

16/39

Vestnik sel'skochozjajstvennoj nauki
6 (1961) 6, S. 69/74

Danilevič, S. Ju. (Ukrainskij n.-i. institut mehanizacii i elektrifikacii sel'skogo chozjajstva) (Ukrainisches Forschungsinstitut für die Mechanisierung und Elektrifizierung der Landwirtschaft):

Drusch von Maiskolben in einer Dreschtrommel

Beim Maiskolbendrusch ist es in vielen Fällen von Wichtigkeit, daß bei der Trennung der Verbindungen zwischen Körnern und Kolbenspindeln die Körner nicht beschädigt werden. Das rationellste Verfahren für diesen Zweck ist - wie eine Untersuchung der technologischen Eigenschaften eines Kolbenkorns¹ ergab - sie durch Kräfte von den Spindeln zu trennen, die entlang der Tangente oder Mantellinie des Kolbens gerichtet sind, d.h. senkrecht zur Längsachse des Kornes. Nach unseren Daten entfallen in Variationsreihen über die Festigkeit der Verbindungen zwischen Korn und Kolbenspindel vom Mais VIR 42 die entsprechenden Werte auf die Kräfte 2,1 - 2,2 kg - wenn man die Verbindung entlang dem Radius trennt - und auf 0,2 - 0,25 kg - wenn man sie entlang der Tangente oder entlang der Mantellinie trennt.

Im letztgenannten Fall dürfen auf dem Wirkungsweg der Kraft keine anderen Körner sein, die die Zerstörung der Verbindungen an dem abzutrennenden Korn hindern können.

1 S. Ju. Danilevič. Pročnost' zeren kukuruzy i ich svjazej so steržnem počatka. Naučnye trudy UNIIMBSch, t. II, Kiev, 1960.

ten. Mit anderen Worten: die Körner und Kolben müssen nacheinander von einem Ende bis zum anderen abgetrennt werden. Es ist jedoch schwer, diese Bedingung bei der Konstruktion eines Arbeitsorgans zu erfüllen.

Aus diesem Grunde werden in der Praxis einfachere Dreschtrommeltypen geschaffen, die zudem nach einem weniger guten technologischen Prinzip arbeiten. In dem Moment, da noch alle Zellen am Kolben mit Körnern besetzt sind, werden die Verbindungen zwischen Körnern und Spindeln durch die Dreschtrommel - hauptsächlich durch Schlag- einwirkung - entlang dem Kolbenradius zerstört und die zurückgebliebenen Körner, die an Dichtheit verloren haben, werden durch Kräfte getrennt, die entlang der Tangente oder entlang der Mantellinie gerichtet sind - durch "Abreiben".

In den Konstruktionen des geschlossenen Typs, bei denen die Trommel gänzlich vom Korb umschlossen wird, erfolgt der Ausdrusch hauptsächlich durch "Abreiben". Der Weg der Fortbewegung der Kolben kann in diesem Fall nach Belieben verlängert werden, da die Bewegung in einer Schraubenlinie verläuft. Dank dem langen Weg und folglich der langandauernden Einwirkung der Arbeitsorgane wird der volle Ausdrusch der Körner bei relativ schwachen Schlägen erreicht. Die Körnerbeschädigung ist bei einer solchen Konstruktion des Dreschmechanismus daher auch unerheblich.

Analysieren wir den Kolbendrusch in einer Trommel mit Stahlschaufeln - glatten Schlagleisten. Offensichtlich prallt ein Teil der Kolben beim Einlaufen in den Dreschmechanismus gegen die Schaufeln der rotierenden Trommel. Die Kraft des freien Schlags ist gleich der Trägheitskraft des Kolbens $P = m_p j$, wobei m_p - die Kolbenmasse ist; j - die Beschleunigung, die der Kolben durch die Trommel erhält.

Beim direkten Schlag <Stoß> fällt - wenn dieser

auf die Kolbenmitte gerichtet ist (Zeichnung 1) - die Kraft P_1 mit der Richtung der Längsachse des Kornes zusammen. Da jedes Korn in der Querrichtung des Kolbens einen Keil darstellt, wird die an ein Korn angelegte Kraft P_1 durch die Gegenkräfte N und die Reibungskräfte F , die an seinen Seitenkanten entstehen, ausgeglichen. Zur Vereinfachung der Aufgabe ersetzen wir den dynamischen Prozeß durch einen analogen statischen, der dann eintritt, wenn man den Kolben langsam zwischen parallelen Ebenen zusammenpreßt. Wir nehmen an, die Körner seien absolut elastisch.

Zur Ermittlung der Kraft P_1 schreiben wir für ihre Richtung die Gleichgewichtsbedingung aller an das Korn 1 angelegten Kräfte (Zeichnung 1, a) auf

$$, (1)$$

wobei $F = fN$; f - der Koeffizient für die Reibung zwischen den Körnern; 2α - die Konizität des Kornes. Dann gilt:

$$. \langle a \rangle$$

Aus Zeichnung 1 wird ersichtlich, daß Verbindungen bei Körnern, die durch die Kraft P_1 belastet werden, nicht zerstört werden. Die Wirkung des Schlags zeigt sich nur an den benachbarten, auf der Kreislinie gelegenen Körnern. Zur Verdeutlichung der Wirkung der Kraft P_1 auf die benachbarten Körner betrachten wir das Korn 2 (Zeichnung 1, b), an das die bei der Berührung mit Korn 1 entstehenden Kräfte N und F angreifen. Die Komponente R_y der Resultierenden $R = \sqrt{N^2 + (fN)^2}$ oder $R = \frac{N}{\cos \varphi}$ ist jene äußere Kraft, die die Verbindungen am Korn 2 vernichten kann, indem sie es von der Kolbenmitte entfernt. Die äußere Kraft ist es aber auch, die auf der Gegenseite des Kornes 2 die Gegenkraft R_x erzeugt und folglich auch

die Reibungskraft fR_x , die die Ablösung des Korns von der Kolbenmitte hemmt. Die andere der Lostrennung des Kornes 2 von der Spindel Widerstand leistende Kraft ist die Gegenkraft S des Kornstiels (-fuß).

Zur Bestimmung der Abhängigkeit zwischen der angelegten Kraft und der Gegenkraft für die Verbindung des Kornes 2 mit der Spindel stellen wir die Gleichgewichtsgleichung aller Kräfte bezüglich der y -Achse auf

. (2)

Da aber $R_x = R \cos \gamma$ und $\gamma = 2\alpha - \varphi$, kann man schreiben:

(b)

und

, (2')

wobei φ - der Reibungswinkel der Körner ist.

Aus Gleichung (2') stellen wir fest, daß eine Ver-
nichtung des Kornstiels beim freien, entlang dem Kolbenra-
dius gerichteten Schlag nur unter der Voraussetzung der
Ungleichheit

(3)

möglich ist.

Je größer dabei die Ungleichheit ist, eine umso klei-
nere Kraft P_1 ist für die Zerstörung des Kornstiels er-
forderlich. Wir untersuchen, wovon dies abhängig ist.

Die Körner eines Maiskolbens haben fast die gleiche
Konizität; sie wird durch die Anzahl der Körnerreihen be-

stimmt. Mit Verringerung der Reihen erhöht sich die Konizität des Kolbens; folglich wird der Winkel 2α größer und der Ausdrusch wird - unter sonst gleichen Bedingungen - erleichtert. Was den Reibungskoeffizienten der Körner anbetrifft, so hängt er von der Kornfeuchtigkeit ab. Bei Messungen mit einem Gerät des Akademiemitglieds V.A. Zeligovskij ist für Mais VIR 42 dieser Koeffizient gleich 0,12 - 0,13 bei einer Kornfeuchtigkeit von 12 % und 0,25 - 0,3 bei einer Kornfeuchtigkeit von 25 - 28 %. Diese Werte wurden bei kleinen Belastungen und Geschwindigkeiten gewonnen. Eine erhöhte Feuchtigkeit erschwert somit den Kolbendrusch durch Schlageinwirkung.

Zur Illustration des Gesagten wird in Zeichnung 2 die nach der Formel (2') errechnete Abhängigkeit des Verhältnisses der angelegten Kraft zur Bruchlast des Kornstiels von dem Reibungskoeffizienten der Körner dargestellt. Aus der graphischen Darstellung folgt, daß bei einer Kornfeuchtigkeit, die dem Reibungskoeffizienten $f = 0,2$ entspricht, die Grenze für Korndrusch durch direkten freien Schlag erreicht ist.

Beim Kolbendrusch durch Schlageinwirkung werden in erster Linie die Körner beschädigt, die durch das Arbeitsorgan belastet sind. Um die Zerkleinerung des Korns zu vermeiden ist es daher nötig, daß der Ausdrusch bei minimalen angreifenden Belastungen und deren gleichmäßiger Verteilung über die Kornoberfläche erfolgt. Diese Bedingung erfüllen vor allem Arbeitsorgane mit großer Schlagfläche, z.B. Schaufeln oder glatte Schlagleisten. Geriffelte Schlagleisten oder Stifte erzeugen in manchen Fällen Einzellasten, wodurch die Anzahl der von ihnen beschädigten Körner unter sonst gleichen Bedingungen größer ist als bei Schaufeln.

Beim Betrieb der Dreschtrommel werden die Kolben auch unfreien direkten Schlägen ausgesetzt, wenn sie sich an der Innenfläche des Korbs befinden. Die Bedingung für die direkten unfreien Schläge ist - $a \ll r_p$, wobei a - der Spalt

zwischen der Außenkante der Schaufel und der Innenfläche des Korbs ist; r_p - der Radius; d_p - der Kolbendurchmesser. Dabei (Zeichnung 3) werden die Körner, die von dem Schlag erfaßt wurden, anderen Bedingungen ausgesetzt sein als beim freien Schlag. An das Korn 1 werden jetzt seitens der Schaufel die Radialkraft P_1 und die Tangentialkraft der Reibung F_1 angelegt.

Zur Verdeutlichung der Wirkung der Kräfte P_1 und F_1 auf die Lösung der Verbindungen zwischen Korn und Spindel betrachten wir die Körner 1 und 2 gesondert (Zeichnung 3, b). Wir übertragen die Kraft F_1 auf den Punkt O so, daß sie durch den Angriffspunkt der Kraft N des Kornes 2 verläuft. Im Ergebnis werden wir das Kräftepaar hF_1 für das erste Korn und die auf Korn 2 wirkende freie Kraft F_1 haben. Die Kräfte F_1 und N bilden den Winkel α , der gleich dem Neigungswinkel der Seitenkante des Kornes ist, und ergeben die Resultierende $R_1 = F_1 + N$.

Die Hauptbedeutung der Kraft F_1 liegt jedoch nicht in einer Verstärkung des Seitendrucks auf das Nachbarkorn, sondern darin, daß sie die Wirkungsrichtung der Resultierenden R_1 im Vergleich zur Kraft N ändert und den Abtrennungsvorgang des Kornes verbessert. Mit anderen Worten: die Kraft R_1 läßt sich wirkungsvoller als die Kraft N für die Abtrennung der Verbindungen benutzen, und zwar aufgrund der Vergrößerung ihres Angriffswinkels an der Seitenkante des Kornes. Folglich spielt die Reibungskraft F_1 bei der Trennung der Verbindungen in Richtung des Kolbenradius eine positive Rolle.

Das Korn 6 des Kolbens (Zeichnung 3, a), das die Korbfläche berührt, befindet sich analog zu Korn 1 unter der Einwirkung der Kräfte N und F_2 . Diese Kräfte sind jedoch kleiner als die seitens des Schlagelements an das Korn angreifenden Kräfte. N_1 wird beeinflußt durch die Größe und Richtung der Kraft P_1 und F_2 darüber hinaus noch durch den Reibungskoeffizienten f_2 , der in starkem Maße

von der Konstruktion der Auflagefläche abhängt.

Für einen glatten Stahlkorb oder einen aus fest in den Löchern verankerten Stäben bestehenden Korb ist $f_2 = f_1$ und beträgt 0,2 - 0,25. Wenn die Stäbe sich jedoch frei in ihren Löchern drehen und der Kolben beim Schlag über sie wie auf Rollen hinweggewalzt wird, dann ist $f_2 < f_1$, da f_2 in diesem Fall der Reibungskoeffizient von Stahl an Stahl ist und bei Bewegung gleich 0,07 - 0,09 wird. Bei einer in Betrieb befindlichen Dreschmaschine mit Korbstäben, die sich in den Löchern drehen, beeinflußt das feine Rohgut, das auf die Reibfläche fällt, die Vergrößerung von f_2 .

Daraus folgt, daß in allen Fällen - insbesondere aber bei einem Rollenkorb - die Resultierende der Kräfte, die das Korn 1 seitens des beweglichen Arbeitsorgans - der Trommel - angreifen, größer ist als die Resultierende der Kräfte, die das Korn 6 seitens des Korbs angreifen. Daher ist auch die Intensität des Kolbenausdruschs mit einem schlagenden Arbeitselement immer größer als mit einem unbeweglichen Arbeitsorgan. Die Druschintensität kann man seitens des Korbs vergrößern, wenn man die Stäbe in den Löchern fest verankert. Dabei wächst jedoch die Wahrscheinlichkeit einer Oberflächenabreibung des Kornes und der Leistungsaufwand für den Ausdrusch wird infolge einer Verstärkung des Verschiebungswiderstandes des Kolbens auf der Auflagefläche größer.

Im Falle einer glatten Auflagefläche werden die Gegenkraft N_1 und die Kraft F_2 kleiner sein als bei einem Rollenstuhl und die Druschintensität der Kolben wird sich auf ihr verringern.

Wie Versuche des Kolbendruschs in einem Pendelschlagwerk bei direkten unfreien Schlägen mit einer Geschwindigkeit des Schlagbolzens von 6 - 7 m in der Sekunde (die gewöhnlich angenommene Umfangsgeschwindigkeit der Arbeitselemente von Dreschtrommeln der Maisdreschmaschinen) zeig-

ten, ist die Intensität der Trennung der Körner von den Spindeln unzureichend. Noch geringer war sie bei freien Schlägen der Kolben. Die Intensität nimmt ungefähr um das Doppelte zu wenn die Kolben mit indirekten Schlägen, d.h. mit Schlägen, die auf einen Punkt oberhalb der Kolbenmitte gerichtet sind, gedroschen werden.

Die Bedingung für einen Kolbendrusch durch indirekte Schläge in einer Dreschvorrichtung muß sein:

. (4)

Der größte Effekt wird erzielt, wenn $a = d_p - (10 \div 12)$ mm. Für den letztgenannten Fall erhöht sich der Widerstand des Rollenkorbs gegenüber der Fortbewegung der trockenen Kolben im Vergleich mit dem freien Schlag um das 3,3fache (Koeffizient $\psi = 3,3$). Das heißt, daß bei indirekter Einwirkung des Arbeitsorgans auf den Kolben er mehr belastet ist als bei direkter.

Eine besondere Bedeutung hat auch die Komponente des Schlags in Richtung der Tangente. Ihrer Wirkung auf das Korn nach ist sie identisch mit der Reibungskraft, die zwischen dem Arbeitsorgan und dem Kolben entsteht.

Der ersten Phase des Kolbendruschs durch Schlageinwirkung folgt die zweite - durch "Abreiben".

Der nach dem Schlag erfaßte Kolben wird an der Innenfläche des Korbs abgerieben, und zwar dadurch, daß er mit seiner Mitte (wenn man ihn im Querschnitt betrachtet) einen Kreis mit dem Radius r_b beschreibt, den wir als genauso groß wie den Trommelkreis annehmen. Wir bemerken hierzu, daß das Glätten des Kolbens an der Korbfläche nur unter der Voraussetzung möglich ist, daß der Spalt und der Radius des Kolbens einander in der Größe ähnlich sind. In diesem Fall kann die statische Kraft (Zeichnung 4), die an den Kolben angreift, nach folgender Formel näherungsweise bestimmt werden:

, (5)

wobei f_k - der Reibungskoeffizient des rollenden Kolbens an der Korbfläche ist;
 ω - die Winkelgeschwindigkeit der Schaufel;
 β - der Winkel zwischen der Laufrichtung und der angreifenden Kraft.

Bei gewellter, z.B. stangenförmiger Korbfläche ändert sich der Winkel β innerhalb eines gewissen Bereiches.

Für eine Intensivierung des Druschs darf sich der Kolben während seiner Fortbewegung durch die Schaufel nicht ständig um die eigene Achse drehen. Dies wird dadurch erreicht, daß man die Kraft oberhalb der Kolbenmitte angreifen läßt unter Beachtung der Bedingung $d_p > a > r_p$.

In diesem Fall erhöht sich der Widerstand gegenüber der Rotation der Trommel und die Kraft läßt sich nach der Formel

(6)

bestimmen.

Bei rotierenden Stäben ist die Reibungskraft zwischen Kolben und Arbeitsorganen und folglich auch P_{st} kleiner als bei festgekeilten.

Eine Analyse des Betriebs einer Schlagleistendresch-trommel ermöglicht die Aufstellung einer Gleichung der für den Ausdrusch von Maiskolben erforderlichen Leistung. Wenn man die Masse, die während einer Sekunde der Dresch-vorrichtung zugeführt wird, mit m_0 bezeichnet, so ist die Kraft des freien Schlags gleich

. (7)

Unter Berücksichtigung des Widerstands der Verbindung der

Kolben mit dem Korb bei verschieden gerichteten Schlägen gilt $P_{ud} = \psi m_0 v$.

Den Widerstand, den die Kolben bei ihrer Fortbewegung entlang einer Schraubenlinie mit Schlupf der Trommel leisten, kann man in der allgemeinen Form durch folgende Formel ausdrücken:

(8)

wobei M_p - die Kolbenmasse ist, die sich gleichzeitig in der Dreschvorrichtung befindet.

Die Gesamtkraft auf dem Trommelkreis (ohne Berücksichtigung der schädlichen Widerstände) kann man folgendermaßen darstellen:

(9)

Die für den Ausdrusch erforderliche Leistung ist:

(10)

In den Formeln (8), (9) und (10) ist die Größe M_p unbekannt und f_2 muß präzisiert werden.

Nach Versuchsangaben ist bei einer Leistungsfähigkeit der Dreschvorrichtung von $Q = 3000$ kg trockener Kolben pro Stunde

$$M_p = \frac{\text{kg} \cdot \text{sec}^2}{\text{m}} \quad (c)$$

oder

$$M \approx \quad (d)$$

und der Reibungskoeffizient bei einem stangenförmigen

Korb (faktisch werden von ihm auch die anderen Widerstände berücksichtigt) $f_2 = 0,26$.

Aufgrund des Dargelegten kann man folgende Schlußfolgerungen ziehen:

Für eine Rationalisierung des technologischen Druschvorgangs von Maiskolben ist nötig, daß sich die Kolben im Dreschwerk entlang einer schraubenförmigen Linie bewegen.

Unter den Arbeitselementen der Trommel muß den Schaufeln oder glatten Schlagleisten der Vorzug gegeben werden. Sie erzeugen in geringerem Maße als Stifte oder gerippte Schlagleisten Einzellasten auf den Körnern und beschädigen sie weniger.

Zur Intensivierung des Ausdruschs müssen stangenförmige Körbe benutzt werden. Die Größe des Spalts zwischen den Trommelschaufeln und der Innenfläche des Korbes muß um 10 -12 mm kleiner als der Durchmesser der durchschnittlichen Kolben sein. Im Zusammenhang mit dem Abnehmen des Kolbendurchmessers bei der Fortbewegung von der Zuführung zur Ausgangsöffnung sollen die Spalten am Ausgang der Dreschvorrichtung um ungefähr 15 mm kleiner als am Eingang sein.

Zur Verringerung der für den Ausdrusch erforderlichen Leistung muß die Umfangsgeschwindigkeit der Trommel (nach unseren Versuchsangaben ist die optimale Höhe der Umfangsgeschwindigkeit der Schlagleistentrommel 5 - 6 m in der Sekunde) sowie der Koeffizient der Reibung der Körner aneinander vermindert werden, was durch eine Herabsetzung der Kornfeuchtigkeit erreicht wird. -

Erläuterungen der Zeich-
nungen

Zeichnung 1

Kolbendrusch durch freien direkten Schlag

Zeichnung 2

Abhängigkeit des Reibungskoeffizienten der Körner von der Kraft für die Trennung der Verbindung beim Kolbendrusch mit direkten freien Schlägen

Zeichnung 3

Drusch durch direkten Schlag auf Stangenauflage

Zeichnung 4

Bestimmung der an einem Kolben angreifenden statischen Kraft

ОБМОЛОТ ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ МОЛОТИЛЬНЫМ БАРАБАНОМ

С. Ю. ДАНИЛЕВИЧ

(Украинский н.-и. институт механизации и электрификации сельского хозяйства)

ПРИ ОБМОЛОТЕ початков кукурузы в ряде случаев при разрушении связей между зернами и стержнями початков важно не повреждать зерно. С этой целью, как показало изучение технологических свойств зерна в початках*, их наиболее рационально отделять от стержней усиленными, направленными по касательной или вдоль образующей початка, есть перпендикулярно к продольной оси зерна. По нашим данным, в вариационных рядах прочности связей между зерном и стержнем початков кукурузы ВПР 42 модальные значения приходится на усилия 2,1—2 кг, когда связь разрушают по радиусу, и на 0,2—0,25 кг, когда ее разрушают по касательной или вдоль образующей.

В последнем случае на пути действия силы не должно быть других зерен, которые препятствовали бы разрушению связей у отделяемого зерна. Иначе говоря, зерна от початка должны отделяться последовательно с одного конца до другого. Однако при конструировании рабочего органа выполнить это условие трудно.

Поэтому на практике создают более простые молотильные устройства барабанного типа, которые вместе с тем работают по менее совершенному технологическому принципу. В момент, когда на початке еще все ячейки заняты зернами, связи между зернами и стержнями молотильным барабаном разрушаются по радиусу початка, в основном ударным действием, сбавившиеся и потерявшие уплотненность друг с другом зерна отделяются усилиями, направленными по касательной или вдоль образующей — «вытираем».

В конструкциях замкнутого типа, где барабан полностью охватывается барабаном, обмолот производится преимущественно «вытираем». При прохождении початков в этом случае можно сколько угодно удлинить, так как траекторией движения является вшитовая линия. Благодаря большому пути, а следовательно, длительному воздействию рабочих органов достигается полный вымолот зерен при сравнительно слабых ударах. Поэтому повреждение зерна при такой конструкции молотильного устройства незначительно.

Проанализируем процесс обмолота початков барабаном со стальными лопастями — гладкими билами. Очевидно, при поступлении початков в молотильное устройство часть из них будет ударяться о лопасти вращающегося барабана. Сила свободного удара будет равна силе инерции початка $P = m_n j$, где m_n — масса початка; j — ускорение початка, сообщенное ему барабаном.

При прямом ударе, когда он направлен в центр початка (рис. 1), сила P , совпадает с направлением продольной оси зерна. Поскольку каждое зерно в поперечном сечении початка представляет собою клин, то приложенная к зерну сила P , будет уравниваться реактивными силами N силами трения F , возникающими на боковых его гранях. Для упрощения задачи динамический процесс заменяем аналогичным статическим, который имеет место, если медленно сжимать початок между параллельными плоскостями. Зерна будем считать абсолютно упругими.

Для определения P , запишем по ее направлению условие равновесия

* С. Ю. Данилевич. Прочность зерен кукурузы и их связей со стержнем початка. Научные труды УНИИМЭСХ, т. II, Киев, 1960.

всех сил, приложенных к зерну i (рис. 1, а),

$$P_1 - 2F \cos \alpha - 2N \sin \alpha = 0, \quad (1)$$

где $F = fN$; f — коэффициент трения между зернами; 2α — конусность зерна. Тогда

$$P_1 = 2N (\sin \alpha + f \cos \alpha), \quad \text{а} \quad N = \frac{P_1}{2(\sin \alpha + f \cos \alpha)}.$$

Из рисунка 1 видно, что связи у зерен, нагруженных силой P_1 , разрушаться не будут. Эффект от удара проявится лишь на соседних зернах расположенных по окружности. Для выяснения действия силы P_1 на соседние зерна рассмотрим зерно 2 (рис. 1, б), к которому приложены силы N и F , возникающие от соприкосновения с зерном 1. Составляющая R_y равнодействующей

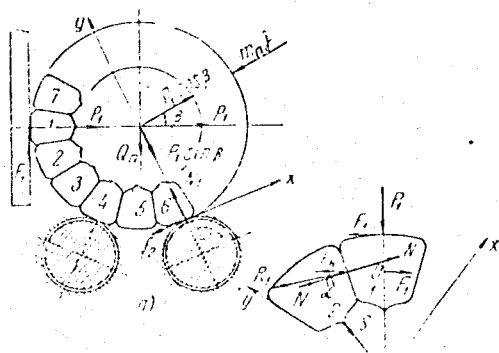


Рис. 1. Обмолот початков свободным прямым ударом.

является той внешней силой, которая может разрушить связи у зерна 2, перемещая его от центра початка. Внешняя же сила на противоположной стороне зерна 2 создает реакцию R_x , а следовательно, и силу трения fR_x , тормозящую перемещение зерна от центра початка. Другая сила, оказывающая сопротивление перемещению зерна 2 от стержня, — реакция S зерновой ножки.

$$R = \sqrt{N^2 + (fN)^2} \quad \text{или} \quad R = \frac{N}{\cos \varphi}$$

является той внешней силой, которая может разрушить связи у зерна 2, перемещая его от центра початка. Внешняя же сила на противоположной стороне зерна 2 создает реакцию R_x , а следовательно, и силу трения fR_x , тормозящую перемещение зерна от центра початка. Другая сила, оказывающая сопротивление перемещению зерна 2 от стержня, — реакция S зерновой ножки.

Для установления зависимости между приложенной силой и реакцией связи зерна 2 со стержнем составим уравнение равновесия всех сил на ось y

$$R \sin \gamma - fR_x - S \cos \alpha = 0. \quad (2)$$

$$\text{Но поскольку } R_x = R \cos \gamma, \quad \text{а } \gamma = 2\alpha - \varphi,$$

то можно записать:

$$\frac{N}{\cos \varphi} \sin (2\alpha - \varphi) - \frac{N}{\cos \varphi} f \cos (2\alpha - \varphi) = S \cos \alpha \quad \text{и}$$

$$S = \frac{N}{\cos \varphi \cos \alpha} [\sin (2\alpha - \varphi) - f \cos (2\alpha - \varphi)], \quad (2')$$

где φ — угол трения между зернами.

Из уравнения (2') устанавливаем, что разрушение зерновой ножки при свободном ударе, направленном по радиусу початка, возможно лишь при условии неравенства

$$\sin (2\alpha - \varphi) > f \cos (2\alpha - \varphi). \quad (3)$$

При этом чем больше неравенство, тем меньшая сила P_1 требуется для разрушения зерновой ножки. Рассмотрим, от чего это зависит.

Конусность зерен у одного кукурузного початка почти одинакова и определяется количеством рядов зерен. С уменьшением рядов конусность початка увеличивается, следовательно, угол 2α возрастает, а обмолот при прочих равных условиях облегчается. Что же касается коэффициента трения между зернами, то он зависит от влажности зерна. При замерах профессором акад. В. А. Желиговского для кукурузы ВПР 42 этот коэффициент равен 0,12—0,13 на зерне с 12% влажностью и 0,25—0,3 при влажности 25—28%. Эти значения получены при малых нагрузках и скоростях. Таким образом, повышенная влажность затрудняет обмолот початков ударом.

Для иллюстрации этого на рисунке 2 приводится рассчитанная по формуле

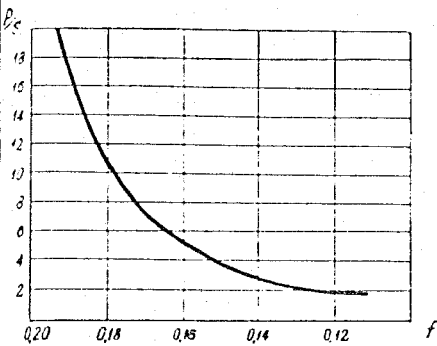


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения между зернами от усилия разрушения связей при обмолоте початков прямыми свободными ударами.

муле (2') зависимость отношений приложенной силы к разрывному усилию зерновой ножки от коэффициента трения между зернами. Из графика следует, что при влажности зерна, соответствующей коэффициенту трения $f=0,2$, наступает предел вымолота зерна прямым свободным ударом.

При обмолоте початков ударом в первую очередь разрушаются зерна, нагруженные со стороны рабочего органа. Поэтому во избежание дробления зерна необходимо, чтобы обмолот происходил при минимальных приложенных нагрузках и равномерном распределении их по по-

верхности зерна. Этому условию более всего отвечают рабочие органы с большой ударяющей поверхностью, как, например, лопасти или гладкие била. Рифленные била или штифты в ряде случаев создают сосредоточенные нагрузки, вследствие чего количество разрушенных ими зерен при равных условиях будет больше, чем лопастями.

При работе молотильного барабана початки испытывают и несвободные прямые удары в момент их нахождения на внутренней поверхности подбарабана. Условие прямых несвободных ударов — $a \leq r_n$, где a — зазор между наружной прямой лопастью и внутренней поверхностью подбарабана; r_n — радиус, d_n — диаметр початка. При этом (рис. 3) зерна, воспринявшие удар, будут находиться в других условиях, чем при свободном ударе. К зерну 1 со стороны лопасти теперь приложены радиальная сила P_1 и касательная сила трения F_1 .

Для выяснения действия сил P_1 и F_1 на разрушение связей между зерном и стержнем выделим зерна 1 и 2 (рис. 3, б). Перенесем силу F_1 в точку O так, чтобы она проходила через точку приложения силы N у зерна 2. В результате будем иметь пару сил hF_1 у первого зерна и свободную силу F_1 , действующую на зерно 2. Силы F_1 и N образуют угол α , равный углу наклона боковой грани зерна, и дают результирующую $R_1 = F_1 + N$.

Однако основное значение силы F_1 не в усилении бокового давления на соседнее зерно, а в том, что она изменяет направление действия результирующей R_1 по сравнению с силой N , улучшая процесс отделения зерна. Иначе говоря, сила R_1 более эффективно используется для разрушения связей, чем сила N из-за увеличения угла приложения ее к боковой грани зерна. Следовательно, при разрушении связей по направлению радиуса початка сила трения F_1 играет положительную роль.

Зерно б початка (рис. 3, а), соприкасающееся с поверхностью подбарабана, аналогично зерну 1 находится под действием сил N и F_2 . Однако эти меньшие сил, приложенных к зерну со стороны ударяющего элемента. На N_1 влияют величина и направление силы P_1 , а на F_2 , кроме того, и коэффициент трения f_2 , который в большой степени зависит от конструкции опорной поверхности.

Для гладкого стального подбарабана или состоящего из наглухо закрепленных в гнездах прутков $f_2 = f_1$ и составляет 0,2—0,25. Если же прутки могут свободно проворачиваться в своих гнездах и початок при ударе будет перекачиваться по ним как по роликам, то $f_2 < f_1$, так как f_2 в этом случае представляет

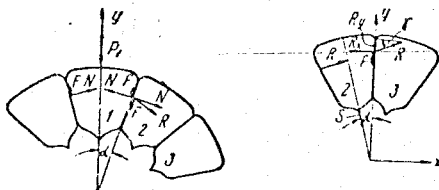


Рис. 3. Обмолот прямым ударом на прутковой опоре.

собой коэффициент трения стали по стали и при движении равен 0,07—0,09. У работающей кукурузной молотилки с проворачивающимися в гнездах прутками подбарабана на увеличение f_2 влияет мелкий ворох, который попадает на трущиеся поверхности.

Отсюда вывод, что во всех случаях, а при наличии роликового подбарабана особенно, результирующая сил, приложенных к зерну I со стороны подвижного рабочего органа — барабана, больше результирующей сил, приложенных к зерну B со стороны подбарабана. Поэтому и интенсивность обмолота початков со стороны ударяющего работающего элемента всегда выше, чем со стороны неподвижного рабочего органа. Интенсивность обмолота со стороны подбарабана можно увеличить, если не глухо закрепить прутки в гнездах. Но при этом возрастает вероятность поверхностного истирания зерна и расход мощности на обмолот, так как сопротивление перемещению початка по опорной поверхности увеличится.

В случае гладкой опорной поверхности реакция N_1 и сила F_2 будут меньше, чем при роликовой опоре, а следовательно, интенсивность обмолота початков на ней снизится.

Как показали опыты по обмолоту початков на маятниковом копре при прямых несвободных ударах со скоростью ударника 6—7 м в сек. (обычно принимаемая окружная скорость рабочих элементов молотильных барабанов кукурузных молотилок), интенсивность отделения зерен от стержней недостаточна. Еще меньшей она оказалась при свободных ударах початков. Интенсивность возрастает примерно в 2 раза, если обмолачивать початки непрямыми ударами, то есть направленными выше центра початка.

Условием обмолота початков непрямыми ударами в молотильном устройстве должно быть:

$$d_n > a > r_n. \quad (4)$$

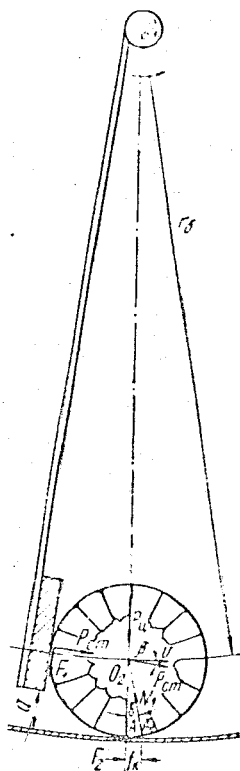


Рис. 4. Определение статической силы, приложенной к початку.

Наилучший эффект достигается, когда $a = d_n$ — (10—12) мм. Для последнего случая сопротивление роликового подбарабана передвигению сухих початков по сравнению со свободным ударом увеличивается в 3,3 раза (коэффициент $\psi = 3.3$). Это означает, что при непрямом действии рабочего органа на початок он больше нагружен, чем при прямом.

Определенное значение имеет также составляющая сила удара по направлению касательной. По своему действию на зерно она тождественна силе трения, возникающей между рабочим органом и початком.

Вслед за первой фазой обмолота початков ударом наступает вторая — «вытиранием».

Захваченный после удара початок обкатывается по внутренней поверхности подбарабана, описывая своим центром (если рассматривать его в поперечном разрезе) окружность радиуса r_n , которую принимаем равной окружности барабана. Отметим, что обкатывание початка по поверхности подбарабана возможно лишь при условии, когда зазор и радиус початка близки по величине. В этом случае статическую силу (рис. 4), приложенную к початку, можно приближенно определить по следующей формуле:

$$P_{ст} = \frac{f_k m_n \omega^2 r_g}{r_n (\cos \beta - f_1 \cos \beta - f_1 \sin \beta) - f_k \sin \beta}, \quad (5)$$

где f_k — коэффициент трения качения початка по поверхности подбарабана; ω — угловая скорость лопасти; β — угол между направлением движения

приложенной силой. При волнистой, например прутковой, поверхности подбарабана угол β меняется в некоторых пределах.

Для интенсификации обмолота початок не должен постоянно вращаться вокруг своей оси во время его перемещения лопастью. Это достигается тем, что усилие прилагают выше центра початка при соблюдении условия $a > r_n$.

В этом случае сопротивление вращению барабана увеличивается, а сила определяется по формуле:

$$P_{cr} = \frac{f_2 m_n \omega^2 r_6}{\cos \beta - f_2 \sin \beta - f_2 J_1 \cos \beta} \quad (6)$$

При вращающихся прутках сила трения между початками и рабочими органами, а следовательно, и P_{cr} будет меньше, чем при заклиненных.

Анализ работы лопастного барабана позволяет составить уравнение мощности, потребной на обмолот початков кукурузы. Если массу, подаваемую в молотильное устройство за 1 сек., обозначить через m_0 , то сила свободного удара будет равна:

$$P_{y.a.} = m_0 v \quad (7)$$

с учетом сопротивления связи початков с подбарабаньем при различно направленных ударах — $P_{y.a.} = \psi m_0 v$.

Сопротивление, оказываемое барабану початками при их перемещении по винтовой линии со скольжением, в общем виде можно выразить следующей формулой:

$$P_{cr} = \frac{f_2 M_n \omega^2 r_6}{\cos \beta - f_2 \sin \beta - f_2 J_1 \cos \beta} \quad (8)$$

где M_n — масса початков, одновременно находящихся в молотильном устройстве.

Общее усилие на окружности барабана (без учета вредных сопротивлений) можно представить таким образом:

$$P = P_{y.a.} + P_{cr} = \psi m_0 v + \frac{f_2 M_n \omega^2 r_6}{\cos \beta - f_2 \sin \beta - f_2 J_1 \cos \beta} \quad (9)$$

требную мощность на обмолот

$$75N = P v = \psi m_0 v^2 + \frac{f_2 M_n v^2}{r_6 (\cos \beta - f_2 \sin \beta - f_2 J_1 \cos \beta)} \quad (10)$$

В формулах (8), (9) и (10) неизвестна величина M_n , а f_2 требует уточнения.

По опытным данным, при производительности молотильного устройства $Q = 3000$ кг сухих початков в час $M_n = 0,2 - 0,22 \frac{\text{кг} \cdot \text{сек}^2}{\text{м}}$ или $M \approx 0,5 - 0,7 Q$, а коэффициент трения при прутковом подбарабанье (фактически учитываются и другие сопротивления) $f_2 = 0,26$.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы. Для рационализации технологического процесса обмолота початков кукурузы необходимо, чтобы они в молотильном устройстве двигались по винтовой линии.

Из рабочих элементов барабана следует отдавать предпочтение лопам или гладким билам. Они в меньшей степени, чем штифты или рифленные била, создают сосредоточенные нагрузки на зернах и меньше их повреждают.

Для интенсификации обмолота нужно использовать прутковые подбарабаны. Величина зазоров между лопастями барабана и внутренней поверхностью подбарабана должна быть на 10—12 мм меньше диаметра зерен в обмолачиваемой партии початков. В связи с уменьшающимся диаметром початков по мере их продвижения от загрузочного к выходному верстию зазоры на выходе молотильного устройства должны быть больше примерно на 15 мм, чем на входе.

Для снижения потребной мощности на обмолот необходимо уменьшать окружную скорость барабана (по нашим экспериментальным данным оптимальной величиной окружной скорости лопастного барабана является 5—6 м в сек.) и коэффициент трения зерна по зерну, что достигается уменьшением в них влаги.

THRASHING OF CORN EARS IN THRASHING DRUMS

S. Danylevich (Ukrainian Research Institute of Farm Mechanization and Electrification)

The author analyses work of the existing thrashing devices and suggests the most efficient Methods of thrashing corn ear with the least injury for corn grain.

Basing on the operation data of the blade-type thrashing drum an equation of power requirements is derived. To make the power consumption lower it is necessary to decrease the speed of rotation of the drum and the coefficient of friction of both seed and operating surfaces of the thrashing unit.

MAISKOLBENDRUSCH IN DER DRESCHTROMMEL

S. Danilewitsch (Das ukrainische Forschungsinstitut für Mechanisierung und Elektrifizierung der Landwirtschaft)

Der Verfasser beschreibt die zweckmässigsten Verfahren zur Trennung der Körner von Maiskolben bei geringsten mechanischen Beschädigungen und analysiert die Arbeit der bestehenden Dreschvorrichtungen.

Die Analyse der Arbeit der Schlagleistendreschtrommel hat es ermöglicht eine Gleichung der benötigten Druschleistung aufzustellen. Zu ihrer Senkung müssen die Kreisgeschwindigkeit der Trommel sowie der Wirkungsgrad der Reibung der Kolben aneinander und an den Arbeitsflächen der Dreschvorrichtung vermindert werden.

LE BATTAGE DES ÉPIS DE MAÏS AU BATTEUR

S. Danilévitich (Institut Ukrainien de recherches sur la Mécanisation et l'Électrification d'agriculture)

L'auteur décrit des procédés les plus rationnels de séparation des grains des épis de maïs avec un endommagement minimum et analyse le travail des batteurs actuels.

L'analyse du travail du batteur à battes a permis de poser une équation de puissance nécessaire pour le battage.

Pour l'abaisser il faut diminuer la vitesse de rotation du batteur et le coefficient de friction des grains d'épis entre eux-mêmes et sur les surfaces de travail du mécanisme de battage.

Труды научных учреждений

Научно-техническая информация по мелнорации и гидротехнике. Вып. 9. М., 1960. 39 стр. с илл. (ВНИИГиМ).

Сборник научно-технической информации. М., 1960. (Гипроводхоз).

2 (13) 127 стр. с илл.

3 (14) 143 стр. с илл.

Сборник трудов ЮжНИИГиМ. Вып. 7. Новочеркасск, 1960. 211 стр. с илл.

Труды Омского сельскохозяйственного института имени С. М. Кирова. Т. 41. Гидромелиоративный факультет. Омск, 1960. 217 стр. со схем.

Агрономия, механизация и гидромелиорация. (Сборник статей). Т. 10. Вып. 1. Ашхабад, 1960. 169 стр. с илл. (Труды Туркм. с.-х. ин-та им. М. И. Калинина).

Агробиология по культуре винограда в Азербайджанской ССР. Баку, 1960. 72 стр. с илл. (Аз АСХН. Ин-т садоводства, виноградарства

и субтроп. культур).— На азербайдж. яз.

Бюллетень научно-технической информации. Вып. 2. Минск, 1960. 37 стр. (Белорусский НИИ плодоводства, овощеводства и картофелев.).

Бюллетень научно-технической информации. № 3. Минск, 1960. 55 стр. с илл. (Белорусский НИИ земледелия).

Вопросы растениеводства. (Сборник статей). Вильнюс, 1960. 43 стр. (Литов. н.-и. земледелия. Информ. бюллетень № 4).

Вопросы улучшения качества сельскохозяйственной продукции (Труды науч. сессии УАСХН). Вып. 3. Технические культуры. Киев, 1960. 163 стр. с илл. (Укр. НИИ растениеводства, селекции и генетики.)

Вопросы экологии полевых культур и защиты растений. Труды. Т. 6. Харьков, 1960. 299 стр. с илл. (Укр. НИИ растениеводства, селекции и генетики).

ГУСЕЙНОВ Б. З., ГУСЕЙНОВ С. Г. Применение радиоактивных изотопов для изучения физиологических свойств древесных пород. Баку, 1960. 80 стр. с илл. (АН Аз. ССР. Институт ботаники).— На азербайдж. яз.

Доклады к Всесоюзной конференции по проблеме «Сорт, сорторайонирование и специализация виноградарства и виноделия». Кишинев, 1960. 48 стр. (Молдав. НИИ садоводства, виноградарства и виноделия).