

УДК 631.356.2

Барановський В.М.¹, д. т. н., проф., Теслюк В.В.², д. с.-г. н, проф., Онищенко В.Б.², к. т. н., доц.

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

²Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

**ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ КОМПОНЕНТІВ
 ВОРОХУ КОРЕНЕПЛОДІВ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ ОЧИСНИКА**

Baranovsky V.M., Dr., Prof., Teslyuk V.V., Dr., Prof., Onischenko V.B., Ph.D., Assoc. Prof.

**FUNCTIONAL MODEL OF THE PROCESS OF THE TRANSFER OF
 COMPONENTS OF CORNERPRODULS WITH WORKING BODIES OF THE
 OWNER**

Основним фактором зміни технологічних властивостей процесу сепарації домішок є переміщення компонентів вороху коренеплодів по робочих органах очисників, яке можна подати у вигляді функціональної залежності, що характеризує взаємозв'язок цих переміщень, або руху ґрунтових домішок (випадок I, рисунок) і коренеплодів (випадок II) залежно від зміни параметрів процесу (властивостей компонентів, параметрів робочих органів тощо).

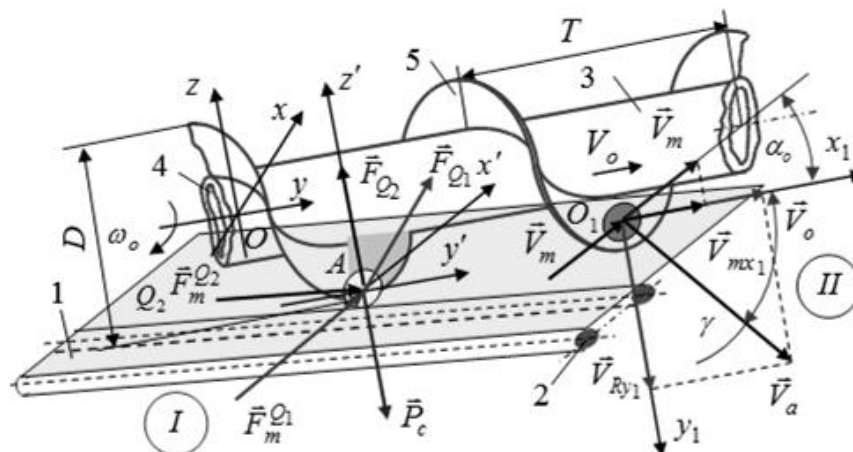


Рис 1. Схема до розрахунку руху компонентів вороху коренеплодів по поверхнях робочих органів очисника

У випадку I (рисунок) переміщення ґрунтових домішок формалізовано, як рух ґрунтового середовища (сипучого ґрунту та грудок ґрунту) по поверхні витків 5 шнека 3 і прутків 2 транспортера 1. При цьому рух ґрунтового шару, який представлено у вигляді зв'язаного матеріального тіла масою m_c , що приведене в точку A нерухомої системи координат $Ax'y'z'$ і знаходиться на гвинтовій поверхні Q_1 витка шнека та прутках, робоча поверхня яких утворює поверхню Q_2 та на яке діють: сила тяжіння $\vec{P}_c = (-\rho_c V_c \vec{g}; 0; 0)$, де ρ_c, V_c – питома маса ($\text{кг}/\text{м}^3$) і об'єм (м^3) ґрунту; сили реакції

витка $\vec{F}_{Q_1} = f_{Q_1} \vec{j}_{Q_1} \sin \alpha_n$ та сила реакції прутків $\vec{F}_{Q_2} = \sum_{i=1}^{z_n} \vec{F}_{Q_2}^i = f_{Q_2} \vec{j}_{Q_2} z_n$, де f_{Q_1}, f_{Q_2} – нормальна реакції в'язі відповідної поверхні, $\alpha_n = \arctg(T / \pi D)$ – кут підйому гвинтової лінії витків шнека, град, T, D – крок і діаметр шнека (м), $\vec{j}_{Q_1}, \vec{j}_{Q_2}$ – одинична нормаль до відповідної поверхні, z_n – кількість контактуючих прутків; сила тертя ковзання тіла $\vec{F}_m^D = -f_m^{Q_1} \left| \vec{F}_{Q_1} \left| \left(\frac{\vec{R}_A}{dt} \right) - \vec{V}_{Q_1} \right| \right|$ по поверхні Q_1 , сила тертя ковзання тіла $\vec{F}_m^{Q_2} = -f_m^{Q_2} \left| \sum_{i=1}^{z_n} \vec{F}_{Q_2}^i \right| \sin \varphi_o \left| \left(\frac{\vec{R}_A}{dt} \right) - \vec{V}_m \right|$ по поверхні Q_2 , де $f_m^{Q_1}, f_m^{Q_2}$ – коефіцієнт тертя ковзання відповідної поверхні, \vec{R}_A – біжучий вектор положення тіла в площині $Ax'z'$, \vec{V}_{Q_1}, \vec{V}_m – вектор швидкості руху відповідної поверхні Q_1 та Q_2 відносно точки $\vec{R}_A(t)$, при цьому $\vec{R}_A(t) = [z'_A(t); x'_A(t); y'_A(t)]$.

Введемо нерухому просторову систему координат $Oxyz$ (рис. 3.11) у якій вісь Oy співпадає з віссю обертання шнека, а вісь Ox розташована горизонтально площині Q_2 та додаткову систему координат $Ax'y'z'$, яка безпосередньо зв'язана з центром приведеної маси m_c , тобто точкою A .

Поряд з обертальним рухом шнека на кут повороту $\varphi_A(t) = 2\pi(d\varphi_o / dt)t + \varphi$, де φ_A – кут, який визначає положення матеріального тіла відносно вертикальної площини $x'Az'$ за час повороту t , $d\varphi_o / dt = \omega_o$ – кутова швидкість шнека (рад/с), $\varphi = const$ – відносний кут повороту шнека при $t = 0$, $d\varphi / dt = \omega$ – кутова швидкість відносного руху матеріального тіла, шнек здійснює плоско паралельний рух у площині $x'Ay'$, переміщення якого задано канонічним рівнянням $[z'_A(t); y'_A(t); x'_A(t)] = [z'_A(t); y'_A(t); 0]$, $t \geq 0$, де за умови $y' = 0$ z'_A і y'_A можна задати у вигляді

$$\left. \begin{aligned} z'_A(t) &= -f[\varphi_A(t) \cos \varphi_A(t)] + g[\varphi_A(t) \sin \varphi_A(t)]; \\ y'_A(t) &= -f[\varphi_A(t) \sin \varphi_A(t)] - g[\varphi_A(t) \cos \varphi_A(t)] \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Рішення задачі зводиться до знаходження реакцій в'язі поверхні витка шнека

f_{Q_1} та поверхні прутка транспортера f_{Q_2} .

З урахуванням канонічного рівняння обертання шнека та його поступального руху згідно з (1), отримано:

$$\vec{V}_{Q_1} = \frac{d}{dt} [0,5D \cos \varphi_A(t); 0,5D \sin \varphi_A(t); 0] + \frac{d}{dt} [z'_A(t); x'_A(t); 0], \quad (2)$$

або

$$\vec{V}_{Q_1} = (-2\pi(d\varphi_o/dt) \cdot x' + dz'_A/dt; (dy'_A/dt) + 2\pi(d\varphi_o/dt) \cdot z'; 0). \quad (3)$$

У результаті рішення системи рівнянь руху грудок ґрунту приведеною масою m_c у нерухомі системі координат Oxy , яку складено згідно з класичними законами механіки відносно одиничних нормалей \vec{j}_{Q_1} , \vec{j}_{Q_2} , отримано:

$$f_{Q_1} = 2\rho_c V_c \left[\frac{\frac{f_m^{Q_2} \pi^2 D z_n \frac{d\varphi_o}{dt} \left[D \left(\frac{d\varphi_o}{dt} \right)^2 + g \cos \varphi_o \right] + \pi g (\sin \varphi_o + \operatorname{ctg} \alpha_n)}{2 \left| \frac{d\vec{R}_A}{dt} - \vec{V}_m \right|}}{1 + \frac{2\pi f_m^{Q_1}}{\left| \frac{d\vec{R}_A}{dt} - \vec{V}_{Q_1} \right|} \left(\frac{d(x'_A)}{dt} \cos \varphi_o - \frac{d(z'_A)}{dt} \sin \varphi_o - f_m^{Q_2} \left(\frac{d(y'_A)}{dt} \sin \varphi_o + \frac{d(z'_A)}{dt} \cos \varphi_o \right) \frac{\pi D (d\varphi_o/dt)}{\left| \frac{d\vec{R}_A}{dt} - \vec{V}_m \right|} \right)} \right]; \quad (4)$$

$$f_{Q_2} = \rho_c V_c \left[0,5D \left(\frac{d\varphi_o}{dt} \right)^2 + g \cos \varphi_o \right] + \left[\frac{d(z'_A)}{dt} \cos \varphi_o + \frac{d(x'_A)}{dt} \sin \varphi_o \right] \sin \alpha_n \cdot (5)$$

$$+ f_m^{Q_1} f_{Q_1} \sin \varphi_o \left[\frac{d\vec{R}_A}{dt} - \frac{d}{dt} [0,5D \cos \varphi_A(t); 0,5D \sin \varphi_A(t)] - \frac{d}{dt} [z'_A(t); x'_A(t); 0] \right]$$