

## СЕКЦИЯ 1

### ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 631.361.8:635

#### ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТИТЕЛЯ ГОЛОВОК КОРНЕПЛОДОВ

Шило И.Н., д.т.н., профессор, Романюк Н.Н., к.т.н., доцент,

Агейчик В.А., к.т.н., доцент, Свирид И.А.

Белорусский государственный аграрный технический университет

Одним из основных недостатков в работе машин для уборки ботвы является быстрая потеря первоначальной жесткости бичей очистителя головок корнеплодов, что резко снижает их эффективность. Поэтому при обосновании размеров и количества бичей необходимо учитывать величину допустимых деформаций, возникающих при работе очистителя.

Рассмотрим бич, как тонкий, гибкий стержень, который находится под действием силы  $F$ , возникающей в результате воздействия со стороны поверхности поля и головок корнеплодов. Один конец бича жестко заделан.

Дифференциальное уравнение упругой линии бича (рисунок 1) будет иметь вид [1]

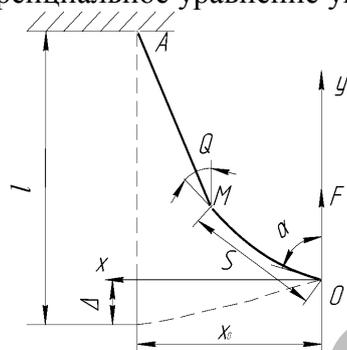


Рисунок 1 – Расчетная схема изгиба бича

$$EI \cdot dQ / dS = -Fx, \quad (1)$$

где  $Q$  – угол между касательной к упругой линии и осью  $OY$ ;

$S$  – криволинейная абсцисса текущей точки  $M$ , отсчитываемой от свободного конца прутка;

$dQ / dS$  – кривизна осевой линии изогнутого бича в точке  $M$ ;

$E$  – модуль упругости материала бича;

$I$  – момент инерции сечения бича.

$$\text{Поэтому, } dx / dS = \sin Q \quad (2)$$

Радиус кривизна участка изогнутой оси бича между двумя смежными сечениями будет наименьшим на участке действия наибольшего изгибающего момента в точке  $A$ ,

$$R = dS / dQ = -EI / Fx \quad (3)$$

или положив

$$h = F / (EI), \quad R = -1 / (hx), \quad (4)$$

из (1) получим

$$x = -dQ / (hdS). \quad (5)$$

Подставим в (2) вместо  $x$  его значение из (5), будем иметь

$$d^2Q / dS^2 = -h \sin Q. \quad (6)$$

Проинтегрировав уравнение (6) и приняв во внимание, что на свободном конце бича  $Q = \alpha$  и кривизна  $dQ / dS$  равна нулю, получим

$$\left( \frac{dQ}{dS} \right)^2 = 2h(\cos Q - \cos \alpha) \quad (7)$$

Разделяя переменные и интегрируя уравнение (7) получаем длину дуги изогнутого бича,

$$S = \frac{1}{2\sqrt{h}} \int_0^\alpha \frac{dQ}{\sqrt{\sin^2(\alpha/2) - \sin^2(Q/2)}} \quad (8)$$

Пусть  $\sin(\alpha/2) = P$ . Введя новую переменную  $\varphi$ , связанную с  $Q$  уравнением  $\sin(\alpha/2) = p \sin \varphi = \sin(\alpha/2) \sin \varphi$  найдем

$$\ell = \frac{1}{2\sqrt{h}} \int_0^{\pi/2} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - p^2 \sin^2 \varphi}} = \frac{1}{\sqrt{h}} k(p^2) \quad (9)$$

где  $\ell$  – длина бича;  $k(p^2)$  – полный эллиптический интеграл Лежандра первого рода в нормальной форме.

Решая уравнение (7) относительно  $x$ , определяемого соотношением  $dx = \sin Q ds$ , получим горизонтальное перемещение конца бича:

$$x_0 = 2p / \sqrt{h} \quad (10)$$

Теперь из (4)

$$R = 1 / (2p\sqrt{h}) \quad (11)$$

Для определения  $P$  рассчитаем прогиб бича в вертикальном направлении  $OY$ . Из уравнения упругой кривой, с учетом того, что  $\frac{dy}{dS} = \cos Q$  получим

$$y = - \int_0^{\alpha} \cos Q dS + C \quad (12)$$

Постоянная интегрирования  $C$  определяется из граничных условий на конце бича:  $C = l - \Delta$ , где  $\Delta$  – вертикальная деформация бича (рисунок 1).

С учетом выражения (7) и принятых ранее обозначений:

$$\begin{aligned} y &= l - \Delta - \int_0^{\alpha} \frac{\cos Q dQ}{\sqrt{2h(\cos Q - \cos \alpha)}} = l - \Delta - \frac{2}{\sqrt{h}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1 - p^2 \sin^2 \varphi} d\varphi - \frac{1}{\sqrt{h}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - p^2 \sin^2 \varphi}} = \\ &= l - \Delta - \frac{1}{\sqrt{h}} [2E(p^2) - K(p^2)] \end{aligned} \quad (13)$$

где  $E(p^2)$  – полный эллиптический интеграл Лежандра второго рода в нормальной форме [2]. Очевидно, что в точке  $O$   $y=0$ , тогда

$$l - \Delta = \frac{1}{\sqrt{h}} [2E(p^2) - K(p^2)] \quad (14)$$

Подставим значение  $\sqrt{h}$  из (9) в (11) и (14) с учетом того, что для прорезиненных и хлопчатобумажных тканых бичей толщиной  $\delta$   $R \min / \delta \geq 15$  имеем систему уравнений [3]:

$$\Delta = 2\ell \frac{K(p^2) - E(p^2)}{K(p^2)}; R = \frac{1}{2pK(p^2)}; R_{\min} \geq 15\delta. \quad (15)$$

На рисунке 2 представлена, построенная на основании выражений (15), номограмма для определения максимально допустимой толщины ( $\delta$ ) и минимально допустимой длины ( $l$ ) бича в зависимости от его вертикальной деформации (условий работы) ( $\Delta$ ).

Номограмма устанавливает взаимосвязь конструктивных параметров бичей ( $l$  и  $\delta$ ) с условиями их эксплуатации ( $\Delta$ ). Например, при вертикальной деформации бичей 30 мм и их длине 150 мм для обеспечения постоянства жесткости бичей их толщина не должна превышать 7 мм.

Во время выполнения технологического процесса каждый бич лишь в течение относительно короткого времени находится в контакте с поверхностью почвы, равной  $\Delta l$ , а сумма длины участков их касания о поверхности этой площадки будет зависеть от параметра бичей, угловой скорости ротора и поступательной скорости машины. Отношение этой суммы к

длине участка, которую мы назовем коэффициентом частоты воздействия бичей, будет в определенной степени характеризовать эффективность работы ротора очистителя.

На рисунке 3 представлена схема контакта бича с поверхностью поля. В пределах сектора АОВ бич воздействует на головки корнеплодов, очищая их от остатков ботвы.

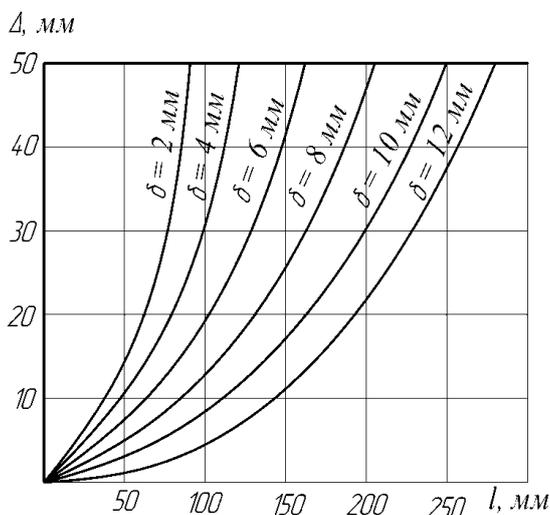


Рисунок 2 – Номограмма для определения максимально допустимой толщины ( $\delta$ ) и минимально допустимой длины ( $l$ ) бича в зависимости от его вертикальной деформации (условий работы) ( $\Delta$ )

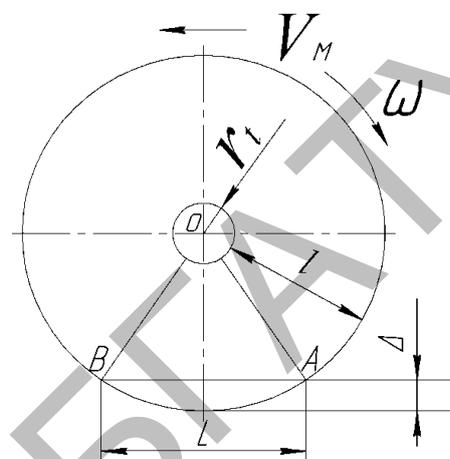


Рисунок 3 – Схема контакта бича с поверхностью поля

Длина зоны воздействия бича:

$$L = 2\sqrt{(r_1 + l)^2 - (r_1 + l - \Delta)^2} = 2\sqrt{2(r_1 + l)\Delta - \Delta^2} \approx 2\sqrt{2(r_1 + l)\Delta}, \quad (16)$$

где  $r_1$  - радиус окружности крепления бичей.

При скорости движения машины равной  $V_m$  за время  $t$  машина пройдет путь  $V_m t$ , а при угловой скорости ротора  $\omega$  за это время число оборотов одного бича  $\omega t / 2\pi$ .

Коэффициент частоты воздействия последовательно  $n$  расположенных бичей:

$$i = \left[ \omega n \sqrt{2(r_1 + l)\Delta} \right] / \pi V_m \quad (17)$$

Из выражения (17) видно, что наиболее просто повысить частоту воздействия бичей на головки корнеплодов можно путем увеличения угловой скорости ротора, числа бичей и при уменьшении поступательной скорости движения машины. Длина бичей и величина их вертикальной деформации влияют на это в меньшей степени.

Однако при большом числе бичей они во время контакта с поверхностью поля будут, ударяться друг о друга и эффективность их работы снизится.

Запишем условие несоударяемости бичей во время контакта их с поверхностью поля:

$$\sqrt{l^2 - (l - \Delta)^2} = \sqrt{2l\Delta - \Delta^2} \approx \sqrt{2l\Delta} \leq (l + r_1) \sin \frac{\pi}{n}, \quad (18)$$

откуда

$$n \leq \pi / \arcsin(\sqrt{2l\Delta}) / (l + r_1) \quad (19)$$

Например, при  $l = 100$  мм,  $\Delta = 20$  мм и  $r_1 = 45$  мм  $n \leq 6,9$ . При этих же параметрах и  $\omega = 100c^{-1}$ ;  $n = 4$ ;  $V_m = 1500$  мм/с;  $i = 6,47$ .

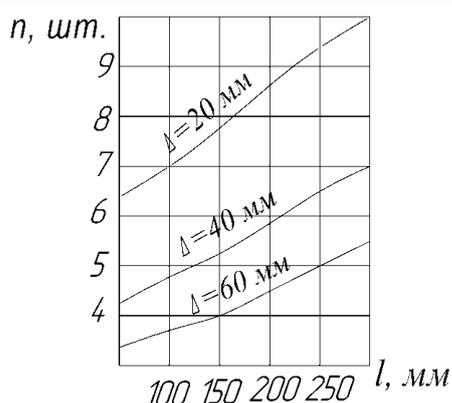


Рисунок 4 – Предельно допустимое количество последовательно расположенных бичей ротора  $n$  в зависимости от их длины  $l$  и вертикальной деформации  $\Delta$ , исходя из условия несоударяемости бичей  $r_i = 45 \text{ мм}$

На рисунке 4 представлена зависимость предельно допустимого количества последовательно расположенных бичей ротора  $n$  от их длины  $l$  и вертикальной деформации  $\Delta$ , исходя из условия несоударяемости бичей.

**Выводы:**

– при проектировании бичевых очистителей головок корнеплодов от черенков ботвы необходимо учитывать взаимоотношение допустимых деформаций с параметрами бичей;

– предложена номограмма, для определения размеров бичей исходя из условия постоянства их жесткости;

– определено максимальное количество бичей исходя из условия их несоударяемости.

Литература

1. Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов / В.И. Феодосьев. – М.: Наука, 2001. - 544 с.
2. Янке, Е. Специальные функции / Е. Янке, Ф. Эмде, Ф. Леш. – М.: Наука, 1977. – 420с.
3. Чернышевский, Д.В. Детали машин / Д.В. Чернышевский. – М.: Машиностроение, 2002. – 342с.

УДК 631.152.2

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**Парахин Н.В.**, академик РАН, д.с.-х.н., профессор, ректор Орловский государственный аграрный университет

В статье на основе глубокого анализа технической оснащенности сельского хозяйства России обоснованы направления технического переоснащения отраслей АПК. Дана сравнительная оценка технической модернизации сельского хозяйства России и Белоруссии. Представлены результаты структурного анализа рынка сельскохозяйственной техники и оценено влияние тракторостроения Белоруссии на рынок сельскохозяйственной техники России.

Ключевые слова: экономика сельского хозяйства, техническое оснащение, инновации, развитие.

Эффективность сельскохозяйственного производства и уровень его интенсивности неразрывно связаны с технической оснащенностью и воспроизводством технической базы сельского хозяйства. Одним из ключевых направлений модернизации аграрного сектора экономики является обновление технической базы. В современных условиях важно обеспечить расширенное воспроизводство технической базы сельского хозяйства, причем техническая модернизация подразумевает не рост количества ресурсов, а увеличение производительности, освоение новых технологий. Функционирование аграрного рынка России на условиях ВТО обязывает сельскохозяйственных производителей предпринимать меры по повышению конкурентоспособности своей продукции. Значимость технической оснащенности в этом случае неизменно возрастает.

За период с 1991 года по 2014 год наблюдается сокращение количества всех видов сельскохозяйственной техники. Данная тенденция наблюдается и в период реализации Национального проекта «Развитие АПК» и Государственной программы «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продоволь-