

УДК 631.354.026:621.3.016.2:621.311.23

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ МОЩНОСТИ ПРОЦЕССА ОБМОЛОТА ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ АКСИАЛЬНО-РОТОРНОЙ МОЛОТИЛКОЙ

*Д.Н.Бахарев, ассистент*

*Луганский национальный аграрный университет*

*Розглянуто питання визначення необхідної потужності для процесу обмолоту качанів кукурудзи аксіально-роторною молотаркою. Визначено залежність необхідної потужності для процесу обмолоту качанів кукурудзи аксіально-роторною молотаркою від конструктивних параметрів деки*

Обмолот - одна из самых важных и энергоемких операций в послеуборочной обработке кукурузы, поэтому выявление и изучение путей снижения энергозатрат при обмолоте - весьма актуальная задача.

Подведенная к ротору энергия тратится на преодоление сопротивления холостого хода и сопротивление обмолота.

В разрабатываемой молотилке сопротивление обмолота является общим сопротивлением перемещению початка в молотильной камере.

Необходимую мощность двигателя молотилки можно определить по формуле [1]:

$$N = K_{II} \cdot (N_{X-X} + N_O) / \eta, \text{ кВт} \quad (1)$$

где  $K_{II}$  - коэффициент преодоления инерции при пуске,  $K_{II} = 1,05 \dots 1,2$  [1];

$N_{X-X}$  - мощность, потребляемая на холостой ход, кВт;

$N_O$  - мощность, потребляемая на обмолот, кВт;

$\eta$  - КПД механизма привода, для клиноременной передачи  $\eta = 0,95$  [2].

Сопротивление холостого хода ротора обуславливается трением оси в подшипниках и сопротивлением воздуха.

Мощность, необходимую на холостой ход ротора, по аналогии с бильным барабаном, может быть определена из выражения [3]:

$$N_{X-X} = A \cdot \omega + B \cdot \omega^3, \text{ кВт} \quad (2)$$

где  $\omega$  - угловая скорость ротора, рад/с;

$A \cdot \omega$  - мощность, необходимая для преодоления трения в опорах, кВт;

$B \cdot \omega^3$  - мощность, необходимая для преодоления сопротивления ветра, кВт.

Определить сопротивление воздуха лобовым частям ротора при помощи вычислений очень сложно [4]. Однако, зная, что сопротивление трения в опорах и сопротивление ветра значительно меньше общего сопротивления перемещению початков в молотильной камере, по аналогии с бильным барабаном примем:  $A = 0,4 \cdot 10^{-3}$ ,  $B = 0,91 \cdot 10^{-6}$  [5].

Мощность, необходимую на обмолот, можно определить по формуле [6]:

$$N_O = \pm \frac{Q \cdot H}{376} + \frac{W \cdot V}{1000}, \text{ кВт} \quad (3)$$

где  $Q$  - производительность молотилки, т/ч;

$H$  - высота подъема или опускания обмолачиваемого материала, м;

$W$  - общее сопротивление перемещению початка в молотильной камере, создаваемое силами трения, Н;

$V$  - скорость перемещения початков в молотильной камере, м/с.

Знак минус в формуле (3) ставится тогда, когда ротор находится под углом к горизонту так, что выгрузное окно молотилки находится ниже загрузочной горловины. При этом варианте расположения молотильной камеры будет происходить экономия энергии, затрачиваемой на обмолот, и улучшится вывод отделенного зерна из молотильной камеры [6].

При рассмотрении движения одного початка из общей массы, одновременно находящейся в молотильной камере, можно выявить все силы, оказывающие на него влияние. При этом можно увидеть, что на початок оказывает влияние не только сила удара о шип, но и проталкивающая сила ротора  $N_{np}$ , сила тяжести массы  $mg$ , сила сопротивления перемещению початка  $F_1$ , создаваемая прижимающей силой пружин обмолачивающих элементов деки  $P_{np}$ , сила трения о ротор, увлекающая початки во вращение  $F_2$ . Также при движении в молотильной камере возможно возникновение трения початков друг о друга  $F_3 = f_2 mg$ . Кроме вышеперечисленных сил на початок действует сила трения о навивку ротора  $F_4$  и центробежная сила, прижимающая початки к шипам,  $F_5 = m\omega^2 r$ .

Схема приложения вышеперечисленных сил представлена на рисунке.

Тогда, общее сопротивление перемещению початка в молотильной камере при обмолоте  $W$  зависит от сил трения, вызванных вышеперечисленными силами, и может быть определено по формуле:

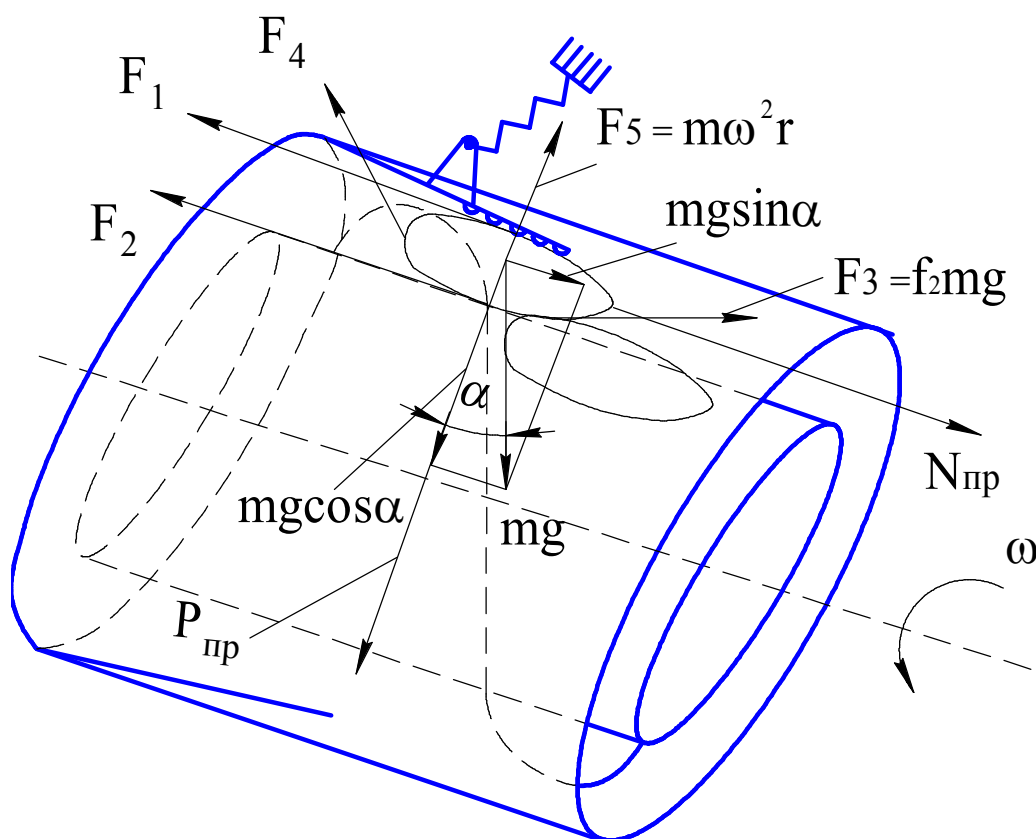
$$W = n \cdot (F_1 + F_2) + n_1 \cdot F_3, \quad (4)$$

где  $F_1$  - сила сопротивления перемещению початка, создаваемая прижимающей силой пружин обмолачивающих элементов деки, Н;

$F_2, F_3$  - соответственно, сила трения початков кукурузы о шипы цилиндра ротора и друг о друга, Н;

$n$  - количество початков кукурузы, одновременно находящихся в молотильной камере;

$n_1$  - количество початков кукурузы, одновременно трущихся друг о друга.



**Рис. Схема расположения сил при перемещении початка в молотильной камере**

Силу сопротивления перемещению початка, создаваемую прижимающей силой пружин обмолачивающих элементов деки, можно определить по формуле:

$$F_1 = (f_1 (m \cdot g \cdot \cos \alpha - m \cdot \omega^2 \cdot r)) + f_1 \cdot P_{пр}, \text{ Н} \quad (5)$$

где  $f_1$  - коэффициент трения зерна кукурузы по стали;

$m$  - масса початка, кг;

$\omega$  – угловая скорость вращения ротора, рад/с;  
 $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  
 $\alpha$  – угол наклона молотильной камеры, °;  
 $r$  – радиус цилиндра ротора, м.

Силу трения початка кукурузы о шипы подпружиненного обмолачивающего элемента можно определить по формуле:

$$F_2 = f_1(m \cdot \omega^2 \cdot r + P_{np}), \text{ Н.} \quad (6)$$

Тогда,

$$W = n \cdot (f_1 \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha + 2 \cdot (f_1 \cdot P_{np})) + n_1 \cdot f_2 \cdot m \cdot g, \text{ Н} \quad (7)$$

где  $f_2$  – коэффициент трения початков кукурузы друг о друга.

Из общего сопротивления перемещению початка в молотильной камере видно, что при обмолоте семенной кукурузы при низкоскоростных режимах обмолота, недостаток ударной силы, вызывающей отделение зерна от стержня, можно компенсировать силами трения.

Подставив (7) в (3), получим:

$$N_o = \pm \frac{Q \cdot H}{376} + \frac{(n \cdot (f_1 \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha + 2 \cdot (f_1 \cdot P_{np})) + n_1 \cdot f_2 \cdot m \cdot g) \cdot V}{1000}, \text{ кВт.} \quad (8)$$

Окончательно объединив выражение (1), (2) и (8), получим:

$$N = K_{II} \cdot (A \cdot \omega + B \cdot \omega^3 \pm \frac{Q \cdot H}{376} + \frac{(n \cdot (f_1 \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha + 2 \cdot (f_1 \cdot P_{np})) + n_1 \cdot f_2 \cdot m \cdot g) \cdot V}{1000}) / \eta, \text{ кВт} \quad (9)$$

Тогда, для молотилки с производительностью 3,844 т/ч оснащенной декой, которая создает силу дополнительного прижатия початка к ротору 120 Н, а также при угле наклона молотильной камеры 20°, получим:

$$N = 1,05 \cdot \left[ \left( 0,4 \cdot 10^{-3} \cdot 18,8 + 0,91 \cdot 10^{-6} \cdot 18,8^3 \pm \frac{3,844 \cdot 0,35}{376} \right) + \left( \frac{(12 \cdot (0,21 \cdot 2,4 \cdot 9,81 \cdot \cos 20^\circ + 2 \cdot 0,21 \cdot 120) + 12 \cdot 0,36 \cdot 2,4 \cdot 9,81) \cdot 3}{1000} \right) \right] / 0,95 = 2,53 \text{ кВт.}$$

### Выводы

1. Получена формула для определения необходимой мощности электродвигателя аксиально-роторной молотилки кукурузы, учитывающая общее сопротивление перемещению початка в молотильной камере и угол наклона ротора.

2. Общее сопротивление перемещению початка показывает, за счет каких сил можно компенсировать недостаток силы удара початка о ротор и деку при обмолоте семенной кукурузы при низкоскоростных режимах обмолота.

3. При обмолоте початков кукурузы, разрабатываемой молотилкой с производительностью 3,844 т/ч, необходимая мощность на процесс обмола та початков кукурузы составит 2,53 кВт.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Красников В.В. Подъемно транспортные машины. - М.: Колос, 1981.
2. Шевченко В.С. Деталі машин. Розрахунки конструювання, задачі. - Луганськ: вид-во СНУ, 2000.
3. Хайліс Г.А. Основи теорії та розрахунку сільськогосподарських машин: -К.: Вид-во УГСА, 1992.
4. Горячкин В.П. Собрание сочинений. Том 3. - М.: Колос, 1968.
5. Теорія і розрахунки зернозбиральних комбайнів. Навчальний посібник / К.І. Шмат, О.Є. Самарін, Є.І. Бондореєв, О.В. Мигальов. – Херсон: ОЛДІ - плюс, 2003.
6. Геррман Х. Шнековые машины в технологии. - Л.: Химия, 1975.