

5. Веденяпин, Г.В. Эксплуатация машинно-тракторного парка: учеб. пособ. для с.-х. вузов / Г.В. Веденяпин, Ю.К. Киртбая, М.П. Сергеев. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 431 с.
6. Свирцевский, Б.С. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Б.С. Свирцевский. – М.: Сельхозиздат, 1958. – 660 с.

УДК 631.356:635.132(476)

И.А. Барановский

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по
механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

ОБОСНОВАНИЕ ФОРМЫ ПОДКАПЫВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КОРНЕКЛУБНЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

Введение

Подкапывающие рабочие органы корнеклубнеуборочных машин выполняют одну из первых операций технологического процесса уборки корнеклубнеплодов, в том числе моркови, поэтому степень их совершенства в значительной мере определяет технологическую схему и качество работы машины в целом.

В основу работы подкапывающих рабочих органов корнеклубнеуборочных машин положен клин. При движении лезвие разъединяет сцепленные между собой частицы почвы и срезанный пласт под действием реакции недеформированной почвы движется вверх по рабочей поверхности клина. Прекращение движения пласта почвы по поверхности клина отрицательно сказывается на работоспособности машины, нарушается надежность технологического процесса, увеличивается процент потерянных и поврежденных корнеплодов. Поэтому при проектировании формы подкапывающих рабочих органов важно определить параметры, при которых обеспечивается устойчивое разрушение и перемещение почвы по их поверхности.

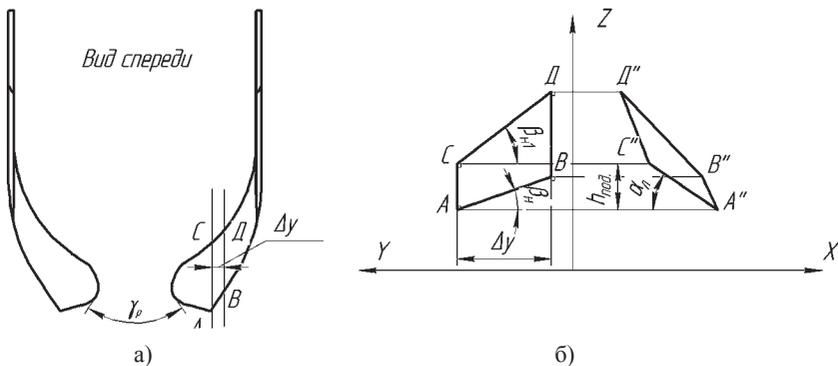
Основная часть

Одними из основных рабочих органов корнеклубнеуборочных машин являются подкапывающие органы в виде лап.

Если рассечь проектируемую нами лапу рядом вертикальных плоскостей, параллельных направлению движения, отстоящих одна от другой на равных бесконечно малых расстояниях Δu , то каждая отсеченная часть лапы будет представлять собой элементарный клин (рисунок 1).

Рабочая поверхность этого элементарного клина определяется его сторонами: лезвием AB , линией AC – границей двух смежных элементарных клиньев с одной стороны и линией BD – с другой.

Лезвие элементарного клина AB является частью всего лезвия лапы. Деформация почвы определяется углом наклона к горизонту элементарного клина с элементарным лезвием AB .



а) подкапывающий рабочий орган;
 б) проекция элементарного клина подкапывающего рабочего органа

Рисунок 1. – Элементарный клин подкапывающей лапы

Положение линии AB определяется величиной расстояния по лезвию между секущими плоскостями и углом наклона β_n ее к горизонтальной плоскости. Линия CD , соответственно, определяется величиной расстояния по заднему обрезу лапы между секущими плоскостями и углом β_n . Ширина слоя, поднимаемого элементарным клином, равна расстоянию между секущими плоскостями.

Длина лезвия элементарного клина, согласно рисунку 1, равна отрезку AB :

$$l_k = \Delta y / \cos \beta_n.$$

При весьма малом значении Δy слой почвы перемещается по линии AC . Высота подъема слоя почвы элементарным клином определяется:

$$h_{nod} = A'' C'' \cdot \sin \alpha_n,$$

где α_n – угол наклона.

Разность углов β_n и β_{n1} определяет сдвиг частиц почвы элементарным клином шириной Δy в направлении, перпендикулярном движению лапы. Этот сдвиг частиц почвы не вызывает сдвига в вертикальном направлении, способствующем подъему корнеплодов из почвы. Разность углов β_n и β_{n1} обосновывается необходимостью плавного перехода рабочей поверхности из одного элементарного клина к другому.

Перемещение элементарного клина в почве можно представить в виде суммарного перемещения в двух направлениях: в направлении перемещения и перпендикулярном AC (рисунок 2).

Движение, перпендикулярное AC , определяет подъем элементарного слоя почвы, следовательно, вызывает давление почвы на плоскость. При движении почвы в направлении AC появляется сила трения в результате действия силы от давления элементарного слоя почвы на поверхность элементарного клина.

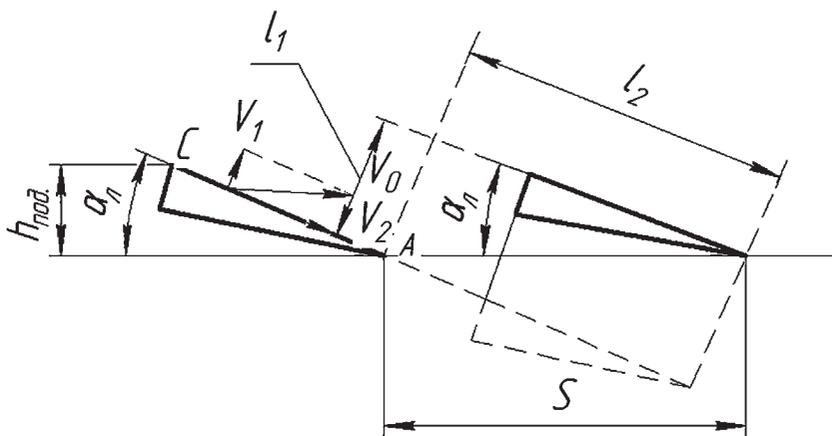


Рисунок 2. – Перемещение элементарного клина подкапывающей лапы в почве

Сумма проекций сил сопротивлений на направление движения определяет тяговое сопротивление элементарного клина, то есть

$$P = N \cdot \sin \alpha_n + F_{тр} \cdot \cos \alpha_n,$$

где N – нормальное давление на плоскость элементарного слоя почвы при его подъеме, H ;

$F_{тр}$ – сила трения, H .

Перемещению клина на пути $l_2 = S \cdot \cos \alpha_n$ соответствует скорость скольжения почвы по поверхности клина $V_2 = V_0 \cdot \cos \alpha_n$, а перемещению в перпендикулярном ему направлении $l_1 = S \cdot \sin \alpha_n$ соответствует скорость поднятия элементарного слоя почвы $V_1 = V_0 \cdot \sin \alpha_n$, где V_0 – поступательная скорость машины, $м/с$.

При изготовлении поверхности лапы составляются из таких элементарных клиньев, которые включают области деформации почвы с расположенными в них корнеплодами. Причем данные области не выходят далеко за пределы связи корнеплодов с почвой, так как в противном случае это вызывало бы дополнительные затраты энергии.

Угол α_n определяет изменение скорости поднятия почвы. Величина его выбирается в зависимости от необходимой скорости поднятия почвенного пласта. Угол α_n целесообразно выбирать в пределах $15-20^\circ$.

Угол β_n выбирается по возможности малым ($\beta_n = 56-62^\circ$), с тем чтобы в любом сечении поверхности лапы не возникали горизонтальные давления почвы на рабочую поверхность лапы, то есть чтобы конструкция лапы давала полную гарантию положительного угла установки (задний угол) [1]. Из тех же соображений выбирается угол раствора γ_p , определяющий положение поверхности лапы по отношению к направлению движения, соответствующего отводу пласта в сторону. Угол γ_p обычно соответствует $9-14^\circ$ [2].

В качестве направляющей кривой может быть взята окружность или парабола, причем предпочтительнее пользоваться параболой, так как последней можно придать любую вогнутость за счёт изменения угла ω_6 между касательными к крайним точкам ветвей параболы, а это, в свою очередь, позволяет приспособить поверхность лапы к различным условиям работы, обеспечивающим плавный подъем пласта почвы по лапе, приподнимание и лучшее крошение.

Однако при построении параболы для предварительного определения ее основных габаритных размеров в качестве исходной направляющей кривой все же практически удобнее воспользоваться окружностью определенного радиуса R , на размерах которой строится затем основная направляющая кривая – парабола.

Через конец лезвия копача – точку B_n – проводим вертикальную плоскость перпендикулярно лезвию копача и глубине подкапывания. Эта плоскость рассекает поднимаемый пласт по линии $B_n C_n$, выделив некоторую часть пласта $A_n B_n C_n$ в форме прямоугольного треугольника. Эта часть пласта должна полностью расположиться на полувинтовой поверхности, а прямая $B_n C_n$ при этом изогнется по кривой, соответствующей по форме поверхности лапы, то есть навернется без остатка на кривую поверхности лапы в сечении $B_n C_n$. Следовательно, точка C_n , поднимаясь вверх при накручивании, займет новое положение D_n .

Если теперь плоскость H совместить с горизонтальной плоскостью, то на совмещенной плоскости H получим истинное изображение направляющей кривой.

Порядок построения направляющей кривой будет следующим. Из точки B_{n1} проводим прямую B_{n1} под углом β_n к линии $B_{n1} C_{n1}$ (β_n – угол установки лапы 56° к дну грядки). Далее из той же точки B_{n1} к прямой B_{n1} восстанавливаем перпендикуляр $B_{n1} O_{n1}$ и подбираем центр исходной направляющей окружности так, чтобы проведенная дуга окружности касалась прямой $D_n D_{n1}$. Кривая $B_{n1} D_{n1}$ и будет являться исходной направляющей кривой поверхности лапы.

Величина радиуса R и другие параметры направляющей кривой легко определяются из чертежа.

Как уже отмечалось при построении,

$$\cup B_1 D_1 = BC.$$

Из рисунка 3 имеем

$$BC = \frac{BE}{\sin(90^\circ - \theta_0)} = \frac{b}{\cos \theta_0}$$

и

$$\cup B_1 D_1 = R \left(\frac{\pi}{2} - \beta_H \right).$$

Следовательно,

$$R \left(\frac{\pi}{2} - \beta_H \right) = \frac{b}{\cos \theta_0},$$

откуда минимальный предел радиуса

$$R = \frac{b}{\left(\frac{\pi}{2} - \beta_H \right) \cos \theta}.$$

Касательные к точкам кривой B_{nl} и D_{nl} пересекаются в точке M . Угол ω_0 между касательными будет равен:

$$\omega_B = 90^\circ + \beta_H.$$

Расстояние L (рисунок 3) направляющей кривой определяется в зависимости от радиуса исходной окружности и угла постановки направляющей к дну борозды:

$$L = R(1 - \sin \beta_H).$$

Высота направляющей кривой

$$h = R \cos \beta_H.$$

Размер вылета L направляющей кривой имеет большое значение для крошения пласта. С уменьшением вылета повышается крошащая способность лапы, а с увеличением вылета – уменьшается.

Заключение

Полученные выражения позволяют определить рациональные формы подкапывающих лап корнеплодуборочной машины, которые исключают явления сгруживания почвы и заваливания корнеплодов, а также обеспечивают полное разрушение связи корнеплодов с почвой и передачу их на очистительные рабочие органы машины.

06.05.2015

Литература

1. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин / В.И. Александров [и др.]; под ред. А.В. Красниченко. – М.: Машиностроение, 1961. – Т. 2. – 864 с.
2. Савич, П.В. Исследование копающих рабочих органов свеклоуборочных машин / П.В. Савич. – Киев, 1959. – 18 с.
3. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Н.П. Крутиков [и др.]. – М.: МАШГИЗ, 1951. – 574 с.