

УДК 631.816.21

ОРУДИЕ ДЛЯ МЕЛИОРАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

¹Дубенок Н.Н., ^{2,3}Семененко С.Я., ^{2,3,4}Абезин В.Г., ²Марченко С.С., ⁵Семененко А.С.

¹ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева», Москва, e-mail: ndubenok@mail.ru;

²Поволжский научно-исследовательский институт эколого-мелиоративных технологий, филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН», Волгоград, e-mail: pniemt@yandex.ru;

³ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», Волгоград;

⁴ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», Астрахань, e-mail: asu@asu.edu.ru;

⁵Крестьянско-фермерское хозяйство Семененко А.С., Аleshники, Жирновского р-на Волгоградской области, e-mail: artzerno@gmail.com

Разработано орудие для плоскорезной обработки почвы с одновременным внесением твёрдых органических и минеральных удобрений. Задача внедрения данной конструкции продиктована необходимостью создания благоприятного водно-воздушного и теплового режимов почвы, обеспечения усиления круговорота питательных веществ, уничтожения сорных растений и патогенной микрофлоры, заделывания в почву растительных остатков и удобрений, оптимальных водно-физических свойств почвы, увеличения мощности аккумулятивного горизонта. Для напорной подачи мелиорантов в подпахотный горизонт оно оборудовано дозатором и высоконапорным вентилятором. Использование орудия в условиях Нижнего Поволжья, за счёт увеличения эффективных влагозапасов на 10–30%, будет способствовать повышению урожайности на 12–14%, увеличению содержания минеральных элементов питания в пахотном горизонте до 20%, снижению удельных расходов ГСМ (за счёт совмещения операций) до 20%, увеличению комплексного критерия энергоэффективности до 15%.

Ключевые слова: плоскорезная обработка, дисковый нож, реборды, тукопроводы, стрелчатая лапа, чизель, химмелиоранты

A TOOL FOR RECLAMATION OF SOIL TREATMENT AND FERTILIZING

¹Dubenok N.N., ^{2,3}Semenenko S.Y., ^{2,3,4}Abezina V.G., ²Marchenko S.S., ⁵Semenenko A.S.

¹Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, e-mail: ndubenok@mail.ru;

²Volga research Institute of ecological technology, branch FSC of agroecology RAS, Volgograd, e-mail: pniemt@yandex.ru;

³Volgograd state agrarian University, Volgograd;

⁴Astrakhan state University, Astrakhan, e-mail: asu@asu.edu.ru;

⁵Peasant farm economy Semenenko A.S., Aleshniki, Zhirnovsky district of the Volgograd region, e-mail: artzerno@gmail.com

Developed a tool for ploskorezy processing of soil with simultaneous application of solid or-organic and mineral fertilizers. The task of implementing this design is dictated by the necessity of creation of favorable water-air and thermal regimes of the soil, ensure the strengthening of nutrient Cycling, the destruction of weeds and pathogenic microorganisms, the potential on aspects of soil, plant residues and fertilizers, the optimal water-physical soil properties, increase the capacity of accumulative horizon. For pressure flow ameliorants in the subsurface horizon it is equipped with a high-pressure dispenser and a fan. The use of guns in the Lower Volga region, due to the increase in effective moisture reserves of 10–30%, will contribute in increasing the yield by 12–14%, increasing the mineral content of food in total arable by the horizon of up to 20%, reduce specific consumption of fuel (by combining operations) to 20%, increase the growth of integrated criterion of efficiency to 15%.

Keywords: ploskorezy processing, disc knife, flange, tokoprovodu, ogive foot, chisel, homelegance

Сельскохозяйственное производство, в отличие от промышленного, имеет ряд особенностей, одна из которых заключается в том, что культурные растения, являясь основными средствами производства, в то же время выступают в качестве предметов, а в некоторых случаях и продуктов труда. При этом они имеют довольно ограниченную возможность и способность регулировать показатели внутренней среды (водный, пищевой и температурный режимы), что

определяет высокую зависимость эффективности растениеводства от почвенно-климатических условий, а это положение чрезвычайно важно, поскольку растениеводство обладает статусом воспроизводимого ресурса жизнеобеспечения [1,8].

Наиболее важным направлением в совершенствовании системы обработки почвы является курс на минимализацию, в том числе на сокращение проходов машинно-тракторных агрегатов за счет исключения

отдельных приемов, совмещение нескольких технологических операций, а именно глубоких рыхлений с мелкими поверхностными, что влечёт потребность в разработке новых орудий [6, 7, 9].

Целью исследований является разработка инновационной конструкции орудия для безотвальной обработки почвы, позволяющей одновременно с рыхлением производить заделку в пахотный горизонт органических удобрений и различных мелиорантов.

Материалы и методы исследования

Методологический замысел исследования основан на гипотезе о возможности создания комплексного орудия для минимализации глубины обработки почвы и внесения твердых органических и минеральных удобрений в пахотный горизонт за один проход агрегата. Работа выполнена с применением научно-философских методов анализа, синтеза и дедукции.

Методической базой для разработки новой техники являются основные положения Федерального закона (с изменениями) «О техническом регулировании» (№ 184 – ФЗ от 27.12.2002, №45 – ФЗ от 09.05.2005, № 65 – ФЗ от 01.05.2007, №309 – ФЗ от 01.12.2007).

Результаты исследования и их обсуждение

Анализом теоретических и экспериментальных исследований установлено, что оптимальным вариантом совершенствования системы обработки почвы является совмещение плоскорезной обработки с глубоким чизельным рыхлением при одновременном внесении в почву удобрений и мелиорантов. Этот способ обеспечивает создание благоприятных условий для роста и развития растений и повышения урожайности, а также позволяет увеличить глубину пахотного горизонта [3, 5]. Схема орудия представлена на рис. 1.

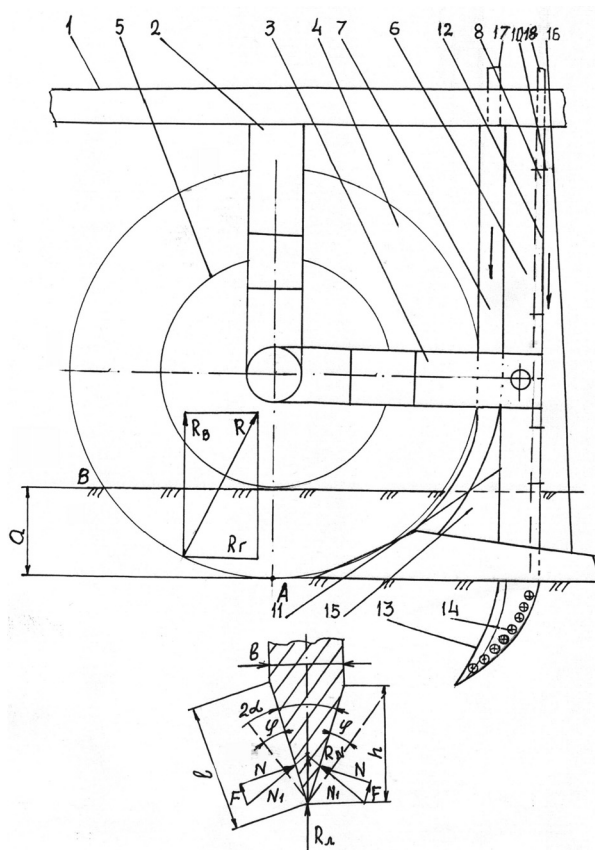


Рис. 1. Орудие для мелиоративной обработки почвы:

1 – рама; 2, 3 – кронштейны; 4 – дисковый нож; 5 – реборды; 6 – стойка; 7 – клинообразная грудь стойки; 8 – кронштейны; 9 – крышка тукопровода; 10 – болты; 11, 13 – щелерез; 12 – материалопровод; 14 – туковывпускные форсунки; 15 – бармак; 16 – лемехи; 17 – тукопровод; 18 – мелиорантопровод

Передняя заостренная часть 13 щелереза 11, покрытая твердым износостойким сплавом, обеспечивает снижение тягового сопротивления и длительное его заострение.

Минеральные удобрения, поступающие под напором, создаваемым вентилятором, под лапу 16, перемешиваются с разрыхленным лапой слоем почвы, образуя насыщенный удобрениями корнеобитаемый слой, что и обеспечивает оптимальные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур и повышения их урожайности [9, 10].

На раме 1 орудия для мелиоративной обработки почвы с помощью кронштейнов 2, 3 установлен вертикальный дисковый нож 4 с ребордами 5 для ограничения заглубления орудия. За дисковым ножом 4 на раме 1 орудия установлена вертикальная стойка 6, имеющая клинообразную грудь 7, сопряженную с дисковым ножом 4. К стойке 6 с помощью кронштейнов 8 закреплена крышка тукопровода 9 с помощью болтов 10 для подачи удобрений и химмелиорантов. К стойке 6 закреплен щелерез 11, имеющий в задней части материалопровод 12 для химмелиорантов. Щелерез 11 в нижней части имеет заострение 13 и туковыпускные форсунки 14. При этом боковые отверстия форсунок отклонены назад от направления движения во избежание их засорения. За дисковым ножом 4 на нижней части клинообразной стойки 6 с помощью башмака 15 смонтированы лемехи 16, предназначенные для рыхления верхнего слоя почвы и подготовки к посеву сельскохозяйственных культур.

Передняя режущая кромка щелереза имеет наплавку твердым износостойким сплавом. Глубина обработки щелереза может регулироваться. На раме орудия или навесном устройстве трактора монтируются ёмкости для удобрений и химмелиорантов, снабженные дозаторами, а также вентиляторами для напорной подачи (на чертежах не показаны) в тукопровод и мелиорантопровод. Привод дозаторов осуществляется от вала отбора мощности трактора, а вентиляторов – от гидромоторов.

Орудие работает следующим образом.

Перед началом работы ёмкости для удобрений или химмелиорантов заполняются реагентами, необходимыми для запланированной операции, при помощи реборд 5 лемехи 16 фиксируются в положении, соответствующем нужной глубине обработки и щелевания.

При движении орудия для мелиоративной обработки почвы лемехи 16 обеспечивают отделение слоя почвы в плоскости, параллельной поверхности почвы, и его измельчение. Во время работы орудия ниже

уровня движения лемехов 16 подается под напором необходимый реагент, который пропитывает верхний горизонт почвы и создает наиболее подходящие условия для питания и развития растений. Щелерез 11 прорезает борозду, в которую током воздуха от вентилятора через отверстие – материалопровод 12 и выходные отверстия 14 поступает химмелиорант, где, взаимодействуя с почвенной влагой, гарантирует улучшение мелиоративного состояния обрабатываемого участка.

Дисковый нож 4 воздействует на слой грунта в вертикальной плоскости и на него действует:

1) сила, направленная параллельно плоскости ножа и вызываемая давлением его кромки на поверхность почвы;

2) силы бокового трения грунта.

Точка приложения равнодействующей силы сопротивления почвы R погружению ножа находится в середине дуги AB лезвия ножа, и линия действия равнодействующей проходит через ось вращения диска [4].

Вращение диска обусловлено возникновением момента от составляющей R_{ϕ} , которая является тяговым сопротивлением ножа.

Составляющая R_{ϕ} препятствует заглублению ножа. Она определяется суммированием нормальных давлений N , действующих на плоскости заточки диска, и реакции грунта погружению лезвия R_N .

При учете сил трения о плоскости заточки дискового ножа, то нормальные реакции будут N_1 , а их проекция на ось диска R_N .

В этом случае выталкивающая сила определится следующим выражением:

$$R_{\phi} = R_{\phi} + R_N \quad (1)$$

Рассматривая схему поперечного сечения ножа, можно записать

$$R_N = N_1 \sin(\alpha + \varphi), \quad (2)$$

так как

$$N_1 = \frac{N}{\cos \varphi},$$

то

$$R_N = N \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\cos \varphi}, \quad (3)$$

а выталкивающая сила

$$R_{\phi} = R_{\phi} + N \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\cos \varphi}. \quad (4)$$

Исследованиями [6] установлено, что

$$R_{\phi} = 1,2 R_{\phi}. \quad (5)$$

При этом R_{ϕ} зависит от показателя кинематического режима лезвия ножа:

Параметры плоскорежущей лапы не оказывают существенного влияния на значения мертвого сопротивления fG и смещение объема почвогрунта в сторону со скоростью $V_{\text{ср}}abV^2$. Для ускорения расчетов на практике наилучшим образом подходит упрощенная формула

$$P = Kbn, \quad (14)$$

где K – удельное сопротивление, кПа; a – глубина обработки, м; b – ширина захвата рабочего органа, м; n – число корпусов в орудии.

Существенными для математической модели движения рабочего органа в почвогрунте являются следующие параметры: угол α между горизонтальной плоскостью и лемехом плоскорежущей лапы; сила тяги P , развиваемая на глубине обработки a ; переносная скорость движения лемеха V_n ; V_0 – относительная скорость движения частицы пласта, находящейся на поверхности лемеха; V_a – абсолютная скорость движения частицы пласта, находящейся на поверхности лемеха.

При движении лемеха с учетом оговоренных обозначений можно записать

$$V_n = \frac{V_0}{\cos \alpha} = \frac{V_a}{\sin \alpha}. \quad (15)$$

Так как в момент соскальзывания с рабочей грани лапы частицы почвогрунта воздействие лапы на нее прекращается и частица будет иметь относительную скорость V_0 , то необходимо знать ее величину и направление. Величина скорости V_0 в точке B находится в зависимости от величины V_n , а угол между вектором скорости и горизонтом равен α .

$$V_0 = V_n \cos \alpha. \quad (16)$$

Для дальнейших рассуждений делаем допущение о том, что сопротивление воздуха не влияет на движение частицы почвогрунта, а следовательно, на нее будет действовать только сила веса G .

Начальные условия движения частицы при [2] $t=0, x=0, z=0$:

$$\dot{x} = V_0 \cos \alpha, \quad \dot{z} = V_0 \sin \alpha. \quad (17)$$

Запишем дифференциальные уравнения движения в проекциях на оси x и z :

$$m\ddot{x} = 0, m\ddot{z} = -mg. \quad (18)$$

После сокращения на массу m получим:

$$\ddot{x} = 0, \ddot{z} = -g.$$

Первый интеграл уравнения $\ddot{x} = 0$, будет $\dot{x} = C_1$. При начальных условиях $t = 0, \dot{x} = V_0 \cos \alpha$ или $C_1 = V_0 \cos \alpha$. Заменяя $\dot{x}$ на dx/dt и проинтегрировав уравнение $\dot{x} = V_0 \cos \alpha$ получим:

$$x = V_0 t \cos \alpha + C_2. \quad (19)$$

Для начальных условий $t = 0, x = 0, C_2 = 0$. Таким образом,

$$x = V_0 t \cos \alpha. \quad (20)$$

Интегрирование второго дифференциального уравнения $\ddot{z} = -g$ при заданных начальных условиях даст следующее выражение:

$$z = V_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}. \quad (21)$$

Для определения уравнения траектории движения частицы необходимо из уравнений движения исключить время.

Определив t из уравнения (20) и подставив его в уравнение (21), получим уравнение траектории частицы пласта, сошедшего с рабочей грани лапы:

$$z = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}. \quad (22)$$

Подставив вместо относительной V_0 ее значение получим:

$$z = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2V_n^2 \cos^4 \alpha}. \quad (23)$$

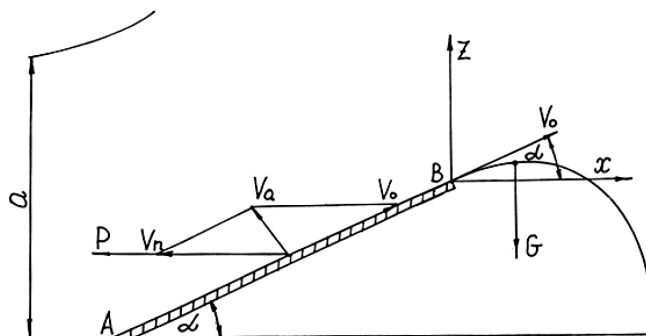


Рис. 3. Схема движения частицы пласта

0,1...0,6 т/га и допустимым отклонением от заданной дозы не более 10%.

Список литературы

1. Абезин В.Г. Ресурсосберегающая почвозащитная технология механизированного возделывания и уборки бахчевых культур: учебное пособие. – Элиста: Калм. гос. ун-т, 1993. – 120 с.
2. Боярчук А.К., Головач Г.П. Дифференциальные уравнения в примерах и задачах : справочное пособие по высшей математике. – Т.5. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 384 с.
3. Воробьев В.А., Калинин В.В., Колчинский Ю.Л. и др. Механизация и автоматизация сельскохозяйственного производства. – М.: КолосС, 2004. – 451 с.: ил.
4. Горячкин В.П. Собрание сочинений: в 3 ч. – Т. 2. – М., изд-во «Колос», 1965. – 459 с.
5. Кленин Н.И., Егоров В.Г. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М.: КолосС, 2004. – 464 с.: ил.
6. Листопад Г.Е., Демидов Г.К., Зонов Б.Д. и др. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины : под общ. ред. Г.Е. Листопада. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688 с., ил.
7. Семененко С.Я., Абезин В.Г., Новиков А.Е. Орудие для мелиоративной обработки почвы // Патент России № 2488260. 2012. Бюл. № 21.
8. Семененко С.Я., Абезин В.Г. Орудия для улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 1(33). – С. 196–201.
9. Халанский В.М., Горбачёв И.В. Сельскохозяйственные машины. – М.: КолосС, 2004. – 624 с.: ил.
10. Phillips M.C. Non effective is CDA spraying. Arabac Farming, 1982, p. 50 – 51.