

МЕЛИОРАЦИЯ ПОЧВ

УДК 631.4 : 631.6

А. А. СИДЬКО, С. И. МЯСИЩЕВ, В. П. БАЯКИНА

ОПЫТ ПРОМЫВКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ХИМИЧЕСКИХ МЕЛИОРАНТОВ ЗАСОЛЕННОЙ ГЛУБОКО ОСОЛОНЦОВАННОЙ ПОЧВЫ В ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Исследовали возможность промывки сильнозасоленных глубоко осолонцованных почв полупустынных комплексов Прикаспийской низменности. Доказано, что капитальная промывка этих почвогрунтов только одной водой неосуществима. Применение химических мелиорантов (соляной, серной или азотной кислот, гипса), увеличивая скорость фильтрации в 10—30 раз, позволяет рассолить и рассолонцевать метровый слой засоленных солонцовых почв за один сезон.

В зоне перспективного строительства оросительных и оросительно-обводнительных систем Прикаспийской низменности преобладают полупустынные комплексные почвы с наличием в комплексе от 10—15 до 50—80% солонцов.

Солонцы по сравнению с другими компонентами комплекса (светлокаштановыми, темноцветными почвами микропонижений и др.) обладают низким плодородием.

Очевидно, что при орошении использование солонцовых компонентов, которые при комплексности почв нельзя исключить из орошаемой площади, будет целесообразно лишь тогда, когда с помощью мелиоративных средств будет повышено их плодородие.

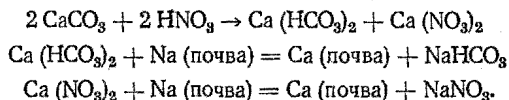
Низкое плодородие солонцовых почв обусловлено главным образом двумя причинами: 1) наличием в корнеобитаемом слое почвы большого количества вредных солей (1—3%), что превышает допустимый предел (0,15%) в значительной степени и препятствует проникновению и развитию корней растений часто уже с глубины 20—30 см; 2) отсутствием в почве достаточного количества влаги вследствие низкой проницаемости, в свою очередь обусловленной осолонцованностью почвы, т. е. наличием в поглощающем почвенном комплексе большого количества обменного натрия.

Чтобы удалить из активного слоя почвы избыточные запасы токсичных солей, необходимо осуществить промывку ее при исходной засоленности по плотному остатку 1—1,5% нормой 10—17 тыс. м³/га.

На фильтрацию такого количества воды через солонцовую почву с низким коэффициентом фильтрации (0,006 м/сут) потребовалось бы даже при градиенте напора, равном единице, время непрерывного затопления более одного года, не говоря уже о том, что из-за набухаемости солонцовой почвы фильтрация может приостановиться значительно раньше. Очевидно, что капитальная промывка засоленной солонцовой

почвы подобно той, которая применяется для неосолонцованных почв, практически неосуществима.

Для того чтобы провести капитальную промывку засоленной осолонцованной почвы, необходимо существенным образом изменить скорость фильтрации в почвогрунте, что возможно за счет ликвидации осолонцованности, т. е. замещения в почвенном поглощающем комплексе натрия кальцием. В почвах Прикаспийской низменности это может быть осуществлено за счет внесения при промывке водно-растворимого кальция в виде гипса (CaSO_4) или за счет мобилизации кальция из трудно-растворимых карбонатов, в частности из CaCO_3 , которым богаты данные почвы, путем внесения одновременно с промывной водой кислот, например:



Рассолонцевание и рассоление почв, проводимые таким образом, возможны при наличии в почвогрунтовой толще свободной порозности, превышающей объем фильтрата, поступающего от промывки, или устройстве дренажа (вертикального, горизонтального) способного отвести необходимый объем фильтрата за пределы массива.

Однако в условиях Прикаспийской низменности, где в составе солей преобладает сульфат натрия, чаще всего встречается глубокое осолонцевание почвогрунтовой толщи, являющееся серьезным препятствием для изменения скорости фильтрации в связи с большой потребностью химических мелиорантов и, следовательно, препятствием для отвода нужного объема фильтрата в дренаж. Это обстоятельство ставит под сомнение возможность осуществления ускоренной капитальной промывки почв в таком случае.

В связи с этим и был проведен нижеописанный опыт, который преследовал цель выявить влияние и потребность химических мелиорантов и установить возможность ускоренной капитальной промывки глубоко-осолонцованных сильнозасоленных осваиваемых при орошении почв.

Исследования проводили на старопахотном светло-каштановом солонце-солончаке в совхозе «Ревпуть» на Палласовской оросительной системе в Волгоградской обл.

Лизиметрические установки представляют собой заключенный в металлическую оболочку монолитный столб почвогрунта площадью $0,2 \times 0,2$ м, высотой 1 м с созданием в нижней части искусственного дренажного слоя и устройства для выпуска фильтрата. Пристенная фильтрация исключается путем заливки зазоров между почвой и оболочкой расплавленным битумом.

Во избежание значительных колебаний в засолении все монолиты вырезали на одной площадке размером $1 \times 1,5$ м. Для определения исходной величины засоления на этой же площадке в 5-кратной повторности отбирали образцы почвы. Ввиду близкого содержания водно-растворимых солей по горизонтам в табл. 1 и 2 приведены средние величины количества водно-растворимых солей и поглощенных оснований для упомянутых почв.

Изучали следующие варианты промывки: 1) промывку с предварительным внесением гипса в сухом виде в пахотный слой до глубины 0,25 м; 2) промывку с предварительным внесением 0,5%-ного раствора соляной кислоты (HCl); 3) промывку с предварительным внесением 0,5%-ного раствора серной кислоты (H_2SO_4); 4) промывку с предварительным внесением 0,5%-ного раствора азотной кислоты (HNO_3); 5) промывку водой без химических мелиорантов (контроль).

Дозу внесения химических мелиорантов вычисляли для гипса из расчета замещения всего поглощенного натрия кальцием гипса, а для

Таблица 1

Состав поглощенных оснований старопахотного солонца-солончака
(по методу Пфедфера)

Горизонт и глубина, см	Ca	Mg	K	Na	Сумма	% поглощенного натрия от суммы оснований
	мг-эка/100 г почвы					
A _{пах} 0—25	4,5	2,5	—	4,0	11,0	36,4
B ₁ 25—35	2,5	11,5	1,1	16,0	31,1	51,5
» 50—55	2,0	8,0	0,5	16,0	26,51	60,5
СК ₁ 65—100	2,0	8,0	—	12,2	22,2	54,0

Таблица 2

Ионный состав и соли CaSO₄ и CaCO₃ в твердой фазе почвы, %

Горизонт и глубина, см	CO ₃ ^{''}	HCO ₃ [']	Cl [']	SO ₄ ^{''}	Ca ^{..}	Mg ^{..}	Na [.]	Сумма токсичных солей	CaSO ₄	CaCO ₃	pH солевой
A _{пах} 0—25	Нет	0,033	0,063	0,108	0,05	0,001	0,099	0,279	—	2,3	7,2
B ₁ 25—35	0,001	0,085	0,188	0,225	0,005	0,004	0,248	0,752	—	0,1	7,4
» 50—55	Нет	0,029	0,236	0,643	0,030	0,028	0,384	1,310	0,2	5,0	7,3
C _к 65—100	»	0,019	0,245	0,982	0,113	0,046	0,418	1,431	0,9	13,6	7,1

кислот — из расчета потребности в кальции при обменных реакциях кислот с CaCO₃ твердой фазы.

Объем воды при промывке определяли из расчета вымывания воднорастворимых солей из метрового слоя почвогрунта до остатка, равного пределу токсичности (0,15—0,20%). Количество солей, подлежащих вымыванию, вместе с продуктами обменных реакций составило 309 т/га.

Расчет промывной нормы делали по формуле А. А. Сидько:

$$M = \left[\frac{\lg b - \lg a}{\lg (q + \alpha)} \right] C,$$

где для данной почвы M — норма промывки, м³/га; a — исходный запас солей, 309 т/га; b — запас солей, соответствующий пределу токсичности, 20,6 т/га; q — капиллярный знаменатель, 0,9; α — поправка к капиллярному знаменателю на скорость солеотдачи, 0,03, из этого $q + \alpha = 0,93$; C — объем водоотдачи, 300 м³/га, откуда:

$$M = \left(\frac{\lg 20,6 - \lg 304}{\lg 0,93} \right) \cdot 300 = 17500 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Количество химического мелиоранта, внесенного при промывке, и объем воды, поданной на промывку в каждом варианте, приведены в табл. 3.

В результате внесения химических мелиорантов из расчета гипса — 135, соляной кислоты — 130, серной кислоты — 68, азотной кислоты — 130 т/га и последующей промывки чистой водой произошли существенные изменения во всем метровом слое почвогрунта. Прежде всего, как и ожидалось, произошло замещение в поглощающем комплексе Na на Ca, причем в вариантах с внесением кислот Na удален из ППК полностью, в варианте с гипсом — сведен до минимума (табл. 4). Везде возросло абсолютное содержание в поглощающем комплексе кальция — до 60—80% от суммы поглощенных оснований.

Таблица 3

Количество химических мелиорантов и объем воды при промывке по вариантам опыта

Вариант	Химические мелиоранты				Контроль (без химических мелиорантов)
	гипс	HCl	H ₂ SO ₄	HNO ₃	
Вес химических мелиорантов, т/га	135	130	68	130	—
Объем 0,5%-ного водного раствора химических мелиорантов, м ³ /га	—	9 800	13 500	17 000	—
Объем чистой воды после подачи раствора химических мелиорантов, м ³ /га	17 500	7 700	4 000	500	17 500
Всего: объем воды, м ³ /га	17 500	17 500	17 500	17 500	17 500

Таблица 4

Изменение в содержании поглощенного натрия в результате действия химических мелиорантов, мг-экв/100 г почвы

Глубина, см	Исходное содержание натрия	После внесения химических мелиорантов			
		гипс	HCl	H ₂ SO ₄	HNO ₃
0—25	4,0	—	—	—	1,0
25—35	16,0	3,04	—	—	2,0
50—55	16,0	4,48	—	—	1,0
65—100	12,2	2,84	0,9	1,9	1,9

Таблица 5

Изменение скорости фильтрации и продолжительности промывки при внесении химических мелиорантов

Показатель	Промывка без химических мелиорантов (контроль)	Промывка с внесением химических мелиорантов			
		гипс	HCl	H ₂ SO ₄	HNO ₃
Средняя скорость фильтрации, м/сут	0,006	0,047	0,169	0,165	0,108
Продолжительность промывки, сут.	310	63	16	31	49
Объем фильтрата, тыс. м ³ /га	3,1	15,8	16,8	15,9	15,8

Данные по промывке чистой водой не приводятся ввиду того, что из-за чрезвычайно низкой фильтрационной способности почвы и дальнейшего резкого замедления фильтрации из-за солонцеватости опыт еще не закончен. Однако и эти данные указывают уже на безнадежность промывки этой почвы без химических мелиорантов.

Мелиоративный эффект от внесения химических мелиорантов выразился в весьма существенном изменении скорости фильтрации и продолжительности промывки (табл. 5).

Весьма существенное увеличение скорости промывки с химическими мелиорантами по сравнению с контролем (до 0,169—0,047 против 0,006 м/сут) обеспечило промывку по вариантам соответственно за 63, 16, 31 и 49 суток с удалением водно-растворимых солей из всей метровой толщи почвы (остаток солей в нижнем полуметровом слое лишь незначительно превышал предел токсичности—0,15%). Хлор вымылся из всей толщи практически весь (остаток—0,003—0,005%, что намного меньше предела токсичности по этому иону).

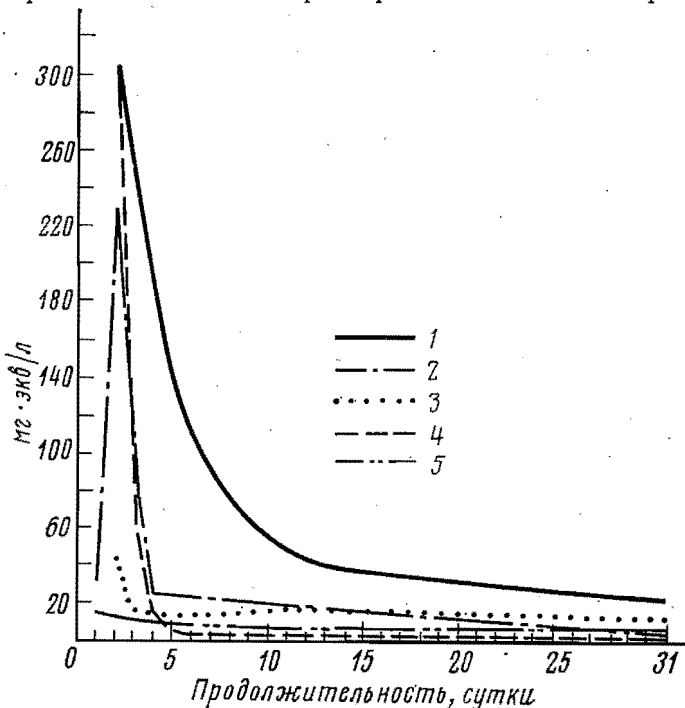
Таблица 6

Количество кальция и натрия, вынесенных дренажным стоком при промывках с химическими мелиорантами, г/л

Ионы	Варианты промывки с применением химических мелиорантов				Контроль
	HCl	H ₂ SO ₄	HNO ₃	гипс	
Ca	2,47	2,62	2,29	2,61	1,19
Na	29,0	28,0	36,5	32,2	18,3

По изменению во времени минерализации фильтрата, которая показана в виде гипотетических солей (рисунок), видно, что при промывке с химическими мелиорантами вредные легкорастворимые соли NaCl и MgSO₄ были удалены из почвы уже на 4—5 день со времени появления фильтрата. Содержание этих солей в фильтрате после этого не превышало количества безвредных солей Ca(HCO₃)₂ и CaSO₄.

Несколько медленнее происходил вынос Na₂SO₄. Основное количество этой соли было удалено из монолитов на 12—13 день после начала стока. Содержание этой соли в фильтрате и после этого превышало ко-



Вынос солей фильтратом в ходе промывки с применением соляной кислоты.

1 — Na₂SO₄, 2 — MgSO₄, 3 — CaSO₄, 4 — NaCl, 5 — Ca(HCO₃)₂

личество остальных солей. Поскольку солевые балансы показывают, что количество натрия, обнаруженное в фильтрате, намного превышает запасы его в виде водно-растворимых солей, есть основание предполагать, что происходит непрерывный вынос Na из поглощающего комплекса.

Слаборастворимые безвредные соли Ca(HCO₃)₂ и CaSO₄ находились в фильтрате в течение всей промывки примерно в одних и тех же количествах вследствие постоянного поступления их в фильтрат из твердой фазы.

Из данных табл. 6 видно, что количество солей натрия, вынесенных фильтратом в вариантах с применением химических мелиорантов, пре-

вышает в 2 раза количество этих солей, вынесенных при промывке тем же объемом чистой воды. Вынос солей кальция в вариантах промывки с химическими мелиорантами также увеличен по сравнению с контролем, но абсолютное количество кальция, вымытого из почвы, невелико.

Выводы

1. Показано, что ускоренная капитальная промывка метрового слоя сильнозасоленной и осолонцованной почвы с применением химических мелиорантов практически возможна. При исходной засоленности 1,3% и содержании поглощенного натрия 16 мг-экв/100 г почвы для этого потребовалось 17,5 тыс. м³/га воды и один из химических мелиорантов — гипс (135 т/га), соляная кислота (130 т/га), серная кислота (68 т/га) или азотная кислота (130 т/га). При этом скорость фильтрации увеличилась до величин, характерных для неосолонцованных почв соответствующего механического состава. Продолжительность промывки при непрерывном затоплении и градиенте напора, равном единице, по вариантам опыта составила от 16 до 63 суток.

2. Однако для рассолонцевания сильно осолонцованного метрового слоя почвы потребовалось очень большое количество химических мелиорантов, внесение которых на практике вряд ли может быть доступно. Поэтому данный способ ускоренной мелиорации может быть применен лишь в случаях неглубокого осолонцевания почвогрунтов, где потребность в химических мелиорантах не будет превышать доступных норм (10—15 т/га гипса).

ВНИИГиМ
им. А. Н. Костякова

Дата поступления
4.VIII. 1976 г.

A. A. SIDKO, S. I. MYASISHCHEV, V. P. BAYAKINA

A TENTATIVE WASHING OF SALT AFFECTED DEEPLY SOLONIZED SOILS WITH THE USE OF CHEMICAL AMELIORANTS IN CASPIAN LOWLAND

A possibility of washing strongly salt-affected and deeply solonized soils of semidesert complexes in Caspian lowland has been studied. It has been demonstrated that a capital washing of these soils with water alone is unrealizable. The application of chemical ameliorants (hydrochloric and nitric acids, or gypsum) increased filtration rate 10—30 times and led to desalinization and desolonization of a 1 m layer of salt affected solonetzic soils during one season.