

Jakusenkov, S.M. (Vsesojuznyj institut mehanizacii sel'skogo chozjajstva - VIM) (Unionsinstitut für die Mechanisierung der Landwirtschaft - VIM) :

Verfahren zur Bestimmung der für den Maisdrusch mit einem Getreidemähdrescher nötigen Leistung

Bei der Körnermaisernte mit den neu ausgerüsteten Getreidemähdreschern SK-4 kann die für den Betrieb der Dreschtrammel nötige Gesamtleistung in folgender Form dargestellt werden:

, (1)

- wobei  $N_{ch\ ch}$  - die Leerlaufleistung der Trommel ist;
- $N_{def}$  - die für den Körnerausdrusch, für die Zerkleinerung der Stengelsubstanz und der Kolbenspindeln sowie für die Bewegung des Dreschguts im Dreschwerk aufgewandte Leistung ist;
- $N_{otb}$  - die Leistung ist, die für das Abschleudern des Dreschguts aus dem Dreschwerk gebraucht wird unter Berücksichtigung der Verformung beim Stoß.

Die Leerlaufleistung der Trommel  $N_{ch\ ch}$  ist bei unveränderter Drehzahl eine konstante Größe und läßt sich nach folgender Formel bestimmen:

, (a)

dabei ist  $M_{kr}$  - das Drehmoment an der Trommelwelle, mkg;

$n$  - die Drehzahl der Trommel pro Minute.

Die Leistung  $N_{def}$ , die für die Verformung des Dreschguts und seine Bewegung im Dreschwerk nötig ist, kann durch folgende Gleichung ausgedrückt werden:

, (2)

- wobei  $N_0$  - die Leistung ist, die für den eigentlichen Ausdrusch (Trennung der Körner von den Spindeln) aufgewendet wird;
- $N_{st}$  - die für die Zerkleinerung der Stengelsubstanz nötige Leistung ist;
- $N_s$  - die für die Zerkleinerung der Kolbenspindeln aufzuwendende Leistung ist;
- $N_t$  - die zur Überwindung der Reibungskräfte bei der Bewegung des Dreschguts im Dreschwerk nötige Leistung ist.

Die Leistung  $N_{def}$  kann ebenso durch den Normaldruck auf den Korb  $Q$  und die Durchschnittsgeschwindigkeit der Fortbewegung der Druschprodukte  $V_m$  ausgedrückt werden:

, (3)

wobei  $\psi$  - der Koeffizient ist, der den Gesamtwiderstand des Korbs berücksichtigt (Abreibungskoeffizient).

In diesem Fall muß die Größe des Normaldrucks auf dem Korb  $Q$  beim Maisdrusch experimentell bestimmt werden.

Die Komponenten der Gleichung (2) können wie folgt bestimmt werden.

Die Leistung  $N_0$ , die für den Körnerausdrusch aufgewandt wird, ist direkt proportional zur spezifischen Druscharbeit und zur Körnermenge, die das Dreschwerk in einer Sekunde durchläuft:

, (b)

wobei  $a_0$  - die mit Hilfe eines Pendelschlagwerks bestimmbare spezifische Druscharbeit ist, mkg/kg;

$q_z$  - die Körnerzufuhr ist, kg/sec.

Die Leistung  $N_{st}$ , die für die Zerkleinerung der Stengel aufgewandt wird, hängt von deren Festigkeit und der Anzahl der Brüche ab:

, <c>

dabei ist  $a_{st}$  - die mit Hilfe eines Pendelschlagwerks bestimmbare durchschnittliche Arbeit pro Stengelbruch, mkg;

$\mu$  - der Zerkleinerungsgrad der Stengel, der als Verhältnis der durchschnittlichen Länge der Stengel vor dem Ausdrusch zur durchschnittlichen Länge der Stengelteile nach dem Ausdrusch bestimmbar ist;

$n_{st}$  - die Stengelmenge, die das Dreschwerk in einer Sekunde durchläuft.

Die Leistung  $N_s$ , die für die Zerkleinerung der Kolbenspindeln erforderlich ist, läßt sich analog zur Zerkleinerung der Stengel ermitteln:

, <d>

dabei ist  $a_s$  - die durchschnittliche Arbeit pro Spindelbruch, mkg;

$\mu_1$  - der Zerkleinerungsgrad der Spindeln, der als das Verhältnis der Spindelmenge und ihrer Teile nach dem Ausdrusch zur Gesamtkolbenmenge (Gesamtspindelmenge), die das Dreschwerk durchläuft, bestimmt werden kann;

$n_s$  - die Kolbenmenge, die in einer Sekunde die Dreschanlage durchläuft.

Die Leistung  $N_t$  kann durch den Normaldruck auf den Korb  $Q$  und die durchschnittliche Geschwindigkeit der Bewegung des Dreschguts  $V_m$  dargestellt werden:

, (e)

wobei  $f$  - der Reibungskoeffizient der Maissubstanz am Stahl des Korbes ist.

Die Leistung  $N_{otb}$  umfaßt die zum Abschleudern des Dreschguts erforderliche Leistung  $\langle f \rangle$  und die Leistung, die zu ihrer Verformung beim Stoß nötig ist und die ebenfalls gleich  $\langle f \rangle$  angenommen wird. Dann ist

, (4)

wobei  $m_0$  - die Maissubstanz ist, die nicht durch das Korbgitter hindurchgegangen ist und von der Trommel in einer Sekunde abgeschleudert wird;

$V_{vych}$  - die Durchschnittsgeschwindigkeit der Substanz beim Auslauf aus dem Dreschwerk ist, m/sec.

Unter Berücksichtigung der Werte der einzelnen Glieder kann die Bilanz der Leistung für die Arbeit der Trommel beim Maisdrusch in der weiterentwickelten Form wie folgt geschrieben werden:

, (g)

Bei Anwendung der Angaben der Leistungsbilanz kann die Durchschnittsgeschwindigkeit für die Bewegung des Dreschguts im Dreschwerk ermittelt werden. Zu diesem Zweck setzen wir in Gleichung (1) die Werte für die Leistungen  $N_{def}$  und  $N_{otb}$  aus den Gleichungen (3) und (4) ein; wir erhalten

dann:

. (5)

Bekanntlich ist das Verhältnis der Geschwindigkeit beim Einlauf und beim Auslaufen umgekehrt proportional zu den Spaltweiten im Dreschwerk. Gleichzeitig wurde experimentell festgestellt, daß für den optimalen Fall dies Verhältnis beim Maisdrusch gleich zwei ist. Dann gilt

,  $\langle h \rangle$

und die durchschnittliche Geschwindigkeit  $V_m$  wird gleich

. (6)

Ersetzen wir  $V_{vyeh}$  in Gleichung (5) durch seinen Wert aus Gleichung (6), so erhalten wir nach einer Umformung

. (7)

Die linke Seite der Gleichung (7) ist die Gesamtleistung, die für den technologischen Prozeß aufgewendet wird und experimentell bestimmbar ist. Nach Lösung dieser Gleichung finden wir die Größe der durchschnittlichen Fortbewegungsgeschwindigkeit des Dreschguts im Dreschwerk:

.  $\langle i \rangle$

Unter Anwendung von Versuchsdaten, die bei der Untersuchung des Maisdruschprozesses auf einer besonderen Versuchsanlage gewonnen wurden, kann auch der durchschnittliche Abreibungskoeffizient  $\Psi$  ermittelt werden, der den Gesamtwiderstand des Korbs berücksichtigt.

Aufgrund des Coulombschen Gesetzes kann man schrei-

ben:

. <k>

Die Größen des Gesamtwiderstandes der Trommel  $T$  und des Normaldrucks  $Q$  werden experimentell als Komponenten der Resultierenden der Drücke auf den Korb  $R$  (s. Zeichnung) bestimmt:

. <l>

Dann wird der Abreibungskoeffizient  $\psi$  gleich

, <m>

wobei  $\varphi$  - der Winkel zwischen der Wirkungsrichtung der Resultierenden  $R$  und der Vertikalen ist;  $\beta$  - der Winkel zwischen der Wirkungsrichtung des Normaldrucks  $Q$  und der Vertikalen ist.

Die Größe der Winkel  $\varphi$  und  $\beta$  wird graphisch ermittelt.

Die vorgeschlagene Berechnungsmethode erlaubt es, zur Begründung einer rationellen, den Gewinn hoher Gütekennziffern bei dem geringsten spezifischen Energieaufwand sicherstellenden Druschmethode eine vergleichende Analyse der Komponenten einer Bilanz derjenigen Leistung durchzuführen, die von der Dreschtrommel bei verschiedenen Maisdruschverfahren (die Kolben zusammen mit den Stengeln und die Kolben alleine) aufgewandt wird.

Zeichnung S. 83

Schema zur Bestimmung des Gesamtwiderstandes der Trommel T und des Normaldrucks auf dem Korb Q .

Stuttgart, den 5.12.1968

i.A.

*Monika Wagenknecht*

(Monika Wagenknecht)

Dipl.-Übersetzerin

# МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОБМОЛОТА КУКУРУЗЫ ЗЕРНОВЫМ КОМБАЙНОМ

С. М. ЯКУШЕНКОВ  
(Всесоюзный институт механизации сельского хозяйства — ВИМ)

УДК 631.354

**ПРИ УБОРКЕ** кукурузы на зерно переоборудованными зерновым комбайнами СК-4 полную мощность, необходимую для работы молотильного барабана, можно представить в следующем виде:

$$N = N_{xx} + N_{\text{деф}} + N_{\text{отб}}, \quad (1)$$

где  $N_{xx}$  — мощность холостого хода барабана;

$N_{\text{деф}}$  — мощность, затрачиваемая на вымолот зерна, разрушения стеблевой массы и стержней початков, а также на перемещение продуктов обмолота в молотильном аппарате;

$N_{\text{отб}}$  — мощность, расходуемая на отбрасывание продуктов обмолота из молотильного аппарата, с учетом деформации при ударе.

Мощность  $N_{xx}$  холостого хода барабана есть величина постоянная при неизменном числе оборотов и определяется по следующей формуле:

$$N_{xx} = \frac{M_{\text{кр}} n}{716,2} \text{ л. с.},$$

где  $M_{\text{кр}}$  — крутящий момент на валу барабана, кгм;

$n$  — число оборотов барабана в минуту.

Мощность  $N_{\text{деф}}$ , необходимая на деформацию продуктов обмолота и их перемещение в молотильном аппарате, может быть выражена следующим уравнением:

$$N_{\text{деф}} = N_0 + N_{\text{ст}} + N_{\text{с}} + N_{\text{т}}, \quad (2)$$

где  $N_0$  — мощность, расходуемая на собственно обмолот (отделение зерен от стержней);

$N_{\text{ст}}$  — мощность, нужная для разрушения стеблевой массы;

$N_{\text{с}}$  — мощность, затрачиваемая на разрушение стержней початков;

$N_{\text{т}}$  — мощность, необходимая на преодоление сил трения при перемещении продуктов обмолота в молотильном аппарате.

Мощность  $N_{\text{деф}}$  можно выразить также через нормальное давление на подбарабанье  $Q$  и среднюю скорость перемещения продуктов обмолота  $V_{\text{м}}$ :

$$N_{\text{деф}} = \frac{\psi Q V_{\text{м}}}{75} \text{ л. с.}, \quad (3)$$

где  $\psi$  — коэффициент, учитывающий общее сопротивление подбарабанья (коэффициент перетирания).

В этом случае величина нормального давления на подбарабанье  $Q$  в процессе обмолота кукурузы должна определяться экспериментально. Составляющие в уравнении (2) могут быть определены следующим образом.

Мощность  $N_0$ , расходуемая на вымолот зерна, прямо пропорциональна удельной работе обмолота и количеству зерен, прошедших через молотильное устройство в одну секунду:

$$N_0 = \frac{a_0 q_3}{75} \text{ л. с.},$$

где  $a_0$  — удельная работа обмолота, определяемая с помощью маятникового копра, кгм/кг;

$q_3$  — подача зерна, кг/сек.

Мощность  $N_{ст}$ , затрачиваемая на разрушение стеблей, зависит от их прочности и количества разрывов:

$$N_{ст} = \frac{a_{ст}(\mu - 1)n_{ст}}{75} \text{ л. с.},$$

- $a_{ст}$  — средняя работа одинарного разрыва стебля, определяемая с помощью маятникового копра, кгм;
- $\mu$  — степень перебивания стеблей, определяемая как отношение средней длины стеблей до обмола к средней длине частей стеблей после обмола;
- $n_{ст}$  — количество стеблей, проходящих через молотильное устройство в одну секунду.

Мощность  $N_c$ , необходимая для разрушения стержней початков, определяется аналогично случаю разрушения стеблей:

$$N_c = \frac{a_c(\mu_1 - 1)n_c}{75} \text{ л. с.},$$

- $a_c$  — средняя работа одинарного разрыва стержней, кгм;
- $\mu_1$  — степень перебивания стержней, определяемая как отношение средней длины стержней и их частей после обмола к общему количеству початков (стержней), проходящих через молотильное устройство;
- $n_c$  — количество початков, проходящих через молотильное устройство в одну секунду.

Мощность  $N_{тр}$  может быть представлена через нормальное давление в подбарабанье  $Q$  и среднюю скорость перемещения продуктов обмола  $V_{вых}$ :

$$N_{тр} = \frac{fQV_{тр}}{75} \text{ л. с.},$$

$f$  — коэффициент трения массы кукурузы по стали подбарабанья.

Мощность  $N_{отб}$  включает в себя мощность, расходуемую на отбрасывание продуктов обмола  $\frac{m_0 V_{вых}^2}{2}$ , и мощность, необходимую для их деформации при ударе, принимаемую также равной  $\frac{m_0 V_{вых}^2}{2}$ . Тогда

$$N_{отб} = \frac{m_0 V_{вых}^2}{75} \text{ л. с.}, \tag{4}$$

$m_0$  — масса кукурузы, не прошедшая через решетку подбарабанья и отбрасываемая барабаном в одну секунду;

$V_{вых}$  — средняя скорость массы на выходе из молотильного аппарата, м/сек.

Учитывая значения составляющих, можно написать баланс мощности, затрачиваемой на работу барабана при обмолае кукурузы в разрывном виде:

$$N = N_{кх} + \frac{1}{75} [a_0 g_0 + a_{ст}(\mu - 1)n_{ст} + a_c(\mu_1 - 1)n_c + fQV_{тр} + m_0 V_{вых}^2].$$

Используя данные баланса мощности, можно определить среднюю скорость перемещения продуктов обмола в молотильном аппарате. Для этого в уравнении (1) подставим значения мощностей  $N_{деф}$  и  $N_{отб}$  из уравнений (3) и (4), тогда получим:

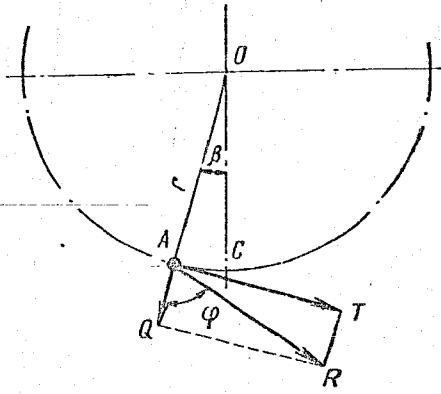


Схема определения общего сопротивления барабана  $T$  и нормального давления на подбарабанье  $Q$ .

$$N - N_{xx} = \frac{\psi(V_m + m_0 V_{вых}^2)}{75} \quad (5)$$

Известно, что отношение скоростей на входе и на выходе обратнo пропорционально зазорам в молотильном аппарате. В то же время экспериментально установлено, что для оптимального случая это отношение при обмолоте кукурузы равно двум. Тогда

$$\frac{V_{вых}}{V_{вх}} = \frac{\delta_{вх}}{\delta_{вых}} = 2,$$

а средняя скорость  $V_m$  будет равна

$$V_m = \frac{V_{вх} + V_{вых}}{2} = 0,75 V_{вых} \quad (6)$$

Заменив  $V_{вых}$  в уравнении (5) ее значением из уравнения (6) и выполнив преобразования, получим:

$$N - N_{xx} = 0,013\psi Q V_m + 0,024m_0 V_m^2 \quad (7)$$

Левая часть уравнения (7) представляет собой суммарную мощность, расходуемую на технологический процесс и определяемую экспериментально. Решив это уравнение, найдем величину средней скорости перемещения продуктов обмолота в молотильном аппарате:

$$V_m = \frac{-0,013\psi Q \pm \sqrt{0,0017\psi^2 Q^2 - 0,096m_0(N - N_{xx})}}{0,048m_0}$$

Пользуясь экспериментальными данными, полученными при исследовании процесса обмолота кукурузы на специальной лабораторной установке, можно определить также средний коэффициент перетирания  $\psi$ , учитывающий общее сопротивление подбарабашья.

На основании закона Кулона можно записать:

$$T = \psi Q.$$

Величины общего сопротивления барабана  $T$  и нормального давления  $Q$  определяются экспериментально как составляющие равнодействующей давлений на подбарабашье  $R$  (см. рис.).

$$T = R \cdot \sin(\varphi \pm \beta),$$

$$Q = R \cdot \cos(\varphi \pm \beta).$$

Тогда коэффициент перетирания  $\psi$  будет равен:

$$\psi = \frac{T}{Q} = \operatorname{tg}(\varphi \pm \beta),$$

где  $\varphi$  — угол между направлением действия равнодействующей  $R$  и вертикалью;

$\beta$  — угол между направлением действия нормального давления  $Q$  и вертикалью.

Величина углов  $\varphi$  и  $\beta$  определяется графически.

Предлагаемый метод расчета позволяет провести сравнительный анализ составляющих баланса мощности, расходуемой молотильным барабаном при различных способах обмолота кукурузы (початков вместе со стеблями и только початков), с целью обоснования рационального способа обмолота, обеспечивающего получение высоких качественных показателей при наименьшем удельном расходе энергии.

#### SUMMARY

The article describes the method of the determination of power requirements for threshing corn in grain combine harvesters.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Es wird ein Verfahren bekanntgegeben zur Ermittlung der Aufnahmeleistung beim Maisdrusch mit Hilfe von Kornkombinen.

#### RESUME

L'article est consacré à la méthode de détermination de la puissance nécessaire pour le battage du maïs par les moissonneuses-batteuses.