22,4 | 36,4 | 41,2 | 31,2 | 52,0 | 16,8 |
| 55,0 | 0,69 | 23,8 | 35,3 | 40,9 | 34,5 | 50,5 | 15,0 |
| 72,2 | 0,84 | 21,5 | 33,1 | 45,4 | 36,8 | 49,9 | 13,3 |
| 261,0 | 1,00 | 12,8 | 17,0 | 70,2 | 40,4 | 52,1 | 7,5 |

сы приводят к значительному уменьшению эффективности использования мелиорантов на вытеснение обменного натрия (табл. 1 и 2).

Как видно из данных табл. 1, при расширении соотношения твердой и жидкой фаз в последней возрастает концентрация ионов натрия в результате перехода их с поверхности твердой фазы (отдиссоциации). Это связано с тем, что при широком соотношении почва: вода уменьшается химический потенциал ионов натрия в жидкой фазе. Для его увеличения необходим переход в последнюю части ионов натрия с поверхности ППК, что вызывает повышение отрицательного заряда поверхности и тормозит дальнейший переход катионов в жидкую фазу. Условием динамического равновесия этого процесса является равенство электрохимических потенциалов ионов натрия на поверхности твердой фазы и в растворе [5]. При увеличении концентрации равновесных растворов (доз химических мелиорантов) отдиссоциация обменного натрия уменьшается (табл. 1).

Полученные данные (табл. 1 и 2) показывают, что при самых благоприятных условиях взаимодействия мелиорантов с ППК солонцов на вытеснение обменного натрия используется около 2/3 дозы мелиоранта, эквивалентной содержанию обменного натрия.

В последние годы для мелиорации солонцов используют различные вещества, их действие часто проверяется эмпирически, без соответствующих теоретических проработок. Исследуемые нами мелиоранты оказывают примерно равное мелиоративное воздействие, хотя растворимость их различна и они имеют различные анионы. В литературе отмечается, что при коагуляции дисперсных систем под действием катионов анионы могут либо усиливать их действие, либо быть индифферентными. Изучение действия различных мелиорантов с позиций ионного обмена позволяет установить мелиоративное действие различных катионов и определить влияние аниона на процессы коагуляции почвенных коллоидов.

Расчитанные константы обмена натрия на кальций в солонце (разр. 3—76) в вариантах

с гипсом (2,65) и с CaCl_2 (2,57) практически не различались, что свидетельствует о незначительном влиянии вида анионов, входящих в состав мелиорантов, на коагуляцию солонцов в обоих случаях.

Близкие константы обмена натрия на кальций (2,72) и на магний (2,57) были получены на лугово-степном каштановом солонце (разр. 8—76, табл. 2), что указывает на адекватность ионов кальция и магния в обменных процессах на некоторых почвах.

Как известно, существует два способа снижения пептизируемости дисперсных систем: замена противоионов и уменьшение термодинамического потенциала. В этой связи в работе была предпринята попытка изучить механизм снижения заряда в солонцах, так как это имеет важное практическое значение. Если коагуляция произошла путем замены противоионов, то процесс пептизации может легко произойти вновь под действием катионов натрия, находящихся в сфере реакции. Снижение термодинамического потенциала коллоидных частиц вызывает необратимую коагуляцию, в этом случае регенерация солонцов значительно затрудняется.

Изменение термодинамического потенциала коллоидов связано с изменением активностей ионов натрия в твердой и жидкой фазах суспензии солонцов после воздействия на них различными мелиорантами, что можно представить в виде уравнения

$$\Delta\varphi = -58 \left(p\text{Na} + \lg \bar{a}_{\text{Na}^+} \right),$$

где $p\text{Na} = -\lg a_{\text{Na}^+}$; a_{Na^+} и \bar{a}_{Na^+} —

активность ионов натрия соответственно в растворе и на поверхности твердой фазы.

Активность ионов натрия устанавливали как в исходных образцах, так и после внесения различных доз мелиорантов. Активность ионов натрия в твердой фазе определяли как долю обменного натрия от емкости обмена исследуемого образца.

При внесении различных мелиорантов в эквивалентных количествах снижение термодинамического потенциала практически было одинаковым (рис. 2). В качестве мелиорантов использовались серная и азотная кислоты, протоны которых, как было показано

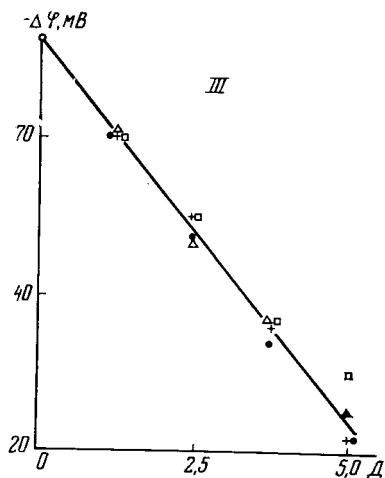


Рис. 2. Изменение термодинамического потенциала в зависимости от доз мелиорантов.

Обозначения те же, что на рис. 1.

в работах С. Н. Алешина и других авторов [2], адсорбируются необменно, нейтрализуют заряд поверхности твердой фазы. Очевидно, ионы кальция всех применяемых мелиорантов, как и протоны кислот, достаточно прочно связываются с поверхностью твердой фазы по типу образования малодиссоциированных соединений. Коагулирующий эффект солей железа обусловлен влиянием ионов водорода, образовавшихся в результате гидролиза ионов железа. Таким образом, механизм снижения заряда поверхности твердой фазы солонцов под воздействием всех мелиорантов можно определить как нейтрализационный. Некоторый разброс точек на графике (рис. 2) связан с особенностями ионного обмена разных ионов, а при высокой дозе мелиорантов с нарушением натриевой функции электрода, с помощью которого определяли активность натрия.

Уменьшение заряда твердой фазы при действии мелиорантов вызвало снижение степени пептизации солонцов (T), особенно при большей дозе мелиоранта (q) независимо от его вида:

$$\lg T = 1,075 - 0,166q; r = -0,967; n = 16. \quad (1)$$

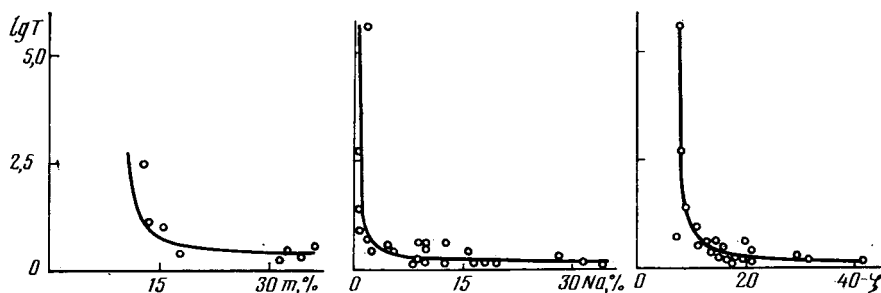


Рис. 3. Изменение коэффициента фильтрации ($ldT \cdot 10^{13}$, m^3 с/кг) в зависимости от содержания ила (m , %), обменного натрия и дзета-потенциала в иллювиальных горизонтах солонцов и солонцеватых почв Алтая.

Уравнение (1) показывает, что уменьшение степени пептизации солонцов в зависимости от дозы мелиорантов, как и уменьшение дзета-потенциала солонцов при их мелиорации химическими мелиорантами (рис. 1), носит экспоненциальный характер. Математическая обработка полученных данных позволяет установить линейную зависимость степени пептизации и значения дзета-потенциала. Для солонцов подзон обыкновенных и южных черноземов эта зависимость соответственно описывается следующими уравнениями:

$$T = 4,66 + 0,88 \zeta; r = 0,936; n = 14, \quad (2)$$

$$T = -13,8 + 1,98 \zeta; r = 0,872; n = 20. \quad (3)$$

Повышенная пептизируемость солонцов обуславливает малые значения среднего радиуса пор и, как следствие этого, низкую их фильтрационную способность [8, 12]. На рис. 3 и 4 представлены результаты изучения фильтрационной способности почвенных диафрагм, сформированных из солонцов различных регионов.

Коэффициент фильтрации солонцов Алтая (рис. 3), минералогический состав которых представлен в основном гидрослюдистыми минералами, зависит от содержания общего ила и обменного натрия. При содержании общего ила менее 20 % достаточно, чтобы в состав обменных катионов входило 5—6 % обменного натрия, в этом случае коэффициент фильтрации становится минимальным. При содержании общего ила более 20 % минимальному коэффициенту фильтрации соответствует 9—12 % обменного натрия.

Изучение связи между приведенными значениями коэффициентов фильтрации и дзета-потенциалов солонцов Алтая показало, что при величине дзета-потенциала 16—20 мВ коэффициенты фильтрации уменьшаются (рис. 3).

Подобные результаты получены и для солонцов Северного Казахстана, в которых, кроме гидрослюд, широко представлены минералы монтмориллонитовой группы. Однако количество общего ила, при котором коэффициент фильтрации уменьшается (о чем можно судить по уменьшению среднего радиуса пор [8]), составляет 27—30 %, а содержание обменного натрия — 9—10 % емкости обмена (рис. 4).

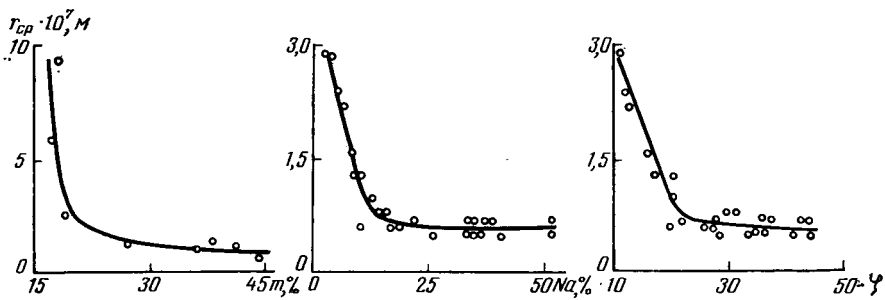


Рис. 4. Изменение среднего радиуса пор в зависимости от содержания ила, обменного натрия, дзета-потенциала в иллювиальных горизонтах солонцов Северного Казахстана.

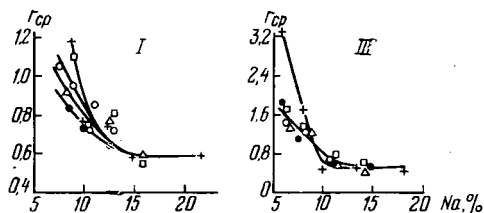


Рис. 5. Изменение среднего радиуса пор почвенных диафрагм солонцов ($r_{cp} \cdot 10^7$, м) в зависимости от содержания обменного натрия при использовании различных мелиорантов.

Обозначения те же, что на рис. 1.

Как уже отмечалось, улучшение фильтрационных свойств солонцов связано с увеличением среднего радиуса пор. Малые дозы мелиорантов не оказывали влияния на последний показатель, так как процессы коагуляции еще не начались. При содержании 85—90 % катионов мелиоранта в составе обменных катионов коллоидов солонцов, т. е. уменьшении обменного натрия до 10—15 % в составе противоионов мицелл солонцов, радиус пор резко возрастал (рис. 5). Наибольшим средним радиусом пор характеризовались образцы, мелиорированные сернокислым окисным железом, наименьшим — мелиорированные кислотами. Промежуточное положение занимали образцы, мелиорированные гипсом и CaCl_2 . Такое действие

Т а б л и ц а 3

Изменение некоторых физико-химических свойств и электрокинетического потенциала при мелиорации солонца-солончака (Армянская ССР, Араздзянский массив)

| Глубина взятия образца, см | Емкость обмена образца, моль · 10 ³ /1 кг почвы* | Обменный Na, % от емкости обмена | ζ, мВ | pH _{вод} | $\kappa_D \cdot 10^3$, Ом ⁻¹ · см ⁻¹ | Общее содержание фракции < 2 · 10 ⁻⁶ м, % | $r_{cp} \cdot 10^7$, м |
|----------------------------|---|----------------------------------|-------|-------------------|---|--|-------------------------|
| Целина, контроль | | | | | | | |
| 0—25 | 25,0 | 97,6 | 38,6 | 10,42 | 19,3 | 29,0 | 1,2 |
| 25—50 | 24,6 | 69,1 | 42,5 | 10,05 | 4,09 | 17,5 | 2,2 |
| 50—75 | 23,0 | 64,8 | 42,1 | 9,94 | 1,79 | 29,0 | 1,1 |
| 75—100 | 11,6 | 48,8 | 32,0 | 9,80 | 0,71 | 6,0 | 2,2 |
| Серная кислота | | | | | | | |
| 0—25 | 16,6 | 4,1 | 12,9 | 7,55 | 2,02 | — | 9,0 |
| 25—50 | 16,2 | 4,8 | 11,5 | 7,43 | 0,71 | — | 10,9 |
| 50—75 | 14,8 | 4,0 | 8,7 | 7,40 | 1,30 | — | 9,6 |
| 75—100 | 18,2 | 2,6 | 12,9 | 7,55 | 0,67 | — | 8,9 |
| Сернокислое железо | | | | | | | |
| 0—25 | 24,9 | 9,4 | 9,4 | 7,30 | 2,18 | — | 3,7 |
| 25—50 | 15,2 | 4,5 | 12,1 | 7,35 | 1,93 | — | 6,3 |
| 50—75 | 26,2 | 3,4 | 12,5 | 8,03 | 0,32 | — | 5,8 |
| 75—100 | 18,8 | 4,8 | 12,1 | 8,10 | 0,30 | — | 6,3 |

* В расчете на одновалентные катионы.

изученных мелиорантов, вероятно, следует объяснить образованием прочных микроагрегатов в результате координации заряженных функциональных групп гумуса вокруг ионов кальция и железа. В случае применения кислот эти структуры образуются в основном под действием ван-дер-ваальсовых сил притяжения, которые преобладают над электростатическими силами отталкивания вследствие нейтрализации заряда поверхности ППК солонца ионами водорода.

Наиболее высокий мелиоративный эффект сернокислого железа (табл. 1, рис. 5), видимо, связан с дополнительным влиянием гетерокоагуляции отрицательно заряженных почвенных частиц положительно заряженной гидроокисью железа, образовавшейся при гидролизе сернокислого железа.

Такие же закономерности в изменении коллоидно-химических свойств почв в процессе мелиорации свойственны и содовым солонцам-солончакам Армении. В ППК исходных образцов этих почв содержится от 49 до 97,6 % натрия от емкости обмена (табл. 3). Для данных почв характерен высокий дзета-потенциал. Лишь в самом верхнем слое солонца-солончака, отличающемся высокой концентрацией почвенного раствора, дзета-потенциал коллоидов несколько снижается, что связано со сжатием двойного электрического слоя. При высоких значениях дзета-потенциала фильтрационная способность солонца-солончака определяется содержанием в нем высокодисперсных частиц. При увеличении содержания фракции < 2 мкм фильтрационная способность образцов солонца-солончака уменьшается (табл. 3).

В результате применения в качестве мелиорантов железного купороса и серной кислоты в дозах, рассчитанных на полное вытеснение обменного натрия и нейтрализацию карбонатной щелочности и последующих промывок содержание обменного натрия снизилось до 2,6—5 % от емкости обмена, а дзета-потенциал — до 9—13 мВ. Лишь

в самом верхнем слое солонца-солончака при использовании сернокислого железа содержание обменного натрия уменьшилось до 9,4 %, хотя дзета-потенциал снизился примерно до такого уровня, как и при мелиорации солонца-солончака серной кислотой. Данное явление следует объяснить гетерокоагуляцией коллоидов почвы положительно заряженной гидроокисью железа, образовавшейся в результате гидролиза железного купороса. Вследствие вытеснения обменного натрия из состава обменных катионов и снижения дзета-потенциала фильтрационная способность солонцов-солончаков значительно улучшилась.

Выводы

1. Серная и азотная кислоты и соли с многовалентными катионами в эквивалентных количествах не различаются по действию на величину заряда поверхности ППК, вытеснение обменного натрия и степень пептизируемости ила солонцов. Механизм действия изучаемых мелиорантов на величину заряда солонцов преимущественно нейтрализационный.

2. Около 70 % полной нормы вносимых в солонцы мелиорантов используется на вытеснение обменного натрия, остальное их количество расходуется на вытеснение обменного магния и увеличение в растворе равновесной концентрации вносимых с мелиорантом катионов или продуктов их гидролиза.

3. При повышении увлажнения солонцов от 38 до 260 % коэффициент использования растворенного гипса на вытеснение обменного натрия возрастает с 0,41 до 0,70.

4. Константы обмена натрия на кальций практически не зависят от сопутствующего аниона.

5. Степень пептизации солонцов изменяется в зависимости от дозы мелиорантов и дзета-потенциала, а коэффициент фильтрации — от содержания обменного натрия, количества общего ила и минералогического состава солонцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агабабян В. Г., Ахумян М. С. О генезисе соды в засоленных почвах Арагатской равнины. — Почвоведение, 1966; № 9, с. 69—78. — 2. Алешин С. Н. Свойства почвенного поглощающего комплекса солонцовых почв. Тез. докл. на Всесоюзном науч. совещ. «Новое в мелиорации солонцов», 1973, Омск, СХИ, с. 40—41. — 3. Киришин В. И., Окорков В. В. Об агрегативной устойчивости дисперсных систем солонцовых почв в связи с электрокинетическим потенциалом. — В сб.: Общ. вопросы метод. проведения полевых и лабораторных опытов. Целиноград, ВНИИЗХ, 1979, с. 21—28. — 4. Курбатов А. И., Окорков В. В., Березин Л. В. Влияние химических мелиорантов на электрокинетические свойства солонцов Западной Сибири. — Изв. ТСХА, 1975, вып. 5, с. 104—108. — 5. Никольский Б. П. Теоретическое и практическое руководство к лабораторным работам по физической химии. Ч. 2, ЛГУ, 1967. — 6. Оганесян К. А. Генетические особенности засоленных содовых почв Арагаданской степи и вопросы их мелиорации. — Тр. Ин-та почвовед. и агрохим. Вып. 6, Ереван, 1971, с. 79—84. — 7. Окорков В. В., Курбатов А. И. Методика определения электрокинетического потенциала почв методом потенциала протекания. — Изв. ТСХА, 1975, вып. 3, с. 121—127. — 8. Окорков В. В., Курбатов А. И. О связи между электрокинетическими и фильтрационными свойствами минералов и солонцов. — В сб.: Теорет. вопросы агропочв. и мелиор. солонцов. Целиноград, ВНИИЗХ, 1975, с. 102—120. — 9. Окорков В. В., Трофимов И. Т., Курбатов А. И., Усолкин В. Т., Гладков Ю. А. Влияние химических мелиорантов на электрокинетические свойства некоторых солонцов Алтая. — В сб.: Вопр. мелиорации земель в условиях Зап. Сибири. Новосибирск: Алтайский СХИ, 1976, с. 68—74. — 10. Окор-

ков В. В. Определение изменения разности потенциалов между поверхностью твердой фазы и объемом раствора в зависимости от содержания обменного натрия. — В науч.-техн. бюл. ВНИИЗХ: Исслед. по обработке почвы, влиянию удобрений и почвообр. орудий на урожай яровой пшеницы. Вып. 19, Целиноград, 1978, с. 18—21. — 11. Окорков В. В. Пептизируемость и заряд по-

верхности почв солонцовых комплексов. — Докл. ВАСХНИЛ, 1979, № 6, с. 41—43. — 12. Окорков В. В. Влияние видов и доз химических мелиорантов на физико-химические свойства солонцов Целиноградской области. — В науч.-техн. бюл. ВНИИЗХ: Молодые ученые — науке и практике. Вып. 19, Целиноград, 1979, с. 8—16.

Статья поступила 18 июня 1980 г.

SUMMARY

The effect of kinds and rates of chemical ameliorants on colloidal and chemical properties of alkali soils was studied. All tested ameliorants did not differ much in their effect on ζ -potential, replacement of exchangeable sodium and peptizability of alkali soil silt of different regions.

The data on variations in exchangeable sodium replacement with humidity and ameliorant rate are presented. The constants of Na—Ca exchange are calculated. It is shown that the kind of anion does not influence their value.

Filtration coefficients and the average pore radius of alkali soils depend on the content of exchangeable sodium in the soil. When alkali soils are ameliorated with ferrous sulfate, the filtration coefficient and the average pore radius are bigger than when gypsum and acids are used.