

УДК 631.356.2

DOI 10.36910/6775-2313-5352-2022-20-17

Фльонц І.В. к.т.н., доц, Юрчишин Н.І. викладач методист
ВСП «Бережанський фаховий коледж НУБіП України»

ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКТИВНО СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТЕРА-СЕПАРАТОРА КОРЕНЕПЛОДІВ З ХВИЛЕПОДІБНИМ УТРИМУВАЧЕМ

Проектування нових коренезбиральних комбайнів, а також їх систем доочищення конеплодів повинне спрямовуватись на інтенсифікацію очищення від вороху з одної сторони і зменшення пошкоджень самих коренеплодів. Дотримання цих вимог дозволить зменшити вивезення з поля верхнього родючого шару ґрунту на цукрові заводи і покращення якості самих коренеплодів шляхом зменшення їх пошкоджень, а разом і тим підвищення тривалості зберігання.

Запропонована конструкція є вдосконаленням попереднього варіанта транспортера-сепаратора для коренеплодів (патент № 31875) [5] недоліком якого на нашу думку є те, що транспортер виконує дві функції: транспортування і доочищення коренеплодів, а вдосконалені запропоновані конструкції він виконує лише доочищення. Адже коренеплоди знаходяться у комірках хвилеподібного утримувача і перекидаються з одної в іншу за допомогою різкого вивільнення підпружинених скребків транспортера. В наслідок чого зменшується зусилля на привідному валі транспортера на пасивне переміщення коренеплодів у гору.

У статті приведено вдосконалену конструкцію транспортера-сепаратора коренеплодів з хвилеподібним утримувачем коренеплодів. Представлене теоретичне обґрунтування його раціональних конструктивно-силових параметрів.

Ключові слова: транспортер-сепаратор, доочищення, сепарація.

Постановка проблеми. Під час збирання коренеплодів велика кількість налиплого ґрунту вивозиться з поля, це зумовлено насамперед погодними умовами і ступенем сепарації, який досягається на доочисних системах коренезбиральної техніки. На даний час незважаючи на значну кількість наукових праць присвячених очищенню коренеплодів під час їх збирання, ще досі існує потреба у створенні конструкцій робочих органів для сепарації коренеплодів, що повинні передбачати можливість регулювання інтенсивності впливу на коренеплоди, в залежності від їх врожайності при різних ґрунтово-кліматичних умов під час збирання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Із аналізу праць з даного питання можна зробити висновок, що однією з актуальних тенденцій в розробленні конструкцій та обґрунтуванні конструктивно-кінематичних параметрів очисників коренеплодів є пошук компромісу між ступенем очищення коренеплодів та їх пошкодженням. Так, в працях [1; 2; 3] наведено результати теоретичних і експериментальних досліджень різних типів доочисників коренеплодів в основному використовуються на основі шнекових та пруткових транспортерів. Для встановлення впливу на процес доочищення коренеплодів визначались межі таких раціональних параметрів як частота обертання робочих органів, поступальна швидкість пруткових транспортерів-доочисників, конструктивні та кінематичні параметри коливних скребків, довжина ефективного шляху переміщення коренеплодів в технологічних руслах.

Мета роботи: Встановлення аналітичних залежностей впливу конструктивних параметрів елементів зчеплення кулачка з роликком на величину переміщення полотна транспортера при якому здійснюється їх контакт, а також визначення максимального кута повороту скребків.

Реалізація роботи: Транспортер-сепаратор коренеплодів з хвилеподібним утримувачем коренеплодів (пат. № 117110) [6] зображено на рис. 1-3. Монтується на рамі 1, на якій встановлені ведучий 2 і ведений 3 барабани, на яких змонтоване пруткове полотно 4 із закріпленими на ньому скребками 5. Над транспортером-сепаратором над певній висоті закріплюється хвилеподібний утримувач коренеплодів 6, що кріпиться до рами і має можливість його переміщення перпендикулярно до пруткового полотна. Він виконаний із профільних смуг, які розміщені на певній відстані одна від одної, що дозволяє утримувати коренеплоди у відповідних комірках. Крім цього профільні смуги монтуються із таким зазором, щоб між ними могли вільно проходити пальці скребків. Прутки 7 з певним кроком охоплюють скоби 8, які закріплені до корпусу скребка 5, крім того прутки скобою і внутрішньою вставкою

9 зовнішньої пластини охоплюється із зазором, що дає можливість їх обертання навколо осі прутка. До скребків приєднані ролики привідного механізму 10, що періодично контактують з опорним елементом 11, який розміщується на рамі таким чином, що в момент його виходу з контакту з роликом привідного механізму скребок гарантовано контактує з коренеплодом який розміщується в комірці хвилеподібного утримувача.

Скребки у напрямку руху пруткового полотна підтиснуті пружиною 12, яка іншою стороною опирається на важіль 13, який шарнірно закріплений на прутку транспортера-сепаратора. Переміщення важеля через ролик 14, обмежується упором 15.

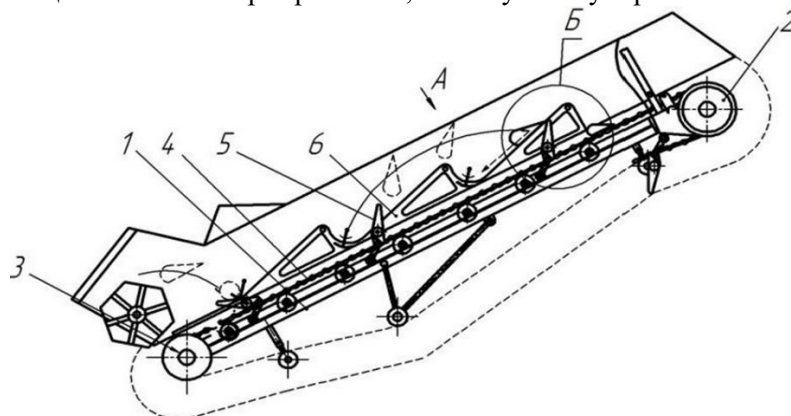


Рис. 1. Транспортер-сепаратор коренеплодів з хвилеподібним утримувачем коренеплодів

A C

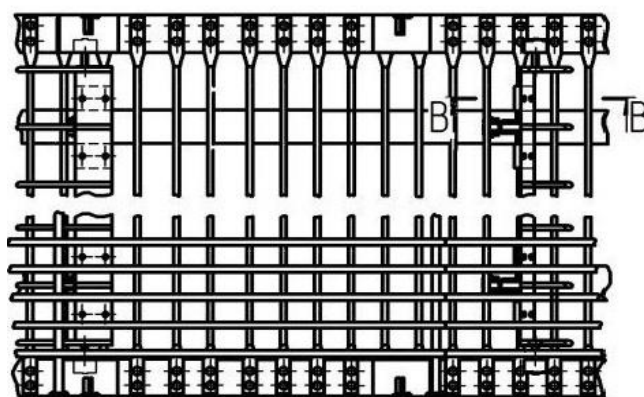


Рис. 2. Видяг А транспортера-сепаратора коренеплодів з хвилеподібним утримувачем коренеплодів

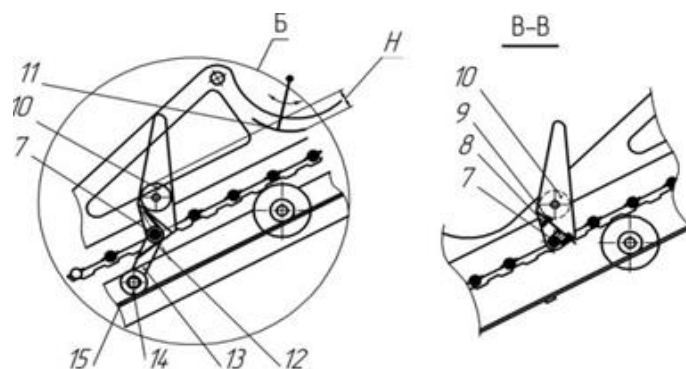


Рис. 3. Привідний механізм скребків вигляд Б та розріз В-В

В процесі роботи коренеплоди потраплятимуть у першу комірку хвилеподібного утримувача. Скребок, який шарнірно закріплений на прутку полотна транспортера-сепаратора рухається у напрямку вивантаження коренеплодів до моменту контакту ролика привідного механізму 10 з опорним елементом 11, за умови наявності перекриття «Н». Це призводить до провертання скребків навколо осі прутка тим самим деформує пружину на певний кут, який визначається величиною перекриття «Н» і положенням виходу із зачеплення ролика привідного механізму відносно опорного елемента. Далі, під дією сили пружини скребки, які в цей момент

вже контактують з коренеплодами розміщеними у перші комірці хвилеподібного утримувача, здійснюють зворотний рух і під дією сил інерції, викидаються у наступну комірку хвилеподібного утримувача. Взаємодія з профілями хвилеподібного утримувача призводить до очищення коренеплодів шляхом їх струшування, а також перекочування у зворотньому напрямку до контакту з коміками утримувача, що також сприятиме додатковому очищенню поверхні коренеплодів від налиплого ґрунту.

Метою теоретичного розрахунку є встановлення аналітичних залежностей впливу конструктивних параметрів елементів зачеплення ролика з кулачком на величину переміщення полотна, при якому здійснюється їх контакт, а також максимального кута повороту скребків перед викиданням коренеплодів на пруткове полотно. Розрахункова схеми зображена на рис. 4

Визначимо початковий кут контакту φ_n між лінією, що з'єднує осі ролика і циліндричної поверхні кулачка та вертикальною площиною, яка проходить через вісь ролика, відносно постійних параметрів радіуса ролика R і радіуса кулачка r , а також регульованої величини перекриття між поверхнею кулачка та ролика Δ

$$\cos \varphi_n = \frac{R - \Delta + r}{R + r},$$

$$\varphi_n = \arccos \left[\frac{R - \Delta + r}{R + r} \right] \quad (1)$$

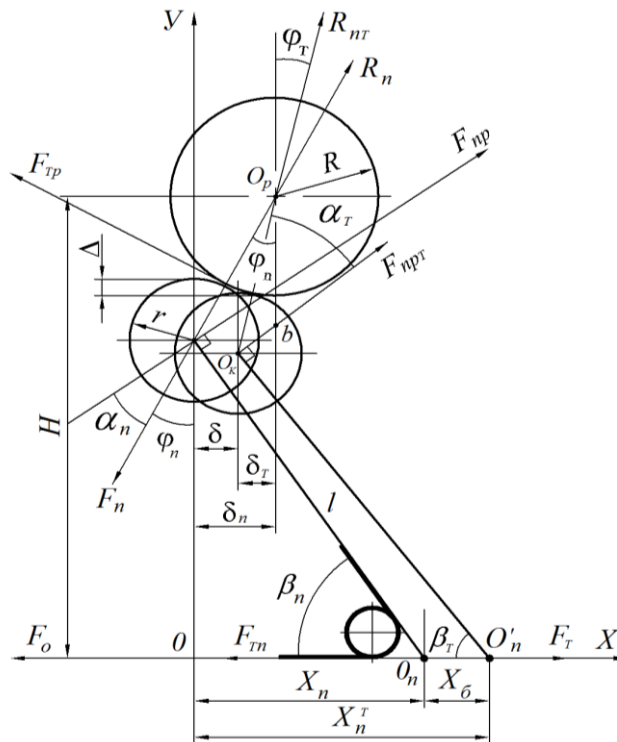


Рис.4. Схема для визначення конструктивних параметрів елементів зачеплення ролика з кулачком скребків полотна

Після чого визначаємо початкову величину кута β_n між лінією, що з'єднує вісь циліндричної поверхні кулачка в вісь прутка, відносно якого відбувається провертання групи скребків, та площиною робочої гілки пруткового полотна OX , з умови

$$(R + r) \cos \varphi_n + l \sin \beta_n = H, \quad (2)$$

де l – довжина важеля, тобто відстань від осі циліндричної поверхні кулачка до осі прутка, H – відстань від осі ролика до площини полотна, яка проходить через осі прутків.

Підставляючи (1) в (2) отримаємо

$$R - \Delta + r + l \sin \beta_n = H$$

$$\beta_n = \arcsin \left(\frac{H - R + \Delta - r}{l} \right), \quad (3)$$

Оскільки величина l є сталою, то визначимо початкове значення відстані X_n від вертикальної осі OY до осі поперечного прутка т. O_n , відносно якого здійснюється провертання кулачка зі скребками

$$X_n = l \cos \beta_n,$$

$$X_n = l \cos \left[\arcsin \left(\frac{H - R + \Delta - r}{l} \right) \right]. \quad (4)$$

Звідки біжуче зміщення полотна X_δ , при якому відбуватиметься контакт кулачка з роликком визначається

$$X_\delta = X_n^T - X_n, \quad (5)$$

де X_n^T – текуче зміщення осі прутка, стосовно якого відбувається провертання групи скребків відносно осі OY .

Величина X_n^T визначається з умови

$$X_n^T = l \cos \beta_T + \delta, \quad (6)$$

де δ - величина зміщення осі циліндричної поверхні кулачка відносно осі OY .

Встановимо залежність для величини β_T

$$(R + r) \cos \varphi_T + l \sin \beta_T = H,$$

$$\beta_T = \arcsin \left[\frac{H - (R + r) \cos \varphi_T}{l} \right], \quad (7)$$

Величина δ визначається з умови

$$\delta = \delta_n - \delta_T = (R + r) \sin \varphi_n - (R + r) \sin \varphi_T = (R + r)(\sin \varphi_n - \sin \varphi_T), \quad (8)$$

Підставляючи (2.7) і (2.8) у (2.6) отримаємо:

$$X_n^T = l \cos \left\{ \arcsin \left[\frac{H - (R + r) \cos \varphi_T}{l} \right] \right\} + (R + r)(\sin \varphi_n - \sin \varphi_T) \quad (9)$$

Таким чином в загальному випадку величина X_δ визначається з умови

$$X_\delta = l \cos \left\{ \arcsin \left[\frac{H - (R + r) \cos \varphi_T}{l} \right] \right\} +$$

$$+ (R + r)(\sin \varphi_n - \sin \varphi_T) - l \cos \left\{ \arcsin \left[\frac{H - R + \Delta - r}{l} \right] \right\} \quad (10)$$

При цьому значення кута φ_n встановлюється з умови (2.1), а величина кута φ_T задається в межах від φ_n до 0° .

Максимальна величина кута повороту скребків відносно осі прутка полотна транспортера визначається з умови

$$\beta_{\max}^{\text{ноє}} = \beta_n - \beta_{\min}^T, \quad (11)$$

де β_{\min}^T - мінімальне значення кута β при $\varphi_T = 0^\circ$.

З урахуванням (2.3) і (2.7) отримаємо

$$\beta_{\max}^{\text{ноє}} = \arcsin \left(\frac{H - R + \Delta - r}{l} \right) - \arcsin \left(\frac{H - (R + r)}{l} \right) \quad (12)$$

Враховуючи реальні конструктивні параметри типових скребкових пруткових транспортерів коренезбиральних машин при проведенні аналізу вище виведених формул величину l доцільно вибрати в межах $l = [l_{\min} = H - R + \Delta - r; l_{\max} = H - R + \Delta - r + 6\text{мм}]$.

В першому випадку центральна вісь циліндричної поверхні кулачка розташована в одній площині з віссю прутка, відносно якого відбувається провертання групи скребків (тобто важіль розташований вертикально). В другому випадку, враховуючи відстань між центрами сусідніх прутків, яка рівна 40мм, центральна вісь циліндричної поверхні кулачка максимально зміщена від осі прутка, відносно якого відбувається провертання групи скребків в сторону проти напрямку руху полотна.

Виходячи з реальних геометричних розмірів елементів скребкових транспортерів при аналізі залежностей конструктивним параметром доцільно надавати такі значення $R = 20...40$ мм; $r = 10...16$ мм; $\Delta = 4...10$ мм; $H = 60...100$ мм. При цьому, при дослідженні впливу одного з конструктивних параметрів на шукані величини, інші залишаються незмінними і їх абсолютні значення становлять: $R = 30$ мм; $r = 13$ мм; $\Delta = 7$ мм; $H = 80$ мм.

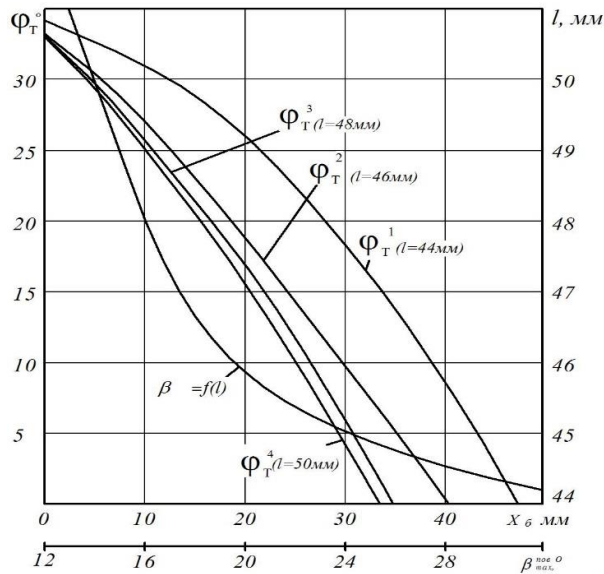


Рис.5. Залежності біжучого зміщення полотна X_b , при якому відбувається контакт кулачка з роликком відносно текучого кута Φ_T , а також максимального повороту скребоків $\beta_{max}^{нов} = f(l)$.

На рис.5 зображено графічні залежності біжучого значення переміщення полотна X_b , при якому відбувається контакт кулачка з роликком відносно текучого кута їх контакту Φ_T , а також максимального кута повороту скребоків $\beta_{max}^{нов} = f(l)$. З їх аналізу встановлено, що збільшення величини l в діапазоні від 44 до 50 мм призводить до зменшення величини X_b на 41%. Особливо різке падіння величини X_b спостерігається в початковий момент β_n від 90° (коли вісь циліндричної поверхні ролика та вісь прутка, відносно якого відбувається провертання скребоків, знаходяться у вертикальній площині) в сторону зменшення.

Також встановлено, що максимальний кут повороту скребоків відносно основи полотна $\beta_{max}^{нов}$ спостерігається при $\beta_n = 90^\circ$, а зростання величини l спричиняє зменшення його величини.

Даний фактор необхідно враховувати при підборі жорсткості пружин, які підтискають скребки очисного транспортера та кута його нахилу до горизонту.

Зазначимо, що підбір параметрів пружних елементів потрібно проводити з урахуванням врожайності коренеплодів, поступальної швидкості як самої коренезбиральної машини, так і лінійної швидкості скребкового полотна. Це дозволить встановити розрахункову масу коренеплодів, які транспортуються окремою групою скребоків перед їх викиданням на решітчасту поверхню полотна для доочищення. В той же час зміщення ролика відносно осі OY дозволяє регулювати величину його перекриття Δ з циліндричною поверхнею кулачка і відповідно максимальний кут повороту скребоків.

Висновки

На основі проведеного аналізу існуючих сепаруючих транспортерів та виявлених недоліків запропонована вдосконалена конструкція транспортера-сепаратора коренеплодів з хвилеподібним утримувачем.

Виведені аналітичні залежності впливу конструктивних параметрів елементів зачеплення кулачка з роликком на величину переміщення полотна, при якому здійснюється їх контакт, а також визначено максимальний кут повороту скребоків.

Визначено раціональні конструктивні параметри елементів зчеплення групи коливних скребоків.

Інформаційні джерела

1.Гевко Р.Б. Системи доочищення коренеплодів при їх механізованому збиранні: монографія / Р.Б. Гевко, І.Г. Ткаченко, Р.М. Рогатинський, С.В. Синій, Ю.Б. Гладь, В.В. Градовий. Тернопіль: Осадца Ю.В., 2020. – 216 с.

2.Nevko R.B., Tkachenko I.G., Khomyk N.I., Gumeniuk Y.P., Flonts I.V., Gumeniuk O.O. Determination of technical-and-economic indices of root crop conveyer-separator during their motion on curved path. INMATEH: Agricultural engineering. 2020. Vol. 61, no. 2. PP. 175 – 182. Bucharest/Romania.

3.Барановський В. Основні етапи та загальні принципи сучасних тенденцій розвитку коренезбиральних машин / В. Барановський // Вісник ТДТУ. – Тернопіль, 2006.- Т.11, №2. – С.67–75.2.

4.Гевко Р. Б. Розрахунок конструктивно-кінематичних параметрів стрічкового транспортера-очисника / Р. Б. Гевко, І. І. Павх, Ю. Б. Гладь, І. Г. Ткаченко // Сільськогосподарські машини. Зб. наук. ст. – Випуск 5. – Луцьк: Ред-вид. відділ ЛДТУ, 1999. – С. 46–53.

5.Патент України на корисну модель Транспортер-сепаратор для коренебульбо-плодів № 31875 Україна. МПК (2006)A01D 17/00. u200715031, заявл. 29.12.2007, опубл. 10.04.2008, бюл. № 7

6.Патент України на корисну модель Транспортер-сепаратор коренеплодів з хвилеподібним утримувачем коренеплодів №117110, МПК (2006), A01D 91/00, A01D 90/00u201701009; заявл. 03.02.2017; опубл. 12.06.2017, бюл. № 11.

I.Flonts Ph. D., N. Yurchyshyn, Methodist teacher

Separated subdivision of National university of life and environmental sciences of ukraine Berezhany professional college

DETERMINATION OF THE STRUCTURAL AND STRENGTH PARAMETERS OF THE TRANSPORTER-SEPARATOR OF ROOT FRUITS WITH A WAVE-SHAPED HOLDER

The design of new root-harvesting combines, as well as their post-cleaning systems, should be aimed at intensifying the cleaning of plant residues and reducing damage to the root crops themselves. Compliance with these requirements will reduce the removal of the top fertile soil layer from the field to sugar factories and improve the quality of the root crops themselves by reducing their damage, and at the same time increasing the duration of storage.

The proposed design is an improvement of the previous version of the transporter-separator for root crops (patent No. 31875), the disadvantage of which, in our opinion, is that the transporter performs two functions: transportation and cleaning of root crops, while the improved proposed design performs only cleaning. After all, the root crops are in the cells of the wave-shaped holder and are thrown from one to another with the help of a sharp release of the spring-loaded scrapers of the conveyor. As a result, the effort on the drive shaft of the conveyor to passively move root crops uphill is reduced.

The article presents an improved design of the transporter-separator of root crops with a wave-shaped root crop holder. The theoretical justification of its rational design and strength parameters is presented.

Key words: conveyor-separator, additional purification, separation.