

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЛОПАСТНОГО ДИСКА

Бабицкий Л.Ф., д-р тех. наук, профессор, Меренов А.С., аспирант

(Южный филиал Национального университета биоресурсов и природопользования Украины “Крымский агротехнологический университет”)

В статье дано теоретическое обоснование количества зубьев и ширины вырезов, количества и угла развода лопастей почвообрабатывающего лопастного диска.

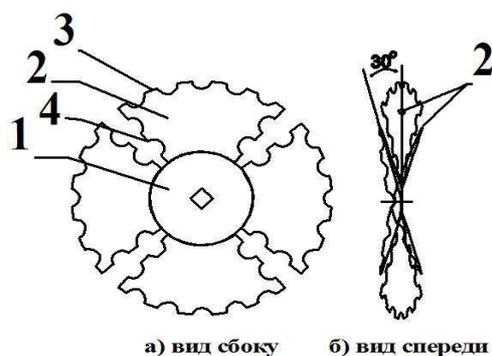
Постановка проблемы. Уровень механизации сельскохозяйственного производства требует новых подходов к разработке и совершенствованию сельскохозяйственных машин и рабочих органов. В этом аспекте особое внимание заслуживают задачи совершенствования рабочих органов для выполнения одной из энергоемких операций - обработки почвы. В связи с обострившейся проблемой обеспечения энергоносителями все больше внимания уделяется разработке малоэнергоемких почвообрабатывающих рабочих органов. Среди них наибольшее распространение находят дисковые рабочие органы в составе орудий для обработки почвы, которые требуют совершенствования в направлении улучшения качественных и энергетических показателей их работы.

Анализ литературы. В современных дисковых почвообрабатывающих машинах применяют диски с постоянной кривизной во всех точках их рабочей поверхности, то есть сферические сегменты. Диски с переменной кривизной, образованной вращением эллипса или параболы, широкого распространения не получили [1], из-за неравномерности хода по глубине обработки, особенно на тяжелых почвах.

Цель статьи – теоретически обосновать оптимальные параметры почвообрабатывающего лопастного диска.

Изложение основного материала – Предлагается конструкция полусферического диска с центральным отверстием и режущей кромкой с разрезом по периферии, что способствует повышению степени крошения почвы и снижению тягового сопротивления (рис.1).

Диаметр диска в зависимости от условий работы следует выбирать наименьшим из допустимых значений, так как с увеличением диаметра диска резко возрастает нагрузка, необходимая для заглубления его в почву. Поэтому для определения диаметра диска необходимо учитывать глубину обработки почвы.



а) вид сбоку б) вид спереди

Рис.1. Почвообрабатывающий лопастной диск 1 - Сферический диск; 2 - Лопасть; 3 - Режущая кромка по дуге окружности; 4- Режущая кромка по радиальной стороне лопасти

Известно, что диаметр диска рассчитывается по формуле[2]:

$$D = 2 \cdot h + d + 2 \cdot L, \quad (1)$$

где h – глубина обработки, м;

d – диаметр распорной втулки, м;

L – высота, на которую поступает пласт на диск в вертикальной плоскости, которая определяется по выражению:

$$L = \frac{D_a}{2} \cdot \operatorname{tg} \gamma, \quad (2)$$

где D_a -длина хорды диска, которая расположена горизонтально на уровне поверхности поля, определяется по выражению[2]:

$$(3)$$

Если подставить в формулу (1) значение величин из формул (2) и (3), то получим зависимость диаметра диска от глубины обработки, диаметра распорной втулки и угла поступления пласта γ на диск в виде:

$$D = 2 \cdot h + d + \operatorname{tg} \gamma \cdot \sqrt{h \cdot (D - h)} \quad (4)$$

Для определения количества зубьев по периферии воспользуемся условием[3], что одновременно в почве должно находиться четыре и более зуба (рис.2).

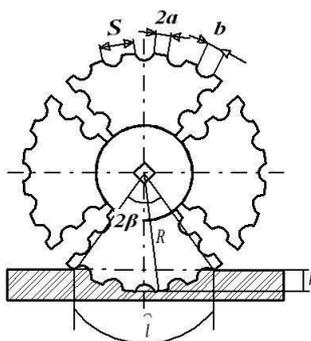


Рис. 2. Схема заглупления лопастного диска в почву

Исходя из размерных характеристик на рис. 2 получим следующие зависимости:

$$\cos\beta = \frac{R-h}{R} = 1 - \frac{h}{R} \quad (5)$$

$$\beta = \arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right) \quad (6)$$

$$\hat{l} = R \cdot 2\beta = 2 \cdot R \cdot \arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right) \quad (7)$$

$$\hat{l} = N_1 \cdot S \quad (8)$$

где N_1 – количество зубьев на одной лопасти, шт;
 S – шаг зуба, м.

$$S = \frac{\hat{l}}{N_1} \quad (9)$$

При условии что $N_1 \geq 4$, то

$$S = \frac{2 \cdot R \cdot \arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right)}{4} = \frac{R}{2} \arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right) \quad (10)$$

Исходя из обоснованного коэффициента размещения зубьев [3] он равен:

$$K = \frac{a}{S} \quad (11)$$

где a – половина зуба, м;
 S – шаг зуба, м.

$$a = K \cdot S \quad (12)$$

Принимаем [3]:

$K = 0,25$

$$a = \frac{R}{8} \arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right) \quad (13)$$

Исходя из формул (8) и (10) число зубьев определяем по выражению:

$$N = \frac{L}{S} = \frac{\pi D}{\frac{R}{2} \arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right)} \quad (14)$$

$$N = \frac{\pi \cdot 2 \cdot R \cdot 2}{R \cdot \arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right)} = \frac{4 \cdot \pi}{\arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right)} \quad (15)$$

Выражение для определения ширины выреза по дуге окружности будет иметь вид:

$$b = S - 2a = \frac{R}{2} \arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right) - \frac{R}{4} \arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right) \quad (16)$$

$$b = \frac{R}{4} \arccos\left(1 - \frac{h}{R}\right) \quad (17)$$

Количество лопастей определяется по выражению:

$$Z = \frac{N}{N_1} \quad (18)$$

При глубине обработки в пределах 0,08 м, получим количество лопастей равным четырем.

Для обеспечения нормальной работы лопастного диска угол развода лопастей α должен быть таким, чтобы при движении рыхлителя в почве происходило её скольжение по поверхности лопасти.

При взаимодействии с почвой лопасть оказывает давление N на частицу m почвы, которое направлено по нормали n к поверхности лопасти (рис.3).

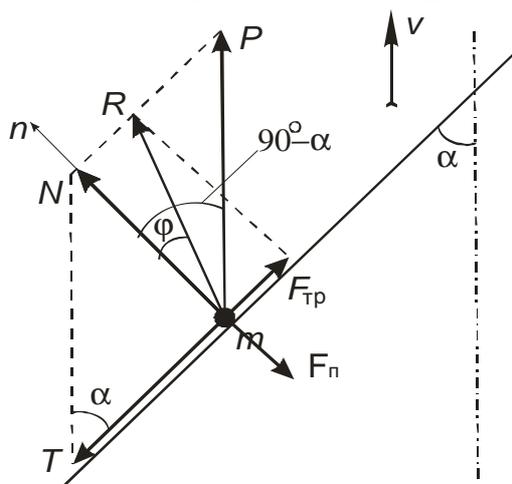


Рис. 3. Схема к обоснованию угла развода лопастей почвообрабатывающего диска

Между частицей m и поверхностью лопасти действует сила F , которая препятствует скольжению почвы с корнями растений по лопасти. Согласно [4,5] она складывается из силы трения F_T и силы прилипания F_{Π} :

$$F = F_T + F_{\Pi} \quad (19)$$

$$F_T = f \cdot N \quad (20)$$

$$F_{\Pi} = p_0 S + pNS \quad (21)$$

где f – коэффициент трения почвы с корнями растений по лопасти;

p_0 – коэффициент касательных сил удельного прилипания при отсутствии нормального давления;

p – коэффициент касательных сил удельного прилипания, вызванного нормальным давлением;

S – площадь контакта;

N – сила нормального давления.

Результирующая R сил N и F определяет направление перемещения частицы почвы в процессе движения. Разложим силу N на две составляющие: P – действующую по направлению скорости движения диска и T – вдоль

поверхности лопасти. Угол между направлением скорости движения v рабочего органа и нормалью n к поверхности лопасти равен $(\pi/2 - \alpha)$. Тогда:

$$T = N \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right). \quad (22)$$

Для обеспечения условия скольжения почвы по лопасти сила T должна быть больше максимального значения силы F , т.е.:

$$N \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) \geq fN + p_0S + pNS \quad (23)$$

Из выражения (23) следует, что скольжение почвы по лопасти возможно при выполнении условия:

$$\alpha \leq \frac{\pi}{2} - \operatorname{arctg}\left[f + S\left(\frac{p_0}{N} + p\right)\right]. \quad (24)$$

На рисунке (4) представлены графики зависимости угла развода лопастей α , обеспечивающего скольжение по поверхности лопасти, от величины силы нормального давления N почвы на лопасть при различных значениях коэффициента трения f почвы по стали для типичных почв Крыма и юга Украины, построенные согласно соотношению (24).

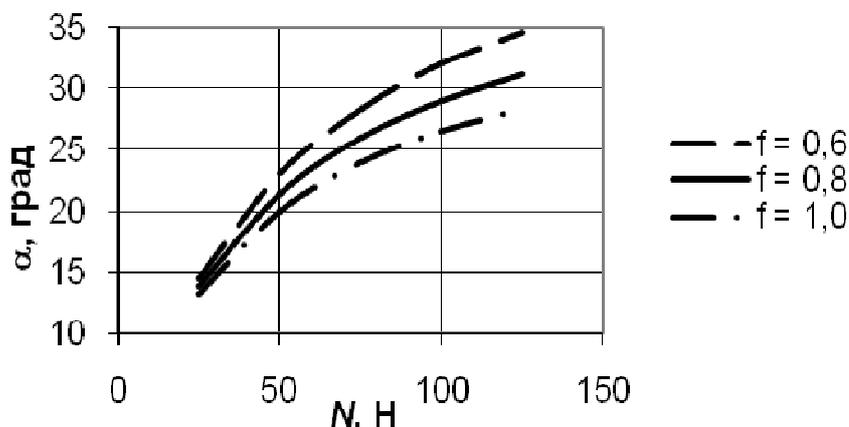


Рис.4. Зависимость угла развода лопастей от величины силы нормального давления

Как видно из рис. (4), рациональное значение угла α при этих условиях находится в пределах 15....30°.

Выводы

Получены теоретические зависимости по обоснованию оптимальных параметров предлагаемого почвообрабатывающего лопастного дискового рабочего органа: диаметра диска D , количества зубьев S , ширины выреза b , количества лопастей Z , угла развода лопастей α . Разработанная конструкция лопастного диска с обоснованными параметрами обеспечит улучшение качества поверхностной обработки почвы.

Список литературы

1. Синеоков Г. Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И. М. Панов. – М. : Машиностроение, 1977. – 328 с.
2. Нартов П. С. Дисковые почвообрабатывающие орудия / П. С. Нартов. – Воронеж: Издательство ВГУ, 1972. – 158 с.
3. Бабицкий Л.Ф. Біонічні напрями розробки ґрунтообробних машин / Л.Ф. Бабицкий – К. : Урожай, 1998. – 160 с.
4. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В.М Швайко та ін.; За ред. С.С. Яцуна. – К. Мета, 2003. – 448 с.
5. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / Г.А. Хайлис, А.Ю. Горбовий, З.О. Гошко та ін. - Луцьк.: Ред. - вид. відділ ЛДТУ, 1998. – 268 с.

Аннотация

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТООБРОБНОГО ЛОПАТЕВОГО ДИСКА

Бабицкий Л.Ф., Меренов А.С.

У статті дано теоретичне обґрунтування кількості зубів і ширини вирізів, кількості і кута розводу лопатей ґрунтообробного лопатевого диска.

Abstract

JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF A SOIL-CULTIVATING LOPASTNY DISK

L. Babitsky, A.Merenov

The theoretical ground of amount of teeth and width of cuts, amount and corner of divorce of blades of tillage blade disk is given in the article.

Keywords: treatment of soil, disk, diameter, cut, cutting, blade.