

## К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАБОТЫ РОТАЦИОННОГО РЕЖУЩЕГО АППАРАТА

Овчинников Я.Л.- к.т.н., доцент, Куянов И.А.- аспирант

Одним из недостатков ротационного режущего аппарата является многократное перерезание стеблей, что приводит к их чрезмерному измельчению и увеличивает потери урожая [1].

Объясняется это несколькими причинами:

- скорость косилочного агрегата ниже требуемой;
- частота вращения роторов выше технологически обоснованной;
- длина и число ножей на роторе больше оптимальных значений.

При попытке изменить эти параметры в другую сторону может произойти обратный эффект: повысится отгиб стеблей, появятся огрехи и недорез растений.

Для выполнения технологического процесса кошения с надлежащим качеством при проектировании машины проводят технологический расчёт и определяют рациональные параметры режущего аппарата. Последние существенным образом зависят от принятой при расчете поступательной скорости маши-

$$\begin{aligned} \text{- для первого ножа:} & \begin{cases} x_A = R \cdot \cos(\omega t) \\ y_A = V_M \cdot t + R \cdot \sin(\omega t) \end{cases}; & \begin{cases} x_B = r \cdot \cos(\omega t) \\ y_B = V_M \cdot t + r \cdot \sin(\omega t) \end{cases}; \\ \text{- для второго ножа:} & \begin{cases} x_C = R \cdot \cos(\omega t - \alpha) \\ y_C = V_M \cdot t + R \cdot \sin(\omega t - \alpha) \end{cases}; & \begin{cases} x_D = r \cdot \cos(\omega t - \alpha) \\ y_D = V_M \cdot t + r \cdot \sin(\omega t - \alpha) \end{cases}, \end{aligned}$$

где  $R$  – радиус по наружной точке режущей кромки ножа;  
 $r$  – радиус по внутренней точке режущей кромки ножа;  
 $\omega$  – угловая скорость ротора;

$$\alpha = \frac{2\pi}{z} \text{ – угол между соседними ножами;}$$

$t = \frac{\alpha}{\omega}$  – время поворота диска на угол  $\alpha$ , за которое машина пройдёт путь, равный  $V_M t$ ;

$V_M$  – поступательная скорость машины.

По этим уравнениям можно построить траектории движения ножей, которые имеют вид циклоидальных кривых. Полагают [1], что, если расстояние между траекториями соседних ножей  $EF = 0$ , то аппарат будет работать хорошо. Однако, как уже сказано выше, в зависимости от скорости машины участок  $EF$  может быть больше или меньше нуля. В первом случае между площадками пробега соседних ножей возникает не пробегаемая ножами площадка, на которой стебли срезаются

ны. Но работа косилки сопровождается множеством сопутствующих факторов: изменяются густота травостоя, рельеф убираемого участка и т.д. В связи с этим поступательная скорость машины постоянно меняется, а параметры режущего аппарата остаются неизменными, что приводит к нарушению технологического процесса работы машины. Каких-либо устройств, позволяющих изменять параметры режущего аппарата в процессе работы, в существующих конструкциях косилок как отечественных, так и зарубежных, не предусмотрено. Все производители используют рабочие органы с постоянными расчётными параметрами.

Целью данной работы явилось изучение влияния изменений поступательной скорости машины на ход технологического процесса.

Рассмотрим траектории движения ножей режущего аппарата за пол-оборота диска. Уравнения движения точек лезвия в параметрической форме в соответствии с рисунком 1 выглядят следующим образом:

с отгибом. Естественно, что при изменении поступательной скорости машины  $V_M$  эта площадка может либо увеличиваться, либо уменьшаться до нуля. Кроме того, при работе режущего аппарата наблюдаются площадки  $S_{дв}$ , на которых происходит двойной срез стеблей. Эти площадки также будут изменяться при изменении поступательной скорости машины. Они тем больше по величине, чем меньше расстояние  $EF$ , и при  $EF < 0$  происходит наложение траекторий движения со-

## К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАБОТЫ РОТАЦИОННОГО РЕЖУЩЕГО АППАРАТА

седних ножей друг на друга по всей зоне резания (рисунок 2). Этот факт является одной из главных причин многократного перерезания стеблей и возникающих при этом потерь

урожая. Кроме того, снижается КПД режущего аппарата, т.к. второй нож пробегает часть площади, где стебли уже срезаны первым ножом.

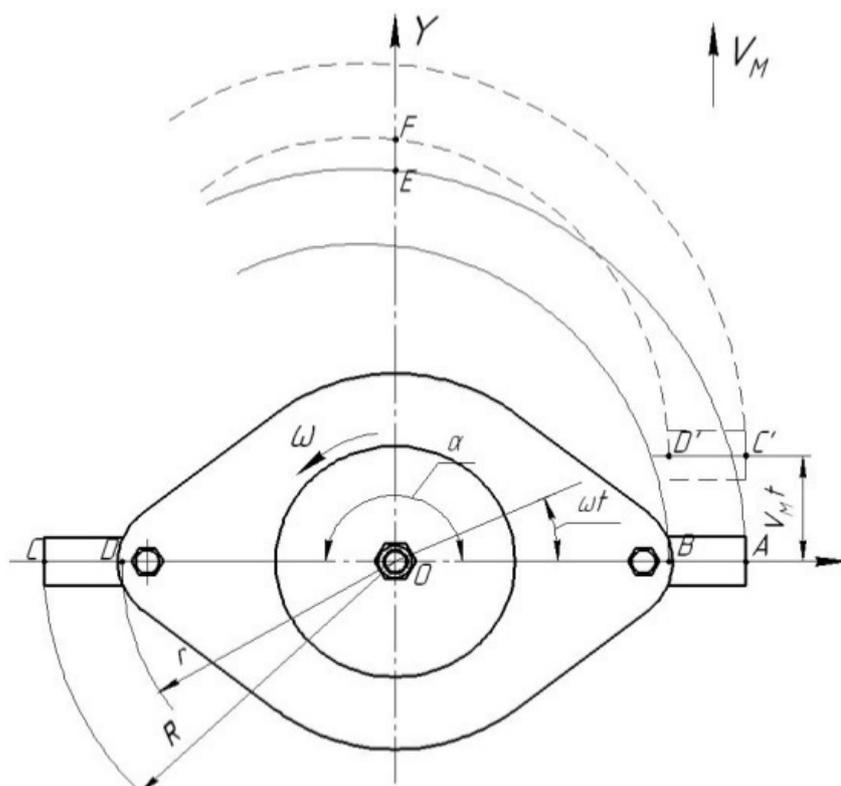


Рисунок 1 - Схема ротационного режущего аппарата и траектории движения его ножей.

В своём труде [2] автор путем интегрирования выводит ряд формул, благодаря которым становится ясно, что расчёт площадок пробегаемых ножом, можно вести как для окружности.

Определим площадь  $S_{ДВ}$  для различных поступательных скоростей машины  $V_M$ :

$$S_{ДВ} = S_A - S_D - 2 \cdot S_{АОО'E} \quad (1)$$

где  $S_A$ ,  $S_D$  – площади, ограниченные осью  $OX$  и траекториями движения точек  $A$  и  $D$  соответственно (рисунок 3);

$S_{АОО'E}$  - площадь фигуры  $АОО'E$ .

Для облегчения расчёта площади фигуры  $АОО'E$  примем следующее упрощение: в виду малости наклона кривых  $AE$  и  $A'E'$ , будем считать фигуру  $АОО'E$  прямоугольником,

с высотой, в нашем случае, равной перемещению режущего аппарата за пол-оборота ротора, а шириной равной радиусу  $R$ .

С учётом принятых упрощений формула (1) принимает вид:

$$S_{ДВ} = \frac{\pi \cdot R^2}{2} - \frac{\pi \cdot r^2}{2} - 2 \cdot R \cdot V_M \cdot \frac{\alpha}{\omega}$$

В качестве примера в данной работе произведём расчёт для определения площади двойного среза  $S_{ДВ}$  при постоянных значениях угловой скорости  $\omega = 227 \text{ с}^{-1}$  и радиусов  $R=0,26 \text{ м}$ ,  $r=0,025 \text{ м}$ :

$$S_{ДВ} = 41,773 \cdot 10^{-3} + 7,197 \cdot 10^{-3} \cdot V_M.$$

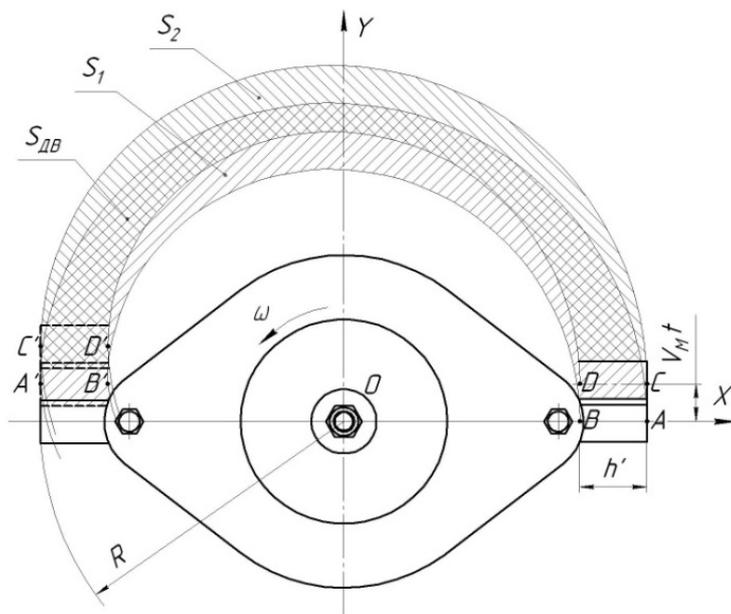


Рисунок 2 – Площадки пробега ножей

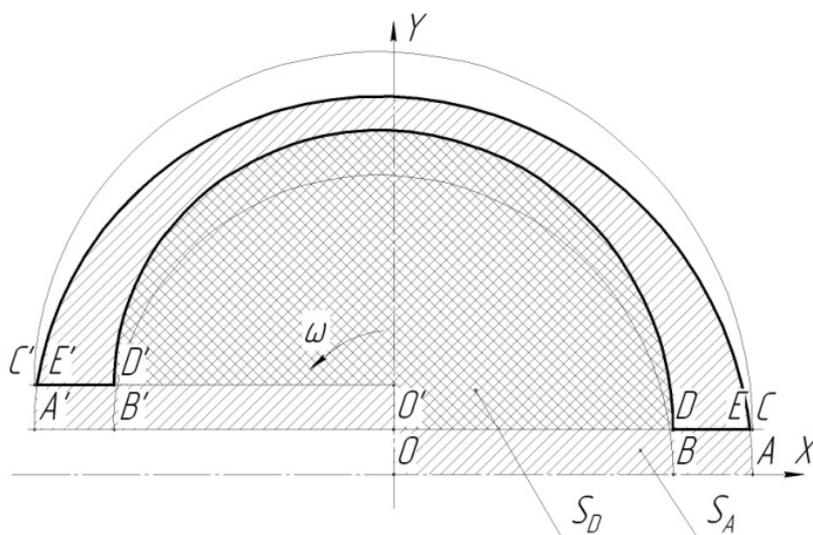


Рисунок 3 – К определению площади двойного среза  $S_{ДВ}$

По полученным уравнениям были произведены расчёты при различных значениях  $V_M$  и построена графическая зависимость отношения  $\frac{S_{ДВ}}{S_2}$  от коэффициента кинематического режима  $K = \frac{V_M}{\omega \cdot R}$  (рисунок 4).

Как видно из графика, величина площади двойного среза снижается с увеличением коэффициента  $K$ , т. е. с увеличением рабочей скорости машины. С этой точки зрения необходимо стремиться к тому, чтобы коэффици-

ент  $K$  был как можно выше. Но при этом в определённый момент начинает проявляться другой недостаток – появление площадок, не пробегаемых лезвием ножа. Эти площадки возникают при условии  $V_M \cdot t > h'$ , где  $h'$  – высота ножа. Таким образом, для определения рациональных скоростей машины следует задаваться значением  $K \approx 0,07$ , при котором отгиб стеблей отсутствует, а площадка двойного пробега ножа имеет приемлемое значение. Это обосновано тем, что наличие отгиба стеблей является более отрицательным фактором, чем двойной пробег.

## К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАБОТЫ РОТАЦИОННОГО РЕЖУЩЕГО АППАРАТА

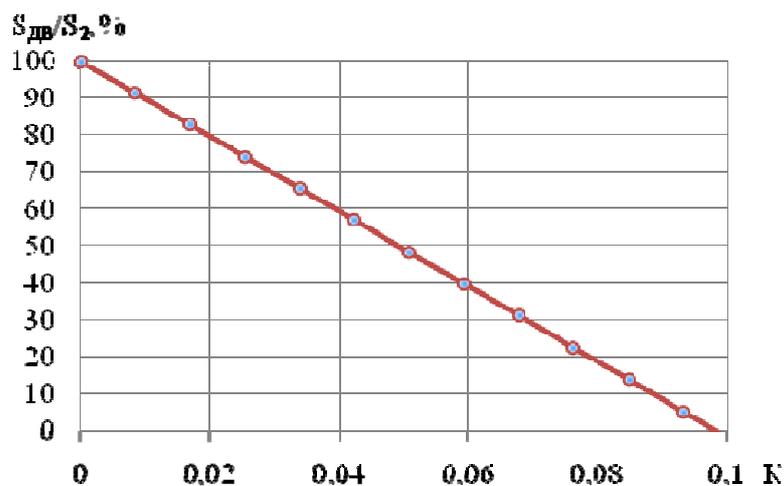


Рисунок 4 – График зависимости площади  $S_{дв}$  от коэффициента кинематического режима

Необходимо указать также, что в связи с изменением скорости машины в процессе работы меняется и коэффициент кинематического режима  $K$ , а значит снижается качество работы режущего аппарата. Чтобы избежать этого следует обеспечивать автоматическое изменение угловой скорости ротора или его радиуса при изменении поступательной скорости машины.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Особов В.И., Васильев Г.К. Сеноуборочные машины и комплексы.- М: Машиностроение, 1983.- 304с.
2. Фомин, В. И. К расчёту ротационного режущего аппарата. – Труды ВИСХОМ, Сб. 29, М., 1962, С. 3-55.