

Механизация

УДК 631.34.018.2.631.343

DOI: <https://doi.org/10.31857/S2500-26272019368-1>**ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В РЯДКАХ ПОСАДОК СЕЯНЦЕВ И САЖЕНЦЕВ ЛЕСНЫХ И САДОВЫХ КУЛЬТУР****С.Я. Семененко**^{1,2}, **В.Г. Абезин**^{1,2,3} доктора сельскохозяйственных наук, **О.Н. Беспалова**³, кандидат технических наук, **О.М. Агеенко**^{1,2}¹Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, 400062, Волгоград, Университетский проспект, 97²Волгоградский государственный аграрный университет, 400002, Волгоград, Университетский проспект, 26³Астраханский государственный университет, 414056, Астрахань, ул. Татищева, 20а
E-mail: pniemt@yandex.ru

Анализ уровня механизации при обработке почвы в посадках сеянцев и саженцев лесных и садовых культур, необходимой для уничтожения сорной растительности, содержания почвы в рыхлом состоянии, внесения в корнеобитаемый слой почвы элементов питания и др., выявил, что междурядная обработка имеет 100%-ный результат. Однако при этом остаются необработанными рядки растений, включающие защитные зоны, что требует для выполнения операции по обработке рядков значительных затрат ручного труда, составляющих 40 – 50 чел/ч на 1 га. Оптимальным вариантом технологии ухода за посадками сеянцев для саженцев лесных и садовых культур является переоборудование культиваторов КРН механизмом, позволяющим вести обработку почвы, при которой одновременно выполняются операции обработки почвы как в междурядьях, так и в рядках. Все известные способы обработки почвы в рядке требуют использования специальных механизмов, обеспечивающих рыхление почвы в рядке и подрезание сорняков. Такие рабочие органы должны создавать необходимую защитную зону вокруг растений. Разработанная конструкция механизма устанавливается на пропашном культиваторе КРН над обрабатываемым рядком, который обеспечивает одновременно обработку междурядий и рядков. Приведены результаты теоретических исследований разработанного механизма.

TECHNOLOGY OF SOIL TREATMENT IN THE ROWS OF PLANTINGS SEEDLINGS AND SEEDLINGS OF FOREST AND HORTICULTURAL CROPS**Semenenko S.Ya.**^{1,2}, **Abezin V.G.**^{1,2,3}, **Bespalova O.N.**³, **Ageenko O.M.**^{1,2}¹Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences», 400062, Volgograd, Universitetskiy prospect, 97²Volgograd State Agrarian University, 400002, Volgograd, Universitetskiy prospect, 26,³Astrakhan state University, 414056, Astrakhan, ul. Tatishchevaya, 20A,E-mail: pniemt@yandex.ru

Analysis of the level of mechanization in the cultivation of soil in the planting of seedlings and seedlings of forest and garden crops necessary for the destruction of weeds, soil content in the loose state, making the root layer of the soil of nutrients, etc., revealed that inter-row processing has a 100% level. However, it remains untreated rows of plants that includes the protection zone, which requires to perform operations on rows in significant expenditures of manual labor, constituting 40...50 people/hour in 1 hectare. The optimum variant of technology of planting care of seedlings seedlings of forest and horticultural crops would be the conversion of cultivators KRN working body, allows to conduct processing of soil in the rows of plants. At the same time, operations of soil treatment are carried out both in row and row spacing. All known methods of tillage in a row require the use of special working bodies that provide loosening of the soil in a row and cutting weeds. Such working bodies should provide the necessary protective zone around the plants. The developed design of the working body is installed on the row cultivator KRN over the processed row, which provides one-time processing of row spacing and rows. The article presents the results of theoretical studies of a special working body.

Ключевые слова: культиватор, сеянцы, саженцы, механизация, обработка почвы**Key words:** tiller, seedlings, saplings, mechanization, soil treatment

Обеспечение устойчивости развития территорий Российской Федерации невозможно без лесовосстановления, являющегося основой освоения лесов. При этом немаловажную роль играет разработка эффективных орудий отечественного производства, способствующих приживаемости и сохранности саженцев [1-5].

Анализ теоретических и экспериментальных исследований технологий обработки почвы в рядках посевов бахчевых культур [6, 7] и выращивания посадочного материала [9-11] позволил установить наиболее приемлемый вариант механизма, который обеспечивает выполнение агротехнических требований, предъявляемых к орудью для обработки почвы в рядках.

Разработана конструкция секции орудия для обработки почвы в рядках [8], которая устанавливается на культиваторах КРН над обрабатываемым рядком.

При этом культиватор оборудован устройствами и для междурядной обработки. Применение культиватора с разработанной секцией орудия возможно только при посеве прямоугельно-гнездовым способом, при котором гнезда в поперечном направлении расположены на одной линии. Ширина захвата культиватора должна быть равна ширине захвата сеялки.

Секция орудия для обработки почвы в рядках (рис. 1) смонтирована на грядиле (рис. 1, а) пропашного культиватора КРН-5,6, который имеет механизмы для обработки междурядий. Секция орудия устанавливается над рядком перед растением. При этом лапы (рис. 1, г) находятся в рабочем положении для рыхления почвы и подрезания сорняков. С началом движения оператор производит развод лап. При движении культиватора в рядке между растениями они сомкнуты, при этом пред-

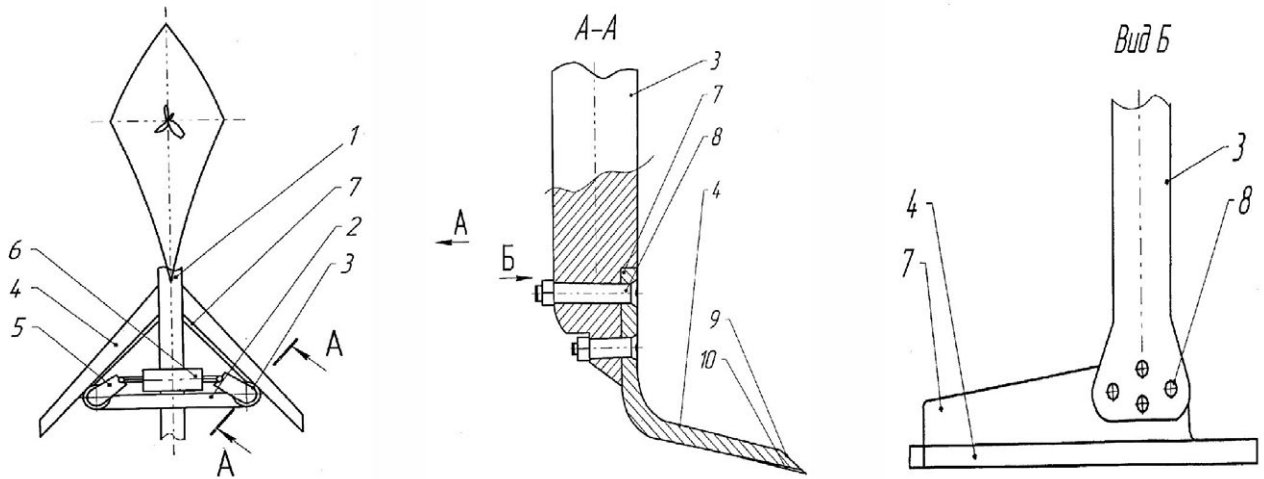


Рис. 1. Секция орудия для обработки почвы в рядках: а – грядиль, б – поперечина, в – поворотная стойка, г – поворотная лапа, д – рычаги, е – пневмоцилиндр, ж – щит-отражатель, з – крепежные болты, и – заточка, к – наплавка.

ставляют собой стрельчатую лапу, обеспечивающую рыхление почвы и подрезание сорняков между растениями. Щитки-отражатели (рис.1, ж) захватывают подрезанные сорняки и направляют их в междурядье, предотвращая обволакивание стойки (рис.1, в) жмыхом.

При подходе к растению оператор включает развод лап, как только передние концы лап достигают оси растений, оператор включает схождение лап. В результате образуется ромбовидный участок необработанной почвы, который обрабатывается вручную. Использование пневматического привода поворота лап и щитков-отражателей снижает трудоемкость ухода за посевами в два раза и повышает урожайность. Применение верхней заточки (рис.1, и) лезвия и наплавка (рис.1, к) нижней части твердым износостойким сплавом обеспечивает полное подрезание сорняков и самозатачивание лезвия. Установка лезвия лап раствором вперед является лучшим вариантом размещения на поворотных стойках, учитывая величину необработанного участка (рис. 2).

Секция рабочего органа также крепится на грядиле (рис.1, а), на котором закреплена поперечина (рис.1, б). К ней установлены поворотные лапы с помощью поворотных стоек, которые в верхней части имеют рычаги (рис1., д), соединенные шарниром с пневмоцилиндрами (рис. 1, е) двухстороннего действия.

При подходе к растениям оператор включает пневмоцилиндр и поворотные лапы устанавливаются параллельно оси рядка. Недостаток размещения – необходимость пневмоцилиндру удерживать лапы в рабочем положении.

Результатами исследований [6, 7,12, 14] установлено, что механизм должен быть выполнен в виде плоскорежущей лапы, имеющей вертикальную ось вращения. Секция, обеспечивающая обработку посадок в рядке, состоит из поворотной лапы, установленной на вертикальной стойке, на которой закреплена двухлучевая лапа с размещением относительно стойки так, чтобы передние концы лапы были короче задних

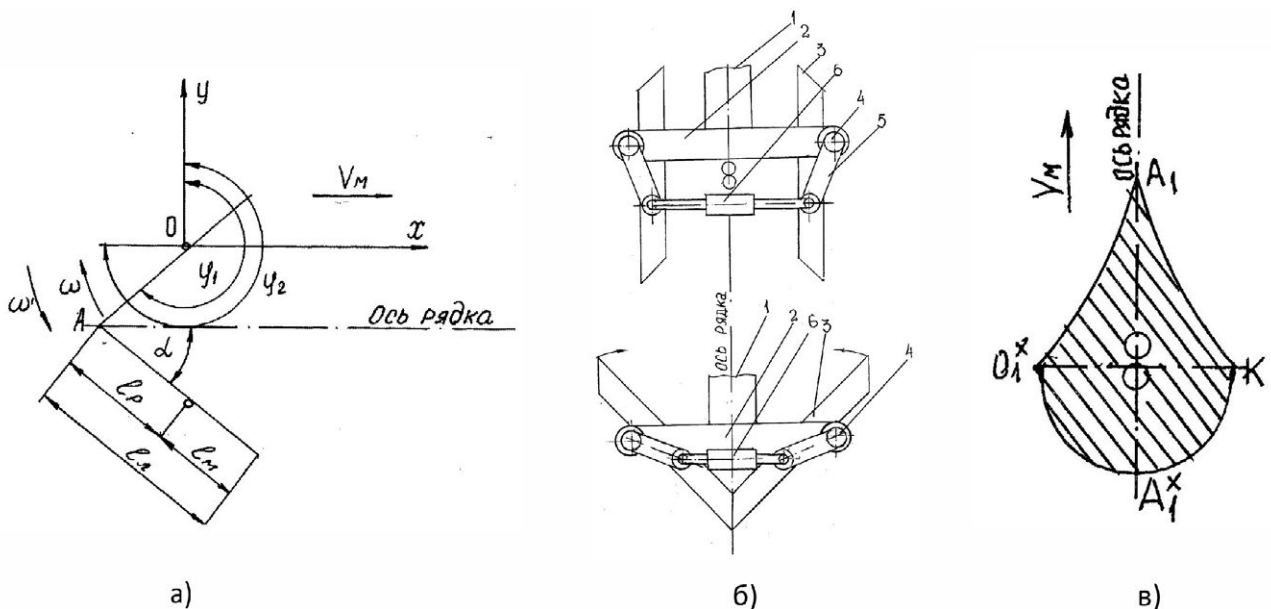


Рис. 2. Схема размещения лап раствором вперед.

в 1,8 – 2 раза. Возможны два варианта размещения механизма. Первое – раствором вперед (рис. 2), где рабочей служит задняя часть лап, вершина угла которых направлена назад. Это уменьшает усилие на поворот лап при обходе растения. Недостаток – подрезанный сорняк сбрасывается при разводе лап в защитную зону растений. Для его устранения необходимо в конструкцию ввести механизм удержания лап раствором вперед.

Второй вариант решения – рабочей является стрелчатая часть лап (рис.3), которые образуют вершину угла, направленного вперед, что обеспечивает сдвиг подрезанных сорняков на междурядье, при этом отсутствует необходимость применения устройств для удержания лап в рабочем состоянии. Такой вариант повышает качество обработки. Недостатком такой конструкции секции является значительное усилие, необходимое для поворота лап при обходе растения, а также увеличенная необработанная площадь защитной зоны.

Для теоретического анализа работы вариантов прополочных агрегатов рассмотрим технологический процесс работы подвижных лап (рис. 2, а). Для этого введем следующие обозначения: l_p – заостренная часть длины лапы, обеспечивающая обработку рядка; l_m – междурядная часть длины лапы, размещенная в междурядье.

При установке лап раствором вперед, величина защитной зоны (рис.2, б) определяется по формулам:

$$\begin{aligned} x_A &= R \cos \omega t + V_M t, \\ y_A &= R \sin \omega t, \end{aligned} \quad (1)$$

где $t = \varphi/\omega$, $R = OA$; V_M – скорость агрегата; ω – скорость вращения лапы.

Изменение угла поворота от $\varphi_2 = 3/2 \pi$ до $\varphi_1 = 3/2 \pi - \alpha$ со скоростью ω на участке траектории Ox_1A_1K формирует необработанный участок (рис. 2, в).

При установке лап клином вперед угол поворота лапы α от φ_1 , $\varphi_1 = \pi/2 - \alpha$ до $\varphi_2 = \pi/2$, что соответствует участку траектории A_1O_1 . При возврате лапы в рядок от угла φ_1 до φ_2 участка траектории O_1A формируется необработанный участок (рис. 3).

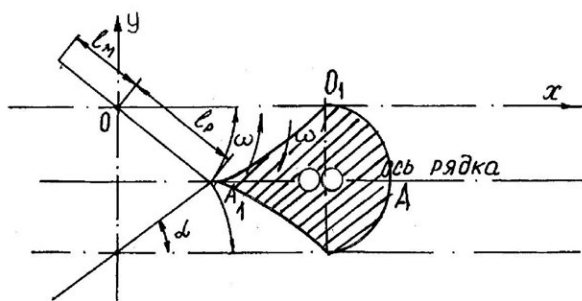


Рис. 3. Схема работы лапы клином вперед.

Качественная обработка, отсутствие подрезания семян и саженцев, удобство работы оператора вызывает необходимость использовать данный вариант, потому что обеспечивается минимальная защитная зона у растения, а лапы уходят от него в боковые стороны. При использовании варианта установки клином вперед лапы перемещаются вперед и в стороны, что затрудняет реакцию оператора, а раскрытие лап начинается раньше, что увеличивает размер необработанного участка.

Это положение обосновывается, если в уравнение (1) подставим значения $t_1 = \frac{\varphi}{\omega}$ и $\omega = \frac{U}{R}$, получим здесь и далее $R - l_p$, так как $U/V_M = \lambda$, то

$$\begin{aligned} x &= R (\cos \varphi + \varphi/\lambda) \\ y &= R \sin \varphi \end{aligned} \quad (2)$$

Для определения площади необработанного участка разделим его на две части A_1O_1K и KO_1A_1 .

Площадь первой части необработанного участка можно определить из уравнения

$$S = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} yx' dt \quad (3)$$

$$x' = \frac{dx}{dt} = -\omega R \sin \omega t + V_M, \quad (4)$$

$$y = R \sin \omega t. \quad (5)$$

Площадь второй части необработанного участка:

$$\begin{aligned} S &= \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} R \sin \omega t (V_M - R \omega \sin \omega t) dt = \\ &= \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} (RV_M \sin \omega t - R^2 \omega \sin^2 \omega t) dt = \\ &= \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} RV_M \sin \omega t dt - \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} R^2 \omega \sin^2 \omega t dt = \\ &= -\frac{RV_M}{\omega} \cos \omega t \Big|_{\varphi_1}^{\varphi_2} - R^2 \omega \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{1 + \cos 2\omega t}{2} dt = \\ &= \frac{RV_M}{\omega} \cos \omega t \Big|_{\varphi_1}^{\varphi_2} - R^2 \left(\frac{\omega t}{2} - \frac{\sin 2\omega t}{4} \right) \Big|_{\varphi_1}^{\varphi_2} = \\ &= \frac{RV_M}{\omega} (\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2) + \frac{R^2}{2} (\varphi_1 - \varphi_2) + \\ &+ \frac{R^2}{4} (\sin 2\varphi_2 - \sin 2\varphi_1). \end{aligned} \quad (6)$$

Скорость (V_M) движения агрегата определяется агротехническими требованиями на прополку механизированным агрегатом. Согласно схеме (рис. 2), необходимо разводить лапы при положении стойки на уровне растений (линия Ox_1K) и отключать развод при выходе концов лап за эту же линию.

Анализ работы агрегата по рис. 2 показывает, что время поворота равно $t = R/V_M$, а требуемая угловая скорость поворота лап $\omega = \alpha/t = \alpha V_M/R$. Необработанная площадь около растения определяется по уравнению

$$S = R^2 \left[\begin{array}{l} \frac{1}{2}(\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2) + \frac{1}{2}(\varphi_1 - \varphi_2) + \\ + \frac{1}{4}(\sin 2\varphi_2 - \sin 2\varphi_1) \end{array} \right] \quad (7)$$

Дифференцированная обработка почвы в рядке улучшает динамику органического вещества в корнеобитаемом слое почвы [12-15], а также водные свойства и воздушный режим почвы, способствует благоприятным условиям для роста и развития семян и саженцев. В результате создаются условия, необходимые для получения высококачественного посадочного материала, который позволяет обеспечить высокую приживаемость растений.

Применение разработанного поворотного рабочего органа обеспечивает возможность рыхления почвы и подрезания сорняков в рядке растений, при этом значительно уменьшается необработанная зона около растения, что снижает затраты ручного труда и доводит уровень механизации данной операции до 90–95%.

Литература.

1. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Мазитов Н.К. Почвообрабатывающая техника: пути импортозамещения // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2017. – № 2. – С. 37-42.
2. Лачуга Ю.Ф. *Аграрная наука – основа сельскохозяйственного производства* // *Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства*. – 2017. – № 11. – С. 7-9.
3. Лачуга Ю.Ф. *Научно-методическое обеспечение развития фундаментальных и поисковых научных исследований в области сельского хозяйства* // *АПК: Экономика, управление*. – 2015. – № 2. – С. 3-11.
4. Кузьмичев В.В., Лебедев А.В., Дубенок Н.Н. Анализ экологических функций древостоев березы и дуба в условиях урбанизированной среды по материалам долгосрочных наблюдений // *Российская сельскохозяйственная наука*. – 2018. – № 5. – С. 29-31.
5. Пак Л.Н., Бобринев В.П. Приживаемость, сохранность и рост лесных культур сосны в Цасучейском бору // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2013. – Т. 15. – № 3-3. – С. 1056-1059.
6. Абезин В.Г. *Ресурсосберегающая почвозащитная технология механизированного возделывания и уборки бахчевых культур*. – Элиста: Калм. гос. ун-т, 1993. – 120 с.
7. Белоконов В.Н., Чабан Л.Н. *Оборудование секции культиватора КРН-5,6 для прополки рядка бахчевых культур* / *Сб. науч. тр.* – Волгоград: Волгоградский с.-х. институт, 1975. – С. 10-13.
8. *Секция орудия для обработки почвы в рядках [текст]: патент 2577403 Российская Федерация С1 МПК А01В 39/10* / В.Г. Абезин, В.А. Моторин, Д.В. Скрипкин / Заявл. 11.03.2015, опубл. 20.03.2016. *Бюл. №8*.
9. Бобринев В.П., Пак Л.Н., Банщикова Е.А. *Агротехника выращивания сеянцев ели сибирской с Забайкальском крае* // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова (Архангельск)*. – 2017. – С. 70-77.
10. Однополова И.С. *Агротехника выращивания сеянцев хвойных пород в питомнике Волжского лесничества [текст]* / И.С. Однополова // *Эпоха науки: Ачинский филиал Красноярского государственного аграрного университета (Ачинск)*. – 2017. – №9. – С. 183-196.
11. Пужайкина И.В. *Агротехника выращивания посадочного материала Кинельского лесничества* // *Вклад молодых ученых в аграрную науку. Материалы Международной научно-практической конференции. 2017, Самарская ГСХА*. – С. 92-96.
12. Н.П. Чернобровкина. *Современные технологии выращивания посадочного материала хвойных пород и пути их совершенствования* // *Лесной вестник*. – 2016. – №6. – С. 6-14.
13. Krawutschke M. *Einfluss differenzierter Bodenbearbeitung auf Gehalt und Dynamik der organischen Bodensubstanz in Ackerboden sowie deren Bedeutung für die Humusbilanzierung: Masterarbeit cand. M. Sc. agr.* – Giessen, 2007. – 78 s.
14. Parker C. *Decision Support Systems: lessons from past failures* // *Farm Management*. – 1999. – Vol. 10. – P/ 273-289.
15. *Zur Anwendbarkeit optimaler Versuchspläne für die Schätzung einer polynomialen Regressionsfunktion im Feldversuchswesen.* Harpke, Karl. *Arch. Acker – Pflanzbau Bodenkd.* – Berlin 34 (1990)3. – S.205:212.

Поступило в редакцию 10.05.18
После доработки 13.02.19
Принята к публикации 12.03.19