

без подзарядки 2-4 дня.

### Литература:

1. Ерашкин Г.В. Молель электрета с дискретным поверхностным зарядом // Электротехника. 1985. №7. С. 52-54.
2. Электреты / Пер. с англ. под ред. Г. Сесслера. М.: Мир, 1983. 487 с.
3. S. Krohns, P. Lunkenheimer, Ch. Kant, A. V. Pronin, H. B. Brom, A. A. Nugroho, M. Diantoro, A. Loidl. Colossal dielectric constant up to GHz at room temperature // препринт arXiv:0811.1556 (24 November 2008).

УДК 631.349

## РЕЗАНИЕ ДВИЖУЩЕГОСЯ КОРНЕПЛОДА ВИБРИРУЮЩИМИ НОЖАМИ CUTTING OF A MOVING ROOT CROP BY VIBRATING KNIFES

В.В. Хабарова, Ю.М. Исаев, Т.А.Джабраилов  
V. Habarova, Ju. Isaev, T. Dzhabrailov

Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия  
Uliyanovskaya state agricultural academy

*Crushing of root crops, console knives, a cylindrical body, cutting, vibration, the differential equations, flat movement of a firm body, dynamics of a rotary body, an instant of inertia.*

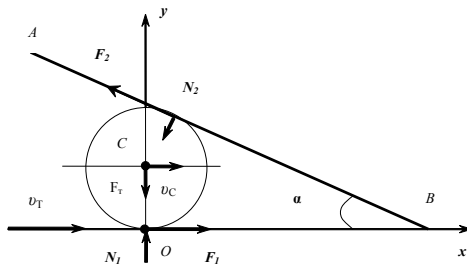
Приготовление кормов для животноводства один из наиболее энергоемких процессов. На современном этапе процесс измельчения корнеплодов при помощи вибрирующих рабочих органов мало изучен. Исследователями в различных отраслях народного хозяйства установлено, что применение вибрации к процессу резания приводит к снижению энергоемкости процессов.

Рассматривая процесс измельчения корнеплодов в измельчителе транспортерно-ножевого типа с консольными ножами необходимо учесть все силы, участвующие в этом процессе. Для описания взаимодействия корнеплода, транспортера и ножа примем форму корнеплода в виде цилиндра.

На цилиндрическое тело, которое подвержено резанию, действуют как силы взаимодействия, так и моменты вращения. Нож расположен к транспортирующей поверхности под углом  $\alpha = 37^\circ$ , что соответствует оптимальному углу защемления. Согласно рисунку 1 обозначим действующие силы и моменты: вес тела  $F_T$  и вращающий момент  $M$ . Трением скольжения пренебрегаем в рамках рассмотрения данного решения. Сила  $F_T$  давит на нож, чем вызываются нормальные реакции  $N_1$  ленты транспортера и  $N_2$  лезвия ножа, и силы трения  $F_1$  и  $F_2$ . Сила  $F_1$  направлена вдоль транспортерной ленты в сторону движения, сила

$F_2$  – вдоль линии лезвия ножа против движения цилиндрического тела. Добавим силы инерции цилиндрического тела, совершающего плоское движение, приняв за полюс точку С. Силы инерции приводятся к силе, равной главному вектору  $F_u$ , и паре сил, момент которой равен главному моменту  $M_u$ .

Сила инерции  $F_u$  приложена в центре тяжести С разрезаемого тела, направлена в сторону, противоположную его ускорению  $w_C$ , т.е. налево, и равна взятому с обратным знаком произведению массы тела на ускорение его центра тяжести С, т.е.  $F_u = -m w_C$ .



**Рис. 1. Силы, приложенные к корнеплоду при резании:**

$F_m$  – сила тяжести;  $N_2$  – нормальная реакция лезвия ножа;  $N_1$  – нормальная реакция поверхности транспортера;  $F_2$  – сила трения корнеплода о лезвие ножа;  $F_1$  – сила трения корнеплода о поверхность транспортера;  $\alpha$  – угол наклона ножа к транспортирующей поверхности, град.

Выберем систему неподвижных осей координат  $Oxy$ , изображенных на рисунке 1. По условию,

$v_C = at$ , тогда  $w_C = \frac{dv_C}{dt} = a$ . Следовательно,

$$F_u = -\frac{F_T}{g} a. \quad (1)$$

Согласно основному закону динамики вращательного движения твердого тела момент вращения равен:

$$M = J\varepsilon,$$

где  $J$  – момент инерции тела,

$\varepsilon_{вр}$  – угловое ускорение тела.

$\varepsilon_{вр} = a/r$  ( $a$  – ускорение).

Движение цилиндрического тела рассмотрим как систему дифференциальных уравнений описывающих движение плоского движения твердого тела:

$$\begin{cases} m x_C'' = \sum_{k=1}^n F_{kx}^\varepsilon \\ m y_C'' = \sum_{k=1}^n F_{ky}^\varepsilon \\ I_C \varphi'' = \sum_{k=1}^n m_C (F_k^\varepsilon) \end{cases} \quad (2)$$

Распишем проекции сил и моментов на выбранные координатные оси и по-

лучим следующую систему уравнений:

$$Ox: -F_2 \cos \alpha - N_2 \sin \alpha + F_1 = 0$$

$$Oy: -P + F_2 \sin \alpha - N_2 \operatorname{tg} \alpha + N_1 = ma$$

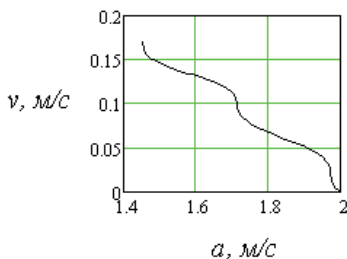
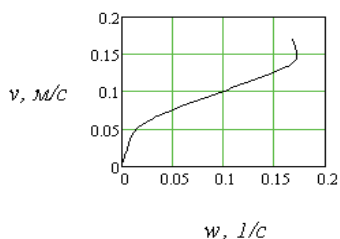
$$M = Fr$$

Момент инерции однородного цилиндра радиуса  $r$  и массой  $m$  по формуле:

$$I = mr^2/2, \text{ иначе данную формулу можно представить, через силу тяжести}$$

$$I = \frac{F_T r^2}{2g}.$$

Решение системы дифференциальных уравнений выше изложенного процесса приведено в графической интерпретации.



**Рис. 2, 3.** Фазовые траектории зависимости линейной скорости  $v$  цилиндрического тела от частоты вибрации  $w$  и от ускорения  $a$  измельчаемого тела

На рисунках 2, 3 приведена фазовая траектория зависимости линейной скорости корнеплода  $v$ , которую сообщает измельчаемому телу транспортер, соответственно от частоты сообщаемой вибрации  $w$  и ускорения  $a$ , приобретаемого измельчаемым телом.

Анализируя рисунки 2, 3 приходим к выводу, что линейная скорость движения цилиндрического тела при резании ножом, которому сообщаются вынужденные колебания, увеличивается при увеличении частоты вибрации и уменьшается с увеличением ускорения.