

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ МЕЛИОРАТИВНОГО ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ-КРОВОСТАТЕЛЯ ПОЧВЫ РКП-0,7

А.С. АНЖЕНКОВ, В.М. МАКОЕД

Ключевые слова: мелиоративная система, слабопроницаемые почвы, тяжелые почвы, глубокое рыхление, глубокорыхлитель почвы, рыхлитель-кровоатель почвы

Keywords: melioration system, low-permeability soils, heavy soils, deep loosening, deep soil ripper, soil ripper-mole cultivator

Аннотация. В РУП «Институт мелиорации» разработана конструкция рыхлителя-кровоателя почвы РКП-0,7 с уникальными параметрами, позволяет выполнять полосовое глубокое рыхление-кровоание тяжелосуглинистых почв на глубину до 0,7 м с применением малоомощных тракторов тягового класса 2 (мощность 96 кВт/130 л.с., например «Беларус-1221»). Полевые исследования рыхления-кровоания почвы РКП-0,7 на тяжелосуглинистых почвах Шарковщинского района Витебской области показали, что рыхление-кровоание повлияло на улучшение структуры почвы: коэффициент структурности увеличился в 1,8 раз, показатель структурности — в 1,7 раза, критерий водопропускности — в 1,4 раза. Коэффициент фильтрации почв после рыхления увеличился: в слое 0...30 см в 7 раз, в слое 30...60 см в 25 раз, в слое 60...80 см — в 53 раза.

Abstract. The Institute of Land Reclamation has developed a design for soil ripper mole RKP-0.7 with unique parameters. This design allows for the strip deep loosening of heavy loamy soils up to a depth of 0.7 meters using low-power tractors with a traction class of 2 and a power output of 96 kW or 130 horsepower, such as the BELARUS-1221. Field studies of soil loosening by the RKP-0.7 mole on heavy loamy soils in the Sharkovshchinsky district of the Vitebsk region showed that the loosening improved the soil structure. The coefficient of structure increased by 1.8 times, the index of structure — by 1.7 times, and the criterion of water resistance — by 1.4 times.

The soil filtration coefficient also increased after loosening. In the 0–30 cm layer, it increased by 7 times; in the 30–60 cm layer — by 25 times; and in the 60–80 cm layer — by 53 times.

Введение. В процессе сельскохозяйственного использования земель, в том числе мелиорированных, происходит непрерывный и естественный процесс уплотнения верхнего слоя почвы на глубину до 70 см. При отвальной технологии обработки, плугами рыхлится верхний слой 20...25 см, а ниже образуется плотная подошва уплотненная почвообрабатывающими агрегатами с плотностью более 1,6 г/см³. Усугубляющими факторами являются: повышенная влажность почвы при обработке — ускоряется уплотняющая деформация слоя; наличие пылеватых и глинистых частиц — вымываются из пахотного горизонта и дополнительно кольматируют уплотненный слой.

В Беларуси дерново-подзолистые переувлажняемые почвы занимают 25,4 % территории, причем площадь связанных переувлажняемых почв составляет 2,1 млн га. Они распространены в северной и северо-восточной зонах, из них 80 % тяжелого механического состава, водопроницаемость подпахотного горизонта которых составляет менее 0,1 м/сут [1, 2]. В Могилевской области наиболее распространены средние по механическому составу переувлажняемые почвы, площадь которых около 300 тыс. га. Эти почвы обладают наибольшим плодородием (легко и среднесуглинистые) и в то же время наиболее чувствительны к избыточному увлажнению [3, 4]. Характерной особенностью этих почв является наличие плотного слабопроницаемого подпахотного горизонта, кото-

рый способствует быстрому переувлажнению пахотного горизонта почвы, усилению оглеения, что приводит к еще большему ухудшению их свойств.

Применяемые в настоящее время способы осушения мелиорированных земель не в полной мере устраняют естественные неблагоприятные водно-физические факторы. Часто, весной проведение полевых работ запаздывает из-за медленного сброса поверхностных вод. Летом и осенью, в период выпадения обильных дождей, наблюдается переувлажнение пахотного слоя, что затрудняет работу сельскохозяйственной техники. Одним из путей улучшения водного режима почвы на мелиорированных землях является проведение агро-мелиоративных мероприятий с глубоким рыхлением-кровоанием почвы.

Основная задача рыхления почвы — это образование в верхнем слое почвы комковатой структуры, за счет приподнятия объема почвы рабочим органом рыхлителя, в то время как шеление образует вертикальные щели с уплотнением грунта вдоль разрезов.

В 1970–80-х годах за рубежом широко занимались разработкой различных орудий для глубокого рыхления переуплотненных почв, а отдельные образцы прошли испытания и успешно применялись на мелиоративных объектах. Наибольшее распространение получили рыхлители с пассивными рабочими органами, как относительно дешевые и надежные.

В настоящее время в Беларуси для сплошного глубокого рыхления мелиорированных земель на более легких почвах разработан и применяется многостоечный рыхлитель ГК-4 (масса — 1500 кг, глубина рыхления 20...70 см, производительность 1,7...4,1 га/ч), который агрегируется с трактором мощностью 223 кВт (303 л.с.) [5]. На тяжелосуглинистых почвах, нуждающихся в рыхлении, с 1990-х годов глубокое рыхление практически не проводилось, в основном из-за отсутствия рыхлителей с требуемыми техническими характеристиками.

Результаты исследований и их обсуждение. Для разработки конструкции рыхлителя, предназначенного для выполнения глубокого рыхления слабопроницаемых тяжелосуглинистых почв, проанализированы технико-экономические характеристики разной мощности тракторов и определено количество таких в производственных мелиоративных организациях. В результате анализа установлено, что в достаточном количестве имеются малоомощные трактора, которые в весенний и осенний период года недостаточно загружены строительными работами. Предварительными расчетами принято направление разработки конструкции рыхлителя почвы под трактор 2-го тягового класса «Беларус-1221» мощностью 96 кВт (130 л.с.).

В настоящее время разработана конструкция многоцелевого рыхлителя-кровоателя РКП-0,7 с ограни-

чителем глубины рыхления, которая испытана в полевых и производственных условиях. РКП-0,7 предназначен для улучшения водно-физических свойств почвы путем полосового глубокого рыхления с одновременным кротованием слабоводопроницаемых почв с коэффициентом фильтрации менее 0,2 м/сут. Это необходимо для улучшения водно-воздушного режима почвы, путем перевода поверхностных вод в дренажный сток на переувлажняемых минеральных почвах и торфяных с наличием оглеенного слоя.

Рыхлитель-кротователь почвы РКП-0,7 состоит из рамы, рабочего органа (зуба), опорных стоек и дренира диаметром 90 мм. Рама представляет собой сварную конструкцию, выполненную из профильного и листового металла, и является основным несущим элементом для крепления рабочего органа. Рабочий орган предназначен для глубокого рыхления почвы на глубину до 70 см с целью разуплотнения почвы, а также для формирования в грунте цилиндрической полости — кротовой дрены. Рабочий орган является разборным и состоит из стойки, ножа, долота и дренира присоединенного к стойке цепью. Рабочий орган подсоединяется к раме и фиксируется двумя пальцами, один из которых является срезным. Опорные стойки обеспечивают устойчивость рыхлителя при отсоединении его от трактора. Так же на раме крепится кронштейн со светосигнальным оборудованием и передние и задние световозвращатели. Ограничитель глубины рыхления имеет 2 положения: глубина рыхления-кротования — 70 и 60 см.

Рыхлитель-кротователь почвы РКП-0,7 с ограничителем глубины рыхления на тракторе «Беларус-1221» представлен на рисунке.

Основные технические данные рыхлителя-кротователя почвы РКП-0,7 приведены в табл. 1.

Более подробная информация о рыхлитель-кротователе почвы РКП-0,7 представлена на сайте института [6].

Полевые исследования рыхления-кротования. Для оценки влияния рыхления-кротования почвы агрегатом РКП-0,7 на увеличение ее водопроницаемости

проведены полевые исследования на опытно-производственном участке с тяжелосуглинистыми почвами мелиоративной системы «Шарковщинский» в Шарковщинском районе Витебской области.

Схема полевых исследований по рыхлению-кротованию почвы включала четыре варианта опыта, расположенных на дренажных системах площадью по 1 га:

- рыхление-кротование почвы:
 - вариант № 1 — расстояние между дренами — 20 м, глубина закладки дрен — 1,2 м;
 - вариант № 2 — расстояние между дренами — 20 м, глубина закладки дрен — 1 м;
- без рыхления-кротования почвы (контроль):
 - вариант № 3 — расстояние между дренами — 20 м, глубина закладки дрен — 1,2 м);
 - вариант № 4 — расстояние между дренами — 20 м, глубина закладки дрен — 1 м.

На вариантах опытно-производственного участка после рыхления-кротования почвы изучены коэффициент фильтрации, объемная масса, гранулометрический, микроагрегатный и макроагрегатный состав и водный режим почвы. Рыхление почвы выполнено на глубину до 70 см.

Для установления изменения морфологии почвенного профиля под влиянием рыхления проведено сравнение агрегатного состояния по образцам почвы, отобранных в шурфах. Схема отбора образцов почвы на вариантах опыта по глубине шурфов включала три разреза:

- правая сторона рыхления-кротования почвы относительно оси рыхления-кротования;
- по оси рыхления-кротования почвы;
- левая сторона рыхления-кротования почвы относительно оси рыхления-кротования;

Отбор образцов выполнялся по слоям почвы через каждые 10 см до глубины 80 см.

По результатам гранулометрического, микроагрегатного, и макроагрегатного анализов образцов почвы (табл. 2) рассчитаны коэффициенты, характеризующие изменение структуры почвы и водопрочность агрегатов.

Таблица 1

Основные технические характеристики рыхлителя-кротователя почвы РКП-0,7

Показатели	Значение
Тип	Навесной
Агрегатирование	Тракторы класса 2,0 («Беларус-1221»)
Диаметр дренира, мм, не более	90
Рабочая скорость движения, км/ч,	3,0...4,0
Масса конструктивная, кг, не более	630
Производительность за 1 ч времени, га: - основного - сменного	0,86...1,20 0,56...0,80
Удельный расход топлива за 1 ч сменного времени в агрегате с трактором, кг/га, не более	7,3
Глубина рыхления, см	До 70 (60)
Срок службы, лет, не менее	8
Восстанавливаемые наплавкой твердого сплава съемные детали зуба	Долото, нож



Рыхлитель-кротователь почвы РКП-0,7 с ограничителем глубины рыхления

Таблица 2

Гранулометрический и агрегатный состав почв

Состав почв		Гранулометрический											
Вариант опыта	Фракция, мм	5...3	3...2	2...1	1...0,5	0,5...0,25	0,25...0,1	0,1...0,05	0,05...0,01	0,01... ...0,005	0,005... ...0,001	<0,001	<0,01
Контроль (без рыхления)	Содержание, %	0,06	0,15	0,17	0,28	0,36	0,84	12,60	44,02	12,78	19,99	8,75	41,5
Рыхление почвы		0,07	0,09	0,48	0,48	0,52	1,07	12,19	41,45	13,78	20,79	9,08	43,65
Состав почв		Микроагрегатный											
Вариант опыта	Фракция, мм	5...3	3...2	2...1	1...0,5	0,5...0,25	0,25...0,1	0,1...0,05	0,05...0,01	0,01... ...0,005	0,005... ...0,001	<0,001	—
Контроль (без рыхления)	Содержание, %	0,02	0,13	0,18	0,53	0,73	9,18	24,76	50,90	8,65	10,46	3,64	—
Рыхление почвы		0,05	0,10	0,39	0,46	0,53	9,12	28,93	49,01	8,48	9,40	2,65	—
Состав почв		Макроагрегатный											
Вариант опыта	Фракция, мм	10	10...7	7...5	5...3	3...2	2...1	1...0,5	0,5...0,25	<0,25	—	—	—
Контроль (без рыхления)	Содержание, %	23,33	8,94	6,88	24,27	13,62	13,40	4,89	2,32	2,35	—	—	—
Рыхление почвы		24,95	18,25	7,16	5,58	3,50	9,92	14,27	17,78	41,88	—	—	—

Таблица 3

(табл. 3). Коэффициенты фильтрации почвы приведен в табл. 4, а характеристика дренажного стока в табл. 5. Результаты макроагрегатного и микроагрегатного анализов почв на варианте с рыхлением почвы и контроле (без рыхления) показали, что существенно увеличилось в верхнем 30 см слое количество агрономически ценных водопрочных агрегатов размером 0,5...1 см (с 37 до 46 %).

Проведенные исследования структуры почвы после рыхления показали, что она стала более прочной, на что указывают как коэффициенты структурности, так и критерий водопрочности почвы. На варианте рыхления почвы относительно контроля (без рыхления) коэффициент структурности увеличился в 1,8 раза, фактор структурности – в 2 раза, показатель структурности в 1,7 раза, а критерий водопрочности – в 1,4 раза. Таким образом, установлено, что структура почвы через полгода после проведения рыхления почвы становится более устойчивой к разрушению.

На контроле (без рыхления) объемная масса почвы горизонта A_n была 1,4 г/см³, а после рыхления – 1,19 г/см³, в иллювиальных горизонтах – соответственно 1,58...1,42 г/см³ и 1,1,3...1,2 г/см³.

Коэффициент фильтрации почвы после рыхления-кратования существенно увеличился: в слое 0...30 см в 7 раз, в слое 30...60 см в 25 раз, а в слое 60...80 см – в 53 раза, что свидетельствует об улучшении фильтрационных характеристик почвы.

Установлено, что дренаж в период паводков и дождей на варианте с рыхлением-кратованием почвы отводил воду интенсивнее, чем на контроле, максимальный модуль дренажного стока был больше в 4 раза, а слой стока – в 5 раз.

Характеристика структуры почвы

Вариант опыта	Коэффициент структурности	Показатель структурности, %	Критерий водопрочности
Контроль (без рыхления-кратования почвы)	2,89	41,6	4,94
Рыхление-кратование почвы	5,18	70,8	6,70

Таблица 4

Коэффициенты фильтрации почвы

Вариант опыта	Генетический горизонт	Глубина, см	Коэффициент фильтрации, м/сут
Контроль (без рыхления-кратования почвы)	A_n	0...30	0,14
	B_{1n}	40...60	0,07
	B_{2n}	60...80	0,02
Рыхление-кратование почвы	A_n	0...30	0,94
	B_{1n}	30...60	1,74
	B_{2n}	60...80	1,05

Примечание. Горизонт B_1 – иллювиально-аккумулятивно глинистый; A_2 – иллювиально-подзолистый; A_n – пахотный горизонт.

Таблица 5

Характеристика дренажного стока

Вариант опыта	Май–сентябрь	
	Максимальный модуль стока, л/га	Слой стока, мм
Рыхление-кратование почвы	0,4	11,5
Контроль (без рыхления-кратования почвы)	0,1	2,4

Производственные испытания рыхлителя-кратователя почвы РКП-0,7 на тракторе «Беларус-1221» выполнялись в 2022 г. на тяжелых мелиорированных землях в разных почвенно-мелиоративных условиях Витебской области в КУП «Витебскмелиоводхоз» на площади 1501 га районными мелиоративными организациями: ГП «Бешенковичское ПМС» (549,9 га), ГП «Глубокская ПМК мелиоводхоз» (63,0 га), ГП «Миорское ПМС» (238,5 га), ГП «Шарковщинское ПМС» (387 га), ГП «Полоцкснабмелиоводхоз» (262,6 га); в Минской области на связных и торфяных мелиорированных землях мелиоративной организацией ГУП «Минское ПМС» (203 га). На основании испытаний рыхлитель-кратователь почвы РКП-0,7 получил положительные оценки от мелиоративных организаций и землевладельцев.

Рыхлитель-кратователь почвы РКП-0,7 производится в РУП «Институт мелиорации» по ТУ ВУ 100363825.003—2023 имеет сертификат соответствия Евразийского экономического союза № ЕАЭС КG4171033. ВУ.02.01531, серия КG N9 0121312, агрегируется с тракторами класса 2,0 по ГОСТ 27021 («Беларус-1221»). Вид климатического исполнения У1 по ГОСТ 15150. Так же разработана Типовая технологическая карта на глубокое рыхление мелиорированных земель тракторными рыхлителями ТТК-101024243.296—2022 [5].

Заключение

1. На мелиоративных объектах Витебской и Минской областей рыхлитель-кратователь почвы РКП-0,7 с ограничителем глубины рыхления агрегируемый трактором «Беларус-1221» прошел успешные производственные испытания, зарекомендовал себя с положительной стороны и соответствует современным требованиям сельскохозяйственного производства.

2. Конструкция рыхлителя-кратователя почвы РКП-0,7 с ограничителем глубины рыхления имеет уникальные параметры, что позволяет выполнять глубокое рыхление-кратование тяжелосуглинистых почв на глубину до 0,7 м с применением маломощных тракторов тягового класса 2 (мощность 96 кВт/130 л.с.).

3. Конструкция рыхлителя-кратователя почвы РКП-0,7 позволяет переставлять ограничитель глубины рыхления на глубину рыхления до 0,7 м и до 0,6 м.

4. Выполненное рыхление-кратование повлияло на улучшение структуры тяжелосуглинистых почв: коэффициент структурности увеличился в 1,8 раз, показатель структурности в 1,7 раза, критерий водопрочности в 1,4 раза.

5. Коэффициент фильтрации тяжелосуглинистых почв после рыхления увеличился: в слое 0...30 см в 7 раз, в слое 30...60 см в 25 раз, в слое 60...80 см в 53 раза, что свидетельствует об улучшении фильтрационных характеристик почвы.

6. Дренаж в период паводков и дождей на варианте с рыхлением почвы отводил воду более интенсивно, чем на контроле: максимальный модуль дренажного стока был выше в 4 раза, а слой стока в 5 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайдельман Ф.Р. Режим и условия мелиорации заболоченных почв. М.: Колос, 1975. 319 с.
2. Брусиловский Ш.И. Мелиорация минеральных почв тяжелого механического состава. Минск: Ураджай, 1981. 160 с.
3. Брусиловский Ш.И., Каплевич Ж.А. Определение степени потребности минеральных почв в мелиорациях // Проблемы водных ресурсов. Мн.: Наука и техника, 1981. С. 146—153.
4. Аношко В.С., Мееровский А.С. Справочник по мелиоративной географии. Мн.: Высшая школа, 1981. 144 с.
5. Типовая технологическая карта на глубокое рыхление мелиорированных земель тракторными рыхлителями ТТК-101024243.296—2022.
6. Рыхлитель-кратователь почвы РКП-0,7. URL: <https://niimel.by/produksiya-i-uslugi/produksiya/selhozoborudovanie-menu/1092-rkp-0-7-prod?ysclid=ml98us3tpl131434199>

REFERENCES

1. Seidelman F.R. Regime and conditions of reclamation of swampy soils. M.: Kolos, 1975. 319 p.
2. Brusilovsky Sh.I. Reclamation of mineral soils of heavy mechanical composition. Minsk: Urajai, 1981. 160 p.
3. Brusilovsky Sh.I., Kapilevich Zh.A. Determination of the degree of demand for mineral soils in land reclamation // Problems of water resources. Mn.: Science and Technology, 1981. P. 146—153.
4. Anoshko V.C., Meerovsky A.C. Handbook of reclamation geography. Mn.: Higher School, 1981. 144p.
5. Standard technological map for deep loosening of reclaimed lands with tractor rippers ТТК-101024243.296—2022.
6. <https://niimel.by/produksiya-i-uslugi/produksiya/selhozoborudovanie-menu/1092-rkp-0-7-prod?ysclid=ml98us3tpl131434199>

Анженков Александр Сергеевич, канд. техн. наук, доцент, д-р ректор; **Макоед Владимир Михайлович**, вед. научный сотрудник, niimel@mail.ru (РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Респ. Беларусь).

УДК 626.86:631.432

DOI: 10.32962/0235-2524-2026-2-24-29

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ОРОСИТЕЛЬНО-ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВ

А.Л. КОЖАНОВ, О.В. ВОЕВОДИН

Ключевые слова: дренаж, дренажи, дренажные колодцы, оросительно-дренажная система, радиальная система, модуль, очистка

Keywords: drainage, drains, drainage wells, irrigation and drainage system, radial system, module, cleaning

Аннотация. Целью исследований являлась разработка новых технических решений оросительно-дренажных систем для регулирования водного режима почв с возможностью промывки и очистки от химических засорений. Для обоснования и разработки предлагаемых конструктивных решений проводился поиск и анализ конструкций, предложенных различными учеными, такими как: М.Ф. Гурбанов, Ф.С. Салахов, В.П. Коваленко, В.Ф. Галковский, М.И. Голубенко, И.П. Кружильин,

В.Н. Щедрин и др. В процессе разработки технических решений применяли метод конструирования. Эксплуатируемые дренажные системы находятся зачастую в неисправном техническом состоянии из-за заиливания и химического засорения, в связи с чем необходимо предусматривать дренажные системы, которые могли бы в автоматическом режиме проводить промывки и очистку от химических отложений, а также позволяли бы увеличивать занимаемые площади по принципу модульности. Задумкой предложенных конструктивных решений является повышение эффективности и долговечности работы системы за счет предотвращения заиливания и химического засорения дренажей, и возможности увеличения мелиорируемой площади. Предложенные радиальные