

УДК 631.356.274

Ю.Петрикович

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ЗАВАНТАЖЕННЯ СЕПАРУЮЧОЇ ГІРКИ СКРЕБКОВИМ ТРАНСПОРТЕРОМ

У статті проаналізовано процес завантаження очисної пальчикової гірки коренеплодами за допомогою скребкового транспортера і встановлені теоретичні залежності швидкості та кута відриву коренеплодів від кута нахилу і кутової швидкості полотна транспортера.

Умовні позначення:

- V_0 - швидкість коренеплоду в момент відриву від скребка транспортера (початкова швидкість), м/с;
 ξ - кут між результативним вектором швидкості відриву коренеплода V_0 і віссю X ;
 n - коефіцієнт парусності, що враховує особливості частинки;
 m - маса коренеплоду, кг;
 g - прискорення вільного падіння, м/с²;
 α_T - кут нахилу завантажувального транспортера;
 φ_1 - кут повороту скребка при відриві коренеплоду від скребка;

- ε - кут відхилення поверхні скребка від радіального напрямку;
 f - коефіцієнт тертя коренеплоду на скребку. Згідно з [2], $f=0,6$;
 ω - кутова швидкість завантажувального транспортера, рад/с;
 ρ - радіус кривизни, м;
 $\dot{\chi}$ і $\dot{\eta}$ - відносна швидкість коренеплоду на скребку відповідно вздовж осей χ та η .

Визначальним параметром при завантаженні очисної гірки технологічного купою буряка є величина зони розсіювання частинок при їх падінні на очисне полотно гірки.

Зона розсіювання частинок визначається їх взаємодією зі скребком транспортера у процесі завантаження, який починається переходом скребка на криволінійну ділянку траєкторії руху (огинання полотном транспортера верхніх зірочок), а закінчується вільним падінням коренеплодів на робочу поверхню очисника.

Диференціальне рівняння руху частинки при вільному падінні визначається за формулою:

$$\begin{cases} x = \frac{V_0 \cos \xi}{n} (1 - e^{-nt}) \\ y = \frac{gt}{n} - \frac{g + nV_0 \sin \xi}{n^2} (1 - e^{-nt}) \end{cases} \quad (1.1)$$

Отже, згідно з рівнянням (1.1) визначальними параметрами траєкторії польоту частинок є початкова швидкість V_0 і кут ξ .

Для визначення цих показників проаналізовано процес перебування коренеплоду на транспортері шляхом створення механіко-математичної моделі руху коренеплодів на завантажувальному скребку (рис.1).

Застосовуючи рухому $X_1O_1Y_1$ і нерухому XOY системи координат, спрямуємо осі, як показано на рис.1.

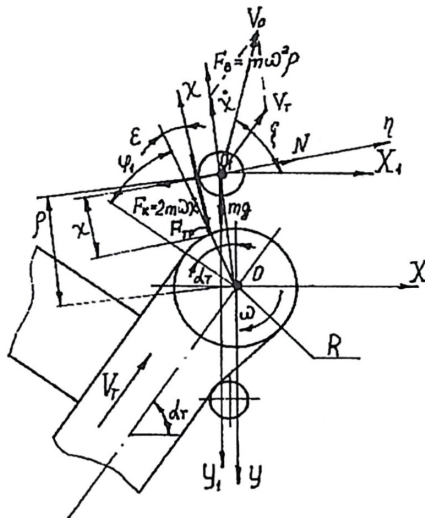


Рис.1. Розрахункова схема для визначення початкової швидкості і кута завантаження очисної гірки коренеплодом.

До коренеплоду, що розглядається як матеріальна точка O_1 , прикладена сила ваги mg , сила тертя коренеплоду на поверхні скребка $F_{TP} = Nf$, відцентрова сила інерції $F_B = m\omega^2\rho$ та коріолісова сила $F_K = 2m\omega\dot{\chi}$.

Спроектувавши ці сили на осі координат $\chi O_1\eta$ і записавши умову д'Аламбера:

$$\begin{cases} m \frac{d^2\chi}{dt^2} = \sum F_x \\ m \frac{d^2\eta}{dt^2} = \sum F_y \end{cases} \quad (1.2)$$

отримуємо диференціальне рівняння руху коренеплоду на скребку:

$$\begin{cases} m \frac{d^2\chi}{dt^2} = m\omega^2\rho - mg \cos(\alpha - \varphi_1 - \varepsilon) - fN \\ m \frac{d^2\eta}{dt^2} = N - mg \sin(\alpha - \varphi_1 - \varepsilon) - 2m\omega\dot{\chi} \end{cases} \quad (1.3)$$

Припускаючи, що коренеплід рухається вздовж осі $O_1\chi$, не відриваючись від скребка, тобто при $\eta = \text{const}$ і відповідно $\dot{\eta} = 0$, отримаємо з (1.3) рівняння для визначення N :

$$N = mg \sin(\alpha - \varphi_1 - \varepsilon) + 2m\omega\dot{\chi}. \quad (1.4)$$

Після підстановки рівняння (1.4) у перше рівняння системи (1.3)

$$m \frac{d^2\chi}{dt^2} = m\omega^2\rho - mg \cos(\alpha - \varphi_1 - \varepsilon) - f[mg \sin(\alpha - \varphi_1 - \varepsilon) + 2m\omega\dot{\chi}]$$

Приймаючи $\rho = (R + \chi)$,

$$\frac{d^2\chi}{dt^2} = \omega^2(R + \chi) - g \cos(\alpha - \varphi_1 - \varepsilon) - fg \sin(\alpha - \varphi_1 - \varepsilon) - 2f\omega\dot{\chi}. \quad (1.5)$$

Розв'язок диференціального рівняння руху (1.5) дозволяє отримати значення швидкості коренеплоду в момент його відриву від скребка і при переході до вільного падіння.

Кут ξ між вектором швидкості V_0 і віссю O_1X визначається після проектування векторного рівняння $\vec{V}_0 = \vec{\chi} + \vec{V}_T$ на систему осей XO_1Y (рис.1)

$$\begin{cases} V_0 \cos \xi = -\dot{\chi} \cos(\alpha + \varphi_1 + \varepsilon) + V_T \cos \alpha_T \\ V_0 \sin \xi = \dot{\chi} \sin(\alpha + \varphi_1 + \varepsilon) + V_T \sin \alpha_T \end{cases} \quad (1.6)$$

Розв'язуючи (1.6), отримуємо:

$$\text{tg} \xi = \frac{V_T \sin \alpha_T + \dot{\chi} \sin(\alpha + \varphi_1 + \varepsilon)}{V_T \cos \alpha_T - \dot{\chi} \cos(\alpha + \varphi_1 + \varepsilon)}.$$

Отже,

$$\xi = \arctg \frac{V_T \sin \alpha_T + \chi \sin(\alpha + \varphi_1 + \varepsilon)}{V_T \cos \alpha_T - \chi \cos(\alpha + \varphi_1 + \varepsilon)} \quad (1.7)$$

Рівняння (1.7) дозволяє визначити значення кута ξ відриву коренеплоду від скребка транспортера.

Висновки

За допомогою отриманих залежностей для визначення швидкості кореня V_0 у момент відриву від скребка транспортера і кута відриву ξ можна визначити траєкторію польоту коренеплодів, а, отже, і оптимізувати довжину очисного полотна сепараційної гірки.

Obtained analytical relation enable to determine the trajectory of flight of root-crops and thus optimize the length of cleaning hill.

Література

1. Василенко П.М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. – Киев.- УАСХН, 1960. - 283с.
2. Золотарева Т.С. Влияние линейной скорости полотна скребкового элеватора свеклоуборочных машин на рассев корней сахарной свеклы при погрузке в транспортное средство. // Исследование схем и параметров рабочих органов машин для возделывания и уборки сахарной свеклы.: Совместные труды УкрНИИСХОМа и ВИСХОМа: Вып. XVII.- М., 1981. - С. 71-77.

Статтю подав до друку докт. техн. наук, проф. Гевко Б.М.