MACHINERY FOR SOIL CULTIVATION



УДК 630*114.445.631.34



DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-2-29-33

Применение техники и технологии для промывки сильнозасоленных почв

Фазлиддин Уринович Жураев,

Фуркат Шодиевич Мусулманов,

доктор технических наук, доцент кафедры,

соискатель

e-mail: fjuraev66@mail.ru;

Бухарский филиал Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, г. Бухара, Республика Узбекистан

Реферат. Восстановить плодородие почв можно с помощью специальных технологий и техники. В частности, для рыхления земель с плотными и загипсованными слоями почвы разрабатывают чизели, а на засоленных землях с высоким уровнем грунтовых вод прокладывают кротовые дрены. (Цель исследования) Обосновать параметры и технологии применения энергосберегающих чизельных рабочих органов для рыхления плотных и загипсованных прослоек почвы, а также устройств для формирования кротовых дрен в подпахотных слоях засоленных почв. (Материалы и методы) Использовали современные методы и приборы для обоснования параметров чизельного рыхлителя и дренажно-кротового орудия. Представили схему проведения экспериментов на опытно-производственном участке. Изучили механический состав и степень засоленности почвы на опытном поле. (Результаты и обсуждение) Определили эффективность рыхления почвы перед промывкой с помощью разработанного чизельного рыхлителя. Для прокладки кротового дренажа на тяжелосуглинистых сильнозасоленных почвах предложили устройство, которое отличается от аналогов тем, что имеет раму из двух частей. (Выводы) Обеспечили качественное выполнение технологического процесса для удаление вредных солей из плодородных слоев почвы. Выявили, что разуплотнение почвы чизелем на глубине 0,45 метра, а после вспашки на глубине 0,35 метра с последующей промывкой почвы снижает содержание солей с 0,978 процента до 0,198-0,578 процента, при этом коэффициент рассоления составил 1,7-4,9. Сократили продолжительность промывных поливов на 15 дней по сравнению с традиционной обработкой. Показали, что благодаря дополнительной обработке почвы в случае нехватки воды норму промывки можно уменьшить с 6500 кубометров на гектар до 4500 или 5500 кубометров. Определили, что применение предложенной технологии уменьшает расход энергии на 9,0-14,5 процента, затраты труда на 7,91-14,11 процента, эксплуатационные расходы на 8,16-11,0 процента, увеличивает производительность труда на 16,3-18,0 процента, что обеспечивает годовую экономическую эффективность в размере 11,6-12,6 миллиона сумов.

Ключевые слова: мелиорация, чизельный рыхлитель, рыхление почвы, дренажно-кротовое орудие, сильнозасоленные почвы, промывка засоленных почв, тяжелосуглинистые почвы, коэффициент рассоления почв.

 Для цитирования: Жураев Ф.У., Мусулманов Ф.Ш. Применение техники и технологии для промывки сильнозасоленных почв // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2020. Т. 14. N2. С. 29-33. DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-2-29-33.

Equipment and Technology Application for Washing Highly Saline Soils

Fazliddin U. Zhuraev,

Furkat Sh. Musulmanov,

Dr.Sc.(Eng.), associate professor of the department,

applicant

e-mail: fjuraev66@mail.ru;

Bukhara branch of the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Bukhara, Republic of Uzbekistan

Abstract. Soil fertility can be restored using special technologies and equipment. In particular, chisels are developed for loosening lands with dense and gypsum soil layers, and mole drains are laid on saline lands with a high level of groundwater. (Research purpose) To substantiate the parameters and technologies for using energy-saving chisel working parts for loosening dense and gypsum soil layers, as well as devices for forming mole drains in subsurface layers of saline soils. (Materials and methods) Modern methods and devices were used to justify the parameters of the chisel ripper and the mole drainage tools. The authors presented the scheme of experiments at the pilot production area. They studied the mechanical composition and the degree of soil



salinity in the experimental field. (*Results and discussion*) The authors determined the soil loosening effectiveness before washing using the developed chisel cultivator. For laying mole drainage on heavily loamy highly saline soils a device was proposed that differs from its analogues in that it has a two-part frame. (*Conclusions*) The authors ensured the high-quality execution of the technological process for the harmful salts removal from the fertile soil layers. It was found that soil decomposition with the chisel at a depth of 0.45 meters, and after plowing at a depth of 0.35 meters followed by soil washing, reduced the salt content from 0.978 percent to 0.198-0.578 percent, at the same time the desalinization coefficient was 1.7-4.9. The duration of irrigation was reduced by 15 days compared to traditional process. The authors showed that due to additional tillage in case of water shortage, the flushing rate could be reduced from 6500 cubic meters per hectare to 4500 or 5500 cubic meters. They determined that the application of the proposed technology reduced energy consumption by 9.0-14.5 percent, labor costs by 7.91-14.11 percent, operating costs by 8.16-11.0 percent, increased labor productivity by 16.3-18.0 percent, and that ensured annual economic efficiency in the amount of 11.6-12.6 million soums.

Keywords: reclamation, chisel cultivator, soil loosening, drainage and mole implement, highly saline soil, saline soil leaching, heavy loamy soil, soil desalinization coefficient.

■ For citation: Zhuraev F.U., Musulmanov F.SH. Primenenie tekhniki i tekhnologii dlya promyvki sil'nozasolennykh pochv [Equipment and technology application for washing highly saline soils]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2020. T. 14. N2. 29-33 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-2-29-33.

огласно данным ФАО, в мире насчитывается 44-46% посевных площадей, засоленных в разной степени. Восстановить их плодородие можно с помощью специальных технологий и техники. В частности, для рыхления земель с плотными и загипсованными слоями почвы разрабатывают чизели, а на засоленных землях с высоким уровнем грунтовых вод прокладывают кротовые дрены. Продолжается изучение технологических процессов применения этих устройств для повышения эффективности мелиоративных мероприятий на сильнозасоленных плотных почвах с гипсовыми прослойками [1-3].

В результате разработаны технологии и технические средства для улучшения мелиоративного состояния земель, рыхления подпахотных слоев почвы, создания открытых и закрытых дрен. Применение их в сельском хозяйстве дало положительные результаты [4-6]. Однако на орошаемых засоленных землях с близко расположенными грунтовыми водами эти вопросы изучены недостаточно.

Цель исследования — обосновать параметры и технологии применения энергосберегающих чизельных рабочих органов для рыхления плотных и загипсованных прослоек почвы, а также устройств для формирования кротовых дрен в подпахотных слоях засоленных почв.

Материалы и методы. В ходе исследований использованы методы системного анализа, фундаментальные законы и положения теоретической механики, высшей математики и математической статистики, математического планирования и тензометрирования, а также существующие нормативные документы (*Tst 63.03.2001*, *Tst 63.04.2001*), «Методика проведения полевых экспериментов» Научно исследовательского института семеноводства и агротехнологии и рекомендации по улучшению мелиоративного состояния засоленных почв.

Результаты и обсуждение. Изучили эффектив-

ность рыхления почвы перед промывкой с помощью разработанного чизельного рыхлителя, чтобы разрушить загипсованные и плотные прослойки без перемешивая с плодородными слоями, не превышая критической глубины обработки стрельчатыми рабочими органами ($puc.\ I$). Чизель разрезает плотный слой без перемещения и смешивания с верхними слоями почвы ($namenm\ PV3\ No\ UZ\ FAP\ 01070$).

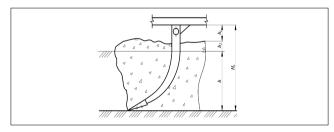


Рис. 1. Схема чизельного глубокорыхлителя

h — глубина обработки почвы; h_1 — расстояние от нижней части рамы до поверхности почвы; h_2 — вспушенность обработанного слоя; H_c — общая высота стойки

Fig. 1. A chisel deep-ripper scheme

h – the tillage depthf; h_1 – the distance from the bottom of the frame to the soil surface; h_2 – fluffiness of the treated layer; H_c – total rack height

Высоту стойки чизельного глубокорыхлителя определяют по формулам [1,3]:

$$h$$
=0,4-0,5 м; h_1 =0,3-0,4 м; h_2 =h/4=(0,4-0,5)/4=0,1-0,125 м; H_c =h+h₁+h₂=(0,4-0,5)+(0,3-0,4)+(0,1-0,125)= = 0,8-1,02 м.

Общую высоту стойки исходя из условия разуплотнение загипсованной или плотной прослойки будем принимать в пределах $H_c = 0.9-1.0$ м.

Чизель не забивается растительными остатками и почвой и отвечает агротехническим и энергетиче-



ским требованиям к орудию для применения перед промывкой загипсованных и плотных прослоек почв в орошаемом земледелии.

Для прокладки кротового дренажа на тяжелосуглинистых сильнозасоленных почвах предложили устройство, которое отличается от аналогов тем, что имеет раму из двух частей ($puc.\ 2$). Переднюю часть навешивают на трактор, а заднюю с помощью трехточечного шарнирного соединения устанавливают на переднюю ($namenm\ PV3\ NOME\ UZ\ FAP\ 00727$).

В рабочем положении орудие плавно заглубляется и занимает устойчивое положение хода на заданной глубине кротового дренажа — 0.6; 0.7 и 0.8 м. Следует отметить меньшую металлоемкость конструкции по сравнению с аналогами (*патент РУз № UZ FAP 00832*) [7, 8].

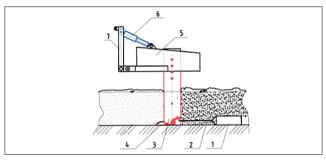


Рис. 2. Дренажно-кротовое устройство

1 – конус-цилиндр; 2 – стальной трос; 3 – стойка; 4 – долото; 5 – подвижная рама; 6 – гидроцилиндр; 7 – неподвижная рама Fig. 2. Mole-drainage device

1 – cone-cylinder; 2 – steel cable; 3 – rack; 4 – chisel; 5 – movable frame; 6 – hydraulic cylinder; 7 – fixed frame

Экспериментальные исследования проводили в фермерском хозяйстве «Бешголиблар» Гидуванского района Бухарской области в 2013-2014 гг. (рис. 3).

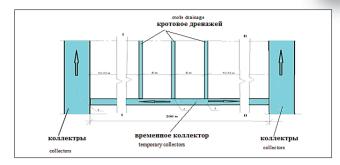
С двух сторон опытного поля открыли коллекторы, в том числе временный. Провели обработку чизельным глубокорыхлителем и дренажно-кротовым орудием.

На опытном участке 18 га выделили 3 поля по 6 га. Содержание водорастворимых солей в почве составляет 0,978% сухого остатка. Грунтовые воды расположены близко — на глубине 1,0-1,2 м.

На экспериментальном поле в обрабатываемых слоях почвы, согласно описанию Н.А. Качинского, преобладают тяжелый и средний суглинок (*табл. 1*).

Каждое поле разделили на три участка. Первый вариант — контрольный (без рыхления и дренажа). Во втором варианте рыхлили почву на глубину 0,45 м и проводили вспашку на глубину 0,35 м. В третьем — осуществляли вспашку на 0,35 м и кротовый дренаж на глубине 0-0,60 м при растоянии между дренами 2-3 м.

На первом поле промывная норма равна $4500 \,\mathrm{m}^3/\mathrm{ra}$, на втором – $5500 \,\mathrm{m}^3/\mathrm{ra}$ и на третьем – $6500 \,\mathrm{m}^3/\mathrm{ra}$ (maбл. 2). В полевых экспериментах промывные нормы по-



Puc. 3. Схема опытно-производственного участка Fig. 3 The experimental production area scheme.

давали зимой: на первом поле — в 2 такта (то есть дважды с перерывом в 1 мес., примерно равными долями), на втором и третьем полях — в 3 такта.

Все три варианта технологии, независимо от промывной нормы, показали снижение содержания солей в почве (*табл. 2*). Наилучшие результаты достигнуты в третьем варианте технологии, то есть при вспашке и дренаже. Вполне закономерно, что максимальный эффект отмечен при норме промывки 6500 м³/га: содержание солей снизилось с 0,978 до 0,132%, коэффициент рассоления достиг 7,4.

При технологии по третьему варианту продолжительность промывных поливов сокращается на 15 дней по сравнению с контролем, что обеспечивает своевременное начало весенних сельскохозяйственных работ. В годы с достаточным количеством воды можно провести промывку почв нормой 6500 м³/га, а в случае нехватки воды — нормами 4500 или 5500 м³/га на фоне рыхления почвы на глубину 0,45 м и кротового дренажа на глубине 0-0,6 м, которые обеспечивают высокую эффективность промывок.

Во всех 9 вариантах опытов расход дизтоплива при проведении пахоты был примерно одинаковым — 40-45 кг/га. В случае с предварительной обработкой чизелем на глубину 0,45 этот показатель снизился до 38-42 кг/га. В третьем варианте, при дополнительной работе дренажно-кротового орудия, расход дизтоплива был еще меньше — 35-38 кг/га. Для сильнозасоленных почв самым экономичным по расходу воды и эффективным в плане рассоления считается вариант обработки с дренажно-кротовым орудием.

Для расчета технико-экономический эффективности разработанных орудий с обоснованными параметрами использовали нормативно-справочный материал для экономической оценки сельскохозяйственной техники и машин [9-11]. Как показали расчеты, применение чизельного рыхлителя на почвах с загипсованными и плотными прослойками и дренажно-кротового орудия на засоленных почвах позволяет уменьшить расход энергии на 9-14,5%, затраты труда на 7,91-14,11%, эксплуатационные расходы на 8,16-11,0%, увеличить производительность труда на 16,3-18,0%, что в целом выражется в годовой экономической эффективности, равной 11,6-12,6 млн сумов.



Таблица 1 Tak													
Механический состав почвы опытного поля Меснанісаl composition of the experimental field soil													
Глубина слоев, мм Layers depth, mm		Фр	акции,	мм / Fra	ctions, 1	nm	Сумма физического						
	0,25-1,00	0,10-0,25	0,05-0,10	0,01-0,05	0,005-	0,001-	<0,001	состава почвы <0,01 мм, % The sum of the soil physical composition <0.01 mm,%	Тип почв Soil type				
0-43	1,09	11,78	21,99	23,52	11,78	14,43	16,40	42,61	тяжелый суглинок heavy loam				
43-88	2,70	11,15	23,27	18,86	12,22	14,46	16,34	43,02	тяжелый суглинок heavy loam				
89-152	0,29	9,44	30,55	26,04	9,28	12,06	12,34	33,68	средний суглинок medium loam				
153-183	2,09	8,94	32,61	27,78	9,16	10,00	9,42	28,58	легкие песчаные light sand				
>183	12,29	17,61	30,96	29,86	3,44	4,54	1,30	9,28	липкий песок sticky sand				

Таблица 2 PEЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО РАССОЛЕНИЮ DESALINATION EXPERIMENT RESULTS											
Показатели	Промывная норма, м³/га / Leaching requirement, m³/ha										
Indicators		4500			5500		6500				
Варианты Variants	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Содержание солей, % Salt content	0,704	0,578	0,467	0,596	0,464	0,389	0,432	0,198	0,132		
Коэффициент рассоления Desalination coefficient	1,4	1,7	2,1	1,6	2,1	2,5	2,2	4,9	7,4		

Выводы. Предложили конструкции чизельного глубокорыхлителя и дренажно-кротового орудия с оптимальными параметрами. Обеспечили качественное выполнение технологического процесса для удаление вредных солей из плодородных слоев почвы.

Выявили, что разуплотнение почвы чизелем на глубине 0,45 м, а после вспашки на глубине 0,35 м с последующей промывкой почвы снижает содержание солей с 0,978 процента до 0,198-0,578%, при этом коэффициент рассоления составил 1,7-4,9. Сократили продолжительность промывных поливов на 15 дней

по сравнению с традиционной обработкой. Показали, что благодаря дополнительной обработке почвы в случае нехватки воды норму промывки можно уменьшить с 6500 м³/га на гектар до 4500 или 5500 м³/га. Определили, что применение предложенной технологии уменьшает расход энергии на 9,0-14,5%, затраты труда на 7,91-14,11%, эксплуатационные расходы на 8,16-11,0%, увеличивает производительность труда на 16,3-18,0%, что обеспечивает годовую экономическую эффективность в размере 11,6-12,6 млн сумов.

БИЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Труфанов В.В. Глубокое чизелевание почвы. М.: Агропромиздат. 1989. 142 с.
- 2. Панков Е.И., Конюшков М.В., Горохова И.Н. О проблеме оценки засоленности почв и методике крупномасштабного цифрового картографирования засоленных почв // Экосистемы: экология и динамика. 2017. N1. C. 26-54.
- 3. Муродов Н.М., Жураев Ф.У. Обоснование параметров орудий для разуплотнения загипсированных почв // Аграрная наука. 2014. N11. C. 30-31.
- 4. Egidijus K., Rostislav Ch., Miloslav L., Vytenis J. Wear modelling of soil ripper tine in sand and sandy clay by discrete

- element method. *Biosystems Engineering*. 2019. Vol. 188. 305-319.
- 5. Тухтакузиев А. Обеспечение равномерности глубины обработки почвы // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2019. Т. 13. N3. C. 34-38.
- 6. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И. Оптимальный профиль передней поверхности чизельного рабочего органа // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. N2. C. 26-30.
- 7. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И. Теоретические и технологические аспекты работы рыхлительного рабочего

ТЕХНИКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

MACHINERY FOR SOIL CULTIVATION



органа // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2016. T. 10. N5. C. 17-23.

- 8. Хамидов М.Х., Жураев Ф.У. Устройство и принципы работы дренажно-кротового орудия // *Irrigatsiya va Mellioratsiya*. 2017. N1(7). C. 9-12.
- 9. Маматов Ф.М., Батиров З.Л., Халилов М.Х., Холияров Е.Б. Трехъярусное внесение удобрений тукопроводом-распределителем глубокорыхлителя // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2019. Т. 13. N4. С. 48-53.
- 10. Ibrahmi A., Bentaher H., Hbaieb M., Maalej A., Mouazen A.M. Study the effect of tool geometry and operational conditions on mouldboard plough forces and energy requirement: Part 1. Finite element simulation. *Computers and Electronicsin Agriculture*. 2015. 117. 258-267.
- 11. Isoqova Z.X. Parameters of artificial pipe forming working apparatus. *European science review scientific journal*. 2018. N9-10. 181-182.

REFERENCES

- 1. Trufanov V.V. Glubokoe chizelevanie pochvy [Deep chizelovanie soil]. Moscow: Agropromizdat. 1989. 142 (In Russian).
- 2. Pankov E.I., Konyushkov M.V., Gorokhova I.N. O probleme otsenki zasolennosti pochv i metodike krupnomasshtabnogo tsi-frovogo kartografirovaniya zasolennykh pochv [About the problem of soils assessing salinity and the large-scale digital mapping methodology of saline soils]. *Ekosistemy: ekologiya i dinamika*. 2017. N1. 26-54 (In Russian).
- 3. Murodov N.M., Zhuraev F.U. Obosnovanie parametrov orudiy dlya razuplotneniya zagipsirovannykh pochv [Justification of the parameters of gypsum soils decompression tools]. *Agrarnaya nauka*. 2014. N11. 30-31 (In Russian).
- 4. Egidijus K., Rostislav Ch., Miloslav L., Vytenis J. Wear modelling of soil ripper tine in sand and sandy clay by discrete element method. *Biosystems Engineering*. 2019. Vol. 188. 305-319 (In English).
- 5. Tukhtakuziev A. Obespechenie ravnomernosti glubiny obrabotki pochvy [Ensuring uniformity of soil cultivation depth]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2019. T. 13. N3. 34-38 (In Russian).
- 6. Lobachevskiy Ya.P. Starovoytov S.I. Optimal'nyy profil' peredney poverkhnosti chizel'nogo rabochego organa [Optimal profile of the chisel working body front surface]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2018. T. 12. N2. 26-30 (In Rus-

sian).

- 7. Lobachevskiy Ya.P., Starovoytov S.I. Teoreticheskie i tekhnologicheskie aspekty raboty rykhlitel'nogo rabochego organa [Theoretical and technological aspects of the work of the cultivating working part]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2016. T. 10. N5. 17-23 (In Russian).
- 8. Khamidov M.Kh., Zhuraev F.U. Ustroystvo i printsipy raboty drenazhno-krotovogo orudiya [The device and operation principles of the drainage-mole gun]. *Irrigatsiya va Mellioratsiya*. 2017. N1(7). 9-12 (In Russian).
- 9. Mamatov F.M. Batirov Z.L. Khalilov M.Kh., Kholiyarov E.B. Trekhyarusnoe vnesenie udobreniy tukoprovodom-raspredelitelem glubokorykhlitelya [Three-tier fertilizer application with a fertilizer-distributor subsoiler]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2019. T. 13. N4. 48-53 (In Russian).
- 10. Ibrahmi A., Bentaher H., Hbaieb M., Maalej A., Mouazen A.M. Study the effect of tool geometry and operational conditions on mouldboard plough forces and energy requirement: Part 1. Finite element simulation. *Computers and Electronicsin Agriculture*. 2015. 117. 258-267 (In English).
- 11. Isoqova Z.Kh. Parameters of artificial pipe forming working apparatus. European science review scientific journal. 2018. N9-10. 181-182 (In English).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 25.11.2019 The paper was submitted to the Editorial Office on 25.11.2019 Статья принята к публикации 15.04.2020 The paper was accepted for publication on 15.04.2020