

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПИТАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

ЕЛИСЕЕВ Михаил Семенович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

РЫБАЛКИН Дмитрий Алексеевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ЛЕОНТЬЕВ Алексей Алексеевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

МАРАДУДИН Алексей Максимович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

На основании классификации питающих устройств предложено устройство, позволяющее осуществлять непрерывную и равномерную подачу материала к рабочим органам молоткового измельчителя. С целью определения основных конструктивно-кинематических параметров предлагаемого питающего устройства возникла необходимость проведения теоретических исследований процесса подачи материала к рабочим органам измельчителя. На основании анализа работы предлагаемого питающего устройства составлено дифференциальное уравнение движения частицы материала и определены условия, при которых частица подвергается воздействию рабочих органов измельчителя.

В процессе работы предлагаемой конструкции молоткового измельчителя осуществляется технологический процесс истечения измельчаемого материала к его рабочим органам [1, 2].

Так как исследуемый измельчаемый материал (лузга подсолнечника, гречихи, проса) имеет низкую насыпную плотность ($85\text{--}270\text{ кг/м}^3$), затрудняется его самопроизвольное истечение из горловины загрузочного бункера, что ведет к нестабильному протеканию технологического процесса [3].

Поэтому для обеспечения стабильности подачи материала к рабочим органам молоткового измельчителя необходимо применение дополнительного механического устройства.

На основании обзора научных и патентных литературных источников нами был проведен анализ основных типов устройств, отвечающих технологическим требованиям – непрерывности рабочего процесса, надежности работы и минимальным затратам энергии.

Классификация питающих устройств представлена на рис. 1 [4].

При выборе и разработке питающего устройства необходимо выполнять следующие требования:

осуществлять непрерывную и равномерную подачу материала;

обеспечивать необходимую пропускную способность материала к рабочим органам измельчителя;

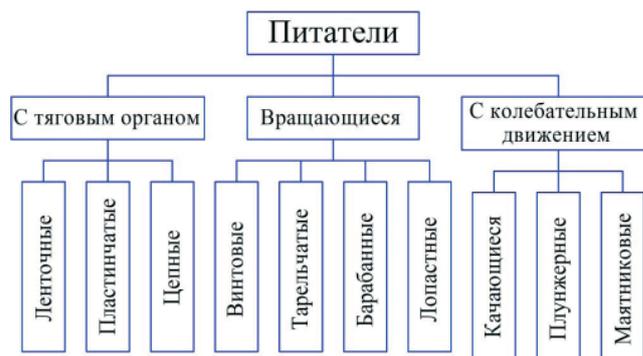


Рис. 1. Классификация питателей

осуществлять подачу материала к рабочим органам измельчителя с определенной скоростью.

Ленточные питатели получили широкое распространение в сельском хозяйстве для транспортирования влажных и слежавшихся материалов. Питатели такого типа являются неэффективными из-за неравномерности подачи материала.

Винтовые питатели применяются для подачи хорошо сыпучих материалов от мелкокусковых до порошкообразных. Недостатками винтовых питателей являются их высокая энергоемкость процесса, сравнительно высокая неравномерность подачи материала.

Барабанные питатели различных типов применяются как в России, так и за рубежом. Они разнообразны по конструкции и принципу действия.





По конструктивным признакам барабанные питатели различаются на: цилиндрические с гладкой поверхностью; цилиндрические с рифленой поверхностью; ячеистые (желобковые); лопастные.

Питатели с цилиндрической гладкой поверхностью представляют из себя корпус с приемным бункером, внутри которого находится гладкий цилиндрический барабан. Такие питатели не могут подавать трудносыпучие материалы.

Питатели с рифленным барабаном применяются для порошкообразных и мелкозернистых материалов. Но такие питатели, как правило, малопроизводительны.

Питатели с ячеистым (желобковым) барабаном предназначены для подачи трудносыпучих материалов.

Барабанные питатели с лопастным барабаном предназначены для хорошо сыпучих материалов, однако они же, как и питатели с цилиндрической гладкой поверхностью, малоэффективны.

Предъявляемым требованиям удовлетворяют барабанные питатели совместно с винтовыми, ячейки (желоба) которых выполнены по винтовой линии.

Таким образом, нами была предложена конструкция питающего устройства, выполненного в форме цилиндра с желобами, противоположные стороны которого повернуты друг относительно друга [1, 2].

С целью определения основных конструктивно-кинематических параметров питающего устройства, подающего исходный материал к рабочим органам молоткового измельчителя, возникла необходимость проведения теоретических исследований данного процесса.

Основными параметрами, влияющими на процесс подачи, являются: частота вращения питающего устройства n_n ; траектория движения частицы к рабочим органам измельчителя.

Рассмотрим рабочий процесс питающего устройства [3]. Для этого примем следующие допущения:

масса материала, заполняющего элементарный сектор желоба питающего устройства, рассматривается как материальная точка;

материал полностью заполняет элементарный сектор желоба;

трением частиц в материале можно пренебречь.

Рабочий процесс заполнения желоба питающего устройства измельчаемым материалом и подачу его к рабочим органам молоткового измельчителя можно разделить на три этапа [5].

Первый этап – вхождение лопасти питающего устройства в массу измельчаемого материала и одновременное его разрыхление.

Процесс отделения порции измельчаемого материала можно сравнить с процессом фрезе-

рования, при этом в нашем случае роль зубьев выполняют лопасти питающего устройства. Траекторию движения лопасти можно принять за дугу окружности, описываемую ее концом.

Разрушение и отделение от основной массы измельчаемого материала в желоб питающего устройства происходят в горизонтальной плоскости от сжатия его лопастью. Так как на отделяемую массу действует сила давления P , то ее

горизонтальная составляющая P_x уменьшает силы сцепления основной массы, а горизонтальная составляющая P_y отделяет от основной массы часть в желоб питающего устройства (рис. 2).

Процесс отделения и перемещения частиц тесно связан между собой. В процессе отделения измельчаемого материала лопастями часть его обрушивается и захватывается следующей лопастью.

Второй этап – перемещение порции измельчаемого материала лопастями питающего устройства относительно стенки горловины бункера до выгрузного окна.

Во время работы питающее устройство вращается с угловой скоростью ω_n , перемещая измельчаемый материал относительно стенки горловины бункера в сторону выгрузного окна, при этом происходит частичное подпрессовывание материала. Пусть зазор между лопастями питающего устройства и стенками бункера не превышает размеров частиц измельчаемого материала. Тогда материал, заполнивший желоб питающего устройства, будет поступать к рабочим органам молоткового измельчителя со скоростью $x_{н.м}$

$$v_{н.м} = \omega_n R_n,$$

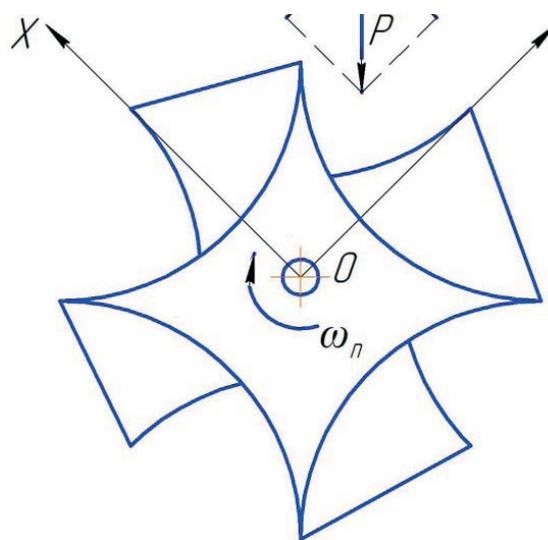


Рис. 2. Действие силы давления измельчаемого материала на желоб питающего устройства



где R_n – радиус питающего устройства, м.

Третий этап – разгрузка измельчаемого материала из желоба питающего устройства к рабочим органам молоткового измельчителя. По мере поворота питающего устройства порция материала, заполнившего желоб, перемещается вдоль лопасти с относительной скоростью $v_{отн}$.

Рассмотрим момент начала процесса разгрузки желоба питающего устройства от измельчаемой массы. В данный момент на частицу материала в плоскости лопасти будут действовать следующие силы (рис. 3): \bar{G} – сила тяжести, $\bar{G} = m\bar{g}$; $\bar{F}_и$ – центробежная сила инерции, $\bar{F}_и = m\omega_n^2 \bar{r}_0$; $\bar{F}_К$ – Кориолисова сила инерции, $\bar{F}_К = 2m\omega_n \bar{v}_{отн}$; $\bar{F}_{тр}$ – сила трения, $\bar{F}_{тр} = fN$ (ω_n – угловая скорость вала питающего устройства; r_0 – расстояние от оси вращения до частицы материала; f – коэффициент трения частицы о поверхность желоба).

С горизонтального положения начинается процесс сбрасывания материала с лопасти желоба питающего устройства, при этом условие сбрасывания будет иметь следующий вид [5, 6]:

$$\sum F_i \geq f N ,$$

где $\sum F_i$ – сумма всех сил, действующих на частицу измельчаемого материала вдоль оси лопасти желоба питающего устройства.

$$m\omega_n^2 r_0 - mg \cos \alpha \geq f \times (2m \omega_n v_{отн} - mg \sin \alpha) . \quad (1)$$

После преобразования выражения (1) получим:

$$\cos \varphi \frac{\omega_n^2 r_0 - 2f\omega_n v_{отн}}{g} = \cos(\alpha + \varphi),$$

или

$$\alpha = \arccos \left[\frac{\cos \varphi (\omega_n^2 r_0 - 2f\omega_n v_{отн})}{g} \right] - \varphi . \quad (2)$$

Исходя из выражения (2), угол поворота α_1 лопасти в момент начала разгрузки частиц материала, расположенных у основания лопасти желоба, когда $v_{отн} = 0$, можно представить в виде

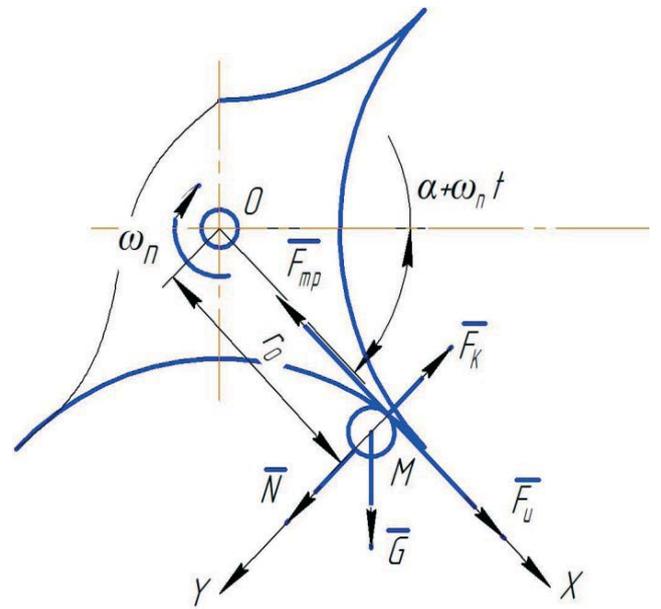


Рис. 3. Схема сил, действующих на материальную точку в момент разгрузки желоба

$$\alpha_1 = \arccos \frac{\cos \varphi \omega_n^2 r}{g} - \varphi , \quad (3)$$

а угол поворота лопасти α_2 , при котором происходит полная разгрузка от частиц материала, выражением

$$\alpha_2 = \arccos \left[\frac{\cos \varphi (\omega_n^2 R - 2f\omega_n v_{отн})}{g} \right] - \varphi . \quad (4)$$

Из выражений (3) и (4) видно, что угол разгрузки лопасти от частиц материала зависит от угловой скорости питающего устройства ω_n , коэффициента трения f и относительной скорости $v_{отн}$ движения частиц материала.

Для определения относительной скорости $v_{отн}$ движения частиц материала составим дифференциальное уравнение движения частиц материала по поверхности лопасти желоба, которое с учетом всех действующих на нее внешних сил (рис. 3) имеет следующий вид [6–8]:

$$m\bar{a} = \bar{F}_и + \bar{F}_К + \bar{G} + \bar{F}_{тр} , \quad (5)$$

Составим дифференциальные уравнения движения точки в проекциях на оси X и Y:

$$m \frac{d v_x}{d t} = \sum F_x ;$$

$$m \frac{d v_y}{d t} = \sum F_y$$



$$\sum F_x = F_n - F_p + G \sin(\alpha + \omega_n t),$$

$$\sum F_y = F_k - N - G \cos(\alpha + \omega_n t),$$

где $\omega_n t$ – угол поворота лопасти за время t , рад.

Нормальную реакцию N лопасти определим исходя из условия, что материальная точка не имеет возможности перемещения в направлении оси Y :

$$N = F_k - G \cos(\alpha + \omega t).$$

Тогда уравнение (5) можно записать в виде

$$ma = m\omega_n^2 r_0 + mg \sin(\alpha + \omega_n t) - 2fm\omega_n v_{отн} + fmg \cos(\alpha + \omega_n t) \quad (6)$$

Разделим левую и правую части уравнения (6) на m и выполнив необходимые преобразования, получим:

$$\ddot{r} + 2f\omega_n \dot{r} - \omega_n^2 r = g \begin{pmatrix} \sin(\alpha + \omega_n t) + \\ + f \cos(\alpha + \omega_n t) \end{pmatrix} \quad (7)$$

Уравнение (7) представляет собой линейное неоднородное дифференциальное уравнение 2-го порядка.

Общее решение данного уравнения имеет вид

$$r = r_1 + r_2, \quad (8)$$

где r_1 и r_2 – соответственно общее и частное решение линейного неоднородного дифференциального уравнения.

Общее решение дифференциального уравнения имеет следующий вид:

$$r_1 = e^k.$$

Запишем характеристическое уравнение выражения (7):

$$k^2 + 2f\omega_n k - \omega_n^2 = 0. \quad (9)$$

Найдем корни уравнения (9):

$$k_{1,2} = -\omega_n \left(f \pm \sqrt{f^2 + 1} \right). \quad (10)$$

Корни характеристического уравнения (6) действительны и различны, отсюда общее решение данного уравнения будет иметь следующий вид:

$$r_1 = C_1 e^{k_1 t} + C_2 e^{k_2 t}. \quad (11)$$

Частное решение уравнения (7) находим, представляя правую его часть в виде:

$$r_2 = A \sin(\alpha + \omega_n t) + B \cos(\alpha + \omega_n t) + C \quad (12)$$

Для нахождения частного решения дифференциального уравнения (7) необходимо взять первую и вторую производные выражения (12):

$$\begin{aligned} \dot{r}_2 &= A\omega_n \cos(\alpha + \omega_n t) - B\omega_n \sin(\alpha + \omega_n t), \\ \ddot{r}_2 &= -A\omega_n^2 \sin(\alpha + \omega_n t) - B\omega_n^2 \cos(\alpha + \omega_n t). \end{aligned} \quad (13)$$

Для определения коэффициентов A , B и C подставим в выражение (7) выражения (12), (13), получим:

$$\begin{aligned} &-A\omega_n^2 \sin(\alpha + \omega_n t) - B\omega_n^2 \cos(\alpha + \omega_n t) + \\ &+ 2f\omega_n A\omega_n \cos(\alpha + \omega_n t) - 2f\omega_n B\omega_n \sin(\alpha + \omega_n t) - \\ &- \omega_n^2 A \sin(\alpha + \omega_n t) - \omega_n^2 B \cos(\alpha + \omega_n t) + \\ &\times B \cos(\alpha + \omega_n t) - \omega_n^2 C = g \\ &\times (\sin(\alpha + \omega_n t) + f \cos(\alpha + \omega_n t)) \end{aligned}$$

В полученном уравнении приравняем коэффициенты левой и правой части, и проведя соответствующие преобразования, получим:

$$\begin{cases} -2A\omega_n^2 - 2Bf\omega_n^2 = g, \\ -2B\omega_n^2 + 2Af\omega_n^2 = fg, \\ \omega_n^2 C = 0. \end{cases}$$

Решая данную систему относительно коэффициентов A , B и C , находим:

$$A = -\frac{g(f^2 - 1)}{2\omega_n^2(f^2 + 1)}; B = -\frac{fg}{\omega_n^2(1 + f^2)}; C = 0.$$

Подставляя полученные значения коэффициентов в выражение (12), получим:

$$r_2 = -\frac{g(f^2 - 1)}{2\omega_n^2(f^2 + 1)} \sin(\alpha + \omega_n t) - \frac{f g}{\omega_n^2(1 + f^2)} \cos(\alpha + \omega_n t)$$

Общее решение линейного неоднородного дифференциального уравнения будет иметь следующий вид:

$$r = C_1 e^{k_1 t} + C_2 e^{k_2 t} + A \sin(\alpha + \omega_n t) + B \cos(\alpha + \omega_n t) \quad (14)$$

$$r = C_1 e^{k_1 t} + C_2 e^{k_2 t} + A \sin(\alpha + \omega_n t) + B \cos(\alpha + \omega_n t)$$

Продифференцировав уравнение (14), получим формулу для вычисления относительной скорости движения частиц материала по лопасти питающего устройства:

$$v_{\text{отн}} = \dot{r} = C_1 k_1 e^{k_1 t} + C_2 k_2 e^{k_2 t} + A \omega_n \cos(\alpha + \omega_n t) - B \omega_n \sin(\alpha + \omega_n t) \quad (15)$$

Значения коэффициентов C_1 и C_2 определим путем частного решения системы, состоящей из уравнений (14) и (15) и удовлетворяющей начальным условиям при $t = 0$, $\dot{r} = v_{\text{отн}} = 0$:

$$C_1 = \frac{\omega_n(A \cos \alpha - B \sin \alpha) + k_2(A \sin \alpha + B \cos \alpha) - r_0 k_2}{k_1 - k_2};$$

$$C_2 = \frac{k_1(r_0 - A \sin \alpha - B \cos \alpha) + A \omega_n \cos \alpha - B \omega_n \sin \alpha}{k_1 - k_2}. \quad (16)$$

Уравнение (14) решено для двух случаев: при вращении питающего устройства против направления и по направлению вращения ротора молоткового измельчителя. Индекс 1 по направлению вращения, а индекс 2 – против направления вращения ротора.

При вращении питающего устройства по направлению вращения ротора молоткового измельчителя происходит удаление частиц от рабочих органов измельчителя. При вращении – против направления вращения ротора частицы стремятся к рабочим поверхностям молотков. Поэтому в дальнейшем будем рассматривать только случай вращения питающего устройства против направления вращения ротора молоткового измельчителя.

На частицу, движущуюся после схода с лопасти желоба питающего устройства, действуют две силы [6]: сила тяжести $G = m g$ и сила аэродинамического сопротивления среды $F_c = k v_{\text{отн}}^2$. Сила аэродинамического сопротивления среды

направлена в сторону, противоположную движению. Следовательно, равнодействующая этих сил

равна: $m g - k v_{\text{отн}}^2$. С другой стороны, величина, действующая на частицу, пропорциональна ускорению движения и равна $m a$.

Тогда:

$$m a = m g - k v_{\text{отн}}^2 \quad (17)$$

Если путь, считая от начала отсчета, равен r ,

то скорость $v = \frac{ds}{dt}$, и при прямолинейном дви-

жении $a = \frac{d^2 s}{dt^2}$; равенство (17) примет вид:

$$m \frac{d^2 s}{dt^2} = m g - k \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 \quad (18)$$

Преобразуем уравнение (18):

$$m \frac{dv}{ds} v = m g - k v^2,$$

или

$$\frac{m v dv}{m g - k v^2} = ds,$$

откуда

$$\int \frac{m v dv}{m g - k v^2} = \int ds$$

или

$$-\frac{m}{2k} \ln |m g - k v^2| + C = s \quad (19)$$

Пусть в начальный момент времени $t = 0$ частица находилась в начале пути, т.е. $s = 0$, и начало падать с начальной скоростью, равной нулю, т.е. $v = 0$.

Подставим в уравнение (19) $s = 0$ и $v = 0$, определим C :

$$-\frac{m}{2k} \ln m g + C = 0 \quad C = \frac{m}{2k} \ln m g,$$

Таким образом:

$$-\frac{m}{2k} \ln |m g - k v^2| + \frac{m}{2k} \ln m g = s,$$





или

$$s = \frac{m}{2k} \ln \left| \frac{mg}{mg - kv^2} \right|.$$

Так как $\frac{ds}{dt} = v$, то:

$$s = \frac{m}{2k} \ln \left| \frac{mg}{mg - k \left(\frac{ds}{dt} \right)^2} \right|. \quad (20)$$

Уравнение (20) представляет собой дифференциальное уравнение первого порядка. Реша-

ем его относительно $\frac{ds}{dt}$:

$$\ln \left| \frac{mg}{mg - k \left(\frac{ds}{dt} \right)^2} \right| = \frac{2ks}{m}.$$

Так как частица падает, то согласно уравне-

нию (17) $m \frac{d^2 s}{dt^2} > 0$; следовательно:

$$mg - k \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 > 0 \quad \text{и} \quad \frac{mg}{mg - k \left(\frac{ds}{dt} \right)^2} > 0,$$

поэтому имеем:

$$\frac{mg}{mg - k \left(\frac{ds}{dt} \right)^2} = e^{\frac{2ks}{m}};$$

$$\frac{mg - k \left(\frac{ds}{dt} \right)^2}{mg} = e^{-\frac{2ks}{m}};$$

$$\frac{ds}{dt} = \pm \sqrt{\frac{mg}{k} \left(1 - e^{-\frac{2ks}{m}} \right)}.$$

Так как s — возрастающая функция t , то $\frac{ds}{dt} > 0$.

Поэтому перед корнем берем знак плюс:

$$\frac{ds}{dt} = \sqrt{\frac{mg}{k} \left(1 - e^{-\frac{2ks}{m}} \right)}$$

Разделив переменные, получим:

$$\frac{ds}{\sqrt{1 - e^{-\frac{2ks}{m}}}} = \sqrt{\frac{mg}{k}} dt,$$

отсюда

$$\int \frac{ds}{\sqrt{1 - e^{-\frac{2ks}{m}}}} = \sqrt{\frac{mg}{k}} t + C. \quad (21)$$

Интеграл в левой части равенства (21) берем подстановкой:

$$z = e^{\frac{ks}{m}}, \quad dz = \frac{k}{m} e^{\frac{ks}{m}} ds,$$

тогда

$$ds = \frac{m}{k} e^{-\frac{ks}{m}} dz, \quad dz = \frac{m}{k} \frac{dz}{z}.$$

Таким образом:

$$\begin{aligned} \int \frac{ds}{\sqrt{1 - e^{-\frac{2ks}{m}}}} &= \frac{m}{k} \int \frac{dz}{z \sqrt{1 - \frac{1}{z^2}}} = \frac{m}{k} \int \frac{dz}{\sqrt{z^2 - 1}} = \\ &= \frac{m}{k} \ln \left(z + \sqrt{z^2 - 1} \right) = \frac{m}{k} \ln \left(e^{\frac{ks}{m}} + \sqrt{e^{\frac{2ks}{m}} - 1} \right) = \end{aligned}$$

$$= \sqrt{\frac{mg}{k}} t + C.$$

Подставляя в полученное равенство начальные условия $t = 0$ и $s = 0$, получим, что $C = 0$.
Итак, решение уравнения (21):

$$\frac{m}{k} \ln \left(e^{\frac{ks}{m}} + \sqrt{e^{\frac{2ks}{m}} - 1} \right) = \sqrt{\frac{mg}{k}} t,$$

отсюда:

$$e^{\frac{ks}{m}} + \sqrt{e^{\frac{2ks}{m}} - 1} = e^{\sqrt{\frac{kg}{m}} t}, \quad (22)$$

$$\frac{1}{e^{\frac{ks}{m}} + \sqrt{e^{\frac{2ks}{m}} - 1}} = e^{-\sqrt{\frac{kg}{m}}t}. \quad (23)$$

Умножая числитель и знаменатель левой части равенства (23) на выражение:

$$e^{\frac{ks}{m}} - \sqrt{e^{\frac{2ks}{m}} - 1},$$

получим:

$$\frac{1}{e^{\frac{ks}{m}} + \sqrt{e^{\frac{2ks}{m}} - 1}} = e^{-\sqrt{\frac{kg}{m}}t},$$

откуда, учитывая равенство (22), получим:

$$e^{\frac{ks}{m}} = \frac{e^{\sqrt{\frac{kg}{m}}t} + e^{-\sqrt{\frac{kg}{m}}t}}{2}.$$

Окончательно закон движения частицы к рабочей поверхности молотка будет:

$$s = \frac{m}{k} \ln \frac{e^{\sqrt{\frac{kg}{m}}t} + e^{-\sqrt{\frac{kg}{m}}t}}{2}. \quad (24)$$

Таким образом, проведенный анализ работы питающего устройства в форме цилиндра с желобами, противоположные стороны которого повернуты друг относительно друга, позволил установить, что закон движения частицы, выражение 24, обеспечивает ее захват рабочей поверхностью молотка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алферов К.В., Зенков Р.Л. Бункерные установки. Проектирование, расчет и эксплуатация. – М.: МАШГИЗ, 1955. – 305 с.
2. Гордеев А.А. Обоснование параметров барабанного дозатора малосыпучих кормов: дис. ... канд. техн. наук. – Чебоксары, 2001. – 199 с.
3. Елисеев М.С., Елисеев И.И., Рыбалкин Д.А. Теоре-

тическое обоснование параметров работы устройства для ориентированной подачи измельчаемого материала к рабочим органам молоткового измельчителя // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 3. – С. 47–50.

4. Леонтьев А.А. Повышение эффективности погрузчика картофеля путем обоснования параметров роторно-цепного питателя погрузчика непрерывного действия: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Саратов, 2010. – 22 с.

5. Марадудин А.М., Загоруйко М.Г., Перетяцько А.В., Леонтьев А.А. Теоретическое обоснование частоты и амплитуды колебаний при вибровыпуске кормовых смесей из бункеров дозирующих и кормоприготовительных машин // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 7. – С. 46–50.

6. Патент 2615001 РФ, МПК В02С 13/00, В02С 13/28. Молотковый измельчитель отходов переработки бакалейной группы сельскохозяйственной продукции / Елисеев М.С., Загоруйко М.Г., Елисеев И.И., Рыбалкин Д.А.; заявитель и патентообладатель: СГАУ имени Н.И. Вавилова. – № 2016110300; опубл. 03.04.2017. Бюл. № 10. – 9 с.

7. Разработка средств механизации по измельчению отходов переработки бакалейной группы сельскохозяйственной продукции / М.С. Елисеев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 4. – С. 54–57.

8. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. – М.: Высш. шк., 1995. – 416 с.

Елисеев Михаил Семенович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Россия.

Рыбалкин Дмитрий Алексеевич, аспирант кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Россия.

Леонтьев Алексей Алексеевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Россия.

Марадудин Алексей Максимович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.

Тел.: (8452) 74-96-51.

Ключевые слова: питающее устройство; процесс отделения порции; сбрасывание материала с лопасти; относительная скорость; закон движения частицы материала.

THE SUBSTANTIATION OF THE CONSTRUCTIVE-KINEMATIC PARAMETERS OF THE FEEDING DEVICE

Eliseev Mikhail Semenovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Mechanics and Engineering Graphics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia.

Rybalkin Dmitry Alexeyevich, Post-graduate Student of the chair "Mechanics and Engineering Graphics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia.

Leontiev Aleksey Alekseevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Mechanics and Engineering Graphics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia.

Maradudin Aleksey Maximovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Mechanics and Engineering Graphics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia.

Keywords: feeding device; separation process; dropping material from the blade; relative speed; law of motion of material particle.

Based on the classification of feeding devices, a device is proposed that allows continuous and uniform supply of material to the working parts of the hammer mill. In order to determine the main constructive-kinematic parameters of the proposed feeder, it became necessary to conduct theoretical studies of the process of supplying material to the working organs of the shredder. Based on the analysis of the operation of the proposed feeding device, a differential equation of motion of the material particle is formed and the conditions under which the particle is exposed to the working organs of the shredder are determined.

