

УДК 631.356.42

В. Барановський, канд. техн. наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ОБГРУНТУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ДИНАМІЧНОГО ЕФЕКТУ РОБОТИ АДАПТОВАНОГО ВИКОПУЮЧОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ

На основі експериментальних досліджень загальної секундної подачі та складових компонентів вороху коренеплодів кормових буряків, який викопується адаптованим викопувально-транспортним комбінованим робочим органом, одержано регресійні залежності зміни розрахункових значень загального коефіцієнта та складових коефіцієнтів динамічного ефекту викопування кормових буряків залежно від параметрів робочого органу та коренеплодів і умов роботи коренезбиральної машини.

Ключові слова: *секундна подача, кормові буряки, коефіцієнт динамічного ефекту, рівняння регресії.*

V. Baranovsky

GROUND OF COEFFICIENT OF DYNAMIC EFFECT OF WORK OF THE ADAPTED DIGGING UP WORKING ORGAN

On the basis of experimental researches of the general second serve and component components the lots of root crops of feed beets, which is dug up adapted digging-up-transport by the combined working organ, regressive dependences of change of calculation values of general coefficient and component coefficients of dynamic effect of excavation of feed beets are got depending on the parameters of working organ.

Key words: *second serve, forage beets, coefficient of dynamic effect, equalization of regression.*

Умовні позначення

АВТКРО - адаптований викопувально-транспортний комбінований робочий орган;

КМ – коренезбиральна машина;

ТТС – транспортно-технологічна система;

K_2 - ступеневий коефіцієнт динамічного ефекту роботи АВТКРО;

W_1, W_2 - відповідно секундна подача вороху, який викопується одним диском і АВТКРО, кг/с;

M_{p1}, M_{k1}, M_{p1} - відповідно маса ґрунту, коренеплодів, рослинних домішок, які викопуються одним диском, кг/с;

M_{p2}, M_{k2}, M_{p2} відповідно маса ґрунту, коренеплодів, рослинних домішок, які викопуються одним АВТКРО, кг/с;

$K_{p1}, K_{p2}, K_{k1}, K_{k2}, K_{p1}, K_{p2}$ - відповідні коефіцієнти, які враховують ступінь зниження надходження складових компонентів домішок АВТКРО відносно диска;

$b_0, b_1, b_2, b_{11}, b_{22}$ - коефіцієнти значень рівняння регресії.

Актуальність питання. Першою операцією, від показників якості роботи якої залежить технологічна ефективність роботи основних ТТС та КМ в цілому, є операція викопування вороху коренеплодів та подальше його транспортування на наступні ТТС. Критеріями відповідності сучасних вимог роботи викопуючих робочих органів КМ, у першу чергу, є показники повноти викопування коренеплодів (втрати), їх пошкодження та масова кількість домішок, які поступають на очисні ТТС [1, 2].

Вихідними даними для оптимізації технологічних показників роботи КМ є початкові показники (значення) секундної подачі викопаного вороху коренеплодів, при цьому на основі розрахунку та аналізу якої регламентують вихідні показники технологічної ефективності роботи подальших ТТС КМ [3, 4].

Одним із радикальних шляхів розробки адаптованих КМ є інтенсифікація процесу викопування коренеплодів із максимальним відокремленням від них ґрунтових

і рослинних домішок за рахунок застосування адаптованих комбінованих робочих органів [5].

Аналіз відомих досліджень. Теоретичний аналіз технологічного процесу викопування коренеплодів АВТКРО та результати експериментальних досліджень секундних подач вороху адаптованим викопувально-транспортним комбінованим робочим органом було розглянуто та проаналізовано у працях [6, 7, 8]. Також на основі аналізу технологічного процесу викопування коренеплодів АВТКРО було теоретично обґрунтовано залежність коефіцієнта динамічного ефекту K_2 [6] роботи АВТКРО від конструктивних параметрів викопуючого робочого органа та умов роботи КМ. Відсутність подальших досліджень технологічної ефективності використання АВТКРО залежно від конструктивно-кінематичних параметрів його робочих органів та умов роботи КМ зумовило проведення даних досліджень.

Мета досліджень. Метою досліджень є подальше удосконалення методів оптимізації технологічних параметрів процесу функціонування адаптованих КМ.

Результати досліджень. У процесі технологічного аналізу роботи АВТКРО було обґрунтовано, що технологічна ефективність роботи АВТКРО характеризується як динамічний процес, який регламентує ступінь зменшення загальної секундної подачі вороху коренеплодів за рахунок часткового видалення складових компонентів домішок вороху коренеплодів (грунту, рослинних залишків), яка відбувається у процесі їх взаємодії з робочими поверхнями приводного вала АВТКРО [6, 9].

Ступінь зменшення загальної секундної подачі вороху коренеплодів було виражено через ступеневий коефіцієнт динамічного ефекту K_2 роботи АВТКРО, тобто

$$K_2 = \frac{W_2}{W_1} = \frac{M_{\rho 2} + M_{k 2} + M_{p 2}}{M_{\rho 1} + M_{k 1} + M_{p 1}} \leq 1, \quad (1)$$

де

$$\left. \begin{aligned} M_{\rho 2} &= M_{\rho 1} K_{\rho 2}; & M_{k 2} &= M_{k 1} K_{k 2}; & M_{p 2} &= M_{p 1} K_{p 2}; \\ M_{\rho 1} &= M_{\rho} K_{\rho 1}; & M_{k 1} &= M_k K_{k 1}; & M_{p 1} &= M_p K_{p 1} \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

або

$$K_2 = \frac{W_2}{W_1} = \frac{M_{\rho 1} K_{\rho 2} + M_{k 1} K_{k 2} + M_{p 1} K_{p 2}}{M_{\rho} K_{\rho 1} + M_k K_{k 1} + M_p K_{p 1}} \leq 1, \quad (3)$$

при цьому дійсні числові значення коефіцієнтів $K_{\rho 1}$, $K_{\rho 2}$, $K_{k 1}$, $K_{k 2}$, $K_{p 1}$, $K_{p 2}$ будуть визначені за результатами обробки експериментальних даних, отриманих при проведенні лабораторно-польових досліджень викопування вороху коренеплодів АВТКРО.

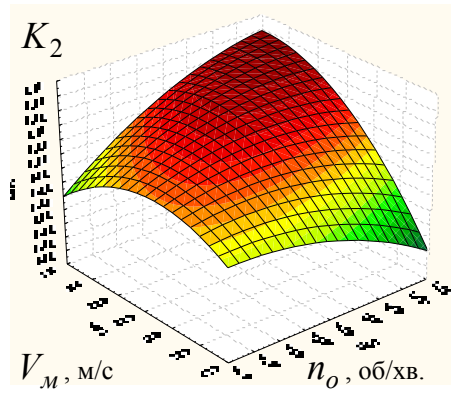
Після проведення експериментальних досліджень викопування вороху коренеплодів АВТКРО і обробки результатів однофакторного експерименту та експерименту типу ПФЕ 2^3 [8] було одержано числові значення загальних секундних подач вороху W_1 , W_2 та його окремих складових компонентів $M_{\rho 1}$, $M_{\rho 2}$, $M_{k 1}$, $M_{k 2}$, $M_{p 1}$, $M_{p 2}$ при викопуванні кормових буряків відповідно одностороннім пасивним сферичним диском та АВТКРО, а також одержано їх рівняння регресії та побудовано їх графічне відтворення.

Дійсні числові значення коефіцієнтів $K_{\rho 1}$, $K_{k 1}$, $K_{p 1}$ було визначено на основі порівняння теоретично-розрахункових даних [6] і даних [8], а значення коефіцієнтів K_2 , $K_{\rho 2}$, $K_{k 2}$, $K_{p 2}$ було визначено на основі порівняння одержаних експериментальних даних [8] та заповнено відповідні графи план-матриці експерименту типу ПФЕ 2^3 , при цьому значення коефіцієнтів визначали за формулами (2).

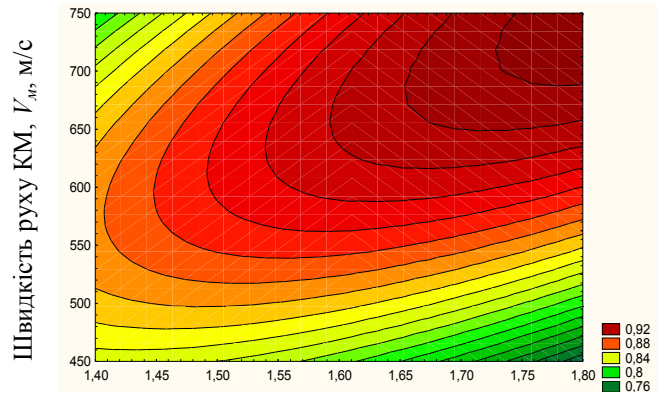
Функцію відгуку, тобто коефіцієнти $K_{\rho 2}$, $K_{k 2}$, $K_{p 2}$, визначені експериментальним шляхом, знаходили у вигляді математичної моделі повного полінома другої степені

$$K_{2i} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2. \quad (4)$$

Характеристика факторів та рівні їх варіювання наведено в [8]. Обробку експериментів провели за відомими методиками з використанням програм «Statistica-6».

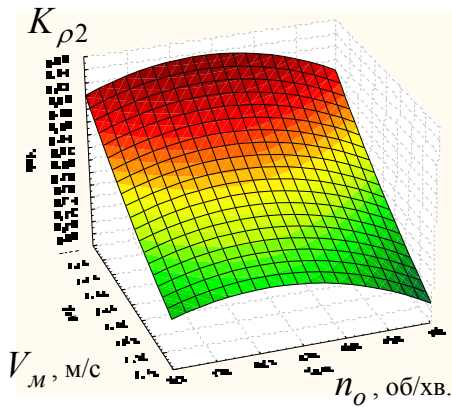


а

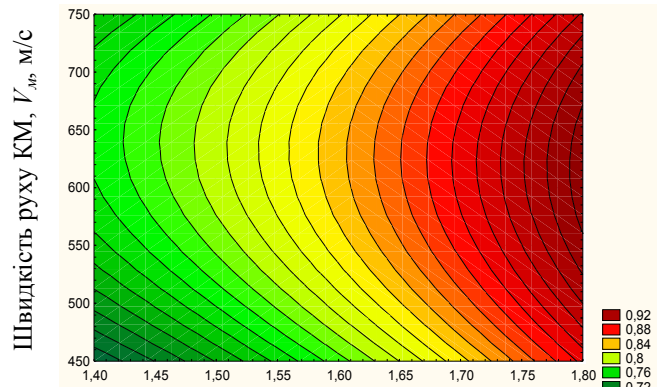


Частота обертання

приводного вала, n_0 , об/хв.

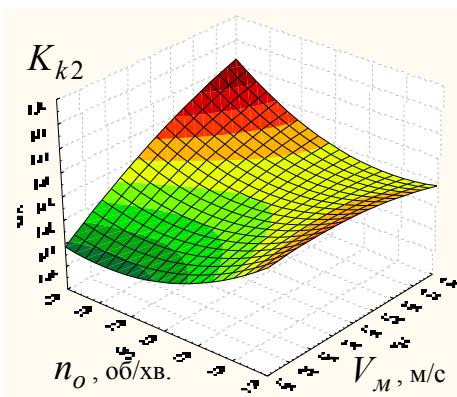


б

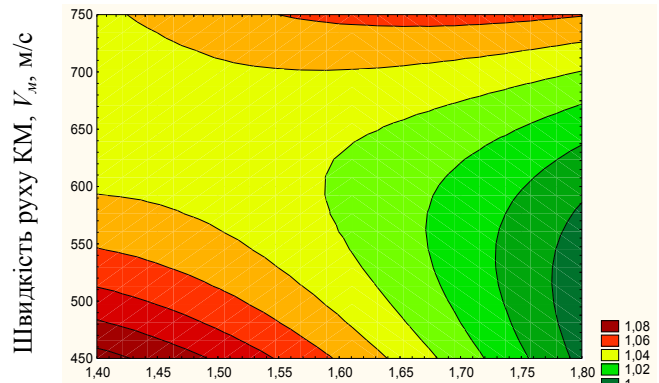


Частота обертання

приводного вала, n_0 , об/хв.

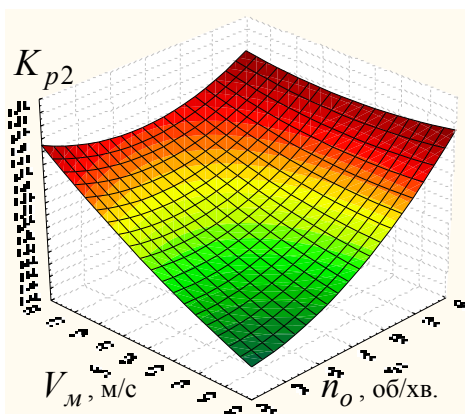


в

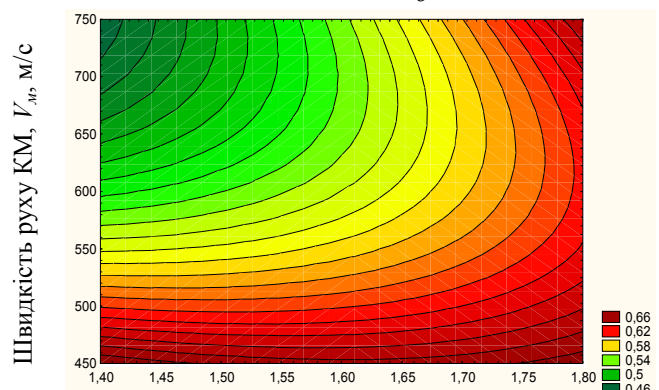


Частота обертання

приводного вала, n_0 , об/хв.



г



Частота обертання

приводного вала, n_0 , об/хв.

Рисунок 1- Поверхня відгуку та її двовірний переріз залежності $K_{2i} = f(V_M, n_0)$

Оцінку статистичної значущості коефіцієнтів рівняння регресії та перевірку адекватності теоретичного розподілу випадкових величин одержаних рівнянь регресії реальному експериментальному масиву проводили за відповідними критеріями Фішера і Стюдента.

Було одержано рівняння регресії зміни коефіцієнтів K_2 , $K_{\rho 2}$, $K_{k 2}$, $K_{p 2}$ у натуральних величинах залежно від швидкості руху V_M КМ та частоти обертання очисного вала n_o :

$$\left. \begin{aligned} K_2 &= 1,04 + 0,02V_M - 0,0007n_o + 0,001V_M n_o - 0,17V_M^2 - 0,96 \cdot 10^{-6} n_o^2; \\ K_{\rho 2} &= 3,85 - 4,38V_M + 0,0002n_o - 0,0002V_M n_o + 1,54V_M^2 - 0,15 \cdot 10^{-6} n_o^2; \\ K_{k 2} &= 1,78 + 0,08V_M - 0,003n_o + 0,0008V_M n_o - 0,21V_M^2 + 0,1 \cdot 10^{-5} n_o^2; \\ K_{p 2} &= 3,68 - 1,96V_M - 0,006n_o + 0,002V_M n_o + 0,38V_M^2 + 0,2 \cdot 10^{-5} n_o^2 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

За результатами експериментальних даних побудовано поверхні відгуку та двомірні перерізи зміни ступеневого коефіцієнта динамічного ефекту K_2 роботи АВТКРО (рис. 1 а), коефіцієнтів $K_{\rho 1}$, $K_{k 1}$, $K_{p 1}$ (відповідно рис. 1 б, в, г) залежно від двох факторів – робочої швидкості руху машини V_M і частоти обертання приводного очисного вала n_o .

Аналіз наведених графічних залежностей (рис. 1 а) показує, що ступеневий коефіцієнт динамічного ефекту K_2 роботи АВТКРО змінюється від 0,72 до 0,86 у межах зміни факторів $1,4 \leq V_M \leq 1,8$ (м/с) та $450 \leq n_o \leq 750$ (об/хв.), тобто загальна секундна подача вороху W_2 АВТОКРО або маса вороху M_2 , яка подається АВТКРО на

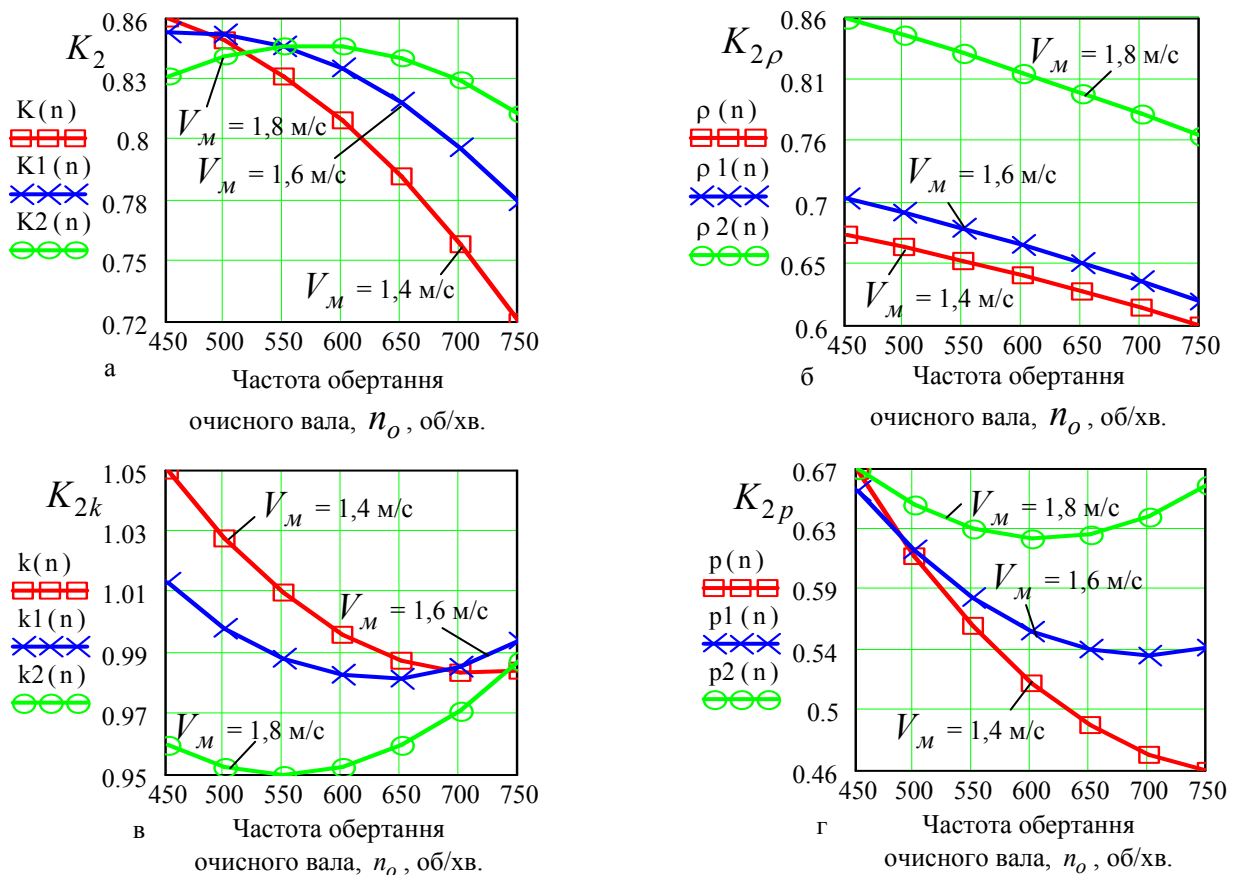


Рисунок 2 – Залежності коефіцієнтів від частоти обертання очисного вала АВТКРО: а – ступеневого коефіцієнта динамічного ефекту роботи АВТКРО; б, в, г – коефіцієнтів, які враховують ступінь зміни надходження відповідно загальних ґрунтових домішок, коренеплодів і загальних рослинних домішок АВТКРО відносно диска

наступні ТТС КМ зменшується від 14 % до 28 % або у 1,14-1,28 рази порівняно з загальною секундною подачею диска W_1 при незначному збільшенні маси коренеплодів M_{k2} (1,08 %, рис. 1 в), тобто незначному зменшенні втрат коренеплодів при їх викопуванні АВТКРО, що також підтверджується залежностями, які наведено на рис. 2 а, в. Мінімальне значення $K_2 = 0,72$, тобто максимальна технологічна ефективність роботи АВТКРО досягається при швидкості руху КМ $V_m = 1,4$ м/с та частоті обертання приводного вала $n_o = 750$ об/хв., рис. 2 а, крива $K(n)$, при цьому зі збільшенням частоти обертання приводного вала n_o ступеневий коефіцієнт динамічного ефекту K_2 та коефіцієнти $K_{\rho 1}$, $K_{\rho 2}$ зменшуються, що призводить до зменшення загальної секундної подачі вороху коренеплодів W_2 та складових компонентів домішок $M_{\rho 2}$, M_{p2} (рис. 1 б, г; рис. 2 б, г). Зменшення секундних подач складових компонентів домішок вороху коренеплодів, тобто загальної секундної подачі ґрунтових і рослинних домішок змінюється від 14 до 40 % (рис. 2 б) та від 37 до 54 % (рис. 2 г).

При робочій швидкості руху КМ $V_m = 1,6-1,8$ м/с, яка встановлена згідно з агротехнічними умови роботи КМ [10] середнє значення K_2 знаходиться у межах 0,83-0,85 при частоті обертання приводного очисного вала $n_o = 600$ об/хв.

Висновки. Таким чином, наведені рівняння регресії (5) характеризують взаємозв'язок технологічної ефективності роботи АВТКРО або зміни ступеневого коефіцієнта динамічного ефекту K_2 , коефіцієнтів роботи АВТКРО та коефіцієнтів $K_{\rho 1}$, $K_{\rho 2}$, що враховують ступінь зниження подачі мас загальних ґрунтових і рослинних домішок, які подаються АВТКРО за 1 с на наступні ТТС КМ залежно від кінематичних параметрів робочого органу та умов роботи КМ.

Одержані позитивні значення K_2 , $K_{\rho 2}$, K_{p2} цілком підтверджують технологічну доцільність застосування приводного вала з очисними елементами у комбінації з одностороннім пасивним сферичним викопуючим робочим органом.

Література

1. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / Л.В. Погорелый, М.В. Татьяна. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.
2. Погорілий М.Л. Технологічні і технічні аспекти вдосконалення бурякозбиральної техніки // Техніка АПК. – 2000. - № 1. – С. 14-18.
3. Барановський В.М. Основні етапи та сучасні тенденції розвитку коренезбиральних машин // Науковий журнал. Вісник ТДТУ, Тернопіль, 2006. Том 11, № 2. – С. 67-75.
4. Булгаков В.М., Лінник М.К., Гурченко О.П. Розрахунок основних параметрів технологічного процесу збирання буряків // Зб. наук. праць НАУ „Механізація сільськогосподарського виробництва”. – Том VI „Теорія і розрахунок сільськогосподарських машин”. – Київ: НАУ, 1999. – С. 220-225.
5. Барановський В.М., Паньків М.Р. Конструктивно-технологічні принципи адаптованого застосування коренезбиральних машин // Зб. наук. праць 1-ої міжн. наук.-практ. конф. “Динаміка, міцність і надійність сільськогосподарських машин”. - ТДТУ, 2004. – С. 192-198.
6. Барановський В.М. Математична модель технологічного процесу викопування коренеплодів // Науковий журнал. Вісник ТДТУ. – Тернопіль, 2007. – Том 12, № 3. – С. 59-69.
7. Барановський В.М., Рамш В.Ю. Оптимізаційні математичні моделі процесу викопування вороху коренеплодів пасивним сферичним диском // Вісник Льв. нац. агр. університету “Агроінженерні дослідження”. – Львів, 2008. – № 12, т. 2. – С. 337-349.
8. Барановський В.М. Результати теоретично-експериментальних досліджень секундної подачі вороху коренеплодів // Вісник ХНТУСГ. – Вип. 75. “Механізація сільськогосподарського виробництва”. – Том 1. – Харків, 2008 – С. 111-120.
9. Барановський В.М. Конструктивно-технологічні принципи застосування адаптивного викопувального робочого органу коренезбиральної машини // Науковий вісник НАУ. Зб. наук. праць, випуск 73, частина 1. - 2004. – С. 249-255.
10. ДСТУ 2258-93. Машини бурякозбиральні. – Київ.: Держстандарт України, 1993. – 18 с.