

ОБОСНОВАНИЕ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ПЛОСКИМИ ДИСКАМИ ПРОПАШНОГО КУЛЬТИВАТОРА

Курдюмов Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Агротехнологии, машины и безопасность жизнедеятельности»

Зыкин Евгений Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Агротехнологии, машины и безопасность жизнедеятельности»

Лазуткина Светлана Александровна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Агротехнологии, машины и безопасность жизнедеятельности»

ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: 8(8422)55-95-95;

e-mail: evg-zykin@yandex.ru

Ключевые слова: технология, посев, почва, культивация, междурядья

Предложен пропашной культиватор, оснащенный комбинированными рабочими органами, позволяющий за один проход качественно выполнить уход за посевами с полной обработкой защитных зон возделываемых культур. Обоснованы дальность отбрасывания почвы и расстояние между плоскими дисками, расположенных на соседних секциях пропашного культиватора для качественного присыпания сорных растений слоем почвы без ущерба для культурных растений.

Введение

В последние годы в мировой практике ярко прослеживается тенденция увеличения объемов нулевой обработки почвы и прямой посев. Однако известно, что при таком способе возделывания сельскохозяйственных культур повышается засоренность полей, что требует применения гербицидов и других средств защиты растений, стоимость которых существенно удорожает производство продукции.

При возделывании сельскохозяйственных культур большое значение придается разработке и внедрению почвозащитных технологий и комплексов противоэрозионных машин и орудий, а для снижения эксплуатационных затрат, повышения мобильности и сроков выполнения технологических операций приобретают широкозахватную почвообрабатывающую и посевную технику, в частности, комбинированные машины и агрегаты. Немаловажное значение для сохранения плодородия почвы и экологии имеет минимальное использование гербицидов или полный отказ от них.

Обеспечение энерго- и ресурсосбережения – обязательное требование, относящееся не только к технологиям, но и к по-

чвообрабатывающей и посевной технике. Новая техника должна требовать меньшего расхода ресурсов, как в процессе ее производства, так и в процессе ее эксплуатации [1, 2].

Уход за посевами пропашных культур при традиционной технологии возделывания предусматривает двух-трехкратную механизированную междурядную обработку либо обработку гербицидами. Ширину защитной зоны с каждой последующей обработкой увеличивают, в результате площадь не обработанной почвы также увеличивается. Применение гербицидов, кроме положительной стороны – уничтожение сорных растений на 70...80 %, имеет и отрицательную сторону – снижение урожайности возделываемой культуры до 15 %.

Объекты и методы исследований

С целью исключения указанных выше недостатков разработаны способ возделывания [3] и средства механизации для ухода за посевами пропашных культур [4, 5, 6, 7, 8, 9], позволяющие разрыхлить почву и подрезать сорные растения в междурядьях и защитных зонах рядков без применения экологически небезопасных гербицидов. При таком способе ухода за посевами достаточ-

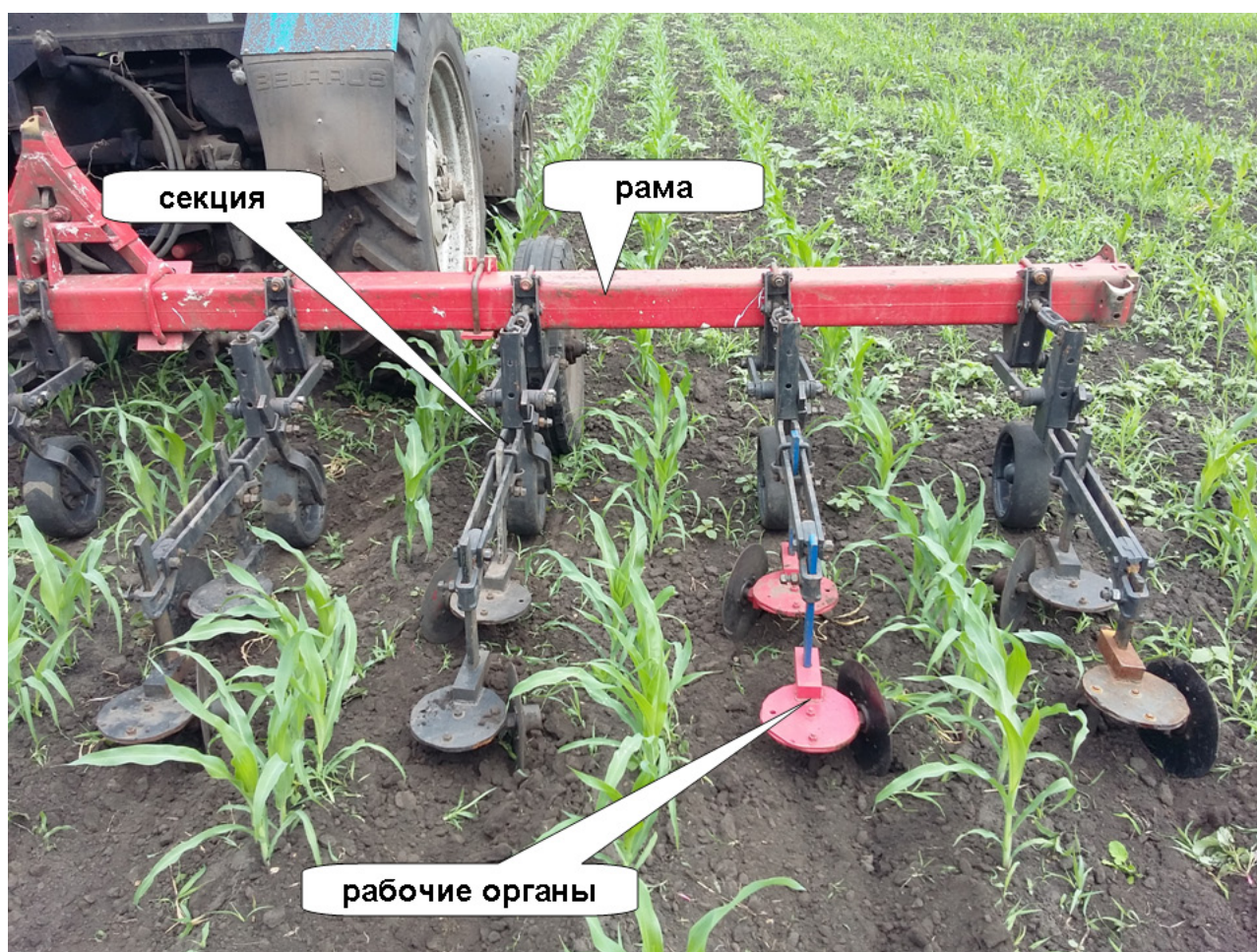


Рис. 1 – Пропашной культиватор с предлагаемыми рабочими органами

но выполнить одну-две механизированные обработки междурядий.

Обработку междурядий выполняют пропашным культиватором (рис. 1), на каждой секции которого устанавливают два рабочих органа таким образом, чтобы их плоские диски были направлены в сторону ряда растений под острым углом, а крайние кромки крыльев стрелчатых лап расположены у нижнего основания исходного гребня почвы, сформированного при посеве (рис. 2).

При движении пропашного культиватора стрелчатые лапы 1 рыхлят почву на требуемую глубину и подрезают сорные растения, а плоские диски 2 сдвигают слой почвы, сходящий с крыльев стрелчатых лап, в сторону рядков растений, окучивая их и присыпая сорняки.

Результаты исследований

Для обеспечения качественного рыхления почвы и подрезания сорных растений

стрельчатыми лапами в междурядьях, а также присыпания сорных растений необходимым слоем почвы в защитной зоне рядка и на гребне почвы необходимо обосновать расстояние между вертикальными осями симметрии плоских дисков, а также размещение рабочих органов на соседних грядках культиватора.

При движении пропашного культиватора с заглубленными рабочими органами вращающиеся плоские диски отбрасывают почву из междурядий в сторону культурных растений по параболической траектории (рис. 3).

Траектория полета частиц почвы, отброшенных плоским диском, характеризуется уравнениями в координатной форме:

$$\begin{cases} y = v_{a0} t \cos \varepsilon, \\ z = v_{a0} t \sin \varepsilon - \frac{g t^2}{2}. \end{cases} \quad (1)$$

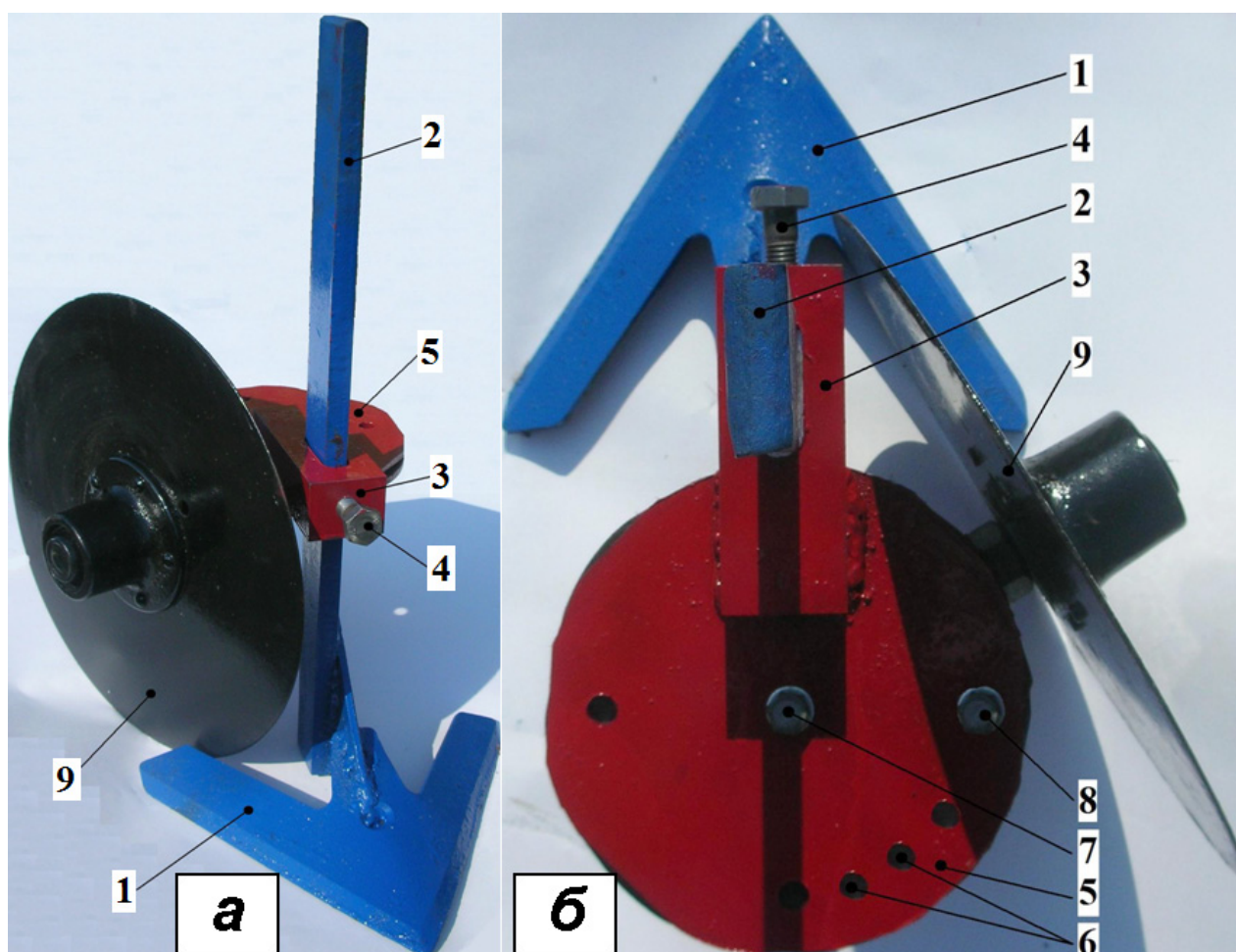


Рис. 2 – Рабочий орган пропашного культиватора: а – общий вид; б – вид сверху; 1 – стрелчатая лапа; 2 – стойка; 3 – кронштейн; 4 – фиксатор; 5 – регулировочный диск; 6 – отверстия; 7, 8 – болты; 9 – плоский диск

где v_{a0} – скорость почвы, отброшенной плоским диском, м/с;

t – время перемещения почвы, с;

ε – угол между поверхностью поля и направлением скорости v_{a0} , град.;

g – ускорение свободного падения, м/с².

Выразив в уравнении (1) параметр t , подставив его в выражение для определения координаты z и выполнив соответствующие преобразования, получим уравнение, определяющее траекторию частиц почвы, отброшенных плоским диском:

$$z = y \operatorname{tg} \varepsilon - \frac{g y^2}{2 v_a^2 \cos^2 \varepsilon} \quad (2)$$

Таким образом, траекторией частиц почвы является парабола, расположенная в плоскости zOy . Учитывая, что скорость отбрасываемой почвы изменяется от $v_{a0} = 0$

до абсолютной скорости v_a за время t , то у отброшенной почвы возникает ускорение $\ddot{a}$, по направлению, совпадающему с v_a .

Необходимо учесть, чтобы максимальная дальность отброшенной почвы соответствовала расстоянию $O_4 Q''$. В этом случае сорные растения в защитной зоне, а также на вершине гребня и его боковых сторонах будут присыпаны слоем почвы требуемой толщины. Если максимальная дальность отбрасывания почвы будет меньше расстояния $O_4 Q''$, то сорные растения на гребне почвы останутся не присыпанными. Если максимальная дальность отбрасывания почвы будет больше расстояния $O_4 Q''$, то частицы почвы перелетают через исходный гребень почвы, при этом повреждаются культурные растения.

Из рисунка 3 следует, что отрезок $O_4 Q''$

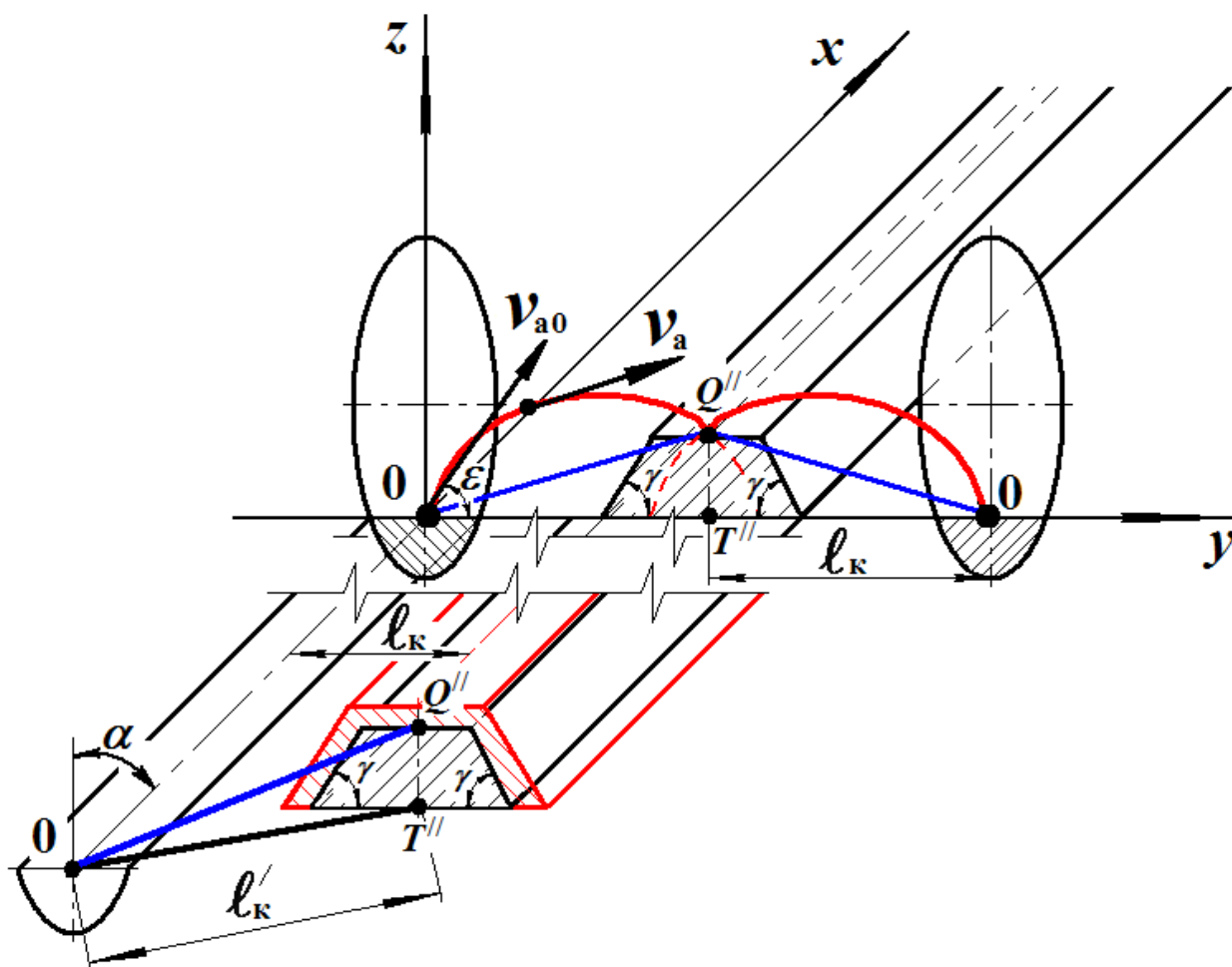


Рис. 3 – К определению дальности отбрасывания почвы на гребень

является проекцией на плоскость yO_4z параболической траектории полета почвы. Тогда

$$z = y \operatorname{tg} \gamma, \quad (3)$$

где γ – угол естественного откоса исходного гребня почвы, сформированного при посеве, град.

Почва, отброшенная плоским диском, должна закончить движение в точке Q'' . В этом случае ординаты z , определяемые уравнениями (2) и (3) будут равны. Следовательно,

$$y \operatorname{tg} \varepsilon - \frac{g y^2}{2 v_a^2 \cos^2 \varepsilon} = y \operatorname{tg} \gamma. \quad (4)$$

Выразив абсциссу y из уравнения (4) и выполнив соответствующие преобразования, определим расстояние O_4Q'' от вертикальной оси симметрии плоского диска (места отрыва почвы от плоского диска) до конечного пути траектории полета почвы:

$$y = O_4Q'' = \frac{v_a^2 (\sin 2\varepsilon - 2 \cos^2 \varepsilon \operatorname{tg} \gamma)}{g}. \quad (5)$$

Из рисунка 3 следует, что расстояние

$$(O_4Q'')^2 = (O_4T'')^2 + (Q''T'')^2, \quad (6)$$

или, с учетом выражения (5):

$$\ell'_{\text{г}} = O_4T'' = \sqrt{\left[\frac{v_a^2 (\sin 2\varepsilon - 2 \cos^2 \varepsilon \operatorname{tg} \gamma)}{g} \right]^2 - H_{\text{г}}^2}, \quad (7)$$

где $H_{\text{г}} = Q''T''$ – высота исходного гребня почвы, сформированного при посеве, м.

Расстояние, м, между вертикальными осями симметрии плоских дисков, расположенных на соседних грядках культиватора, при механизированном уходе за посевами пропашных культур

$$L_{\hat{\varepsilon}} = 2 \ell_{\hat{\varepsilon}}, \quad (8)$$

где ℓ_{κ} – расстояние между вертикальной осью симметрии плоского диска и продольной осью симметрии гребня почвы, сформированного при посеве, м.

Так как плоский диск при междурядной обработке установлен к направлению движения под углом атаки α , то в направлении, перпендикулярном направлению движения пропашного культиватора, отбрасываемая почва переместится на расстояние

$$\ell_{\hat{\varepsilon}} = \ell'_{\hat{\varepsilon}} \cos \alpha = \cos \alpha \sqrt{\left[\frac{v_a^2 (\sin 2\varepsilon - 2 \cos^2 \varepsilon \operatorname{tg} \gamma)}{g} \right]^2 - H_a^2}. \quad (9)$$

Учитывая, что абсолютная скорость отброшенной почвы

$$v_a = \frac{2 v_c \cos \alpha \operatorname{tg} \alpha}{2 \cos \beta}, \quad (10)$$

то, подставив (9) в (8), а также с учетом выражения (10), определим расстояние между плоскими дисками, расположенными на соседних грядках культиватора, при механизированном уходе за посевами пропашных культур:

$$L_{\hat{\varepsilon}} = 2 \cos \alpha \sqrt{\left[\frac{2 v_c \cos \alpha \operatorname{tg} \alpha (\sin 2\varepsilon - 2 \cos^2 \varepsilon \operatorname{tg} \gamma)}{2 g \cos \beta} \right]^2 - H_a^2}, \quad (11)$$

где β – угол трения, $\beta = \operatorname{arctg} f$; f – коэффициент трения почвы о стальной плоский диск.

Выводы

Таким образом, расстояние между плоскими дисками (вертикальными осями симметрии) рабочих органов, расположенных на соседних секциях пропашного культиватора зависит от скорости его движения, угла атаки плоских дисков, а также физико-механических свойств почвы.

Библиографический список

1. Закон плодосмена: экономическая и энергетическая эффективность севооборотов / В.П. Заикин, А.Е. Шамин, А.Ю. Лисина, Е.Е. Борисова // Вестник НГИЭИ. – 2016. – № 3 (58). 2016. – С. 72-80.

2. Осокин, В.Л. Методические вопросы объективной оценки потенциала энергосбережения / В.Л. Осокин, Б.В. Папков, В.А. Горохов // Вестник НГИЭИ. – 2016. – № 4 (59). 2016. – С. 98-106.

3. Пат. 2443094 Российская Федерация, МПК А01В79/02, А01Г1/00. Способ возделывания пропашных культур / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». – № 2010141211/13; заявл. 07.10.2010; опубл. 27.02.2012, Бюл. № 6.

4. Курдюмов, В.И. Новый рабочий орган культиватора / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов // Сельский механизатор. – 2012. – № 11 (45). – С. 12.

5. Пат. 2507730 Российская Федерация, МПК А01В39/18. Пропашной культиватор / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». – № 2012137736/13; заявл. 04.09.2012; опубл. 27.02.2014, Бюл. № 6.

6. Пат. 2507729 Российская Федерация, МПК А01В35/00. Пропашной культиватор / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». – № 2012136083/13; заявл. 21.08.2012; опубл. 27.02.2014, Бюл. № 6.

7. Пат. 113908 Российская Федерация, МПК А01В33/00. Рабочий орган культиватора / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». – № 2011144995/13; заявл. 07.11.2011; опубл. 10.03.2012, Бюл. № 7.

8. Пат. 113910 Российская Федерация, МПК А01В39/00. Рабочий орган культиватора / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». – № 2011144994/13; заявл. 07.11.2011; опубл. 10.03.2012, Бюл. № 7.

9. Пат. 116001 Российская Федерация, МПК А01В39/20. Рабочий орган культиватора / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». – № 2012102388/13; заявл. 24.01.2012; опубл. 20.05.2012, Бюл. № 14.