

Представлены результаты исследований по снижению динамических нагрузок в приводе молотильного барабана зерноуборочного комбайна путем выбора оптимального режима движения на обоих этапах пуска. Определены наиболее благоприятные законы изменения движущего момента и внутреннего момента в упругом элементе привода, обеспечивающих отсутствие колебаний в элементах приводного механизма молотильного барабана в процессе пуска.

Привод, молотильный барабан, движущий момент, внутренний момент, оптимизация.

The results of research on reduction of dynamic loads in threshing drum drive of combine harvester by selecting optimal starting mode in both period of start-up are conducted. The most favorable laws of variation motive moment and internal moment in resilient member of driver, which are ensure lack of oscillation in drive member of mechanism in threshing drum during start-up.

Drive, threshing drum, motive moment, internal moment, optimization.

УДК 631.356.42

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ОЧИСНИКА ВОРОХУ КОРЕНЕПЛОДІВ

В.В. Теслюк, доктор сільськогосподарських наук

У статті наведено одержані результати експериментальних досліджень кількості пройдених коренеплодів до відминальних вальців через зазор між шнеком і робочою гілкою подавального транспортера комбінованого очисника вороху коренеплодів.

Очисник вороху коренеплодів, коренеплоди, шнек, відминальні вальці, діаметр, кутова швидкість обертання.

Постановка проблеми. Для забезпечення інтенсифікації технологічного процесу відокремлення вільних ґрунтових і рослинних домішок від коренеплодів кормових буряків, а також видалення залишків гички з головок коренеплодів методом відминання під час їх механізованого збирання на рівні винаходів

© В.В. Теслюк, 2014

було розроблено конструктивно-компонувальну схему комбінованого очисника вороху викопаних коренеплодів [1, 2].

Особливість технологічного процесу роботи запропонованого очисника вороху коренеплодів (рис. 1) полягає у тому, що одночасно з процесом відокремлення вільних ґрунтових і вільних рослинних домішок від коренеплодів, яка відбувається за рахунок часткового просіювання дрібних домішок через зазори між прутками 2 подавального транспортера 2 та подальшого транспортування не просіяних домішок через зазор H_1 , який утворений між поверхнею робочої гілки транспортера 3 і шнеком 4 та через зазор, який утворений між поверхнею робочої гілки транспортера 3 і нижнім відминальним вальцем 6, відбувається технологічна операція видалення залишків гички з головок коренеплодів методом відминання вальцями 6, які обертаються назустріч один одному [3, 4]. Підвищення технологічної ефективності роботи коренезбиральних збиральних машин, яка полягає у подальшому зменшенні забрудненості вороху коренеплодів домішками є актуальною народногосподарською задачею. Ступінь відокремлення залишків гички на головках коренеплодів залежить у першу чергу від кількості коренеплодів, які будуть проходити під гвинтом через зазор H_1 і надходити в робочу зону відминальних вальців.

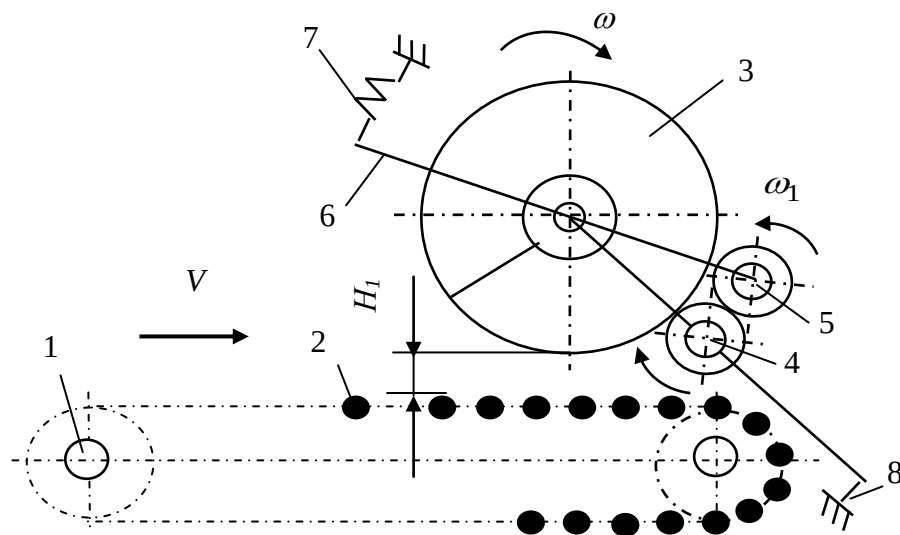


Рис. 1. Конструктивна схема комбінованого очисника вороху коренеплодів, вигляд збоку: 1 – подавальний транспортер; 2 – прутки; 3 – шнек; 4, 5 – відповідно, верхній і нижній відминальні вальці; 6 – важіль; 7 – пружина; 8 – упор.

Аналіз результатів отриманих експериментальних досліджень кількості пройдених коренеплодів до відминальних вальців дозволить оптимізувати раціональні конструктивно-кінематичні

параметри робочих органів очисника, за значень яких кількість пройдених коренеплодів до відминальних вальців буде максимально можливою з одночасним врахуванням інших показників якості його роботи.

Аналіз останніх досліджень. Проведені теоретичні та експериментальні дослідження [5-8] відносилися, як правило до встановлення характеру та закономірностей процесу контактної взаємодії коренеплодів з поверхнями робочих органів комбінованого очисника. Аналіз останніх публікацій показав, що питання дослідження кількості пройдених коренеплодів до відминальних вальців під час технологічного процесу роботи очисника не висвітлено, тобто ґрунтовні дослідження в даному напрямку відсутні, що і зумовило проведення таких експериментальних досліджень.

Мета досліджень – обґрунтування конструктивно-кінематичних параметрів робочих органів очисника на основі аналізу одержаних емпіричних закономірностей кількості пройдених коренеплодів під шнеком до відминальних вальців.

Результати досліджень. Ефективність технологічного процесу роботи комбінованого очисника вороху коренеплодів, окрім відокремлення вільних ґрунтових і рослинних домішок, також значно залежить від ступеня видалення та якості відминання залишків гички з головок коренеплодів кормових буряків. При цьому ступінь видалення залишків гички безпосередньо аргументується відповідною кількістю пройдених коренеплодів $K_n^{(i)}$ під шнеком 3 (рис. 1) через зазор H_1 до відминальних вальців 4, 5 комбінованого очисника вороху.

Для проведення експериментальних досліджень було виготовлено макетні дерев'яні зразки коренеплодів, діаметр яких становив $d_k = 50; 100; 150; 200$ (см). Під час проведення експериментів було демонтовано з установки відминальні вальці 4, 5 (рис. 1) демонтували. Кількість макетних зразків коренеплодів одного діаметра в досліді становила: діаметром 50 і 100 (см) – 20 штук, діаметром 150 і 200 (см) – 10 штук, а під час проведення змішаних дослідів модель вороху була в наступних пропорціях: 50 см – 5 штук; 100 см – 7 штук; 150 см – 6 штук; 200 см – 2 штуки.

Під час проведення змішаних дослідів кількісну пропорційність діаметра коренеплодів моделі вороху визначали виходячи з урожайності та розмірно-масових характеристик кормових буряків. Переміщення макетних зразків коренеплодів до шнека 3 здійснювалося транспортером 1, швидкість руху V якого становила 1,2-1,5-1,8 (м/с). Кутову швидкість шнека ω змінювали від 7,0 до 15,0 (рад/с), крок шнека T становив 0,5 і 0,7 (м). Значення радіального

зазору H_1 між шнеком та робочою гілкою подавального транспортера встановлювали рівною 0, 0,05; 0,1 (м).

На першому етапі дослідження параметра оптимізації, тобто кількості пройдених коренеплодів $K_n^{(i)}$ до відминальних вальців, провели відсіюючи експерименти для виявлення тих факторів, які суттєво не впливають на значення $K_n^{(i)}$, при цьому було встановлено, що діаметр гвинта D практично не вносить суттєвих змін на кількість пройдених коренеплодів $K_n^{(i)}$, коли висота витка шнека h більша за діаметр макетного зразка коренеплоду d_k , тобто $D - d \geq d_k$, де d – діаметр труби барабана шнека. Крім того було встановлено, що з збільшенням кількості заходів шнека z значення $K_n^{(i)}$ пропорційно зменшується. Тому подальші експерименти проводили при $D = 0,6$ м; $h = 0,2$ м і $z = 1$.

Для визначення впливу основних факторів на кількість пройдених коренеплодів $K_n^{(i)}$ до відминальних вальців провели повнофакторний експеримент типу ПФЕ 2^4 , тобто 4-х факторний експеримент на двох рівнях варіювання факторами, при цьому вхідними змінними факторами приймали: швидкість руху подавального транспортера V , який кодували індексом x_1 ; крок гвинта T , який кодували індексом x_2 ; радіальний зазор між шнеком і робочою гілкою подавального транспортера H_1 , який кодували індексом x_3 ; кутову швидкість шнека ω , яку кодували індексом x_4 . Характеристики факторів та їх рівні варіювання наведено у табл. 1.

1. Характеристика факторів та їх рівні варіювання.

Кодоване позначення фактора	Найменування фактора	Рівні фактора
x_1	Швидкість руху транспортера V , м/с	1,2-1,8
x_2	Крок шнека T , м	0,5-0,7
x_3	Зазор між шнеком і транспортером H_1 , м	0-0,1
x_4	Кутова швидкість шнека ω , рад/с	7,0-17,0

Функцію відгуку (параметр оптимізації), тобто кількість пройдених коренеплодів $K_n^{(i)}$ до відминальних вальців, визначених експериментальним шляхом, знаходили у вигляді математичної моделі повного квадратного полінома.

Коефіцієнти рівняння регресії квадратного полінома за результатами обробки експериментальних даних визначали за допомогою пакету прикладної комп'ютерної програми. Мінливість

функції оцінювали стандартним відхиленням, коефіцієнтом чисельної детермінації і кореляції. Адекватність моделі та значимість коефіцієнтів рівняння регресії встановлювали за F -критерієм Фішера та t -критерієм Ст'юдента. За результатами проведеного аналізу одержали кінцеві емпіричні рівняння регресії, які характеризують залежність кількості пройдених коренеплодів K_n до відминальних вальців від зміни чотирьох факторів для окремих конкретизованих величин діаметра коренеплодів:

$$K_n^{(50)} = -57,6 + 63,5V + 1,1H_1 + 10,2\omega - 11,6V^2 - 0,3VH_1 - 0,4\omega^2; \quad (1)$$

$$K_n^{(100)} = -190,8 + 174,2V + 0,9H_1 + 15,8\omega - 56,3V^2 + V\omega - 0,7\omega^2; \quad (2)$$

$$K_n^{(150)} = -91,6 + 100,3V + 0,5H_1 + 6,8\omega - 30,4V^2 - 0,3\omega^2; \quad (3)$$

$$K_n^{(200)} = -60,4 + 42V + 0,1H_1 + 7,4\omega - 12,2V^2 - 0,3\omega^2. \quad (4)$$

Аналіз рівнянь регресії (1-4) показує, що крок шнека T не впливає на значення кількості пройдених коренеплодів $K_n^{(i)}$ до відминальних вальців за відсутністю у них фактора T , тобто коефіцієнти рівнянь регресії при факторі T після перевірки їх значимості за t -критерієм Ст'юдента були не суттєвими і ними знехтували.

Згідно з рівняннями регресії (1-4) побудовано поверхню відгуку та двомірний переріз поверхні відгуку (рис. 2) залежності зміни кількості пройдених коренеплодів $K_n^{(i)}$ до відминальних вальців від швидкості руху транспортера V та кутової швидкості шнека ω у межах варіювання встановленими факторами $1,2 \leq V \leq 1,8$ (м/с), $7 \leq \omega \leq 15$ (рад/с) та значення радіального зазору $H_1 = 0,05$ м.

Аналіз графічних залежностей, які наведено на рис. 2 показує, що максимальне значення кількості пройдених коренеплодів $K_n^{(i)} = \max$ до відминальних вальців становить: для коренеплодів діаметром $d_k = 50$ мм – 84 %; для $d_k = 100$ мм – 52 %; для $d_k = 150$ мм – 30 %; $d_k = 200$ мм – 21 %.

Обґрунтування параметрів комбінованого очисника необхідно проводити із умови максимального значення кількості пройдених коренеплодів $K_n^{(i)}$ конкретизованого діаметра під шнеком до відминальних вальців, тому що від значення критерію $K_n^{(i)}$ прямо пропорційно залежить ступінь відокремлення залишків гички з головок коренеплодів, тобто ступінь зменшення загальних домішок вороху коренеплодів.

Зміна $K_n^{(i)}$ залежно від швидкості руху транспортера V та кутової швидкості шнека ω має наступний характер:
– для коренеплодів $d_k = 50$ мм: за збільшення V від 1,2 до 1,8 (м/с)

та кутової швидкості шнека у межах $7 \leq \omega \leq 13$ (рад/с) кількість пройдених коренеплодів $K_n^{(50)}$ монотонно зростає (рис. 2,а), а максимальне значення досягається за $V = 1,8$ м/с та $\omega \geq 10$ рад/с;

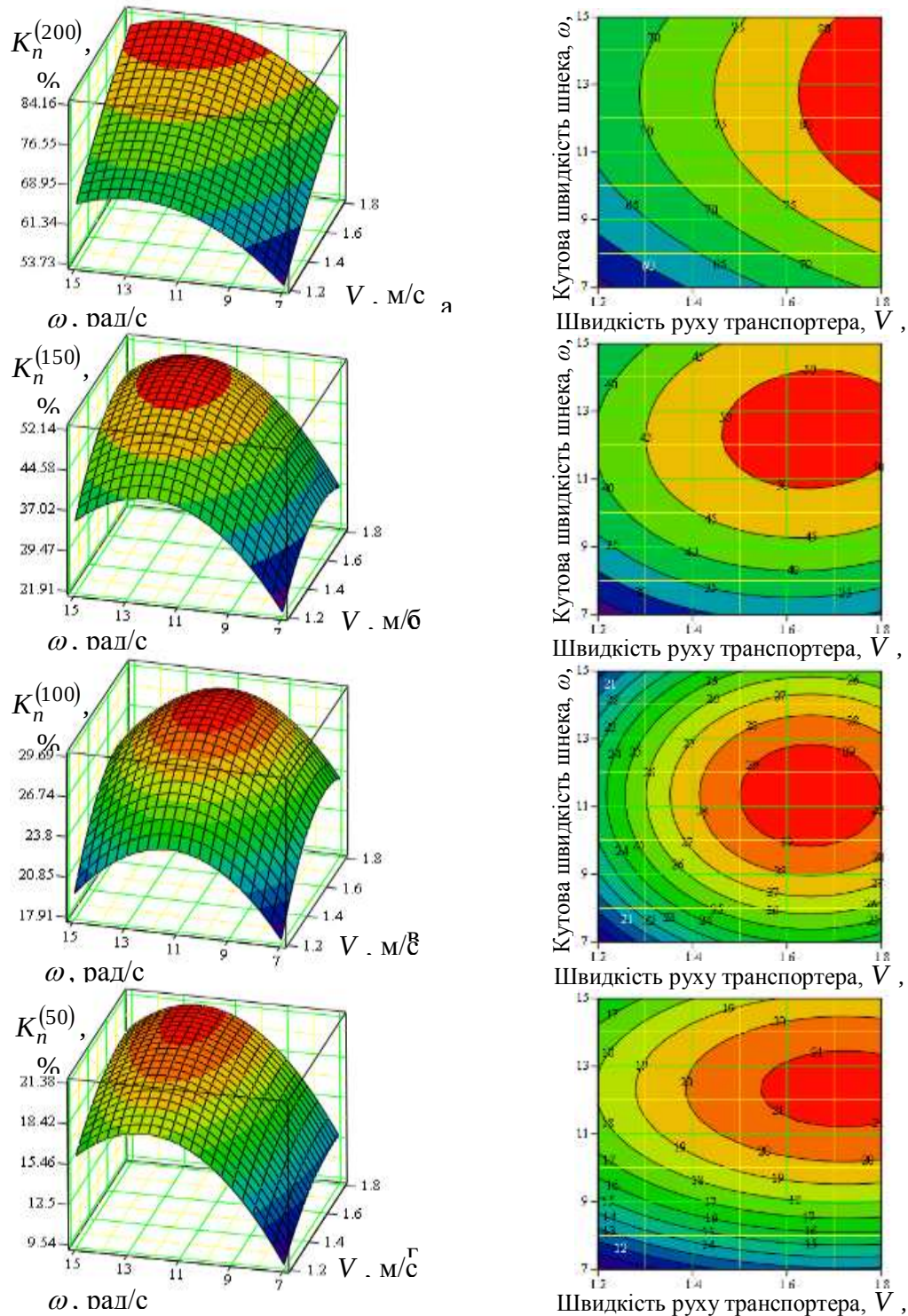


Рис. 2. Залежність кількості пройдених коренеплодів від швидкості руху транспортера V та кутової швидкості шнека ω при $H_1 = 0,05$ м: а, б, в, г – відповідно, для $d_k = 0,05; 0,1; 0,15; 0,2$ (м).

– для коренеплодів $d_k = 100, 150$ і 200 (мм): за збільшення швидкості руху транспортера у межах $1,2 \leq v \leq 1,6$ (м/с) та кутової швидкості шнека у межах $7 \leq \omega \leq 12$ (рад/с) кількість пройдених коренеплодів $K_n^{(100)}$ $K_n^{(150)}$ $K_n^{(200)}$ до відминальних вальців монотонно зростає (рис. 2б, в, г), а максимальне значення для відповідних конкретизованих значень діаметра коренеплодів досягається, відповідно, за $v \geq 1,5$ м/с та меж зміни $11 \leq \omega \leq 14$ рад/с (рис. 2б); за $v \geq 1,5$ м/с та меж зміни $10 \leq \omega \leq 13$ рад/с (рис. 2в); за $v \geq 1,55$ м/с та $11 \leq \omega \leq 13$ рад/с (рис. 2г). Подальше збільшення швидкості руху транспортера v та кутової швидкості шнека ω до максимальних значень призводить до зворотного характеру поведінки $K_n^{(i)}$ – кількість пройдених коренеплодів до відминальних вальців значно зменшується.

У результаті регресійного аналізу рівнянь (1-4) було встановлено, що параметр оптимізації усередненого діаметра коренеплодів приймає максимальне значення за швидкості руху транспортера $v = 1,6$ м/с, кроку гвинта $T = 0,5$ м, радіального зазору $H_1 = 0,1$ м, кутової швидкості гвинта $\omega = 12,0$ рад/с.

Висновок. Таким чином, одержані рівняння регресії (1-4) характеризують зміну кількості пройдених коренеплодів під шнеком до відминальних вальців залежно від основних конструктивно-кінематичних параметрів комбінованого очисника вороху коренеплодів і визначають їх раціональні значення за яких ступінь відокремлення залишків гички з головок коренеплодів буде приймати максимальні значення.

Список літератури

1. Дубровин В. Идентификация процесса разработки адаптированной корнеуборочной машины / Дубровин В., Голуб Г., Барановський В., Теслюк В. // MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. – Lublin-Rzeszow, 2013. – Vol. 15. – № 3. – Р. 243–255.
2. Войтюк Д.Г. Обґрунтування технологічного процесу і параметрів комбінованого очисника вороху кормових буряків : монографія / Д.Г. Войтюк, А.Ю. Виговський, В.М. Барановський, В.В. Теслюк. – К.: Аграр Медіа Груп, 2013. – 226 с.
3. Барановський В.М. Напрямки вдосконалення технологічного процесу видалення залишків гички з головок коренеплодів / В.М. Барановський, В.Б. Онищенко, В.В. Теслюк // Міжвід. темат. наук. зб. Механізація та електрифікація сільського господарства. XIV міжн. наук.-техн. конф. «Сучасні проблеми землеробської механіки», присвячена пам'яті акад. П.М. Василенка. – Глеваха, 2013. – С. 207–213.
4. Барановський В.М. Транспортно-технологічні системи очисних робочих органів адаптованої коренезбиральної машини / В.М. Барановський // Сільськогосподарські машини. – Луцьк: ЛНТУ, 2013. – Вип. 24. – С. 18–28.

5. Гевко Р.Б. Викопувально-очисні пристрої бурякозбиральних машин: конструювання і розрахунок / Р.Б. Гевко. – Тернопіль: Збруч, 1997. – 120 с.
6. Барановський В.М. Вибір параметрів при конструюванні гвинтового конвеєра / Барановський В.М., Соломка В.О., Онищенко В.Б. // Вісник ХДТУСГ. – Х., 2001. – Вип. 8. “Підвищення надійності відновлюємих деталей машин”. – Т. 2. – С. 209–215.
7. Барановський В.М. Конструктивні та кінематичні параметри комбінованого очисника вороху коренеплодів / Барановський В.М., Войтюк Д.Г., Вигovskyкий А.Ю. // Вісник ТДТУ. – Тернопіль, 2002. – Т. 7, № 2. – С. 90–94.
8. Погорелый Л.В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / Л.В. Погорелый, М.В. Татьяна. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.

В статье приведены полученные результаты экспериментальных исследований количества пройденных корнеплодов к отжимальным вальцам через зазор между шнеком и рабочей веткой подающего транспортера комбинированного очистителя вороху корнеплодов.

Очиститель вороху корнеплодов, корнеплоды, шнек, отжимальные вальцы, диаметр, угловая скорость обращения.

In paper the got results of experimental researches of amount of passed root crops are driven to extraction rollers through gap between screw and working branch of giving conveyer of combined purifier to lots of root crops.

Purifier to lots of root crops, root crops, screw, extraction rollers, diameter, angulator of appeal.

УДК 531.396, 534.014.4, 534.015.1

ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ РУХУ ГРЕЙФЕРА, ПІДВІШЕНОГО НА ГНУЧКОМУ ПІДВІСІ, ПРИ ПОВОРОТІ КРАНА

***В.С. Ловейкін, доктор технічних наук
Ю.В. Човнюк, кандидат технічних наук
П.В. Лимар, В.В. Мельниченко, магістри***

Обґрунтовано фізико-механічну модель, що описує можливі типи руху грейфера, підвішеного на гнучкому підвісі, при повороті крана. Для аналізу кінематичних і силових характеристик зазначеного руху використаний метод фазових портретів (класичного і більш високих порядків). Використання отриманих моделей кранів для оптимального управління рухом дозволяє значно підвищити їх продуктивність і надійність.

Модель, рух, вантаж, гнучкий підвіс, поворот, грейфер.

© В.С. Ловейкін, Ю.В. Човнюк, П.В. Лимар, В.В. Мельниченко, 2014