

ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ КРУГЛИХ КОРЕНЕПЛОДІВ СТОЛОВОГО БУРЯКА У СПІРАЛЬНОМУ ВІБРАЦІЙНОМУ ОЧИСНИКУ

Adolfs Rucins¹, д.т.н.,
Ігнат'єв Євген², к.т.н.,
Снитко М.В.²

¹*Latvia University of Life Sciences and Technologies*

²*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного*

Постановка проблеми. Однією з найактуальніших задач технологічного процесу виробництва столового буряка є очищення коренеплодів від прилиплої ґрунту, домішок і рослинних решток після збирання. У роботі подано результати теоретичного дослідження руху круглих коренеплодів буряка в каналі нового спірального вібраційного очисника. Розроблено математичну модель руху коренеплоду уздовж робочої поверхні спіралі, складено систему диференціальних рівнянь, що описує взаємодію коренеплоду зі спіральними витками під час транспортування і очищення. Встановлено закономірності впливу конструктивних і кінематичних параметрів очисника на швидкість переміщення та час перебування коренеплоду у робочому каналі, що дозволяє розрахунково визначати раціональні режими роботи та підвищувати якість очищення. Столовий буряк є важливою харчовою культурою, що характеризується високим вмістом поживних речовин і здатністю тривалого зберігання. При механізованому збиранні основною проблемою залишається ефективне очищення коренеплодів від грудок ґрунту та рослинних залишків. Традиційні очисники не завжди забезпечують належну якість очищення при збереженні цілісності поверхні буряка, особливо при круглій формі коренеплодів. У зв'язку з цим авторами розроблено новий спіральний вібраційний очисник, що використовує обертові консольні пружини у вигляді спіралей, здатних одночасно транспортувати й очищувати буряк за рахунок вібрацій і взаємодії з двома точками контакту на поверхні коренеплоду.

Матеріали та методи. Під час моделювання процесу руху коренеплоду в робочому каналі враховувались геометричні параметри спіралей, кут нахилу, крок навивки, частота обертання та амплітуда коливань. Розроблена еквівалентна схема взаємодії круглих коренеплодів зі спіральними витками дозволила записати систему рівнянь руху у векторній формі з урахуванням нормальних реакцій, сил тертя та вібраційних зусиль.

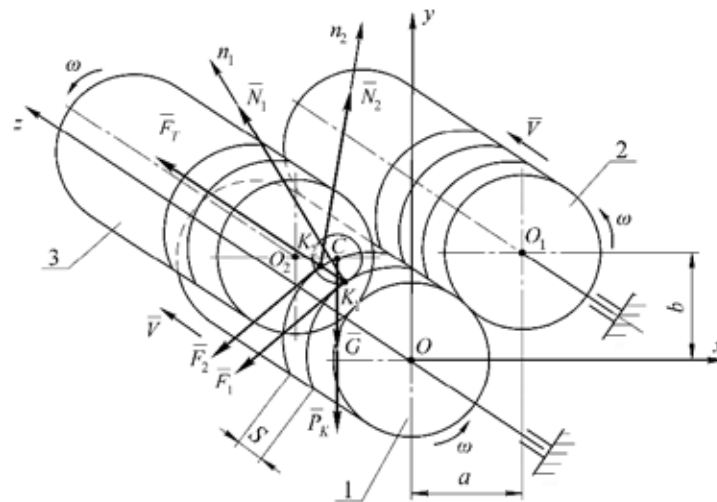


Рис. 1. Еквівалентна схема взаємодії буряка зі спіралями

Для опису траєкторії руху використано параметричні рівняння гвинтової лінії. Після підстановки отриманих напрямних косинусів у систему рівнянь було отримано узагальнену систему диференціальних рівнянь у параметричній формі, що описує рух коренеплоду під дією сил спіралі. Чисельне інтегрування цієї системи виконано на ПК із використанням програмного пакета для інженерних розрахунків, що дозволило отримати залежності переміщення та швидкості руху буряка від часу.

Результати досліджень. У результаті розв'язання системи диференціальних рівнянь побудовано графіки зміни координат і швидкості руху коренеплоду за часом при різних кутових швидкостях обертання спіралей (15–45 рад/с).

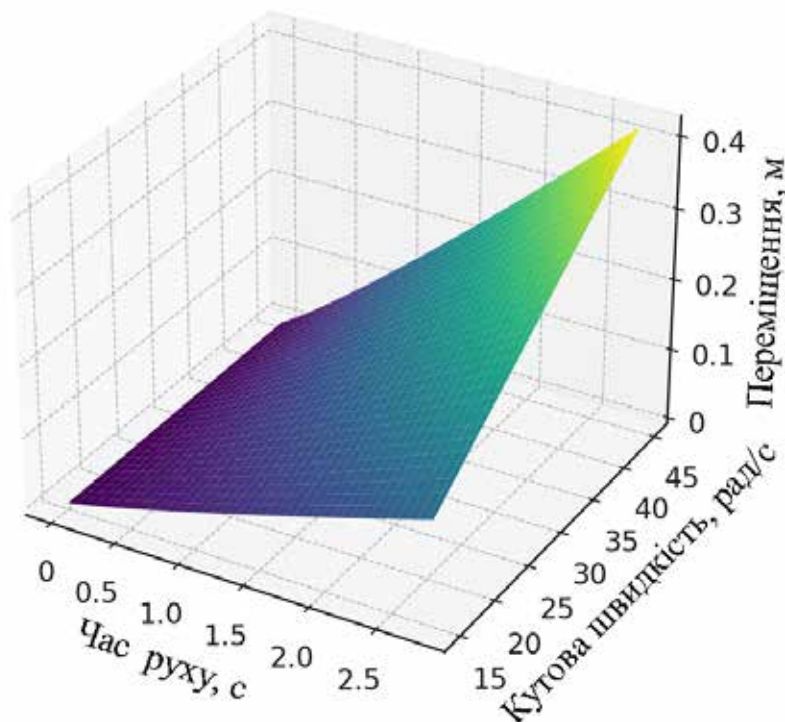


Рис. 2. Графік переміщення коренеплоду вздовж спіралі за часом

Встановлено, що зі збільшенням частоти обертання витків спіралі від 15 до 45 рад/с час перебування круглих коренеплодів на робочій довжині 0,5 м зменшується від 2,6 до 0,88 с, а швидкість їх переміщення збільшується від 0,19 до 0,57 м/с. Для порівняння проведено розрахунки руху овально-циліндричних коренеплодів, які контактують із витками у чотирьох точках, їх швидкість на 15–20 % більша за рахунок впливу двох спіралей одночасно.

Таким чином, круглі коренеплоди мають більш плавний характер руху, що зменшує ймовірність ударних навантажень і пошкодження поверхні, але вимагає підвищення частоти коливань для досягнення аналогічної продуктивності очищення.

Висновки. Розроблено математичну модель руху круглих коренеплодів столового буряка у спіральному вібраційному очиснику, що описує взаємодію з двома точками контакту на витках спіралі. Отримана система диференціальних рівнянь дозволяє розрахунковим шляхом визначати раціональні конструктивні параметри та кінематичні режими роботи очисника. Визначено, що підвищення частоти обертання спіралей зменшує час перебування буряка на робочій поверхні та підвищує швидкість транспортування, що сприяє інтенсифікації процесу очищення. Запропонована модель може бути використана для подальшого вдосконалення конструкцій очисників коренеплодів і прогнозування їх ефективності.

Список використаних джерел

1. Bulgakov, V., Holovach, I., Martyniuk, V., Trokhaniak, O., Aboltins, A., Rucins, A., Olt, J., Ihnatiev, Ye. 2025. Theoretical investigation of movement of round-shape table beet roots inside spiral vibration type cleaner. *Rural Development*, Jelgava, 2025, Vol. 24, pp. 791–799.
2. Bulgakov V., Holovach I., Martyniuk V., Trokhaniak O., Aboltins A., Rucins A., Ihnatiev Y. Mathematical model of movement and cleaning beetroots from soil lumps with spiral separator. *Engineering for Rural Development*, Jelgava, 2024, Vol. 23, pp. 683–695.
3. Bulgakov V., Nikolaenko S., Adamchuk V., Olt J. Mathematical model of cleaning potatoes on surface of spiral separator. *Agronomy Research*, 2018, Vol. 16(4), pp. 1590–1606.
4. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V. & Ihnatiev, Y. Investigation of the parameters of the experimental spiral potato heap separator on the quality of work. *Agronomy Research*. 2017. Vol. 15(1), pp. 44–54.