

## ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЗАЄМОДІЇ ҐРУНТОВОЇ СТРУЖКИ З НАПРАВЛЯЮЧИМ КОЖУХОМ ФРЕЗЕРНОГО МОДУЛЯ

**B. Blashchak, postgraduate student; A. Babii, Dr., Prof.; I. Vovk, postgraduate student  
DETERMINATION OF THE INTERACTION PARAMETERS BETWEEN SOIL CHIP  
FLOW AND THE GUIDE CASING OF THE MILLING MODULE**

Підвищення ефективності та якості процесів механізованої посадки картоплі залишається одним із актуальних напрямів розвитку сільськогосподарського машинобудування. Особливої уваги потребують технології, орієнтовані на дрібні фермерські та приватні господарства, де рівень механізації залишається недостатнім, що негативно впливає на продуктивність і врожайність. Смугове фрезерування ґрунту при одночасній посадці картоплі є перспективним способом підготовки ґрунту, оскільки забезпечує необхідну грудкуватість та дозволяє поєднати декілька технологічних операцій в одному агрегаті. Одним із ключових етапів цього процесу є первинне присипання насіння ґрунтовою стружкою, що формується ножами фрезерного барабана.

Метою представленої роботи є розробити й науково обґрунтувати кінематичну модель руху ґрунтової стружки та її взаємодію з направляючим кожухом для забезпечення цільового присипання насіння картоплі у борозні.

У роботі представлено кінематичну модель фрезерного ножа складної Г-подібної форми, який складається з декількох ділянок, та розглянуто траєкторію руху точок леза відносно ґрунту. Радіус барабана  $R$ , кутова швидкість  $\omega_b$  та поступальна швидкість машини  $V_m$  створюють систему параметрів, що визначають абсолютний рух ножа. Координати довільної точки різальної кромки задаються параметрично:

$$\begin{cases} x(t) = x_0(t) + (L_1 \cos \beta_1 + L_2 \cos \beta_2 + L_3 \cos \beta_3) \cos \omega_b t; \\ y(t) = y_0 + (L_1 \cos \beta_1 + L_2 \cos \beta_2 + L_3 \cos \beta) \sin \omega_b t, \end{cases} \quad (1)$$

де  $\omega_b t$  – кут, що визначає положення точки ножа на барабані, який відраховується відносно горизонтальної осі декартової системи координат;

$L_1 \cos \beta_1, L_2 \cos \beta_2, L_3 \cos \beta_3$  – проєкції ділянок ножа на радіус барабана  $R$ , що сполучає розглядувану точку ножа з віссю обертання.

Опускаючи проміжні викладки, поетапно було знайдено швидкості крайніх точок ножів фрези, які виражені відповідними складовими –  $\dot{x}(t)$ ,  $\dot{y}(t)$ , складові траєкторії польоту ґрунтової стружки –  $x_\alpha(t)$ ,  $y_\alpha(t)$  та  $x_{0\alpha}$ ,  $y_{0\alpha}$  – координати та кут  $\alpha$ , вильоту частинки ґрунтової стружки, а також її початкову швидкість –  $\mathcal{G}_{0\alpha}$ .

Проаналізовано умови та знайдемо точку співударення частинки, що рухається параболічною траєкторією з кожухом заданої кривизни:

$$\begin{cases} x_\alpha(t) = x_{0\alpha} + \mathcal{G}_{0\alpha} \cdot \cos \alpha \cdot t; \\ y_\alpha(t) = y_{0\alpha} + \mathcal{G}_{0\alpha} \cdot \sin \alpha \cdot t - 0,5gt^2; \\ y(t) = f(x(t)). \end{cases} \quad (2)$$

На основі системи (2) отримано нелінійне рівняння відносно часу  $t$

$$y_{0\alpha} + \mathcal{G}_{0\alpha} \cdot \sin \alpha \cdot t - 0,5gt^2 = f(x_{0\alpha} + \mathcal{G}_{0\alpha} \cdot \cos \alpha \cdot t). \quad (3)$$

Розв'язання даного рівняння доцільно виконувати чисельними методами, проте перед цим необхідно визначити аналітичний опис кривої, що характеризує контур кожуха. Найбільш раціональним підходом є використання поліноміальної апроксимації, зокрема

полінома третього порядку

$$y(t) = f(a_3x(t)^3 + a_2x(t)^2 + a_1x(t) + a_0), \quad (4)$$

де  $a_i$  – коефіцієнти, що дозволяють забезпечити задану кривизну на визначених ділянках поліноміальної кривої ( $i = 0...3$ ).

Результатом розв'язку є побудова крива форми кожуха, що перетинається з траєкторіями польоту частинок ґрунту, рис. 1.

Аналіз побудованих траєкторій руху частинок (рис. 1) показує, що їх шлях до моменту контакту з поверхнею кожуха є майже лінійним. Виходячи з цього, а також спираючись на залежність (4), у першому наближенні можливо сформувавши геометрію кожуха таким чином, щоб забезпечити спрямоване переміщення ґрунтової стружки у задану цільову область (рис. 1).

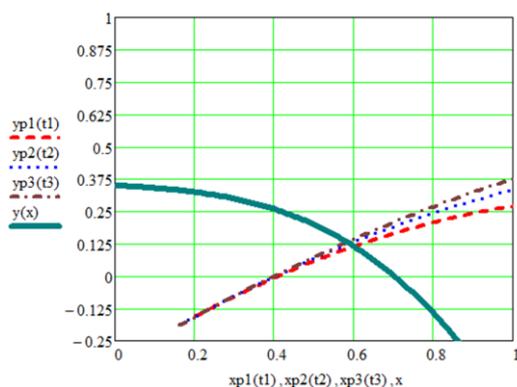


Рисунок 1. Графічні залежності для дослідження форми кожуха

На рис. 1 пунктирною, утвореною крапками та штрихпунктирною лініями наведено траєкторії руху ґрунтових частинок, суцільною потовщеною кривою подано геометричний контур направляючого кожуха.

Аналітична форма цієї кривої описується таким виразом

$$y(x) = -0,78x^3 - 0,034x^2 - 0,089x + 0,35. \quad (5)$$

Чисельний аналіз показав, що застосування раціональної форми кожуха дозволяє: забезпечити спрямування до 85–92% ґрунтової стружки у цільову зону; унеможливити повернення частинок у зону фрезерування; забезпечити стабільність процесу при зміні частоти обертання

фрезерного барабана в межах 230–300 об/хв.

### Література

1. Babii A., Vlashchak V. (2025) Study of the performance efficiency parameters of a potato planting machine. *Scientific Journal of TNTU (Tern.)*, vol 118, no 2, pp. 117–127.
2. Бабій А.В., Блащак Б.О., Бабій М.В., Долінська І.Я. Опорно-привідне колесо змінного діаметра. Патент на корисну модель 160993, Україна. МПК А01С 19/04 (2006.01). № у 2025 00183; заявл. 16.01.2025; опубл. 9.10.2025, Бюл. № 44.
3. Бабій А.В., Блащак Б.О., Валяшек В.Б. Спосіб закладання насіння картоплі при посадці. Патент на корисну модель 158112, Україна. МПК А01С 23/02 (2006.01). № у 2024 01975; заявл. 15.04.2024; опубл. 01.01.2025, Бюл. 1.
4. Блащак Б.О. Бабій А.В. Спосіб утворення борозенки та зароблення насіння картоплі при гребневому способі посадки. *Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей XII міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 6-7 грудня 2023) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2023. С. 94-95.*
5. Блащак Б.О., Бабій А.В. Багатофункціональна мінікартоплепосадочна машина. *Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 19-21 квітня 2023 р. Кропивницький : ЦНТУ, 2023. С.155.*
6. Блащак Б.О., Бабій А.В. Дослідження ефективності роботи картоплепосадочних апаратів. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики». Тернопіль 29-30 вересня 2022. С.68-69.*

7. Блащак Б.О., Бабій А.В. Обґрунтування окремих конструктивно технологічних параметрів картоплепосадочної машини. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2024. Вип. 10(41), ч.І. С.192-199.*

УДК 664.001.57

**А. Д. Бобков**

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

## **ВИКОРИСТАННЯ ШНЕКІВ ЗІ ЗМІННИМ КРОКОМ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ШТУЧНИХ ВАНТАЖІВ**

**A. D. Bobkov**

### **USE OF VARIABLE-PITCH SCREWS IN THE FOOD INDUSTRY FOR THE TRANSPORTATION OF DISCRETE LOADS**

У харчовій промисловості (наприклад, розлив напоїв, фасування харчової продукції у пляшки, банках чи інших одиницях) дедалі частіше виникає задача транспортування штучних вантажів (одиниць) — не сипучих матеріалів, а конкретних пакувань чи пляшок. Для таких завдань важливі не тільки швидкість і надійність, але й акуратність, мінімум пошкоджень, точне дозування і контрольоване розміщення [1].

Одним із нестандартних технічних рішень для таких задач може бути застосування шнекових механізмів із змінним (мінім) кроком витків (тобто відстанню між витками гвинтової лінії, що змінюється вздовж довжини шнека) [2].

Змінний крок витків у таких шнеках може бути застосований таким чином:

- на вході до шнека (дозатор, накопичувач) — більший крок витка, щоб прийняти групу одиниць без стискання або зіткнення;
- у проміжній зоні — поступове зменшення кроку витка, що створює щільнішу подачу одиниць, вирівнює їхній інтервал, дозволяє впорядкувати потік;
- біля виходу — можлива подальша трансформація: зменшення кроку для ущільнення, або, навпаки, збільшення кроку для розведення одиниць перед фасувальним чи пакувальним процесом.

Переваги такого підходу для транспортування штучних вантажів у харчовій промисловості:

- контроль інтервалу між одиницями — зменшення ризику зіткнень, перегрівання, пошкодження пляшок чи упаковок;
- більш рівномірна подача до наступного етапу (наприклад, в автоматичну лінію пакування) — зменшення простоїв або накопичення;
- можливість адаптації до різних форм і розмірів одиниць: змінюючи геометрію кроку витка, можна оптимізувати рух пляшок, банок або інших одиниць;
- підвищення продуктивності лінії — за рахунок зменшення “мертвих зон” та збільшення ефективної швидкості подачі.

Особливості конструкції та технологічні вимоги у цьому контексті:

- матеріали конструкції — харчова нержавіюча сталь, гладкі поверхні, мінімум затримок накопичення продукту чи упаковки (що важливо для гігієни та легкого очищення);
- конструктивно: корпус шнеку має бути відповідного розміру, щоб одиниці могли вільно рухатись, але не мали надмірної свободи — для контролю руху. Геометрія витків має бути розрахована з урахуванням діаметру одиниць, їх висоти, ваги, характеру упаковки.