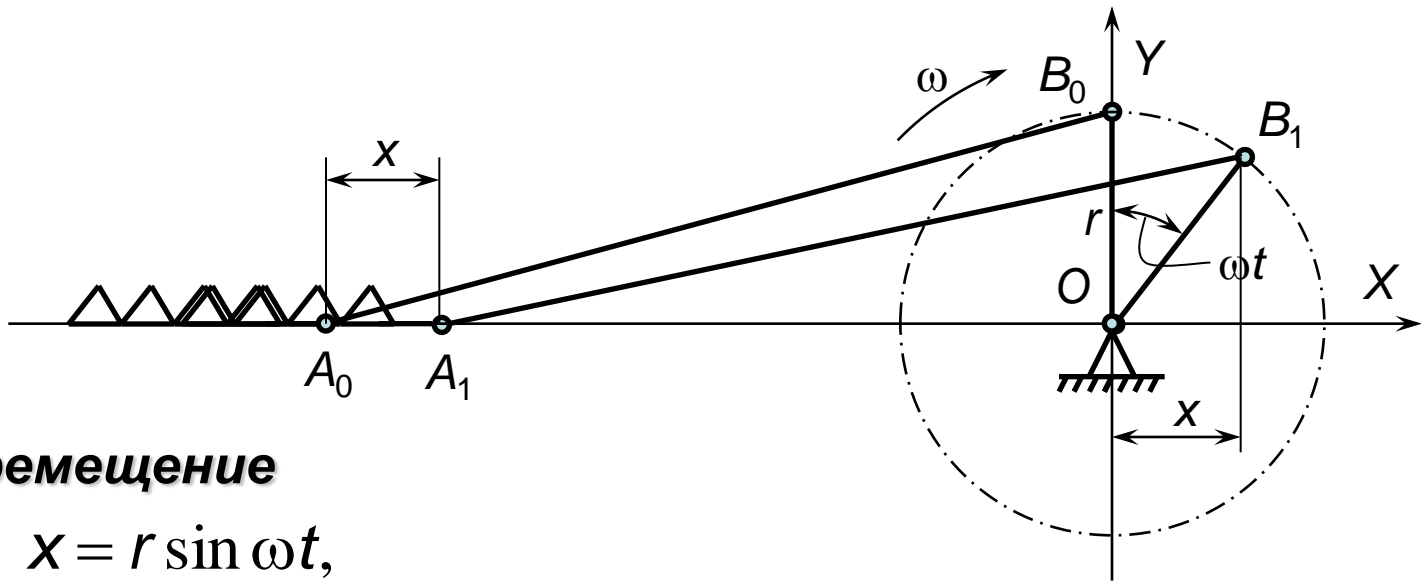


**КИНЕМАТИКА НОЖА
СЕГМЕНТНО-ПАЛЬЦЕВОГО
РЕЖУЩЕГО АППАРАТА**

Кинематические характеристики движения ножа – это зависимость **перемещения** x , **скорости** V и **ускорения** j ножа от угла поворота кривошипа.



Перемещение

$$x = r \sin \omega t,$$

где ω – угловая скорость; r – радиус кривошипа.

После дифференцирования получим уравнения **скорости** и **ускорения**

$$V = r\omega \cos \omega t,$$

$$j = -r\omega^2 \sin \omega t.$$

Определим **зависимость скорости** ножа V **от перемещения** x :

$$V = r\omega \cos \omega t = r\omega \sqrt{1 - \sin^2 \omega t} = \omega \sqrt{r^2 - r^2 \sin^2 \omega t} = \omega \sqrt{r^2 - x^2}.$$

Обозначив отношение $\frac{V}{\omega}$ через y , будем иметь $y = \sqrt{r^2 - x^2}$.

Перемещение x и **скорость** ножа V **связаны** между собой **уравнением окружности** радиусом r через ординату y ,

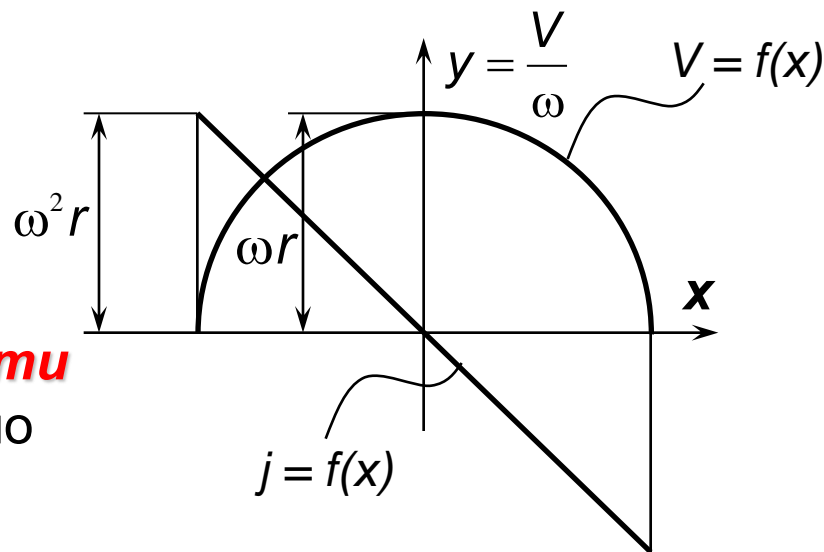
умножив которую на ω получим скорость, соответствующую заданному перемещению, т.е. $V = \omega y$.

Зависимость ускорения от перемещения будет иметь вид

$$j = -r\omega^2 \sin \omega t = -\omega^2 x.$$

Максимальные значения **скорости** и **ускорения** равны соответственно

$$V_{\max} = \omega r \text{ и } j_{\max} = \omega^2 r$$



СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ

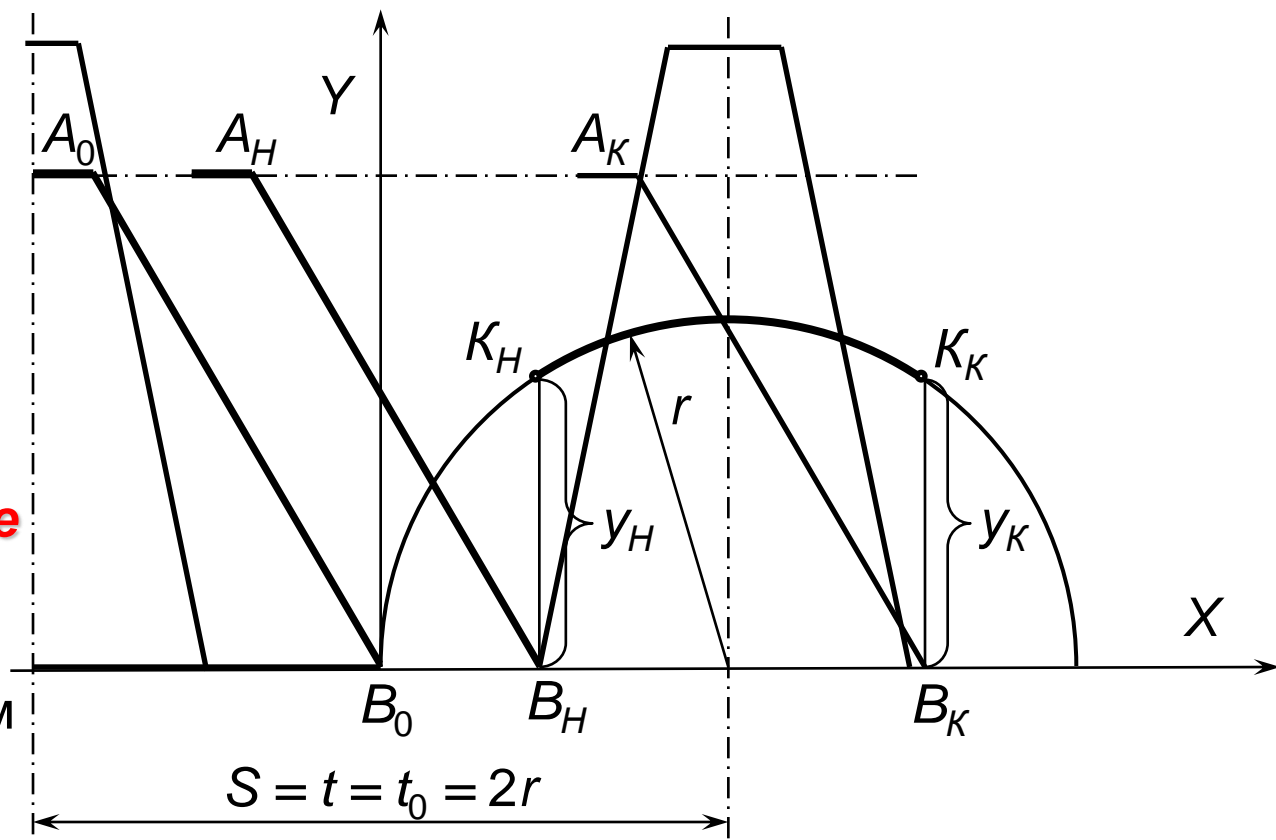
При радиусе кривошипа r **зависимость скорости ножа от перемещения** может быть представлена **полуокружностью** радиусом r .

Начнется резание

в момент соприкосновения лезвий сегмента и пальца.

Закончится резание

при полном прохождении лезвия сегмента над лезвием пальца.



Скорость **начала** резания $V_H = \omega y_H$.

Скорость **конца** резания $V_K = \omega y_K$.

Дуга $K_H K_K$ определяет значения **скоростей резания**.

УСЛОВИЕ ЗАЩЕМЛЕНИЯ СТЕБЛЕЙ РЕЖУЩЕЙ ПАРОЙ

На стебель, подведенный лезвием сегмента к противорезущей пластине, **действуют силы**:

со стороны сегмента N_1, F_1 ;

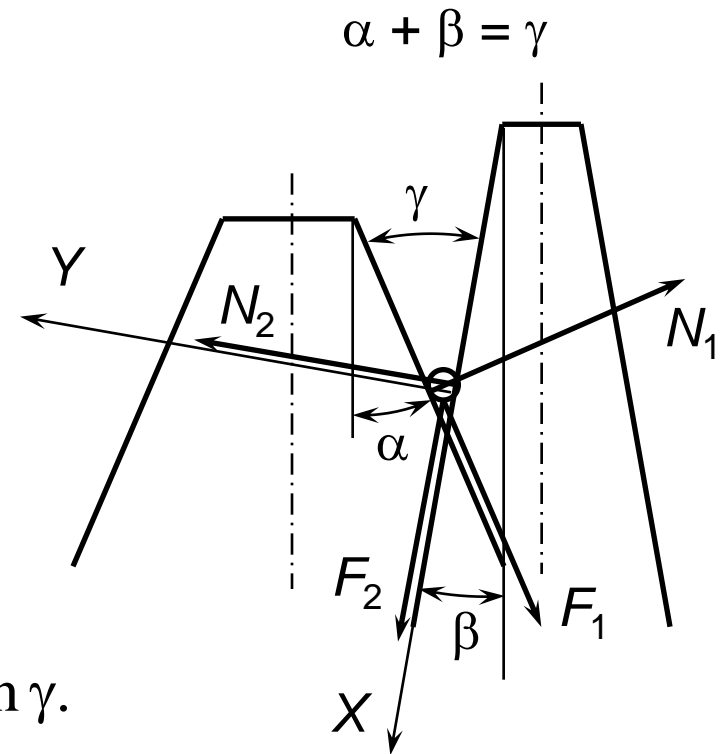
со стороны пальца N_2, F_2 .

Для защемления стебля должно соблюдаться **условие**

$$F_2 + F_1 \cos \gamma \geq N_1 \sin \gamma.$$

Учитывая, что $F_1 = N_1 \operatorname{tg} \varphi_1$, $F_2 = N_2 \operatorname{tg} \varphi_2$,

$$\text{имеем: } N_2 \operatorname{tg} \varphi_2 + N_1 \operatorname{tg} \varphi_1 \cos \gamma \geq N_1 \sin \gamma.$$



Из условия равенства нулю суммы проекций всех сил на ось Y :

$$N_2 = N_1 \cos \gamma + F_1 \sin \gamma$$

$$\text{или } N_2 = N_1 \cos \gamma + N_1 \operatorname{tg} \varphi_1 \sin \gamma.$$

После **подстановки** N_2 в предыдущее неравенство и **сокращения** всех членов на N_1 получим:

$$\cos \gamma \operatorname{tg} \varphi_2 + \sin \gamma \operatorname{tg} \varphi_1 \operatorname{tg} \varphi_2 + \operatorname{tg} \varphi_1 \cos \gamma \geq \sin \gamma.$$

После **преобразований** имеем

$$\operatorname{tg} \gamma \leq \frac{\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2}{1 - \operatorname{tg} \varphi_1 \operatorname{tg} \varphi_2} \quad \text{или} \quad \operatorname{tg} \gamma \leq \operatorname{tg}(\varphi_1 + \varphi_2).$$

Отсюда $\gamma \leq \varphi_1 + \varphi_2$.

При срезании **трав** сумма углов

$(\varphi_1 + \varphi_2) = 25 \dots 35^\circ$ при **влажности** 14...22 % и

$(\varphi_1 + \varphi_2) = 40 \dots 60^\circ$ при **влажности** 55...70 %.

При уборке хлебных **злаков** – $(\varphi_1 + \varphi_2) = 20 \dots 35^\circ$.

Насечка лезвий сегментов **увеличивает** углы трения на 30...50 %.

РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС РОТОРНО-ДИСКОВОГО РЕЖУЩЕГО АППАРАТА

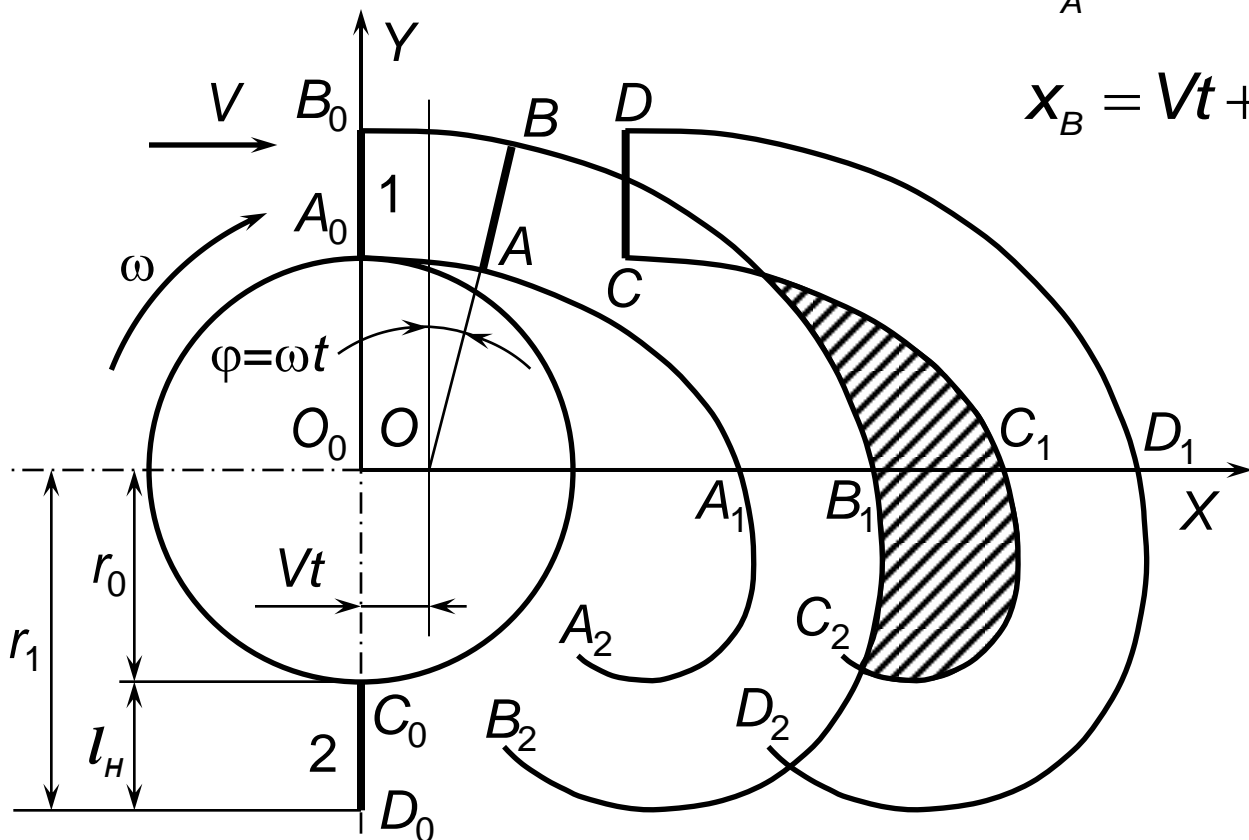
Ножи дискового ротационного аппарата совершают **сложное** движение:

- **вращательное** вместе с дисками с угловой скоростью ω ;
- **поступательное** со скоростью V движения машины.

Точки ножа движутся по **циклоидам**, уравнения которых для A и B

$$x_A = Vt + r_0 \sin \varphi; \quad y_A = r_0 \cos \varphi;$$

$$x_B = Vt + r_1 \sin \varphi; \quad y_B = r_1 \cos \varphi.$$



r_0 – радиус **диска**;

r_1 – радиус **ротора**;

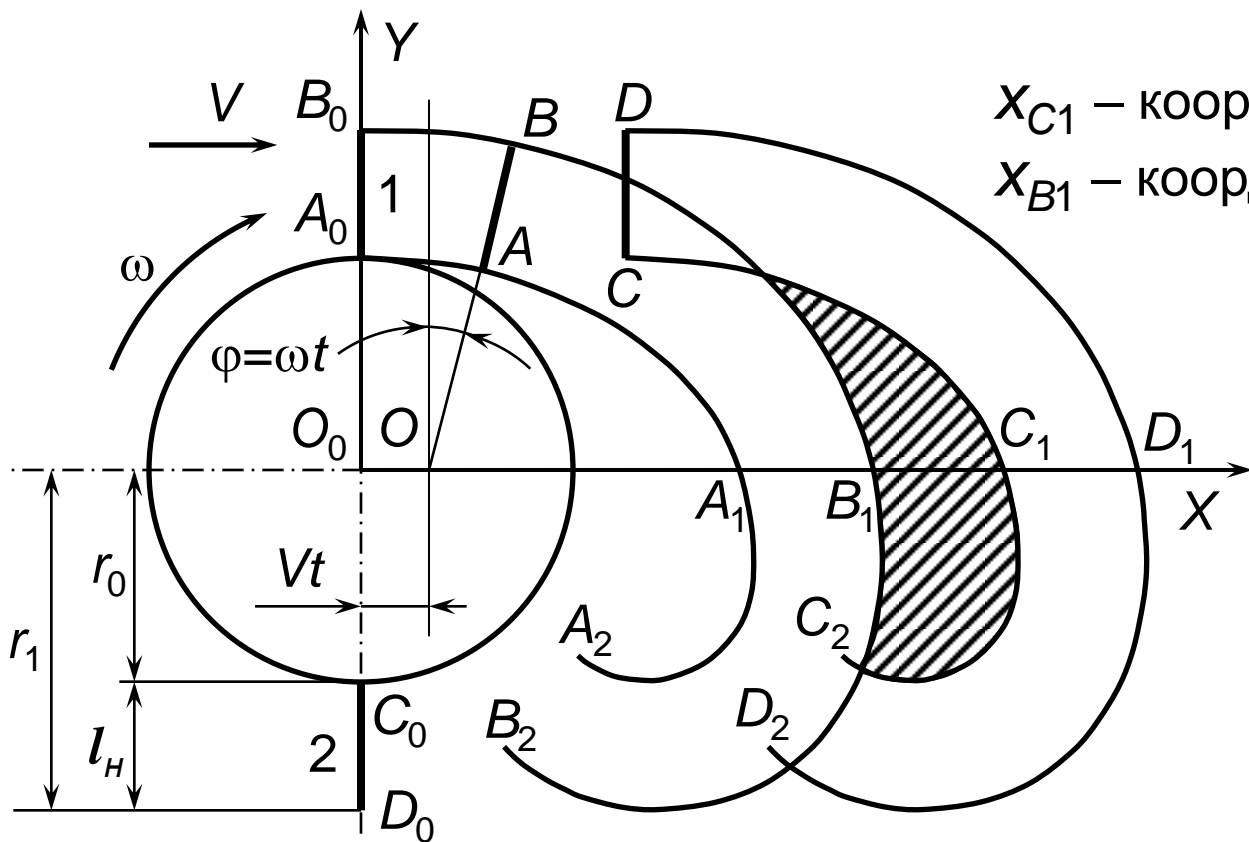
l_H – длина **ножа**.

Нож 1 срезает растения между траекториями AA_1A_2 и BB_1B_2 .

Нож 2 срезает растения между траекториями CC_1C_2 и DD_1D_2 .

При $O_0C_1 > O_0B_1$ растения на **заштрихованной** площадке **не будут срезаны**.

Для **качественного** среза (без пропусков) должно выполняться **неравенство** $O_0C_1 < O_0B_1$ или $X_{C_1} < X_{B_1}$.



X_{C_1} – координата x для точки C_1 ;
 X_{B_1} – координата x для точки B_1 .

$$x_A = Vt + r_0 \sin \varphi; \quad y_A = r_0 \cos \varphi; \quad x_B = Vt + r_1 \sin \varphi; \quad y_B = r_1 \cos \varphi.$$

$$\text{Для точки } B_1: \quad \varphi_{B_1} = \frac{\pi}{2}; \quad t_{B_1} = \frac{\pi}{2\omega}; \quad x_{B_1} = V \frac{\pi}{2\omega} + r_1 \sin \omega \frac{\pi}{2\omega}.$$

$$\text{Для точки } C_1: \quad \varphi_{C_1} = \frac{3\pi}{2}; \quad t_{C_1} = \frac{3\pi}{2\omega}; \quad x_{C_1} = V \frac{3\pi}{2\omega} + r_0 \sin \omega \frac{3\pi}{2\omega}.$$

После подстановки значений x в неравенство и преобразований

$$\lambda = \frac{\omega r_0}{V} > \frac{2\pi r_0}{z_H l_H},$$

где λ – отношение окружной и поступательной скоростей или **показатель кинематического режима**;

z_H – число ножей.

Для ротационно-дисковых косилок с двумя ножами, работающих на скоростях до 15 км/ч, λ равен примерно 20.