

О. Постол; В. Барановський, канд. техн. наук

Національний аграрний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ СЕКУНДНОЇ ПОДАЧІ ВОРОХУ КОРЕНЕПЛОДІВ

У статті наведено побудовані в результаті теоретичного аналізу процесу викопування коренеплодів розрахункові математичні моделі, які характеризують взаємозв'язок зміни секундної подачі викопаного вороху коренеплодів до еліпсних шинків доочисника, або зміни необхідної пропускної здатності доочисника залежно від конструктивних параметрів лемешів вібраційних копачів і агрофізичних характеристик коренеплодів та експлуатаційних умов роботи коренезбиральної машини.

O. Postol, V. Baranovsky

RESEARCH OF THE SECOND SERVE TO LOTS OF ROOT CROPS

It is resulted in the article, built as a result of theoretical analysis of process of excavation of root crops calculations mathematical models which characterize intercommunication of change of the second serve of dug up to the lots of root crops to ellipses of purifier or changes of necessary carrying capacity of purifier descriptions of root crops and operating terms of work of machine are resulted.

Умовні позначення

k_c - коефіцієнт сепарації домішок вороху на шляху його переміщення до еліпсних шинків;

k_p, k_r, k_k - відповідно коефіцієнт сепарації ґрунту, рослинних домішок і втрат коренеплодів вібраційним лемішним копачем;

ρ_p, ρ_r, ρ_k - відповідно питома маса ґрунту, рослинних домішок і коренеплодів, кг/м³;

N - кількість коренеплодів цукрових буряків на 1 погонному метрі рядка;

h_k - усереднена глибина ходу лемішних копачів, м;

a - задній розхил лемешів, м;

V_p - швидкість руху КМ, м/с;

α - половина кута розхилу носків лемешів, град.;

β - кут нахилу лемешів до вертикальної площини, паралельної напрямку швидкості руху копача, град.;

l - довжина леза лемеша, м;

h_p - глибина залягання коренеплоду в ґрунті, м;

d_k - діаметр головки коренеплоду, м;

L_k - загальна довжина коренеплоду, м;

γ - кут конуса росту коренеплоду, град.;

Q - урожайність гички, т/га;

μ, τ - відповідно долі відсотків коренеплодів, головки яких знаходяться над рівнем поверхні ґрунту, та коренеплодів, які залягають в ґрунті на всю свою довжину L_k , %.

Актуальність питання. Окрім очисних властивостей, тобто здатності відокремлювати домішки від коренеплодів, доочисники вороху цукрових буряків характеризуються також експлуатаційно-технологічними критеріями, серед яких пріоритетно-значущим є їх технологічна пропускна здатність, яка істотно залежить від "секундної подачі" вороху [1], що викопується викопувальними робочими органами коренезбиральної машини.

Аналіз результатів попередніх досліджень. Результати, які наведені в праці [1], виконані без врахування розмірних характеристик коренеплодів і пропускної

здатності очисників. Для обґрунтування раціональних конструктивно-кінематичних параметрів комбінованого доочисника вороху цукрових буряків [2], тобто мінімізації його параметрів при задовільних технологічних показниках і показниках якості роботи, першочерговою задачею є теоретичне дослідження пропускну здатності доочисника на основі аналізу секундної подачі викопаного вороху до його робочих органів. Дані дослідження є подальшим аналізом попередніх досліджень, які наведено в праці [3].

Мета досліджень. Подальший розвиток теоретичних аспектів оптимізації параметрів очисних робочих органів.

Результати досліджень. Одержані залежності (9), (10), що наведено в [3], є розрахунковими математичними моделями, які характеризують взаємозв'язок зміни секундної подачі викопаного вороху коренеплодів W_{1c} (W_{2c}) до еліпсних шнеків доочисника залежно від конструктивних параметрів лемешів вібраційних копачів і агрофізичних характеристик коренеплодів та експлуатаційних умов роботи коренезбиральної машини.

Проте наведені математичні моделі (9) та (10), які побудовані на основі теоретичного аналізу ймовірного протікання технологічного процесу викопування коренеплодів у своїй структурі мають деякі абстрактні складові компоненти, які за своєю суттю є реально невизначеними та необґрунтованими. Ці твердження у повному розумінні можна віднести до теоретичного визначення коефіцієнтів сепарації ґрунту $k_{\rho_1}, k_{\rho_2}, \dots, k_{\rho_n}$, рослинних домішок $k_{p_1}, k_{p_2}, \dots, k_{p_n}$ і втрат коренеплодів $k_{k_1}, k_{k_2}, \dots, k_{k_n}$ при викопуванні вороху кожним, окремо взятим, вібраційним копачем машини, тобто теоретично обґрунтувати їх різні числові значення для кожного копача практично неможливо (нереально) на даному етапі.

Після відповідного аналізу процесу викопування коренеплодів і спрощень виразів (9) та (10) було одержано математичні моделі визначення секундної подачі W_c викопаного вороху коренеплодів із n рядків, який безпосередньо надходить до еліпсних шнеків доочисника для обох випадків:

$$W_{1c} = \frac{1}{12} n V_p N (1 - k_c) \left\{ \frac{12}{N} (a + 2l \sin \alpha + h_k \operatorname{tg} \beta) [\rho_\rho (1 - k_\rho) h_k + 0,1(Q + 1)(1 - k_p)] - \right. \\ \left. - 4 \operatorname{tg}^2 (\gamma / 2) (1 - k_p) (0,1 h_{\rho_1}^3 + 0,78 h_{\rho_2}^3 + 0,12 h_{\rho_3}^3) + \frac{\pi \rho_k (1 - k_k)}{1 - k_c} \right\} \times \\ \times \left[\begin{array}{l} 0,1 d_{k_1}^2 (L_{k_1} + 0,5 d_{k_1}) + 0,78 d_{k_2}^2 (L_{k_2} + 0,5 d_{k_2}) + \\ + 0,5 d_{k_3}^2 (L_{k_3} + 0,5 d_{k_3}) \end{array} \right]; \quad (1)$$

$$W_{2c} = n V_p (1 - k_c) \left\{ \frac{(a + 2l \sin \alpha + h_k \operatorname{tg} \beta) [\rho_\rho (1 - k_\rho) + 0,1(Q + 1)(1 - k_p)] - \right. \\ \left. - \frac{\pi N}{12(1 - k_c)} (\rho_\rho - \rho_k) (2 - k_\rho - k_k) \right\} \times \\ \times \left[\begin{array}{l} 0,1 d_{k_1}^2 (L_{k_1} + 0,5 d_{k_1}) + 0,78 d_{k_2}^2 (L_{k_2} + 0,5 d_{k_2}) + \\ + 0,12 d_{k_3}^2 (L_{k_3} + 0,5 d_{k_3}) \end{array} \right]. \quad (2)$$

Для проведення подальшого аналізу наведених математичних моделей (1), (2) та з метою їх практичного застосування для проведення оптимізації конструктивно-кінематичних параметрів робочих органів комбінованого доочисника вороху запишемо початкові умови, виходячи при цьому з загальних закономірностей протікання процесу викопування коренеплодів і результатів досліджень, які наведені в роботі [4]:

- приймаємо конструктивні параметри лемешів вібраційних копачів постійними,

тобто $a, l, \alpha, h_k, \beta = const$;

- введемо в залежності (1), (2) коефіцієнт $K_{h\rho}$ [4], який характеризує відношення глибини залягання коренеплоду в ґрунті h_{ρ_j} до його довжини l_{k_j} , тобто $K_{h\rho} = h_{\rho_j} / l_{k_j}$, або $K_{h\rho} = h_{\rho_j} / L_{k_j} - 0,5d_k$.

Тоді залежності (1), (2) набудуть остаточного спрощеного кінцевого вигляду:

- для випадку розташування головки коренеплоду над поверхнею ґрунту, тобто при $K_{h\rho} < 1$

$$W_{1c} = \frac{1}{12} nV_p N (1 - k_c) \left\{ \begin{array}{l} \frac{12}{N} \Phi [\rho_\rho (1 - k_\rho) h_k + 0,1(Q + 1)(1 - k_\rho)] - \\ - 4 \rho_\rho \Gamma K_{h\rho}^3 \operatorname{tg}^2(\gamma / 2)(1 - k_\rho) + P \frac{\pi \rho_k (1 - k_k)}{1 - k_c} \end{array} \right\}; \quad (3)$$

- для випадку, коли головка коренеплоду має форму півсфери, а коренеплід залягає в ґрунті на всю свою довжину L_k , тобто $K_{h\rho} = 1 = L_k$

$$W_{2c} = \frac{1}{12} nV_p N (1 - k_c) \left\{ \begin{array}{l} \frac{12}{N} \Phi [\rho_\rho (1 - k_\rho) + 0,1(Q + 1)(1 - k_\rho)] - \\ - \pi P \left(\frac{\rho_\rho - \rho_k}{1 - k_c} \right) (2 - k_\rho - k_k) \end{array} \right\}, \quad (4)$$

або у загальному реальному випадку, коли головки деякої частини коренеплідів знаходяться над рівнем поверхні ґрунту, а інша частина коренеплідів залягає в ґрунті на всю довжину L_k , математична модель залежності W_c від зміни конструктивних параметрів лемішних копачів, агрофізичних параметрів коренеплідів і умов роботи коренезбиральної машини має вигляд

$$W_c = \frac{1}{12} nV_p N (1 - k_c) \left\{ \begin{array}{l} \frac{12}{N} \Phi \left[\rho_\rho (1 - k_\rho) (\mu h_k + \tau) + \right. \\ \left. + 0,1(Q + 1)(1 - k_\rho) (\mu + \tau) \right] - \\ - 4 \rho_\rho \Gamma K_{h\rho}^3 \mu \operatorname{tg}^2(\gamma / 2)(1 - k_\rho) + \\ \left. + \frac{\pi P}{1 - k_c} \left[\mu \rho_k (1 - k_k) + \right. \right. \\ \left. \left. + \tau (\rho_\rho - \rho_k) (2 - k_\rho - k_k) \right] \right\}, \quad (5)$$

при цьому

$$\left\{ \begin{array}{l} \Phi = a + 2l \sin \alpha + h_k \operatorname{tg} \beta; \\ \Gamma = 0,1(L_{k_1} - 0,5d_{k_1})^3 + 0,78(L_{k_2} - 0,5d_{k_2})^3 + 0,12(L_{k_3} - 0,5d_{k_3})^3; \\ P = 0,1d_{k_1}^2 (L_{k_1} + 0,5d_{k_1}) + 0,78d_{k_2}^2 (L_{k_2} + 0,5d_{k_2}) + 0,12d_{k_3}^2 (L_{k_3} + 0,5d_{k_3}) \end{array} \right. \quad (6)$$

При прийнятих початкових умовах, коли $n = 5$; $N = 6$ шт.; $k_c = 0,5$; $a = 0,07$ м; $l = 0,2$ м; $\alpha = 30^0$; $h_k = 0,09$ м; $\beta = 12^0$ [5]; $\rho_p = 1500$ кг/м³; $\mu = 0,15$; $k_p = 0,3$; $Q = 3,0$ кг/м²; $\gamma = 12^0$; $\tau = 0,85$; $\rho_k = 550$ кг/м²; $k_p = 0,7$; $k_k = 0,015$ [6, 7] побудовано поверхню залежності секундної подачі вороху коренеплодів W_c , який надходить до еліптичних шнеків доочисника від зміни робочої швидкості руху машини V_p та коефіцієнта відношення K_{h_p} глибини залягання коренеплоду в ґрунті h_p до його загальної довжини L_k (рис. 1 а), та її двомірний переріз (рис. 1 б).

На рис. 2 а, б наведено відповідно залежності секундної подачі вороху коренеплодів W_c від зміни робочої швидкості руху машини V_p і коефіцієнта відношення K_{h_p} глибини залягання коренеплоду в ґрунті h_p до його загальної

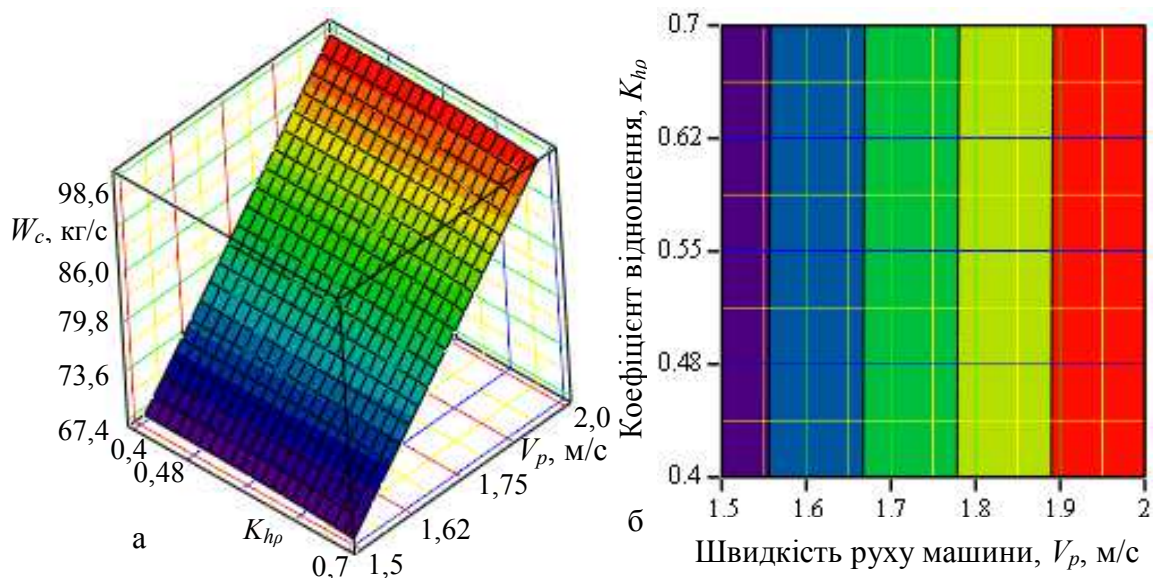


Рисунок 1 - Поверхня залежності секундної подачі вороху коренеплодів від зміни робочої швидкості руху машини і коефіцієнта відношення $K_{h_p} = 0,5$ (а) та її двомірний переріз (б)

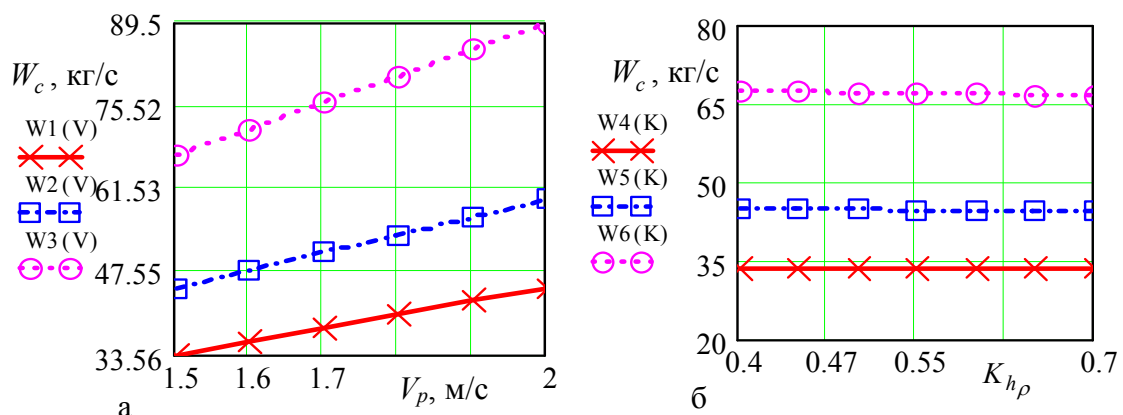


Рисунок 2 - Залежність секундної подачі вороху коренеплодів W_c від зміни швидкості руху машини V_p при $K_{h_p} = 0,5$ (а) та коефіцієнта відношення K_{h_p} при $V_p = 1,5$ м/с (б): W1(V), W4(K) – при збиранні 3-ох рядків коренеплодів; W2(V), W5(K) – при збиранні 4-ох рядків коренеплодів; W3(V), W6(K) – при збиранні 6-ти рядків коренеплодів

довжини L_k при одночасному збиранні 3-ох, 4-ох та 6-ти рядків коренеплодів цукрових буряків.

Аналіз наведених залежностей показує, що зміна секундної подачі вороху коренеплодів W_c залежно від швидкості руху машини V_p та кількості рядків n , які збираються одночасно, носить прямопропорційний характер. Із збільшенням V_p від 1,5 до 2,0 (м/с) секундна подача вороху коренеплодів W_c , який надходить до еліптичних шнеків доочисника при збиранні 6-ти рядків, збільшується з 67,4 до 98,6 (кг/с), тобто приблизно в 1,5 рази (рис. 1). Аналогічна закономірність спостерігається також при збільшенні кількості рядків n , які викопуються одночасно. Наприклад, при одночасному викопуванні 3-ох рядків (рис. 2 а) $W_c = 33,56$ кг/с (пряма W1(V), а при $n = 6$ рядкам $W_c = 89,5$ кг/с (пряма W3(V) при $V_p = 1,5$ м/с, тобто збільшення W_c приблизно 2,7 рази. Зміна коефіцієнта відношення $K_{h\rho}$ суттєво не впливає на зміну W_c (рис. 2 б).

Висновки

Одержана залежність (5) являє собою розрахункову математичну модель, яка характеризує взаємозв'язок зміни секундної подачі викопаного вороху коренеплодів до еліптичних шнеків доочисника або зміни необхідної пропускної здатності доочисника залежно від конструктивних параметрів лемешів вібраційних копачів і агрофізичних характеристик коренеплодів та експлуатаційних умов роботи коренезбиральної машини.

Дана модель є оптимізаційною залежністю в контексті подальшого обґрунтування конструктивно-кінематичних параметрів очисних робочих органів машин для збирання коренеплодів.

Література

1. Булгаков В.М., Лінник М.К., Гурченко О.П. Розрахунок основних параметрів технологічного процесу збирання буряків // Зб. наук. праць Національного аграрного університету „Механізація сільськогосподарського виробництва”. Том VI. – Київ: НАУ, 1999. – С. 220-225.
2. Барановський В.М., Паньків М.Р., Постол О.М., Барановський О.В. Пристрій для відокремлення домішок від коренеплодів. Декл. патент № 7799 (Україна). Опубл. 15.07.2005. Бюл. № 7.
3. Постол О.М., Барановський В.М. До розрахунку пропускної здатності доочисника вороху коренеплодів // Вісник ХНТУСГ. Вип. 59. “Механізація сільськогосподарського виробництва”. – Том 1. – Харків, 2007. – С. 36-41.
4. Виговський А.Ю. Обґрунтування технологічного процесу і параметрів комбінованого очисника вороху кормових буряків. Автореф. дис... на здобуття наук. ступ. канд. тех. наук. – Вінниця. – 2006. – 20 с.
5. Ямков О.В. Обґрунтування параметрів технологічного процесу і робочих органів бурякозбирального агрегату з системним трактором: Дис... канд. техн. наук. – Київ, 2007. – 200 с.
6. Погорельий Л.В., Брей В.В. Физико-механические свойства корней сахарной свеклы в связи с механизацией процессов их уборки // Вісник с.-г. науки. – 1971. – № 3. – С. 31-37.
7. Хеллер К. Потери сахарной свеклы при механизированной уборке // Сельское хозяйство за рубежом: Растениеводство. – 1961. – № 7.

Одержано 01.11.2007 р.