
МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ С.-Х. ПРОИЗВОДСТВА

Известия ТСХА, выпуск 2, 1992 год

УДК 631.354.2:631.361.4

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ТЕРОЧНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЕМЕННОГО ВОРОХА БОБОВЫХ ТРАВ

В. М. ХАЛАНСКИЙ, В. Е. ПАНАСЕНКО, М. В. БОГИНЯ,
А. ФАРИС АХМАД

(Кафедра с.-х. машин)

Рассматривается проблема создания машин для уборки семенных посевов многолетних бобовых трав. Для терочных устройств аксиально-роторного типа с горизонтальной и вертикальной осями вращения ротора составлена математическая модель, описывающая движение частицы материала в ходе рабочего процесса. Получены теоретические зависимости основных конструктивных и кинематических параметров устройств. Результаты экспериментальных исследований подтверждают теоретические данные.

Существующие машины для обработки вороха при уборке семенных трав не обеспечивают необходимого качества работы. В связи с этим на кафедре сельскохозяйственных машин Тимирязевской академии создан ряд терочных устройств (рис. 1) для обработки вороха семенников бобовых трав. При их разработке были проведены теоретический анализ и математическое моделирование рабочего процесса, который протекает следующим образом. Обрабатываемый материал подается в рабочее пространство устройства. Взаимодействуя с поверхностями рабочих элементов ротора и деки, частицы материала поступают в рабочий зазор. В ре-

зультате воздействия на частицу трущей пары происходит выделение семени из оболочки. Одновременно масса транспортируется к выгрузному устройству. До выхода обрабатываемого материала из устройства процесс повторяется.

Таким образом, рабочий процесс в аксиально-роторном терочном устройстве можно представить в виде совокупности следующих операций: движение частицы в рабочем пространстве без взаимодействия с рабочими органами устройства, взаимодействие частицы с рабочими элементами ротора и деки, а также одновременно с ротором и декой.

Для упрощения расчетов были

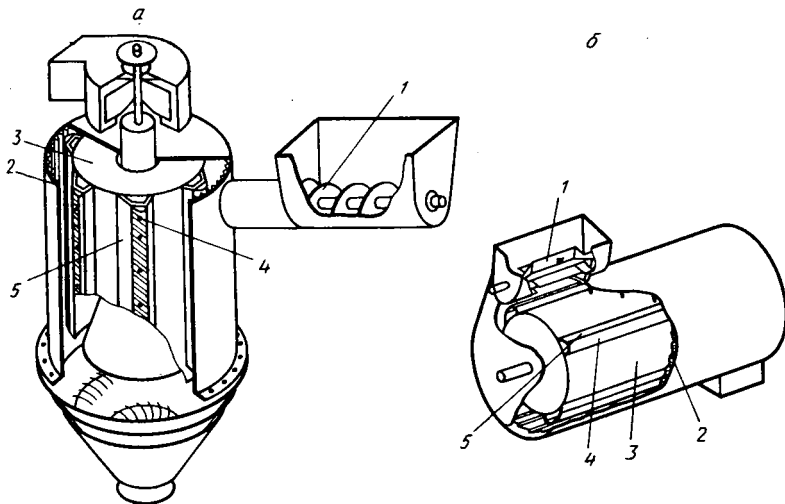


Рис. 1. Схема терочного устройства с вертикальным (а) и горизонтальным (б) расположением ротора:

1 — загрузочное устройство; 2 — дека; 3 — ротор; 4 — бич; 5 — подбичник.

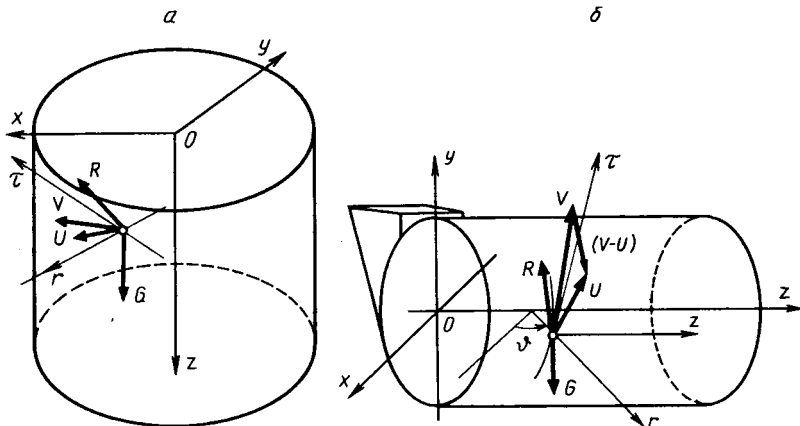
приняты допущения: частицы представляют собой тело шаровидной формы диаметром d и массой m ; физико-механические свойства материала в процессе обработки, масса частицы от входа к выходу, коэффициент сопротивления среды

в процессе движения частиц не изменяются, взаимодействие между частицами отсутствует.

При движении частицы материала в рабочем пространстве устройства без взаимодействия с рабочими органами (рис. 2) уравнение движе-

Рис. 2. Схема сил, действующих на частицу при ее движении без контакта с рабочими органами ТУ.

Обозначения те же, что на рис. 1.



ния будет иметь вид

$$m\ddot{a} = \bar{R} + \bar{G}, \quad (1)$$

где m — масса частицы; \ddot{a} — абсолютное ускорение частицы; \bar{R} — аэродинамическая сила; \bar{G} — сила тяжести. При этом

$$R = \frac{\pi d^2}{4} \cdot K_c \cdot S_b \cdot (V - U)^2, \quad (2)$$

где d — диаметр частицы; K_c — коэффициент аэродинамического сопротивления частицы; S_b — плотность воздуха; V — скорость воздушного потока; U — скорость частицы.

Спроецируем обе части уравнения (1) на оси цилиндрических координат r, τ, z и выразим проекции ускорения и сил через соответствующие величины.

Проекция ускорений:

$$\begin{aligned} a_r &= \frac{dU_r}{dt} + \frac{U_r^2}{r} = \ddot{r} - r\dot{\theta}^2; \\ a_\tau &= \frac{dU_\tau}{dt} - \frac{U_r U_\tau}{r} = r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}; \\ a_z &= \frac{dU_z}{dt} = \ddot{z}, \end{aligned} \quad (3)$$

где U_r, U_τ, U_z — составляющие скорости частицы в системе цилиндрических координат r, τ, z ; r, θ, Z — составляющие перемещения в системе координат r, τ, Z , при этом $U_r = \dot{r}, U_\tau = r\dot{\theta}, U_z = \dot{Z}$.

Выражение (2) с учетом того,

что $\Pi = \frac{\pi d^2}{4} \cdot K_c \cdot S_b$, примет вид

$$\begin{aligned} R_r &= m\Pi(V_r - U_r) \cdot (V - U); \\ R_\tau &= m\Pi(V_\tau - U_\tau) \cdot (V - U); \\ R_z &= m\Pi(V_z - U_z) \cdot (V - U). \end{aligned} \quad (4)$$

Проекция силы тяжести будут выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned} G_r &= -mg \sin \theta; & G_r &= 0; \\ (a) \quad G_\tau &= -mg \cos \theta; & (б) \quad G_\tau &= 0; \\ G_z &= 0; & G_z &= mg, \end{aligned} \quad (5)$$

где (здесь и далее) a и b — случай для устройства соответственно с горизонтальным и вертикальным расположением ротора.

После преобразований уравнение (1) можно представить в виде системы дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \ddot{r} &= \Pi(V_r - \dot{r})\sqrt{(V_r - \dot{r})^2 + (V_\tau - \dot{\tau})^2} - r\dot{\theta}^2 + (V_z - \dot{Z})^2 + r\dot{\theta}^2 - g \sin \theta; \\ (a) \quad \ddot{\theta} &= \frac{1}{r}[\Pi(V_\tau - r\dot{\theta})\sqrt{(V_r - \dot{r})^2 + (V_\tau - \dot{\tau})^2} + \\ &\quad + (V_r - r\dot{\theta})^2 + (V_z - \dot{Z})^2 - 2\dot{r}\dot{\theta}] - \\ &\quad - g \cos \theta; \end{aligned}$$

$$\ddot{z} = \Pi(V_z - \dot{Z})\sqrt{(V_r - \dot{r})^2 + (V_\tau - \dot{\tau})^2} - r\dot{\theta}^2 + (V_z - \dot{Z})^2;$$

$$\begin{aligned} \ddot{r} &= \Pi(V_r - U_r)(V - U) + r\dot{\theta}^2; \\ (б) \quad \ddot{\theta} &= \frac{1}{r}[\Pi(V_\tau - U_\tau)(V - U) - 2\dot{r}\dot{\theta}]; \\ \ddot{z} &= \Pi(V_z - U_z)(V - U) + g. \end{aligned} \quad (6)$$

Для того чтобы иметь возможность рассмотреть взаимодействие частицы с поверхностью ротора, примем допущения: вращения частицы не происходит, воздействием воздушного потока можно пренебречь. Рассматривая взаимодействие как удар двух тел и учитывая, что массы до и после взаимодействия остаются постоянными и $m_p \gg m$, получим

$$\varepsilon = \left| \frac{U_2 - V_2}{U_1 - V_1} \right| = - \frac{U_2 - V_2}{U_1 - V_1}, \quad (7)$$

где ε — коэффициент восстановления; V_1, V_2 — скорости стенки соответственно до и после взаимодействия; U_1, U_2 — скорости частицы соответственно до и после взаимодействия.

Учитывая, что $V_2 \approx V_1$, получим

$$U_2 = V_1(1+E) - EU_1, \quad (8)$$

$$\bar{U}_2 = \bar{U}_2^a + \bar{U}_2^b + \bar{U}_2^c, \text{ но } \bar{U}_2^a, \bar{U}_2^b \gg \bar{U}_2^c,$$

следовательно, $\bar{U}_2 = \bar{U}_2^a + \bar{U}_2^b$.

На частицу действует сила тя- жести, нормального давления N и трения F (рис. 3):

$$\bar{N} = mU_2/t = m[V_1(1+E) - EU_1]/t, \quad (9)$$

где t — время контакта,

$$F = f\bar{N} = mf[V_1(1+E) - EU_1]/t, \quad (10)$$

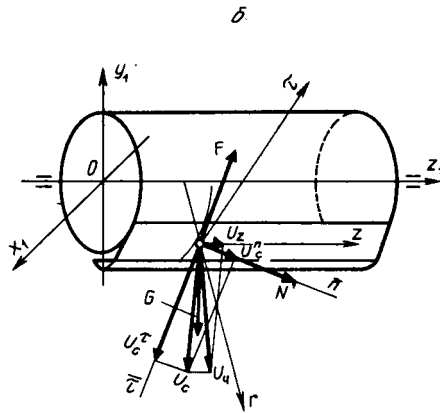
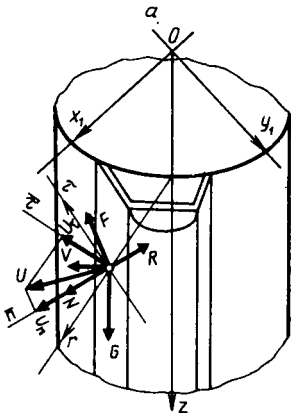
где f — коэффициент трения части- цы о поверхность.

Проекции нормальной и касате- льной составляющих скорости части- цы после взаимодействия на оси координат r, τ будут иметь вид:

$$\begin{aligned} \dot{U}_{2r}^a &= \left(\frac{[V_1(1+E) - EU_1]}{t} + \right. \\ &\quad \left. + g \sin \varphi_k \right) \cdot \cos [\bar{n}\bar{\tau}]; \\ (a) \quad \dot{U}_{2\tau}^a &= \left(\frac{[V_1(1+E) - EU_1]}{t} + \right. \\ &\quad \left. + g \cos \varphi_k \right) \cdot \cos [\bar{n}\bar{\tau}]; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{r} &= \left[\frac{\pi r n}{30} (1+E) - E\sqrt{r^2 + (r\delta)^2} \right] / t \cdot (A - fB) + g(A \sin \varphi_k + B \cos \varphi_k) + r\delta; \\ (a) \quad \bar{\delta} &= \frac{1}{r} \left[\left[\frac{\pi r n}{30} (1+E) - E\sqrt{r^2 + (r\delta)^2} \right] / t \cdot (B - fA) + g(B \sin \varphi_k - A \cos \varphi_k) - 2r\delta \right]; \end{aligned}$$

Рис. 3. Схема сил, действующих на частицу при контакте с ротором ТУ. Обозначения те же, что на рис. 1.



$$\dot{U}_{2r}^b = \left(g \cos \varphi_k - \frac{f[V_1(1+E) - EU_1]}{t} \right) \cdot \cos [\bar{n}\bar{\tau}];$$

$$\dot{U}_{2\tau}^b = - \left(g \cos \varphi_k - \frac{f[V_1(1+E) - EU_1]}{t} \right) \cdot \cos [\bar{n}\bar{\tau}];$$

$$\dot{U}_{2r}^c = \frac{[V_1(1+E) - EU_1]}{t} \cdot \cos [\bar{n}\bar{\tau}];$$

$$(b) \quad \dot{U}_{2\tau}^c = \frac{[V_1(1+E) - EU_1]}{t} \cdot \cos [\bar{n}\bar{\tau}];$$

$$U_{2r}^c = \frac{f[V_1(1+E) - EU_1]}{t} \times \quad (11)$$

$$\times \cos [\bar{n}\bar{\tau}];$$

$$\dot{U}_{2\tau}^c = \frac{f[V_1(1+E) - EU_1]}{t} \times$$

$$\times \cos [\bar{n}\bar{\tau}].$$

Исходя из выражений (9), (10) и (11), систему дифференциальных уравнений движения частицы по поверхности ротора запишем следующим образом:

$$\ddot{r} = \left[\frac{\pi r n}{30} (1 + E) - E \sqrt{r^2 + (r\dot{\theta})^2} \right] / t \cdot (A - fB) + r\dot{\theta};$$

$$(6) \quad \ddot{\theta} = \frac{1}{r} \left[\left[\frac{\pi r n}{30} (1 + E) - E \sqrt{r^2 + (r\dot{\theta})^2} \right] / t \cdot (B - fA) - 2\dot{\theta} \right], \quad (12)$$

где $\cos[\bar{n}\bar{r}] = A$; $\cos[\bar{n}\bar{t}] = B$; \bar{n} — нормаль к участку поверхности в точке контакта частицы.

Движение частицы происходит в замкнутом пространстве, ограниченном рабочими поверхностями деки и ротора. Контакт частицы с рабочими поверхностями будет определяться совпадением радиальных координат частицы и точки поверхности с учетом тангенциальных координат частицы и угла поворота ротора. Поскольку поверхность ротора состоит из n одинаковых участков, равных количеству бичей,

$$\theta - 2\pi \text{int}(\theta/2\pi) \in \left\{ \left(\left[\Delta\varphi_0 \cdot K + 2\pi t \frac{n}{60} \right] - 2\pi \text{int} \left[\Delta\varphi_0 \cdot K + 2\pi t \frac{n}{60} / 2\pi \right]; \right. \right. \\ \left. \left. \left[\left(\Delta\varphi_0(K+1) + 2\pi t \frac{n}{60} \right) - 2\pi \text{int} \left(\Delta\varphi_0(K+1) + 2\pi t \frac{n}{60} / 2\pi \right) \right] \right\}, \quad (13)$$

где int — внутренняя область рабочего пространства устройства, образованного поверхностями деки и ротора; n — частота вращения ротора.

Место контакта частицы на участке поверхности определяем аналогичным образом. Участок состоит из 3 простых поверхностей с образующими параллельными оси Oz , т. е. участок можно рассматривать в поперечном сечении в виде 3 линий: дуга окружности OB с радиу-

$$F_1(r, \varphi) = r - \frac{(r_b \cdot \sin(\varphi_b + \Delta\varphi))}{\sin \varphi - \cos \varphi \left[\frac{r_a \cdot \sin(\varphi_a + \Delta\varphi) - r_b \sin(\varphi_b + \Delta\varphi)}{r_a \cdot \cos(\varphi_a + \Delta\varphi) - r_b \cos(\varphi_b + \Delta\varphi)} \right]}, \quad (15)$$

Уравнение окружности в цилиндрических координатах в неявной

$$F_2(r, \varphi) = r^2 - 2r\rho_0 \cos(\varphi - \varphi_0 - \Delta\varphi) + \rho_0^2 - R^2 = 0, \quad (16)$$

где φ_0 , ρ_0 — координаты центра окружности; R — радиус окружности; $\Delta\varphi$ — фазовый угол участка поверхности.

можно рассматривать взаимодействие частицы с одним участком, поворачивая его в единицу времени на угол $\Delta\varphi = \Gamma\varphi_0 \cdot K$. Зададим фазовые углы:

n	K	$\Delta\varphi$
1	0	0
2	1	$\pi/2$
3	-2	$-\pi$
4	-1	$-\pi/2$

На каждом шаге счета можно проверить, над каким из n участков ротора находится частица. Для этого достаточно для каждого значения K проверить условие

сом R_{OB} и OA с радиусом R_{OA} прямая AB .

Уравнение прямой AB в декартовой системе координат

$$Y = Y + X \frac{Y_a - Y_b}{X_a - X_b} \quad (14)$$

и в цилиндрических координатах в неявной форме

форме имеет вид

По уравнению линии в неявном виде (15), (16) найдем составляющие вектора $\Phi = \text{grad} F \left(\frac{\partial F}{\partial r}, \frac{d\varphi}{dt} \right)$,

а из скалярных произведений вектора $\vec{\Phi}$ на орты цилиндрической системы координат r и τ — направляющие косинусы нормали \vec{n}_r и \vec{n}_τ :

$$\vec{\Phi} = \text{grad } F \left(\frac{\partial F_1}{\partial r}, \frac{d\varphi}{d\tau} \right),$$

$$\cos[\vec{n} \vec{r}] = \frac{\frac{\partial F_1}{\partial r}}{\sqrt{\left(\frac{\partial E}{\partial r}\right)^2 + \left(\frac{1}{r} \frac{\partial F_1}{\partial \varphi}\right)^2}};$$

$$\cos[\vec{n} \vec{\tau}] = \frac{\frac{1}{r} \frac{\partial F_2}{\partial \varphi}}{\sqrt{\left(\frac{\partial F_2}{\partial r}\right)^2 + \left(\frac{1}{r} \frac{\partial F_2}{\partial \varphi}\right)^2}}.$$

(17)

Продифференцировав уравнение (15), получим выражения для составляющих градиента на прямой AB

$$\begin{aligned} \frac{\partial F_1}{\partial r} &= 1; \quad \frac{1}{r} \frac{\partial F_1}{\partial \varphi} = \frac{a}{2} \times \\ &\times \frac{\cos \varphi + b \sin \varphi}{(\sin \varphi - b \cos \varphi)^2}; \\ a &= r_b \sin(\varphi_b + \Delta\varphi); \\ b &= \frac{r_a \cdot \sin(\varphi_a + \Delta\varphi) - r_b \sin(\varphi_b + \Delta\varphi)}{r_a \cdot \cos(\varphi_a + \Delta\varphi) - r_b \cos(\varphi_b + \Delta\varphi)}. \end{aligned}$$

$$(18) \quad |r_r - r_n| \leq d/2.$$

Для дуг окружностей будем иметь

$$\frac{\partial F_2}{\partial r} = 2r - 2\rho_0 \cos(\varphi - \varphi_0 - \Delta\varphi);$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial F_2}{\partial \varphi} = 2\rho_0 \sin(\varphi - \varphi_0 - \Delta\varphi).$$

(19)

Подставив (18) и (19) в (17), определим направляющие косинусы нормали прямой и окружности.

Для проверки условий контакта с прямолинейным участком ротора зададимся угловой координатой частицы $\psi = \varphi + \chi$, и, используя уравнение (14), вычислим радиальную координату точки поверхности ротора с той же угловой координатой χ , что и у частицы:

$$r_n = \frac{R_b \cdot \sin(\varphi_b + \Delta\varphi)}{\sin \psi - \cos \psi \times}$$

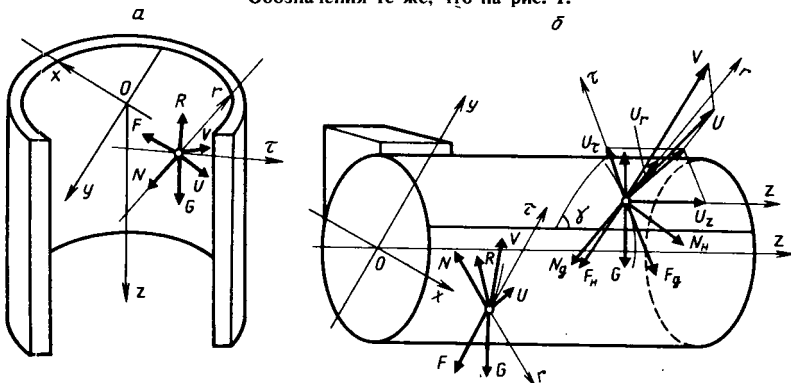
$$\times \left[\frac{\sin(\varphi_a + \Delta\varphi) - \sin(\varphi_b + \Delta\varphi)}{\cos(\varphi_a + \Delta\varphi) - \cos(\varphi_b + \Delta\varphi)} \right].$$

(20)

За критерий контакта можно принять совпадение радиальных координат частицы и линии поверхности:

$$(18) \quad |r_r - r_n| \leq d/2. \quad (21)$$

Рис. 4. Схема сил, действующих на частицу при контакте с декой ТУ. Обозначения те же, что на рис. 1.



Для проверки условия контакта частицы с цилиндрическими участками ротора получим:

$$r_u = \frac{\rho_0 \cos(\psi - \varphi_0 - \Delta\varphi) + \sqrt{R^2 - \rho_0^2 \sin^2(\psi - \varphi_0 - \Delta\varphi)}}{2} \quad (22)$$

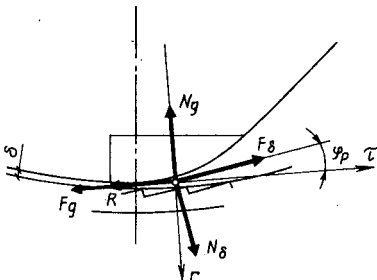
Критерий контакта в этом случае $|r_r - r_u| \leq d/2$. (23)

Скорости частицы после взаимодействия с поверхностью деки определяем согласно выражению (8).

На частицу действуют (рис. 4) сила тяжести G , аэродинамическая сила R , сила нормального давления N_g и трения частицы о деку F_g . Выражая проекции сил на координатные оси r и t через соответствующие величины, после преобразований получим систему дифференциальных уравнений, описывающих движение частицы по поверхности деки:

$$\begin{aligned} \ddot{r} &= \Pi(V_r - \dot{r}) \sqrt{(V_r - \dot{r})^2 + (V_t - \dot{r}\dot{\theta})^2} - \frac{E\sqrt{r^2 + (r\dot{\theta})^2}}{t} + r\dot{\theta} - g \sin \theta; \\ (a) \quad \ddot{\theta} &= \frac{1}{r} \left[\Pi(V_t - r\dot{\theta}) \sqrt{(V_r - \dot{r})^2 + (V_t - r\dot{\theta})^2} - \frac{E\sqrt{r^2 + (r\dot{\theta})^2}}{t} - 2\dot{r}\dot{\theta} - g \cos \theta \right]; \end{aligned} \quad (24)$$

Рис. 5. Схема сил при заземлении частицы в трущей паре.



$$\begin{aligned} \ddot{r} &= \Pi(V_r - \dot{r}) \sqrt{(V_r - \dot{r})^2 + (V_t - \dot{r}\dot{\theta})^2} - \frac{E\sqrt{r^2 + (r\dot{\theta})^2}}{t} + r\dot{\theta}, \\ &\rightarrow \frac{E\sqrt{r^2 + (r\dot{\theta})^2}}{t} + r\dot{\theta}, \end{aligned}$$

$$(b) \quad \ddot{\theta} = \frac{1}{r} \left[\Pi(V_t - r\dot{\theta}) \sqrt{(V_r - \dot{r})^2 + (V_t - r\dot{\theta})^2} - \frac{E\sqrt{r^2 + (r\dot{\theta})^2}}{t} - 2\dot{r}\dot{\theta} \right].$$

При взаимодействии частицы с рабочей парой (рис. 5), т. е. с бичом и декой, на частицу действуют G , R , N_g , сила нормального давления бича N_b , а также сила трения бича F_b и деки F_g .

Учитывая выражения (2), (5), (8), (9), (10) и допуская, что бич и дека являются гладкими, после преобразований уравнений движения частицы при взаимодействии с рабочей парой получим:

$$\begin{aligned} \ddot{r} &= G \left[\frac{E\sqrt{r^2 + (r\dot{\theta})^2}}{t} - \frac{\pi r n}{30} (1 + E) \right] + r\dot{\theta}^2 - g \sin \theta; \\ (a) \quad \ddot{\theta} &= \frac{1}{r} \left[D \left(\frac{\pi r n}{30} (1 + E) - \frac{E\sqrt{r^2 + (r\dot{\theta})^2}}{t} \right) - \Pi(V_t - r\dot{\theta}) \times \sqrt{(V_r - \dot{r})^2 + (V_t - r\dot{\theta})^2} - 2\dot{r}\dot{\theta} - g \cos \theta \right]; \\ \ddot{r} &= G \left[\frac{E\sqrt{r^2 + (r\dot{\theta})^2}}{t} - \frac{\pi r n}{30} \times (1 + E) \right] + r\dot{\theta}^2; \\ (b) \quad \ddot{\theta} &= \frac{1}{r} \left[D \left(\frac{\pi r n}{30} (1 + E) - \frac{E\sqrt{r^2 + (r\dot{\theta})^2}}{t} \right) - \Pi(V_t - r\dot{\theta}) \times \sqrt{(V_r - \dot{r})^2 + (V_t - r\dot{\theta})^2} - 2\dot{r}\dot{\theta} \right], \end{aligned} \quad (25)$$

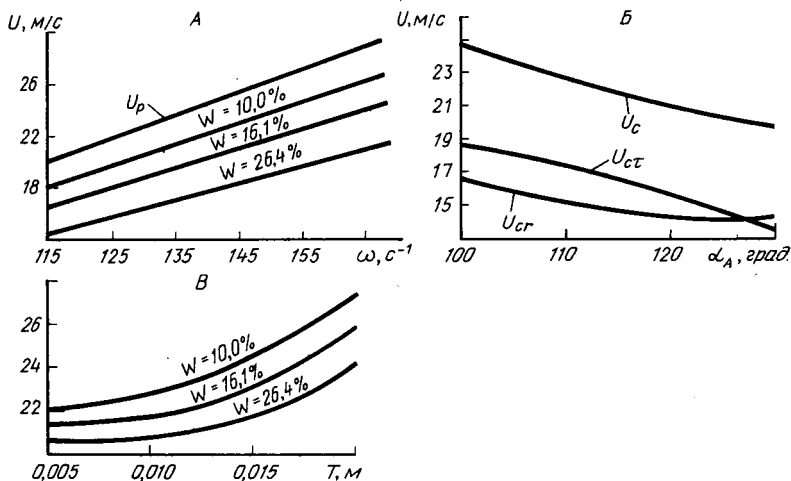


Рис. 6. Изменение скорости движения частиц U в рабочем зазоре Δ в зависимости от угловой скорости ротора ω (А), полной скорости частицы от угла наклона α_A захватывающей поверхности рабочего элемента ротора (Б) и шага T рифов (В) при различной влажности W .

U_p — окружная скорость бичей ротора.

$$\text{где } G = 1 + f \sin \varphi_p - \cos \varphi_p; \quad D = \sin \varphi_p + f \cos \varphi_p - f;$$

φ_p — угол защемления.

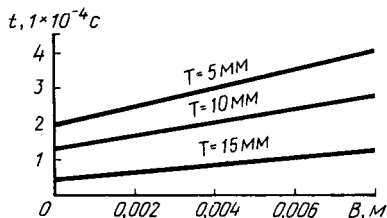
Для проверки условия контакта частиц с рабочей парой преобразуем выражение (19):

$$\frac{\partial E}{\partial r} = 2r - 2\rho_0 \cos(\varphi - \varphi_0 - \Delta\varphi) = tg \varphi_p, \quad (26)$$

после преобразований условие контакта примет вид

$$r - \rho_0 \cos(\varphi - \varphi_0 - \Delta\varphi) \leq \frac{f}{1 - f^2}. \quad (27)$$

Рис. 7. Влияние ширины (В) поверхности пятки бича на продолжительность (t) контакта частицы с трушей парой при различном шаге рифа деки.



Полученная совокупность выражений является математической моделью рабочего процесса в аксиально-роторном терочном устройстве с горизонтальным и вертикальным расположением ротора.

Решение модели проводилось на ЭВМ ЕС 1036. В результате получены теоретические зависимости параметров движения частиц в рабочем пространстве — вариант с горизонтальным расположением ротора (рис. 6 и 7).

Анализ зависимостей, представленных на рис. 6 (А), показывает, что скорость движения частиц в рабочем зазоре и угловая скорость ротора одинаковые. Однако при равных значениях угловой скорости ротора по мере повышения влажности скорость движения частицы уменьшается. При этом увеличиваются продолжительность пребывания материала в устройстве и количество ударов, наносимых по частице. Это компенсирует худшую

вытираемость семян из бобов при высокой влажности. В результате проведения экспериментов получены данные, косвенно подтверждающие теоретические выкладки. При увеличении влажности W степень вытирания E снижается незначительно: при $W=9,98\%$ $E=98,3\%$, при $W=51,2\%$ $E=97,1\%$. Повреждение семян P при этом снижается.

Увеличение угла наклона α_A захватывающей поверхности рабочего элемента ротора (рис. 6, Б) характеризуется снижением абсолютной скорости U_c частицы, а также ее составляющих — U_{cr} и U_{ct} . В итоге возрастает степень вытирания E . Снижение значения P происходит за счет уменьшения нормальной силы воздействия поверхности на семя. При $\alpha_A=120^\circ$ $E=89,0\%$ и $P=0,21\%$, а при $\alpha_A=130^\circ$ $E=97,9\%$ и $P=0,19\%$.

Увеличение шага рифов обуславливает неодинаковое повышение U (рис. 6, В). При этом уменьшаются продолжительность пребывания материала в устройстве, количество воздействий с рабочей парой частицы, а следовательно, и значения E и P .

Экспериментально получены максимальные показатели при шаге $T=5$ мм и минимальные при $T=20$ мм. Увеличение пятки бича B (рис. 7) приводит к повышению продолжительности воздействия на частицу рабочей пары с максимальной силой сжатия. При таком воздействии вероятность выделения семян из боба возрастает.

В ходе экспериментов выявлено, что при $B=6$ мм $E=98,9$, $P=0,37$, при стандартных бичах — соответственно 96,6 и 0,37.

Таким образом, сопоставление полученных теоретических зависимостей с результатами экспериментальных исследований позволяет утверждать, что разработанная математическая модель с достаточной степенью достоверности адекватно описывает рабочий процесс устройства и может использоваться для расчета конструктивных и кинематических параметров существующих и создаваемых терочных устройств аксиально-роторного типа.

Статья поступила 10 июня 1991 г.

SUMMARY

The problem of developing machines for harvesting seed stands of perennial legume grasses is discussed. For grating devices of axial-rotor type with horizontal and vertical axes of rotor rotation, a mathematical model describing the movement of seed grain part during operation has been developed. Theoretical functions of the main constructive and kinematic parameters of the devices are produced. The results of experimental investigations confirm the theoretical data.