

УДК 631.358/088.8/

В.Барановський, канд. техн. наук; Д.Войтюк, канд. техн. наук;

А.Виговський

Навчально-науковий технічний інститут Національного аграрного університету

КОНСТРУКТИВНІ ТА КІНЕМАТИЧНІ ПАРАМЕТРИ КОМБІНОВАНОГО ОЧИСНИКА ВОРОХУ КОРЕНЕПЛОДІВ

Подано теоретичні розрахунки продуктивності гвинтового конвеєра комбінованого очисного робочого органу залежно від його конструктивних та кінематичних параметрів роботи при сепарації викопаного бороху коренеплодів. Визначені нижня та допусткова верхня межа кутової швидкості обертання шнека по відношенню до пошкодження коренеплодів.

Умовні позначення

- $k_{сеп.м}$ - коефіцієнт сепарації вороху;
 C_{h_2} - розтвір дисків у зоні їх максимального заглиблення, м;
 C_n - розтвір країв дисків на рівні поверхні ґрунту, м;
 h_2 - глибина ходу диска, м;
 V_M - робоча швидкість машини, м/с;
 $Q_{2в}$ - продуктивність гвинта, м³/с;
 Q_{3_2} - кількість вороху, що надходить до гвинта, м³/с;
 $k_{сеп.мр}$ - коефіцієнт сепарації подавального транспортера;
 F_m - площа торцевої проекції гвинта, м²;
 \mathfrak{D}_o - теоретична осьова швидкість переміщення вороху витками гвинта, м/с;
 k_{V_0} - коефіцієнт, що враховує зниження осьової швидкості порівняно з теоретичною;
 k_3 - коефіцієнт заповнення міжвиткового простору гвинта;
 F_3 - площа торцевої проекції гвинта, що заповнена ворохом, м²;
 V_3 - об'єм вороху в міжвитковому просторі, м³;
 $V_{2в}$ - загальний об'єм міжвиткового простору, м³.
 $D_{2в}$ - діаметр гвинта, м;
 $d_б$ - діаметр труби барабана, м;
 H_1 - радіальний зазор між гвинтом і транспортером, м;
 $k_{з.о}$ - коефіцієнт заповнення простору очисника;
 T - крок гвинта, м;
 $\omega_{2в}$ - кутова швидкість обертання гвинта, рад/с;
 $b_в$ - товщина витка гвинта, м;
 Z - кількість заходів гвинта, шт.;
 $h_в$ - висота лопаті гвинта, м;
 $k_{з.о.макс}$ - максимальне значення коефіцієнта;
 $\vec{\mathfrak{D}}_{py}$ - вектор результативної швидкості очисника, м/с;
 $\vec{\mathfrak{D}}_{2в}$ - вектор результативної швидкості гвинта, м/с;
 α'_n - кут нахилу поверхні співудару, град.;
 $\vec{\mathfrak{D}}_{mр}$ - вектор швидкості руху подавального транспортера, м/с.
 $\vec{\mathfrak{D}}_{доп}$ - вектор допустової швидкості співудару коренеплоду з поверхнею робочого органу, м/с.

При дослідженні впливу основних конструктивних та кінематичних параметрів комбінованого очисника вороху коренеплодів на його продуктивність, розглянуто технологічний процес роботи очисника, конструктивна схема якого подана на рис.1.

Гвинтово-вальцьовий очисник складається із подавального сепаруючого пруткового транспортера 1, що рухається з поступальною швидкістю $V_{mр}$ і над яким із зазором H_1 встановлено гвинт 2, кутова швидкість обертання якого $\omega_{2в}$. Також за гвинтом над подавальним транспортером з зазором H_2 встановлені відминальні вальці 3, що обертаються назустріч один одному з частотою обертання $n_в$. Між витками гвинта закріплено консольні пружні очисні елементи 4, набрані з пучків ворсу, довжина яких менша від діаметра гвинта.

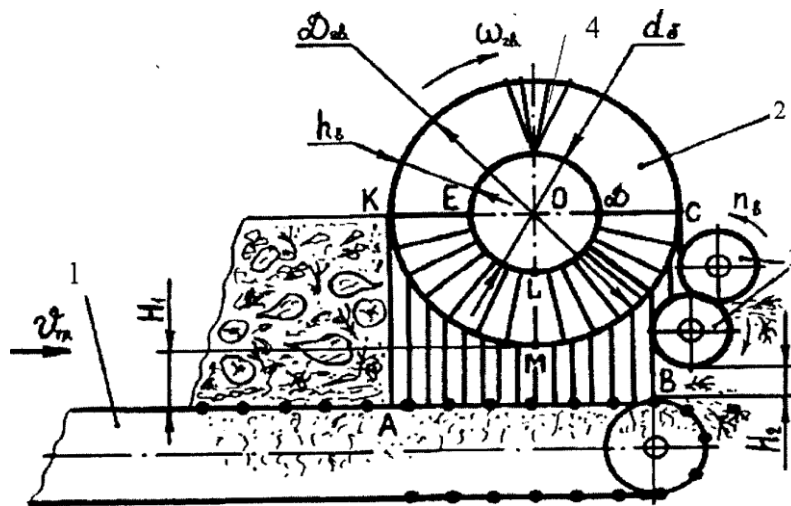


Рис.1. Технологічна схема комбінованого очисника:
 1 – подавальний транспортер; 2 – гвинтовий конвеєр; 3 – відминаючі вальці,
 4 – очисні пружні елементи.

Ворох, в кількості Q_3 , надходить на подавальний транспортер, де частина вороху Q_{3_1} просіюється через зазор між прутками на шляху до гвинта, а не просіяна частина вороху Q_{3_2} надходить до гвинта і заповнює простір ABCDEMK. Гвинт, обертаючись назустріч рухові вороху взаємодіє на нього своїми витками. Оскільки напрямок обертання гвинта протилежний рухові робочій поверхні транспортера, коренеплоди взаємодіють з пучками ворсу очисних елементів гвинта, що забезпечує очищення їх бокових поверхонь від налиплого ґрунту. При цьому розрихлюються грудки землі, а ворох одночасно пересувається вздовж вісі обертання гвинта і в напрямку руху подавального транспортера до відминальних вальців. Одночасно з пересуванням вороху гвинтом відбувається сепарація домішок через зазор між прутками транспортера в зоні дії гвинта. Домішки, що залишилися, транспортер виносять через зазор H_2 між нижнім відминальним вальцем і робочою поверхнею транспортера за межі машини.

У зв'язку з тим, що гвинтово-вальцьовий очисник встановлюється на коренезбиральну машину, робота коренезбиральної машини можлива при умові: $Q_0 \geq Q_3$. Для визначення кількості вороху, що надходить з підкопувальних робочих органів коренезбиральної машини Q_3 вважаємо, що з кожного викопувального робочого органу на приймальний пристрій надходить q_p ($\text{м}^3/\text{с}$) вороху, що має у своєму складі коренеплоди, землю, рослинні та інші чужі домішки. Якщо машина одночасно підкопує b_p рядків, то кількість вороху, що надійде до гвинтово-вальцьового очисника, дорівнюватиме:

$$Q_3 = b_p q_p k_{\text{сеп.м}}. \quad (1)$$

де $k_{\text{сеп.м}}$ - коефіцієнт сепарації вороху, що визначається відношенням кількості непросіяного вороху, що поступає до гвинтово-вальцьового очисника Q_3 , до загальної кількості вороху, що викопують робочі органи машини, тобто:

$$k_{\text{сеп.м}} = Q_3 / Q_M. \quad (2)$$

Загальна кількість вороху, що викопується сферичними дисками визначається за формулою [1], при цьому, вважаючи $b_p = 6$, кінцева формула, виглядає так:

$$Q_m = 1,5(C_{h_2} + C_n)h_z V_m. \quad (3)$$

Тоді згідно з (2) і (3) маємо: $Q_3 = 1,5(C_{h_2} + C_n)h_z k_{сеп.м} V_m$.

Для забезпечення нормальної роботи очисника необхідно щоб виконувалася умова: продуктивність гвинта має бути більшою або дорівнювати кількості вороху, що надходить з підкопувальних робочих органів коренезбиральної машини, тобто

$$Q_{зв} \geq Q_{3_2}. \quad (4)$$

Оскільки $Q_{3_2} = Q_3 k_{сеп.мр}$, де - $k_{сеп.мр}$ коефіцієнт сепарації подавального транспортера, і з урахуванням (4) одержано:

$$Q_o \geq Q_{зв} / k_{сеп.мр} \quad (5)$$

Згідно з [2] продуктивність гвинтового конвеєра загалом визначається за формулою:

$$Q_{зв} = F_m \vartheta_o k_{V_0} k_3 = F_3 \vartheta_o. \quad (6)$$

Коефіцієнт заповнення міжвиткового простору гвинта виявляє, яка частина міжвиткового простору гвинта заповнюється ворохом, і визначається:

$$k_3 = V_3 / V_{зв}, \quad \text{або} \quad k_3 = F_m / F_3. \quad (7)$$

Після визначення $V_3, V_{зв}, F_m, F_3$ та врахування рівнянь (5), (6) визначено продуктивність гвинтово-вальцьового очисника:

$$Q_3 \leq Q_o = \frac{1}{8} \left[\frac{\pi(D_{зв}^2 - d_{зв}^2) + 4D_{зв}^2 + 8D_{зв} H_1}{b_{зв}} \right] \vartheta_o k_{V_0} k_{3.o}. \quad (8)$$

де $k_{3.o}$ - коефіцієнт заповнення простору очисника, що визначається за формулою:

$$k_{3.o} = \left(1 + \frac{\pi D_{зв}^2}{4(D_{зв}^2 + 2D_{зв} H_1) - \pi d_{зв}^2} \right)^{-1}.$$

Теоретична осьова швидкість ϑ_o переміщення вороху гвинтом визначається за формулою[2]:

$$\vartheta_o = T \omega_{зв} / 2\pi. \quad (9)$$

Формула продуктивності очисника (8) після підстановки значення ϑ_o із (9) і справжнього максимального допусткового значення коефіцієнта заповнення очисника

$k_{3.o.макс}$ та з урахуванням коефіцієнта $k_{зв}$ і після спрощення набирає вигляду:

$$Q_3 \leq Q_o = \frac{\pi(D_{зв}^2 - d_{зв}^2) + 4(D_{зв}^2 + H_1)^2 - 4H_1^2}{16\pi k_{сеп.мр}} T \omega_{зв} k_{зв} k_{3.o.макс} k_{V_0}, \quad (10)$$

де $k_{зв} = 1 - \frac{2\pi b_{зв} z h_{зв}^2}{T(\pi h_{зв}^2 + 4D_{зв}^2 + 8D_{зв} H_1)} \cos \arctg \frac{2T}{D_{зв} + d_{зв}}$ - коефіцієнт, що

враховує об'єм, витків гвинта.

За формулою (10) визначається максимально допусткова продуктивність гвинтово-вальцьового очисника, відповідна допустковому максимальному значенню коефіцієнта заповнення простору очисника. Дійсне значення Q_o дорівнюватиме або буде меншим від максимально допусткової продуктивності очисника, яка протягом часу змінюватиметься у зв'язку з нерівномірністю надходження вороху з підкопувальних робочих органів коренезбиральної машини та його сепарації за час підходу до гвинтового конвеєра і, відповідно, з непостійним коефіцієнтом заповнення простору очисника.

З отриманої аналітичної залежності (10) впливу основних конструктивних і кінематичних параметрів на продуктивність гвинтово-вальцьового очисника визначено нижню та верхню допусткову межу кутової швидкості обертання гвинта. Нижню межу кутової швидкості обертання гвинта $\omega_{гв.мін}$ визначили з необхідної продуктивності гвинтово-вальцьового очисника, що забезпечує оптимальний технологічний процес роботи коренезбиральної машини згідно з умовою $Q_o \geq Q_3$.

Для забезпечення такої продуктивності згідно з (10) і умовою $Q_o \geq Q_3$ визначили мінімальну кутову швидкість обертання гвинта:

$$\omega_{гв.мін} = \frac{16\pi Q_3 k_{сеп.тр}}{\left[\pi (D_{гв}^2 - d_6^2) + 4(D_{гв} + H_1)^2 - 4H_1^2 \right] T k_B k_{з.о.макс} k_{V_0}}. \quad (11)$$

Верхню межу кутової швидкості обертання гвинта визначили з умови допусткової швидкості співудару коренеплодів з робочими поверхнями очисника, що впливає на пошкодження коренеплодів.

Із схематичного аналізу косоного співудару коренеплоду з елементом гвинтової поверхні [3] одержано:

$$\bar{\vartheta}_{p_{y'}} = \bar{\vartheta}_{зв} \sin(\alpha'_n + \arcsin \frac{T}{\sqrt{T^2 + \pi^2 D_{зв}^2}}) + \bar{\vartheta}_{mp} \sin \alpha'_n \leq \bar{\vartheta}_{дон}. \quad (12)$$

Визначивши $\bar{\vartheta}_{зв}$ з рівняння (12), верхню допусткову межу кутової швидкості обертання гвинта визначили за формулою:

$$\omega_{зв.макс} = \frac{2\pi (\vartheta_{дон} - \vartheta_{mp} \sin \alpha'_n)}{\sqrt{T^2 + \pi^2 D_{зв}^2} \sin(\alpha'_n + \arcsin \frac{T}{\sqrt{T^2 + \pi^2 D_{зв}^2}})}. \quad (13)$$

Використовуючи і аналізуючи отримані залежності (10), (11), (13), можна визначати основні конструктивні і кінематичні параметри та режими роботи гвинтово-вальцьового очисника залежно від урожайності коренеплодів і необхідної продуктивності коренезбиральної машини.

The results of theoretical research of work efficiency of the screw pipeline depending of its construction and kinematics of separation dug are given in the article. The highest and the lower level of rotation speed of screw pipeline are defined.

Література

1. Погорельий Л.В., Татьяна Н.В., Брей В.В. и др.. Свеклоуборочные машины (конструирование и расчет). К.: Техніка, 1983.- С.8-11, 100-110.
2. Морин И.В. О расчете шнеков. // Техника в сельском хозяйстве. 1965.- № 8.-С. 83.
3. Барановський В.М. Обґрунтування технологічного процесу очищення вороху кормових буряків і параметрів гвинтово-вальцьового очисника. Автореф. дис. на здоб. наук. ступ. к.т.н. – Київ, 1996.- С.10.

Одержано 05.12.2001 р.