

РАБОЧИЙ ОРГАН КУЛЬТИВАТОРА И ЕГО УСТАНОВОЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА МЕЖДУРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

В.П. Зайцев, кандидат технических наук, доцент
тел. 8 (8422) 55-95-72, zaicev.vp@mail.ru

С.В. Стрельцов, кандидат технических наук, доцент
тел. 8 (8422) 55-95-72, ssv314@mail.ru

А.В. Павлушин, кандидат технических наук, ст. преподаватель
тел. 8 (8422) 55-95-72, 1pav.alex@rambler.ru
ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

Ключевые слова: пропашные культуры, рабочий орган, культиватор, междурядная обработка, стрелчатая лапа, приваливающий диск, защитная зона

В статье приводятся описание рабочего органа пропашного культиватора и определение его параметров.

Предлагаемый рабочий орган культиватора позволяет производить обработку полных междурядий пропашных культур, включая и защитные зоны растений. Уничтожение сорняков до защитных зон производится путем срезания их стрелчатой лапой, а уничтожение сорняков в защитных зонах производится за счет заваливания их слоем почвы, сдвигаемого приваливающим диском.

Для получения высоких урожаев пропашных культур, как установлено работниками сельскохозяйственных предприятий и научно-исследовательскими учреждениями, необходимо не только рациональное размещение растений по площади питания и равномерная глубина их заделки в почву, но и своевременный и правильный уход за ними в период их вегетации.

В системе мероприятий по уходу за посевами пропашных культур важное место занимает обработка междурядий, в результате которой уничтожаются прорастающие многолетние и взошедшие однолетние сорняки, достигается оптимальная плотность верхнего слоя почвы, при этом усиливаются микробиологические процессы, способствующие улучшению воздушного и минерального питания растений.

К механизированным работам по уходу за пропашными культурами относятся: разрушение почвенной корки; рыхление почвы; уничтожение сорняков; прореживание, или букетировка, растений в рядках; окучивание; внесение удобрений в период роста, или подкормка растений; орошение; борьба с вредителями и болезнями пропашных культур.

В зависимости от вида и состояния пропашных культур, почвенных и метеорологических условий указанные виды работ выполняются в определенной последовательности и в разных сочетаниях.

Сроки междурядных обработок, их количество и глубина рыхления определяются, прежде всего, степенью и характером засоренности посевов, а также состоянием почвы.

Например, первую культивацию междурядий кукурузы проводят при появлении 3-4 листьев.

Вторую обработку междурядий начинают через 2-3 недели после первой, а третью - примерно спустя такой же промежуток времени после второй, в зависимости от уплотнения почвы и появления сорняков. Четвертую обработку междурядий, если в этом есть необходимость, проводят перед выбрасыванием метелок.

Многолетние опыты показывают, что междурядная обработка дает 7...10 % добавки урожая. При культивации междурядий почва быстрее прогревается, усиливается газообмен между почвой и воздухом, активизируется мобилизация питательных веществ, снижаются капиллярные потери влаги и улучшается инфильтрация воды в почву. Это способствует интенсивному развитию формирующейся в это время корневой системы. Рекомендуется проводить за период вегетации не менее 2...4 обработок.

При механизированной обработке междурядий культурные растения могут повреждаться рабочими органами культиватора. Во избежание этого рабочие органы размещают на требуемом расстоянии от рядка

культурных растений. Поэтому после прохода культиватора с обеих сторон ряда оставляется необработанная полоска (защитная зона). Ширина защитной зоны зависит от вида и сорта культуры, степени развития растений, глубины рыхления почвы, качества посева (прямолинейность рядков). В разные периоды обработки междурядий защитные зоны растений составляют около 28...43 % от общей площади междурядий. Именно такая площадь остается необработанной, что ведет к резкому снижению урожайности из-за сорняков, расположенных в защитной зоне культурных растений.

Эффективность борьбы с сорняками в защитной зоне значительно повышается при сдвиге почвы в зону ряда культурных растений. Кроме подавления сорняков в защитной зоне происходит мульчирование почвы и подокучивание растений, что приводит к развитию их дополнительной корневой системы, а, в конечном итоге, способствует повышению урожайности [1,2,3].

Решение выше указанных проблем возможно на основе применения разработанного в Ульяновской ГСХА им. П.А. Столыпина рабочего органа культиватора [1].

Рабочий орган культиватора содержит стойку и закрепленную на ней стрелчатую лапу с отвалом. Отвал выполнен в виде сферического диска, свободно установленного на оси с возможностью перемещения вдоль стойки и регулирования углового положения относительно направления движения. Отвал расположен выпуклой стороной к стойке с возможностью установки с ее обеих боковых сторон и изменения зазора между ним и внутренней поверхностью стрелчатой лапы. Рабочий орган культиватора содержит также кронштейн, на котором установлена пластина с закрепленным на ней дополнительным кронштейном. Ось диска установлена на дополнительной пластине, закрепленной на дополнительном кронштейне с возможностью регулирования углового положения диска в вертикальной плоскости. На диске выполнены прорези, находящиеся симметрично относительно оси на равном расстоянии друг от друга.

Рабочий орган работает следующим образом. Стрелчатая лапа подрезает пласт почвы и сорняки, производит его рыхление. Слой почвы, сходящий с лапы, поступает на рабочую поверхность приваливающего диска и сдвигается в зону ряда растений.

Рабочий орган обеспечивает регулирование дальности отбрасывания почвы в зависимости от величины защитных зон обрабатываемой культуры.

Требуемый объем сдвигаемого слоя почвы в защитные зоны растений приваливающим диском в зависимости от вида культуры и возраста растений обеспечивается изменением следующих установочных параметров: угла постановки приваливающего диска к направлению движения и установки его в вертикальной плоскости, глубины обработки почвы и скорости движения агрегата.

Угол постановки приваливающего диска относительно направления движения (угол атаки) из-

меняется в пределах 5...25 градусов, а угол установки его в вертикальной плоскости изменяется в пределах 0...15 градусов. Глубина хода стрелчатой лапы и приваливающего диска устанавливается в пределах 0,03...0,08 м, скорость движения агрегата регулируется в пределах 1,2...2,0 м/с.

Одним из важных параметров выше описанного рабочего органа культиватора является диаметр приваливающего сферического диска.

Диаметр приваливающего диска определяется из условия обеспечения наилучшего качества его работы. Оптимальное значение этого параметра должно обеспечивать надежное перерезание корней сорняков и сдвиг почвы в защитную зону растений.

Рассмотрим положение диска относительно поверхности, параллельной обрабатываемой плоскости на уровне горизонтального диаметра [4].

Результаты полевых опытов показывают, что основная масса почвы сходит с рабочего органа на уровне его горизонтального диаметра.

Для нормального схода частицы почвы с рабочего органа должно соблюдаться условие (рисунок 1):

$$N_T \geq F_T$$

где: N_T - касательная сила, действующая на частицу почвы;

F_T - сила трения частицы почвы.
или:

$$N \operatorname{tg} \psi \geq N \operatorname{tg} \varphi. \quad (1)$$

Из $\Delta \alpha$ видно, что:

$$\psi = 90^\circ - \tau$$

В результате, для определения наименьшего диаметра диска рабочего органа уравнение (1) будет иметь вид:

$$\operatorname{tg}(90^\circ - \tau) = \operatorname{tg} \varphi_0. \quad (2)$$

Из рисунка 1 видно, что:

$$\tau = \alpha + \nu,$$

где: α - угол атаки рабочего органа;

ν - угол между осью вращения и радиусом, проведенным из центра сферы к лезвию диска.

$$\operatorname{tg}[90^\circ - (\alpha + \nu)] = \operatorname{tg} \varphi_T; \quad (3)$$

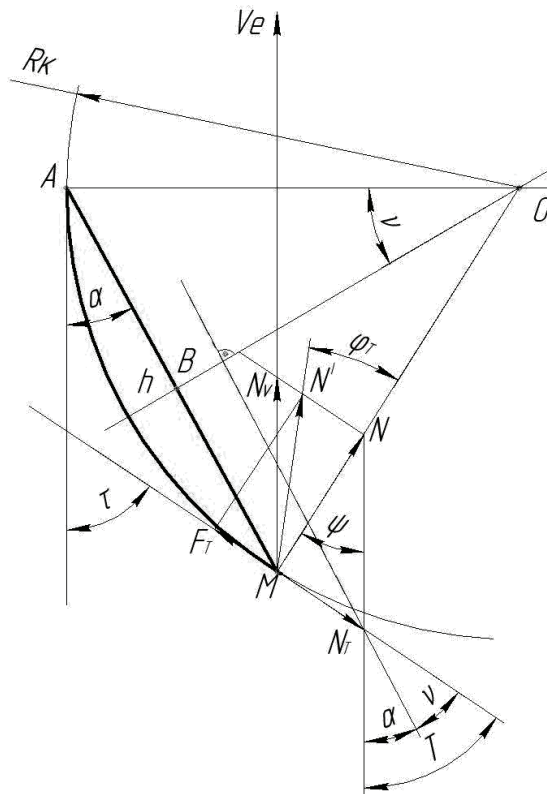


Рисунок 1 - Схема для определения диаметра и радиуса кривизны сферического диска

$$\text{ctg}(\alpha + \nu) = \text{tg}\varphi_T;$$

$$\frac{\text{ctg}\alpha \cdot \text{ctg}\nu - 1}{\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\nu} = \text{tg}\varphi_T;$$

$$\frac{\text{ctg}\alpha \cdot \frac{\cos\nu}{\sin\nu} - 1}{\text{ctg}\alpha + \frac{\cos\nu}{\sin\nu}} = f, \quad (4)$$

где: f - коэффициент трения почвы по диску рабочего органа.

Из ΔOAB

$$\cos\nu = \frac{R_X - h}{R_X}; \quad \sin\nu = \frac{D}{2R_X},$$

где: $D = 2R$.

Подставляя эти значения, получим отношение:

$$\frac{\cos\nu}{\sin\nu} = \frac{2(R_X - h)}{D}.$$

Уравнение (4) приобретает вид:

$$\frac{\text{ctg}\alpha \cdot \frac{2(R_X - h)}{D} - 1}{\text{ctg}\alpha + \frac{2(R_X - h)}{D}} = f; \quad (5)$$

$$2\text{ctg}\alpha \cdot (R_X - h) - D = D \cdot f \cdot \text{ctg}\alpha + 2f(R_X - h);$$

$$2(R_X - h)(\text{ctg}\alpha - f) = D(1 + f \cdot \text{ctg}\alpha).$$

Заменяем h через D и R_X .

Из геометрии диска рабочего органа (рисунок 1) определяем:

$$h = R_X - \sqrt{R_X^2 - \frac{D^2}{4}}; \quad (6)$$

$$\left(R_X - R_X + \sqrt{R_X^2 - \frac{D^2}{4}} \right) (\text{ctg}\alpha - f) = \frac{D}{2} (1 + f \cdot \text{ctg}\alpha);$$

$$\sqrt{R_X^2 - \frac{D^2}{4}} (\text{ctg}\alpha - f) = \frac{D}{2} (1 + f \cdot \text{ctg}\alpha).$$

Возводим обе части уравнения в квадрат:

$$\left(R_x^2 - \frac{D^2}{4}\right)(\operatorname{ctg}\alpha - f)^2 = \frac{D^2}{4}(1 + f \cdot \operatorname{ctg}\alpha)^2 \quad (7)$$

После преобразования получим искомый диаметр сферического диска рабочего органа:

$$D = \frac{2R_x(\cos\alpha - f \sin\alpha)}{\sqrt{1 + f^2}} \quad (8)$$

Как видно из выражения (8), величина диаметра сферического диска рабочего органа находится в прямой зависимости от его радиуса кривизны.

Большое значение на величину диаметра сферического диска оказывает глубина обработки почвы.

Диаметр приваливающего сферического диска с учетом глубины обработки почвы определяется из выражения:

$$D \geq \frac{2h}{f^2 \cos^2 \theta} \left(1 + f^2 \cos^2 \theta \pm \sqrt{1 + f^2 \cos^2 \theta}\right) \quad (9)$$

Выполненные расчеты с учетом значений реальных значений коэффициента $f \approx 0,5$ при за-

данной глубине обработки h показали, что диаметр приваливающего диска дискового рабочего органа должен находиться в пределах 0,18...0,48 м.

Анализируя выражения (8) и (9) следует отметить, диаметр приваливающего диска зависит от глубины обработки

h , угла его атаки α и фрикционных свойств почвы f .

Применение предлагаемого рабочего органа позволит улучшить качество междурядной обработки.

Предлагаемые рабочие органы культиватора способны рыхлить почву, уничтожать сорняки до защитных и подавлять сорную растительность в защитных зонах за счет сдвига почвы в рядки, что не оказывает вредного влияния на развитие культурных растений.

Присыпанные слоем почвы при первой и второй обработках однолетние сорняки уже через три дня вянут, а в дальнейшем – погибают. Всходы многолетних сорняков таким образом уничтожить невозможно, но они задерживаются в росте.

Предлагаемые рабочие органы на оптимальных режимах работы обеспечивают лучшее качество обработки междурядий по сравнению с серийными рабочими органами.

Библиографический список:

1. Патент № 2478271 Российская Федерация. Рабочий орган культиватора / Зайцев В.П., Стрельцов С.В., Павлушин А.В. - Оpubл. 10.04.2013 г. Бюл. № 10.
2. Патент № 2245007 Российская Федерация. Рабочий орган культиватора / Курдюмов В.И., Нестеров В.М., Зайцев В.П., Нестеров А.Н. - Оpubл. 27.01.2005 г. Бюл. № 3.
3. Патент № 82983 Российская Федерация. Рабочий орган культиватора / Курдюмов В.И., Зайцев В.П., Софронов Е.В. - Оpubл. 20.05.2009 г. Бюл. № 14.
4. Юнусов, Г.С. Определение диаметра сферического диска для обработки почвы / Г.С. Юнусов // Техника в сельском хозяйстве. - 2005. - № 2. - С.48.

WORKING BODY OF THE CULTIVATOR AND ITS ADJUSTING PARAMETERS, FOR IMPROVEMENT OF QUALITY OF INTERROW PROCESSING OF PROPASHNY CULTURES

Zaytsev V.P., Streltsov S.V., Pavlushin A.V.

Key words: *propashny cultures, working body, cultivator, interrow processing, lancet paw, privalivayushchy disk, protective zone.*

The description of working body of a propashny cultivator and determination of its parameters are provided in article.

The offered working body of a cultivator the propashnykh of cultures allows to make processing of full row-spacings, including also protective zones of plants. Destruction of weeds to protective zones is made by cutting by their lancet paw, and destruction of weeds in protective zones is made at the expense of the zavalivaniye their layer of earth shifted by a privalivayushchy disk.