

u/41

Mechanizacija i elektrifikacija socialističeskogo sel'skogo chozjajstva
23 (1965) 3, S. 16/18

Gurov, I.N., Kandidat der technischen Wissenschaften (Rostovskij-na-Donu institut sel'skochozjajstvennogo mašinostroenija) (Institut für Landmaschinenbau Rostov am Don):

DIE TROMMELGESCHWINDIGKEIT BEIM MAISDRUSCH

Zur Zeit befinden sich Maisdreschmaschinen folgender Marken im Einsatz: MKP-3, MDU-3, MKP-12, NKM, SKG-4, DMK-2 und andere (Zeichnung 1). In diesen Drescheinrichtungen werden die Kolben von einer Stirnseite der Trommel zugeführt und die Spindeln kommen an der anderen heraus. Das gedroschene Korn fällt gänzlich durch den Gitterkorb, der die Trommel umgibt (Zeichnung 1, a). Die Vielfalt der Trommelformen beweist, daß bis auf den heutigen Tag Theorie und Praxis der Maschinenkonstruktion nicht über genügend Unterlagen hinsichtlich der Technologie, der Mechanik und Energetik des Kolbendruschs verfügen.

Der wichtigste, die Qualität des Maisdruschs und die Leistungsfähigkeit der Dreschmaschinen bestimmende Parameter ist die Umfangsgeschwindigkeit der Trommel. Der Untersuchung dieser Frage wurden in den letzten Jahren viele Arbeiten gewidmet.

Es wurde festgestellt, daß Dreschwerke des schraubenförmigen Typs bei Geschwindigkeiten zwischen 5 - 8 m/sec [1] arbeiten müssen. Bei Mais, der für Futtermittel und Lebensmittel bestimmt ist und erhöhte Feuchtigkeit besitzt, empfiehlt sich die obere Grenze und bei trockenem Saatmais - die untere. Bei einer Kornfeuchtigkeit des Maises von 18 - 21 % beschränkt sich die optimale Umfangsgeschwindigkeit einer

dreiflügeligen Trommel auf 5,5 - 6 m/sec [2]. Die geringste Anzahl beschädigter Körner mit einer Feuchtigkeit von 12 - 14 % kann man bei einer Geschwindigkeit von 3,5 - 4 m/sec erhalten. Diese Betriebsweise ist zweckmäßig beim Drusch von Saattmais. Beim Drusch mit Stiftendreschtrommeln empfiehlt sich eine Geschwindigkeit von 5 bis 7 m/sec. [3].

Bekanntlich erfolgt die Bewegung des Dreschguts in Schlagtrommeln auf einer ebenen Kreislinie des Korbs. Der von den Kolben zurückgelegte Weg ist in diesem Fall um vieles kürzer als bei einer schraubenförmigen Bewegung (in den Spezialdreschmaschinen vom Typ MKP-3, MDU-3, MKP-12 und anderen), bei der das Dreschgut zwei Bewegungen ausführt - die Drehbewegung um die Trommelachse und die Fortbewegung längs dieser Achse. Die im RISChM ¹⁾ angestellten Untersuchungen ergeben, daß in der Dreschmaschine MKP-12 der Weg eines Kolbens zwischen 20 und 36 m in Abhängigkeit von der Trommeldrehzahl und der sekundlichen Maiszufuhr beträgt. Das ist 40 - 72-mal mehr als in Schlagleistentrommeln von Getreidekombinen, die für die Maisernte umgebaut sind. Ein 0,5 - 0,6 m langer Weg reicht nicht für den vollen Ausdrusch eines Kolbens, der durchschnittlich bis zu 500 Körner enthält; daher müssen Schlag-Drescheinrichtungen bei erhöhter Geschwindigkeit (12,5 - 16,5 m/sec) und kleinen Spaltweiten zwischen Trommel und Korb (am Eingang 30 - 40, am Ausgang 15 - 20 mm) arbeiten. Bei derartigen Betriebsweisen liefern die Kombinen - verglichen mit Spezialdreschmaschinen - die 4 - 6-fache Menge zersplitterter Körner und unvollständig gedroschener Kolben.

Die Geschwindigkeit des Arbeitsorgans für den Kolbendrusch

1) RISChM = Rostovskij-na-Donu institut sel'skochozjajstvennogo masinostroenija (Institut für Landmaschinenbau Rostov am Don).

ist durch die physikalisch-mechanischen Eigenschaften der Kolben und die Schlagkraft bedingt, die nötig ist, um die ersten Körner von der Spindel zu trennen.

Wenn die Kolben unter die sich mit einer Geschwindigkeit von 3,5 - 8 m/sec (Spezialdreschmaschinen) oder 12,5 - 16,5 m/sec (Getreidekombinen) drehende Trommel fallen, sind sie in erster Linie dem Schlag ausgesetzt. Danach erhalten sie die gleiche Geschwindigkeit, die die Trommel hat. Der Schlageinfluß nimmt in diesem Fall ab und es zeigen sich Druscherscheinungen, die mit weniger Energieaufwand vor sich gehen, da die Körner eine größere Menge von Freiheitsgraden für die Abtrennung von der Spindel erhalten.

Die Änderung der lokalen Verformungen von Körpern beim Schlag wird häufig durch die in der Statik übliche Abhängigkeit

(1)

ausgedrückt.

In unserem Fall ist P - die den Kolben zerstörende Kraft,
 δ - seine Verformung.

Wir bestimmen die Geschwindigkeit v des Arbeitsorgans der Trommel in Richtung der X-Achse, bei der die Zerstörung (der Ausdrusch) des Kolbens einsetzt (Zeichnung 2).

Offensichtlich verschiebt sich in der Zeit t der Schwerpunkt des Kolbens um die Größe

•(a)

Dann gilt

(b)

und die Differentialgleichung für die Bewegung des Kolbens hat folgendes Aussehen:

, <c>

wobei m - die Kolbenmasse ist.

Die Verformungsgeschwindigkeit ist

<d>

und

. <e>

Es ist aber

<f>

oder

. <g>

Wir schreiben das Integral

<h>

und - da wir wissen, daß bei $t = 0$ die Anfangsgeschwindigkeit der Verformung

<i>

ist - erhalten nach der Integration

. (2)

Am Ende der Verformung nimmt der Kolben die Geschwindigkeit

v des Arbeitsorgans der Trommel an:

<k>

und die Gleichung (2) läßt sich folgendermaßen schreiben:

.(1)

Daraus folgt die Umfangsgeschwindigkeit der Trommel (nach ihrem Arbeitselement), die die Zerstörung des Kolbens bewirkt:

.(3)

Die Wirkungskraft P des Arbeitselements (des Gesenks) auf den Kolben hängt von der Form des Gesenks ab. Sie wird auch durch die Kraft des Einklemmens der Körner - die ungleich ist - bestimmt (im Innern des Kolbens sind Längsreihen stark ausgeprägt, an der Peripherie aber sind die Körner ungleichmäßig verteilt); dadurch entstehen bei gleichen Belastungen verschiedene Verformungen.

Um zu klären, inwieweit diese Faktoren die Anwendung der Abhängigkeit (1) einschränken können, ermittelten wir experimentell die Kräfte P und die Verformungen δ , die für den Kolbendrusch (Mais VIR 42 und Doneckaja 1) erforderlich sind. Die Versuche wurden auf der Universalprüfmaschine UP-5 durchgeführt; als Gesenke wurden Metallstäbe mit dem Durchmesser 10, 14, 18 und 22 mm benutzt (bei der Wahl der Gesenkform wurde berücksichtigt, daß die Kolben beim Drusch mit Regelflächen <Flächen mit gleichgerichteten Linien> in Berührung kommen - den zylindrischen Arbeitselementen der Trommeln und mit den runden Korbstäben; die Kontaktlinie des Kolbens mit der abgerundeten Rippe der Schraubenfläche unterscheidet sich kaum von einer Geraden).

Die Versuche zeigen, daß die Abtrennung der Körner von den Kolben bei Verformungen von 3 - 4,5 mm beginnt. Als erste fallen die Körner heraus, die an die Einwirkungszone des Gesenks angrenzen (beim Eindrücken der Körner in die Spindel drücken sie die Nachbarkörner heraus - wie ein Keil durch einen anderen Keil). Die Abhängigkeiten zwischen der Belastung P , die von den Gesenken mit verschiedenem Durchmesser übertragen wird, und der Verformung δ des Kolbens (Zeichnung 3) weichen geringfügig voneinander ab und man kann sie durch eine gemittelte (neutralisierte) Gerade ersetzen. Dabei erhalten wir - nachdem die Kraft P in Kilogramm und die Verformung des Kolbens δ in Millimetern ausgedrückt haben -

.<m>

Wir bestimmen nach Formel (3) die Geschwindigkeit des Arbeitsorgans, das den Schlag in der Querebene ausführt, die durch den Schwerpunkt des Kolbens geht. Wenn wir annehmen, daß der Kolbendrusch bei einer Verformung von $\delta = 0,003$ m beginnt und das Gewicht des Kolbens 0,2 kg beträgt, dann erhalten wir die Mindestgeschwindigkeit für den Ausdrusch

.<n>

Erfolgt der Schlag gegen den Kolben in einer anderen Querebene, muß bei der Ermittlung der Geschwindigkeit die reduzierte Masse des Kolbens berücksichtigt werden. Dann ist die Druschgeschwindigkeit beim Schlag gegen jede beliebige Stelle des Kolbens

.<o>

wobei b - auf der Kolbenlänge die Entfernung vom Schwerpunkt des Kolbens bis zum Angriffspunkt des Stoßimpulses ist;
 r - der Kolbenradius

Mit der Entfernung der Schlagstelle vom Schwerpunkt des

Kolbens erhöht sich die Geschwindigkeit v_1 (Zeichnung 4). In diesem Fall erhebt sich die Frage nach der optimalen Druschgeschwindigkeit. Wenn man die Durchschnittsgeschwindigkeit als optimale Geschwindigkeit ansieht, so ist sie für einen Kolben mit der Länge 200 mm und dem Durchmesser 40 mm gleich 5,2 m/sec. Bei dieser Geschwindigkeit können die wertigsten Körner aus der mittleren Zone des Kolbens (die $3/4$ seiner Länge ausmacht) abgesondert werden. Darum wird Mais für Saatgetreide bei einer Geschwindigkeit von 5,2 m/sec gedroschen. Für den Ausdrusch von Mais als Futtermittel und Lebensmittel wird die Umfangsgeschwindigkeit der Trommeln von Spezialdreschmaschinen auf 8 m/sec erhöht. -

Erläuterungen der Zeichnungen

Zeichnung 1

Typen von Dreschvorrichtungen für den Kolbendrusch

Zeichnung 2

Zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Arbeitsorgans der Trommel

Zeichnung 3

Verformungskurven des Kolbens bei Einwirkung von Gesenken auf sein stengelseitiges Ende (1), seine Spitze (2) und die Mitte (3):

- I - Gesenk mit dem Durchmesser 22 mm,
- II - 18,
- III - 14 und
- IV - 10 mm

Zeichnung 4

Änderung der Druschgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Abstand b .

Literatur

1. S e r e Ź i n a, N. V. Issledovanie molotil'nogo ustrojstva vintovogo tipa na obmolote počatkov. "Mechanizacija i elektrifikacija socialističeskogo sel'skogo chozjajstva", 1963, No 6 .

2. D a n i l e v i Ć, S. Ju. Issledovanie processa obmolota počatkov kukuruzy. Avtoreferat kandidatskoj dissertacii. Kiev, 1963 .

3. B o b r i k o v, N. A. Issledovanie rabočich organov molotil'nych apparatov dlja obmolota kukuruzy. Avtoreferat kandidatskoj dissertacii. Rostov n/D, 1963 .

Stuttgart, den 21.4.1969

i.A.



(Monika Wagenknecht)

Dipl.-Übersetzerin

Скорость барабана при обмолоте кукурузы

1330к, 52Б

Кандидат технических наук И. Н. ГУРОВ

Ростовский-на-Дону институт сельскохозяйственного машиностроения

УДК 621.335

В НАСТОЯЩЕЕ время в эксплуатации находятся кукурузные молотилки следующих марок: МКП-3, МДУ-3, МКП-12, НКМ, ШКГ-4, ДМК-2 и др. (рис. 1). В этих молотильных устройствах початки подаются с одного торца барабана, а стержни выходят с другого. Обмолоченное зерно полностью просыпается сквозь решетчатую деку, охватывающую барабан (рис. 1, а). Многообразие форм барабанов свидетельствует о том, что до настоящего времени теория и опыт конструирования машин не располагают достаточными сведениями о технологии, механике и энергетике процесса обмолота початков.

Важнейшим параметром, определяющим качество обмолота кукурузы и производительность молотилки, является окружная скорость барабана. Исследования этого вопроса посвящены многие работы последних лет.

Установлено, что молотильные устройства винтового типа должны работать при скоростях от 5 до 8 м/сек [1]. Для кукурузы, идущей на фуражно-продовольственные нужды и имеющей повышенную влажность, рекомендуется верхний предел, а для сухого посевного материала — нижний. При влажности зерна кукурузы 18—21% оптимальная окружная

скорость трехлопастного барабана ограничивается 5,5—6 м/сек [2]. Наименьшее количество поврежденных зерен влажностью 12—14% можно получить при скорости 3,5—4 м/сек. Этот режим целесообразен при обмолоте семенной кукурузы. При обмолоте штифтовыми барабанами рекомендуются скорости от 5 до 7 м/сек [3].

Известно, что в бильных барабанах движение обмолачиваемой массы происходит по плоской дуге деки. Путь, проходимый початками, в этом случае намного меньше, чем при винтовом движении (в специальных молотилках МКП-3, МДУ-3, МКП-12 и др.), когда обмолачиваемая масса участвует в двух движениях — вращательном вокруг оси барабана и поступательном вдоль этой оси. Исследования, проведенные в РИСХМе, показывают, что в молотилке МКП-12 путь початка составляет от 20 до 36 м в зависимости от числа оборотов барабана и секундной подачи кукурузы. Это в 40—72 раза больше, чем в бильных барабанах зерновых комбайнов, переоборудованных для уборки кукурузы. Путь, равный 0,5—0,6 м, недостаточен для полного вымолота початка, содержащего в среднем до 500 зерен, поэтому бильные молотильные аппараты должны работать при повышенных скоростях (12,5—16,5 м/сек) и малых зазорах между барабаном и декой (на входе 30—40, на выходе 15—20 мм). При таких режимах работы комбайны дают в 4—6 раз больше дробленых зерен и недомолоченных початков по сравнению со специальными молотилками.

Скорость рабочего органа для обмолота початков обусловлена их физико-механическими свойствами и силой удара, необходимой для того, чтобы от стержня отделились первые зерна.

Попадая под барабан, вращающийся со скоростью 3,5—8 м/сек (специальные молотилки) или 12,5—16,5 м/сек (зерновые комбайны), початки прежде всего подвергаются удару. Затем они приобретают скорость, равную скорости барабана. Влияние удара в этом случае ослабевает, и наступают явления обмолота, которые протекают с меньшими затратами энергии, так как зерна получают большее количество степеней свободы для отделения от стержня.

Изменение местных деформаций тел при ударе часто выражают той же зависимостью, что принята в статике:

$$P = P(\delta), \quad (1)$$

В нашем случае P — сила, разрушающая початок, δ — его деформация.

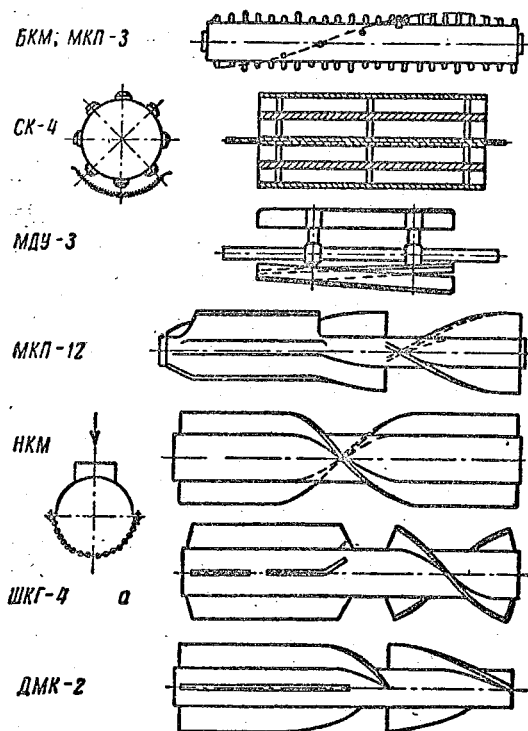


Рис. 1. Типы молотильных аппаратов для обмолота початков.

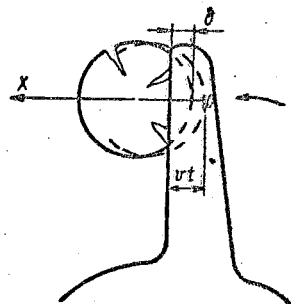


Рис. 2. К определению скорости рабочего элемента барабана.

Определим скорость v рабочего элемента барабана в направлении оси X , при которой наступит разрушение (обмолот) початка (рис. 2).

Очевидно, за время t центр тяжести початка переместится на величину

$$x = vt - \delta.$$

Тогда

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{d^2 \delta}{dt^2}.$$

и дифференциальное уравнение движения початка имеет вид

$$-m \frac{d^2 \delta}{dt^2} = P(\delta),$$

где m — масса початка.

Скорость деформации

$$\frac{d\delta}{dt} = v - \frac{dx}{dt} = z,$$

и

$$-m \frac{dz}{dt} = P(\delta).$$

Но

$$-m \frac{dz}{dt} = -m \frac{dz}{d\delta} \cdot \frac{d\delta}{dt} = -mz \frac{dz}{d\delta} = P(\delta),$$

или

$$-mz dz = P(\delta) d\delta.$$

Напишем интеграл

$$\int_{z_0}^z -mz dz = \int_0^\delta P(\delta) d\delta$$

и, зная, что при $t = 0$ начальная скорость деформации

$$z_0 = \frac{d\delta}{dt} = v,$$

после интегрирования получим

$$-\frac{m}{2} \left[\left(v - \frac{dx}{dt} \right)^2 - v^2 \right] = \int_0^\delta P(\delta) d\delta. \quad (2)$$

В конце деформации початок приобретает скорость v рабочего элемента барабана

$$\frac{dx}{dt} = v.$$

и уравнение (2) запишется так

$$\frac{mv^2}{2} = \int_0^\delta P(\delta) d\delta.$$

Отсюда окружная скорость барабана (по его рабочему элементу), вызывающая разрушение початка,

$$v = \sqrt{\frac{2 \int_0^\delta P(\delta) d\delta}{m}}. \quad (3)$$

Сила воздействия P рабочего элемента (штампа) на початок зависит от формы штампа. Она также определяется применением защемления зерен, которое неодинаково (в початке ясно выражены продольные ряды, а по окружности зерна расположены беспорядочно), в связи с чем при равных нагрузках возникнут разные деформации.

Чтобы выяснить, в какой мере эти факторы могут ограничить применение зависимости (1), нами экспериментально были определены силы P и деформации δ , необходимые для обмолота початка (кукуруза ВР 42 и Донецкая 1). Опыты проводились на универсальном прессе УП-5, в качестве штампов использовались металлические стержни диаметром 10, 14, 18 и 22 мм (при выборе формы штампов было учтено, что початки при обмолоте соприкасаются с линейчатыми поверхностями — цилиндрическими рабочими элементами барабанов, круглыми стержнями дек; линия контакта початка с закругленным ребром винтовой поверхности почти не отличается от прямой).

Опыты показывают, что отделение зерен от початков начинается при деформациях, равных 3—4,5 мм. Первыми выпадают зерна, граничащие с зоной воздействия штампа (при вдавливании зерен в стержень они выталкивают соседние зерна, как клин клином).

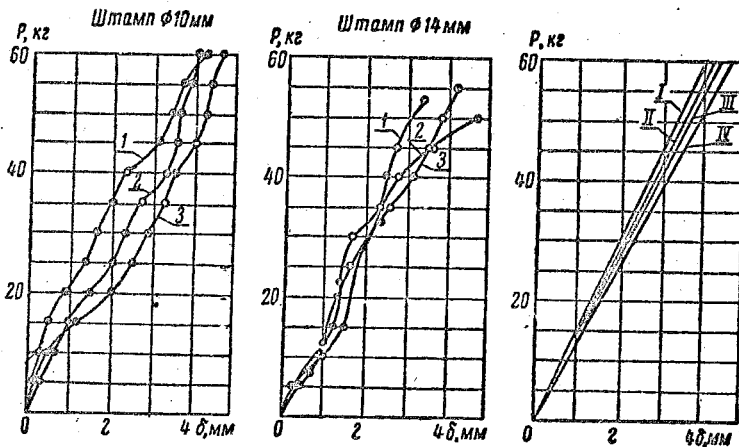


Рис. 3. Кривые деформации початка при воздействии штампов на его комель (1), конец (2) и середину (3):
I — штамп диаметром 22 мм, II — 18, III — 14 и IV — 10 мм.

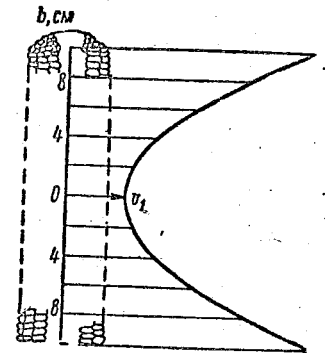


Рис. 4. Изменение скорости обмолота в зависимости от расстояния b .

Зависимости между нагрузкой P , передаваемой штампами различных диаметров, и деформацией δ початка (рис. 3) отличаются между собой незначительно, и их можно заменить одной усредненной прямой. При этом, выразив силу P в килограммах, а деформацию початка δ в миллиметрах, получим

$$P = 15\delta.$$

Определим по формуле (3) скорость рабочего элемента, наносящего удар в поперечной плоскости, проходящей через центр тяжести початка. Приняв, что обмолот початков начинается при деформации $\delta = 0,003$ м, а вес початка составляет 0,2 кг, получим минимальную скорость обмолота

$$v = \sqrt{\frac{2 \int_0^{0,003} 15 \cdot 10^3 \delta d\delta}{0,02}} = 2,6 \text{ м/сек.}$$

Если удар по початку наносится в другой поперечной плоскости, то при определении скорости необходимо учитывать приведенную массу початка. Тогда скорость обмолота при ударе по любому месту початка

$$v_1 = v \left(1 + \frac{2b^2}{r^2} \right).$$

Приспособление для скашивания высоких стеблей

Кандидат технических наук В. М. ЛАВРОВ

Всесоюзный научно-исследовательский институт кормов

УДК 631.355

Для скашивания высокостебельных культур (2,5—4 м) роторные косилки-измельчители нуждаются в дополнительных косильных приспособлениях. На рисунке 1, а представлена схема навесной на трактор «Беларусь» косилки-измельчителя, оборудованной таким приспособлением, разработанным в научно-исследовательском институте кормов (приспособление устанавливается и на косилки, ротор которых вращается снизу вверх — КИР-15).

Роговина 6 наклоняет стебли вперед по ходу трактора, продольные ножи 1, закрепленные на валу, вращаясь снизу вверх, срезают стебли и швыряют их комлевой частью в ротор 3 косилки-измельчителя. Между ножами 1 и ротором 3 находится поддон с противорежущей планкой 2, который предотвращает потери измельченной массы и способствует ее протягиванию. Лопастя 4 ротора измельчают стебли и, создавая воздушный напор, транспортируют сплош-

ную массу в погрузочные средства. Для лучшей работы необходим делитель 5. Захват косилки-измельчителя, равный 1,2 м, рассчитан на два ряда.

Диаметр d (рис. 1, б) окружности вращения режущих кромок продольных ножей следует брать не более 120 мм. Расстояние от ножей до вертикального диаметра ротора не должно превышать величины

$$l = \frac{1}{2} \sqrt{4D^2 - (D-d)^2}, \quad (1)$$

где D — диаметр окружности вращения лопаток ротора.

Число оборотов ножей следует рассчитывать исходя из двух условий: во-первых, необходимо обеспечить бесподпорный срез стебля и, во-вторых, осуществить этот срез за один взмах ножа.

По данным Ю. Ф. Новикова («Сельхозмашина», 1957, № 8), скорость бесподпорного резания для толкостебельных культур находится в пределах $v_c = 3 \div 10$ м/сек. Окружная скорость режущих кромок ножей $v_{ок}$ должна быть не меньше v_c , и число оборотов ножей (при $v_{ок} = v_c$ и $d = 0,12$ м) будет $480 \leq n \leq 1600$ в минуту.

Возможность среза стеблей за один взмах ножа зависит от подачи. Подача на один нож обусловлена поступательной скоростью трактора $v_{пост}$ и числом ножей $m = 2; 3; 4$ ($m > 4$ нецелесообразно). Скорость $v_{пост}$, как показала практика и эксперименты, можно принять равной 1,39 м/сек (II передача трактора «Беларусь» и III передача ДТ-54). Тогда число оборотов вала ножей

$$n = \frac{60v_{пост}}{r\pi}, \text{ об/мин.} \quad (2)$$

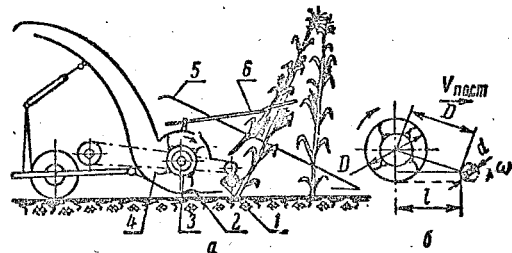


Рис. 1. Схема роторной косилки с приспособлением для скашивания высоких стеблей кукурузы.