

УДК 631.619:631.445.52

М. Я. Искендеров

Азербайджанское научно-производственное объединение «Гидротехника и мелиорация», Баку, Азербайджан

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ МЕЛИОРАНТОВ НА РАБОТУ ДРЕНАЖА ПРИ ПРОМЫВКЕ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ

Цель исследований – изучить влияние химических мелиорантов на работу горизонтального дренажа при промывке слабопроницаемых глинистых засоленных почв и установить эффективность промывки. Объект исследования – глинистые почвы Ширванской степи Азербайджана, характеризующиеся низкой водопроницаемостью и сильной засоленностью. Тип засоления хлоридно-сульфатный. Заложены четыре варианта опыта: промывка обычной водой без применения химических мелиорантов; промывка после насыщения слоя почвы 0–100 см 0,5%-ным раствором отработанной соляной кислоты; промывка после насыщения слоя почвы 0–100 см 1,0%-ным раствором отработанной серной кислоты; промывка после внесения в почву железного огарка с концентрированной серной кислотой в отношении 1:0,3. Анализ результатов исследований показал, что в варианте промывки 0,5%-ным раствором соляной кислоты модуль дренажного стока составил 0,435 л/(с·га). Это примерно в 2 раза больше, чем в контрольном варианте. При промывке 1,0%-ным раствором серной кислоты модуль дренажного стока был примерно в 3 раза больше по сравнению с промывкой обычной водой. В варианте промывки, предполагавшем внесение в почву железного огарка с концентрированной серной кислотой в отношении 1:0,3, модуль дренажного стока был в 1,6 раза больше, чем при промывке обычной водой. Отмечено, что в начальный период промывки минерализация дренажных вод в опытных вариантах изменилась от 54 до 320 г/дм³, а в контрольном варианте – от 37 до 158 г/дм³. К концу промывки во всех вариантах опыта минерализация дренажных вод снизилась до 30–32 г/дм³.

Ключевые слова: химические мелиоранты, промывка, дренаж, модуль дренажного стока, отработанная кислота, раствор, водопроницаемость, глинистая почва, засоление.

M. J. Iskenderov

Azerbaijan research-and-production Association Hydraulic engineering and Reclamation, Baku, Azerbaijan

CHEMICAL AMENDMENTS IMPACT ON THE OPERATION OF DRAINAGE DURING THE LEACHING OF SALINE SOILS

The aim of the research is to study the impact of chemical amendments on the operation of horizontal drainage during leaching of low-permeable clay saline soils and determine the efficiency of leaching. The object under study is clay soil in Azerbaijan's Shirvan steppe, which is characterized by low water permeability and high salinity. The type of soil salinization is chloride-sulfate. There were four variants in the experiment: leaching by plain water without chemical amendment; leaching after saturating soil layer 0–100 cm by 0.5% solution of waste hydrochloric acid; leaching after saturating soil layer 0–100 cm by 1.0% solution of waste sulfuric acid; leaching after applying iron cinder together with concentrated sulfuric acid by the ratio 1:0.3. Analysis of the research results has shown that in the variant with 0.5% solution of waste hydrochloric acid the module of drainage flow was 0.435 l/(sec·ha). That is

roughly two times greater than in the control variant. While leaching by 1.0% solution of waste sulfuric acid, module of drainage flow was approximately three times greater comparing to the leaching by plain water. Leaching with iron cinder applying together with concentrated sulfuric acid by the ratio 1:0.3 provided the module of drainage flow 1.6 times greater than leaching using plain water. It was noted that in the beginning of leaching drainage water salinity in variants studied varied from 54 to 320 g/dm³, and in the control variant – from 37 to 158 g/dm³. At the end of leaching, drainage water salinity decreased to 30–32 g/dm³ in all variants.

Keywords: chemical amendment, leaching, drainage, module of drainage flow, waste acid, solution, water permeability, clay soil, salinization.

Введение. Значительная часть орошаемой территории Азербайджана занята в той или иной мере засоленными почвами. По данным кадастра, более 1,5 млн га земли подвержено засолению [1]. Для улучшения состояния этих земель требуется промывка на фоне дренажа [2]. На практике часто встречаются трудности при промывке, особенно глинистых почв, так как у них сильно выражена физическая адсорбция вследствие их большой удельной поверхности и низкой водопроницаемости. Для повышения эффективности промывки таких почв применяют дополнительные меры по улучшению их водно-физических, особенно фильтрационных, свойств. К ним можно отнести применение различных химических веществ, так называемых химических мелиорантов [3–5]. Следует отметить, что основы применения химических веществ в мелиорации почв разработаны К. К. Гедройцем в 1912 г. Для устранения щелочности почв и связанного с ней дефицита иона кальция в почвенном растворе К. К. Гедройц предложил замещение избытка поглощенного натрия другими катионами. Эта разработка использована в основном для мелиорации содовозасоленных почв. При этом в качестве химических мелиорантов применялись хлористый кальций, кальциевая селитра, гипс, гидроксид кальция и т. д. [3].

Позже для освоения тяжелых глинистых почв, засоленных нейтральными солями, использовали растворы серной (H₂SO₄) и соляной (HCl) минеральных кислот, а также физиологических кислых веществ, таких как сера, FeSO₄, (NH₄)₂SO₄ и др. [4, 5]. Опыты проводились в основном для определения влияния растворов минеральных кислот на вынос солей

из расчетного слоя почвы и изменения отношения токсичных солей к общему содержанию. Подобные исследования проведены и М. Я. Искендеровым [6]. В этих работах практически не изучено влияние химических мелиорантов на водопроницаемость почвы и работу дренажа, на фоне которого проводилась промывка.

Основной целью данных исследований являлось установление эффективности промывки и влияния химических мелиорантов на вынос солей и работу дренажа.

Материалы и методы. Исследования проводились на территории Агдашского района, расположенного в Ширванской степи. Почвы представлены тяжелыми глинами и суглинками. Содержание физической глины составляет 64–92 %, а илистой фракции – 10–40 %, пахотные и подпахотные слои почвогрунтов сильно уплотнены. Водопроницаемость этих почв очень низкая, скорость впитывания колеблется от 0,0670 до 0,0004 м/сут. Исходное засоление слоя почвы 0–100 см изменяется от 2,89 до 2,98 % по плотному остатку. Тип засоления хлоридно-сульфатный. Грунтовые воды при наличии коллекторно-дренажной сети залегают на глубине 2–3 м, а минерализация их составляет 3–20 г/дм³.

На опытном участке функционирует пять горизонтальных дрен с междренним расстоянием 100 м и глубиной 3 м.

Опыт закладывался в следующих вариантах:

- вариант I – промывка обычной водой без применения химических мелиорантов в зоне действия дрены Д28;

- вариант II – промывка после насыщения слоя почвы 0–100 см 0,5%-ным раствором отработанной соляной кислоты (HCl) в зоне действия дрены Д27;

- вариант III – промывка после насыщения слоя почвы 0–100 см 1%-ным раствором отработанной серной кислоты (H₂SO₄) в зоне действия дрены Д26;

- вариант IV – промывка после внесения в почву железного огарка с концентрированной серной кислотой в отношении 1:0,3 в зоне действия дрены Д25.

Промывная норма в отдельные междренья опытного участка подавалась одновременно, и промывка осуществлялась на протяжении 7 месяцев.

Объем воды, поданной на промывку, определен по водосливам, устроенным на водоподводящих каналах в начале каждого участка. Фактическая водоподача N ($\text{м}^3/\text{га}$) установлена путем деления объема воды V на площадь ω каждого участка, т. е. по формуле:

$$N = V / \omega,$$

где V – объем воды, м^3 ;

ω – площадь участка, га.

Расход (сток) горизонтальных дрен определен по водосливам, устроенным в их устьях. Количество (объем) V (м^3) воды, отводимой каждой дренажной, установлено по формуле:

$$V = Q \cdot t,$$

где Q – расход дрены, $\text{м}^3/\text{сут}$;

t – продолжительность промывки или работы дрены, сут.

Эффективность влияния химических мелиорантов на работу дренажа установлена по модулю дренажного стока, определенного по формуле [7]:

$$q = \frac{V}{86,4 \cdot t \cdot \omega},$$

где q – модуль дренажного стока, $\text{л}/(\text{с} \cdot \text{га})$;

V – объем воды, отводимой каждой дренажной за период промывки t , м^3 ;

86,4 – переходной коэффициент от $\text{м}^3/\text{сут}$ к $\text{л}/\text{с}$;

ω – площадь, обслуживаемая каждой дренажной, га.

Изменение фильтрационной способности почвы оценено по модулю дренажного стока или по объему отводимых дренажем вод по вариантам опыта.

Влияние химических мелиорантов на работу дренажа изучено по изменению минерализации дренажных вод и по отводу солей дренами.

С этой целью в периоды до и после промывки из контрольных опытных дрен взяты пробы воды для химического анализа с целью определения ее минерализации.

Количество выноса солей отдельными дренами установлено расчетным путем с помощью формулы:

$$m = \frac{V \cdot C}{1000},$$

где m – количество выноса солей, т;

V – общий объем дренажного стока, м³;

C – минерализация дренажных вод, г/дм³;

1000 – переходной коэффициент от г/дм³ к т/м³.

Процесс рассоления почвы изучен по данным солевых съемок, произведенных до и после промывки. С этой целью на опытном участке в 40 точках до глубины 2 м через каждые 20 см слоя почвы отбирались почвенные образцы на химический анализ для установления степени засоления.

Результаты и обсуждение. В начальный период проведения промывки определенная часть промывной нормы расходовалась на полное насыщение свободной емкости почвогрунтов и на испаряемость, а остальная часть промывной воды была отведена дренами. Данные о промывках и работе дренажа в разрезе отдельных вариантов опыта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Фактические данные о промывках и работе дренажа в разрезе отдельных вариантов опыта

Вариант	Площадь варианта, га	Продолжительность промывки, сут	Фактическая водоподача на промывку, м ³ /га	Засоление почвы до промывки по плотному остатку, %	Засоление почвы после промывки по плотному остатку, %
I (контроль)	8	210	18945	2,98	1,32
II	8	190	18353	2,94	0,68
III	8	180	18149	2,96	0,70
IV	8	200	18151	2,89	0,91

В период промывки на опытный участок площадью 32 га было подано 586,5 тыс. м³ воды, что составило примерно 18 тыс. м³/га подвешенной площади (таблица 1).

До водоподачи на промывку стоки опытных дрен были незначительными, значение модуля дренажного стока составило 0,010–0,014 л/(с·га). По мере подъема уровня грунтовых вод сток дрен постепенно увеличивался, после смыкания уровня грунтовых вод с горизонтом воды в чеках значение дренажного стока во всех вариантах опыта достигало своего максимума (таблица 2). Увеличение дренажного стока в вариантах опыта происходило по-разному. В варианте промывки 0,5%-ным раствором соляной кислоты модуль дренажного стока составил 0,435 л/(с·га), что примерно в 2 раза больше, чем в контрольном варианте. При промывке 1,0%-ным раствором серной кислоты модуль дренажного стока был примерно в 3 раза больше по сравнению с промывкой обычной водой.

Таблица 2 – Модуль дренажного стока по отдельным периодам промывки

Вариант	№ учетной дрены	Модуль дренажного стока		
		до промывки	в начальный период промывки	в период промывки
I (контроль)	Д28	0,012	0,215	0,230
II	Д27	0,014	0,318	0,435
III	Д26	0,012	0,450	0,698
IV	Д25	0,010	0,286	0,370

В варианте промывки, предполагавшем внесение в почву железного огарка с концентрированной серной кислотой в отношении 1:0,3, модуль дренажного стока был в 1,6 раза больше, чем при промывке обычной водой (таблица 2).

Выявленное увеличение дренажного стока позволяет сделать предположение, что применение химических мелиорантов при промывке глинистых засоленных почв способствует повышению водопроницаемости почвогрунтов. Это подтверждено и данными о выносе дренами солей из почвы.

По данным солевых съемок, произведенных до и после промывки, установлено, что во II и III вариантах степень засоления почвы уменьшилась примерно в 2 раза, а в IV варианте – в 1,4 раза по сравнению с контрольным вариантом промывки (таблица 1).

В начальный период промывки одновременно с повышением расхода дрен возрастала минерализация дренажного стока, что объясняется интенсивным выносом солей промывными водами и поступлением их в дрены. В дальнейшем к концу периода промывки минерализация дренажных вод постепенно снижалась и количество солей, выносимых единицей объема стока, также резко снижалось. В начальный период промывки минерализация дренажных вод в опытных вариантах изменилась от 54 до 320 г/дм³, а в контрольном варианте – от 37 до 158 г/дм³. К концу промывки во всех вариантах опыта минерализация дренажных вод снизилась до 30–32 г/дм³. В период промывки контрольной дренажной Д28 отведено 1350 т, а опытными дренажами: Д27 – 1860 т, Д26 – 1890 т, Д25 – 1510 т солей.

Результаты проведенных опытов показали, что промывка с предварительным насыщением почв слабыми растворами соляной и серной кислот дает наибольший мелиоративный эффект как по улучшению водных свойств почв, так и по их рассолению.

Выводы

1 Анализ результатов исследований показал, что в варианте промывки 0,5%-ным раствором соляной кислоты модуль дренажного стока составил 0,435 л/(с·га). Это примерно в 2 раза больше, чем в контрольном варианте. При промывке 1,0%-ным раствором серной кислоты модуль дренажного стока был примерно в 3 раза больше по сравнению с промывкой обычной водой. В варианте промывки, предполагавшем внесение в почву железного огарка с концентрированной серной кислотой в отношении 1:0,3, модуль дренажного стока был в 1,6 раза больше, чем при промывке обычной водой. Таким образом, при промывке засоленных почв приме-

ние химических мелиорантов, в частности слабого раствора соляной и серной кислот, способствует повышению водопроницаемости глинистых почв (за счет коагуляции илистых веществ в почве), что подтверждается эффективной работой опытных дрен.

2 Установлено, что во II и III вариантах степень засоления почвы уменьшилась примерно в 2 раза, а в IV варианте – в 1,4 раза по сравнению с контрольным вариантом промывки, то есть применяемые для промывки химические мелиоранты способствуют рассолению почв.

Список литературы

- 1 Ахмедзаде, А. Д. Кадастр мелиоративных и водохозяйственных систем / А. Д. Ахмедзаде, А. Д. Гашимов. – Баку: Азернешр, 2006. – 272 с.
- 2 Аверьянов, С. Ф. Горизонтальный дренаж при борьбе с засолением орошаемых земель / С. Ф. Аверьянов. – М.: АН СССР, 1959. – 82 с.
- 3 Агаев, Б. М. Химическая мелиорация солончаковых почв / Б. М. Агаев // Хлопководство. – 1967. – № 7. – С. 12–14.
- 4 Абдуев, М. Р. Ускорение мелиорации глинистых солончаков Азербайджана / М. Р. Абдуев. – Баку: Элм, 1977. – 212 с.
- 5 Теймуров, К. Г. Новое в промывке / К. Г. Теймуров, С. А. Эминов, М. Я. Искендеров // Сельское хозяйство. – 1972. – № 8. – С. 33–34.
- 6 Искендеров, М. Я. Мелиорация засоленных почв с применением различных химических мелиорантов в Ширванской степи / М. Я. Искендеров // Аграрная наука Азербайджана. – 2007. – № 6–7. – С. 77–79.
- 7 Мелиорация земель / А. И. Голованов [и др.]; под ред. А. И. Голованова. – М.: Колос, 2011. – 824 с.

Искендеров Мамед Якуб олы

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Должность: ведущий научный сотрудник

Место работы: Азербайджанское научно-производственное объединение «Гидротехника и мелиорация»

Адрес организации: ул. И. Дадашов, 324, г. Баку, Азербайджан, 1130

E-mail: isgenderov36@mail.ru

Iskenderov Mamed Jakub ola

Degree: Candidate of Agricultural Sciences

Position: Leading Researcher

Affiliation: Azerbaijan research-and-production Association Hydraulic engineering and Reclamation

Affiliation address: st. I. Dadashov, 324, Baku, Azerbaijan, 1130

E-mail: isgenderov36@mail.ru