

УДК 631.356

Тарас Довбуш, к.т.н., доц.; Вікторія Мартинюк, Ph.D.; Анатолій Довбуш
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОБҐРУНТУВАННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ БАРАБАННОГО ТИПУ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ГИЧКИ З ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Анотація. Розроблено умови для якісного виконання процесу різання та видалення листя цукрових буряків двофункціональним барабанним різальним апаратом, який реалізується шляхом синхронізації поступального руху апарату та кутових швидкостей барабанів.

Ключові слова: видалення листя цукрових буряків, поступальна швидкість, кутова швидкість, барабанний різальний апарат.

Taras Dovbush, Ph.D., Assoc. Prof.; Viktoriia Martyniuk, Ph.D.; Anatoliy Dovbush
JUSTIFICATION OF THE KINEMATIC PARAMETERS OF A DRUM-TYPE
DEVICE FOR SUGAR BEET LEAF REMOVAL

Abstract. The conditions for the high-quality performance of the process of cutting and removal of sugar beet leaves with a dual-functional drum cutting device have been developed, which is implemented by synchronizing the translational movement of the device and the angular velocities of the drums.

Keywords: removal of sugar beet leaves, translational speed, angular speed, drum cutting device.

Більшість гичкозбиральних машин працює на технологічній швидкості 5...6 км/год, і видаляє гичку із застосуванням двох і більше гичковидальючих механізмів різних за конструктивним виконанням. За умови підвищення робочої швидкості вище рекомендованих меж значно погіршується процес обрізання гички. Водночас робота на понижених швидкостях знижує продуктивність збиральних агрегатів, а це призводить до збільшення тривалості збирання цукрових буряків.

Одним з варіантів вирішення цієї проблеми може бути використання двофункціональних зрізувальних пристроїв, які поєднують різні за конструкцією та схемами видалення гички механізми. Спершу зрізання гички виконують дисковими ножами на фіксованій висоті (рис. 1а). Завдяки цьому головки коренеплідів гарантовано не ушкоджуються. Зрізану таким чином гичку можна використовувати для згодовування тваринам (зелений корм, силос), оскільки вона не містить домішок ґрунту. На другому етапі (рис. 1б) зрізання залишків гички доцільно виконувати доочисним плаваючим ножем пасивного типу, копії якого забезпечують технологічну точність обрізання гички.

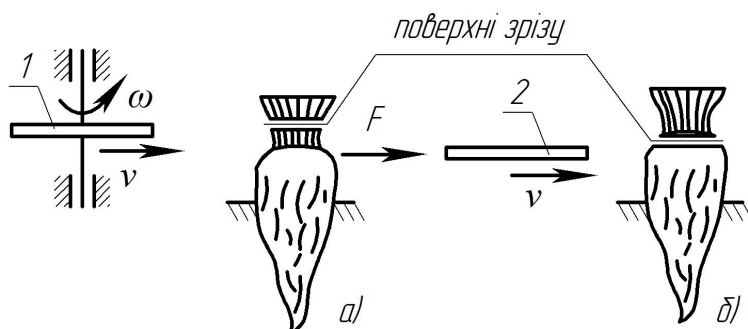


Рисунок 1. Обрізування гички цукрових буряків:
а – зрізання гички;
б – дообрізування головок буряків;
1 – дисковий ніж;
2 – плоский пасивний ніж

Конструктивно зрізувальний пристрій має шість блоків – циліндричних барабанів, у нижній частині яких приварені гичкозрізаючі плоскі ножі; по твірній барабанів приварені гребні лопатки для підбирання і передавання зрізаної гички з одного барабана на інший і в подальшому для виведення маси із зони збирання гички. Пристрій виконаний так, що зона зрізання гички ножами кожного барабана однакова, тобто водночас має зрізатися гичка на шести рядках кожним барабаном.

Подача зрізаної технологічної маси з барабана на барабан відбувається завдяки поступальному руху агрегату у горизонтальному напрямі та обертанню циліндричних барабанів з лопатками. За умови однакових кутових швидкостей барабанів, навантаження на кожний наступний наростає і досягає максимуму на шостому, що призводить до неякісного підбирання зрізаної маси, тобто її втрат і розкидання на незібрану частину поля, а також погіршення подальшого її видалення із ділянки, що збирається. Частина гички губиться під час передачі її з одного барабана на інший через те, що вона не поміщається у проміжках між лопатками, а також, за таких умов, збільшується навантаження на осі барабанів.

Необхідна умова якісного виконання технологічного процесу зрізання гички та її відведення – синхронізація швидкостей, а саме, поступальної швидкості агрегату v та кутової швидкості ω зрізаючого пристрою барабанного типу. Швидкість обертання кожного барабана з лопатками та ножами має забезпечувати зрізання гички хоча б з одного буряка та передачу зрізаної маси на наступний барабан, який також зрізає гичку з коренеплодів рядка, над яким він розташований і т.д.

Необхідну умову роботи зрізаючого пристрою опишемо як рівність переміщень - поступального руху агрегату та колової швидкості поверхні лопаток барабана (рис. 2).

Відстань між двома сусідніми буряками у рядку агрегат пройде за час $t = a/v$. За цей час лопатка першого барабана, яка передає гичку циліндричною поверхнею барабана на другий барабан, має повернутися на кут $\varphi = \omega \cdot t = \pi/2$, що відповідає кутовій швидкості першого барабана

$$\omega_1 = \omega = \frac{\pi \cdot v}{2a}.$$

Щоб забезпечити передачу однакової маси технологічної сировини кожним барабаном у фіксований момент часу необхідно забезпечити кінематичний взаємозв'язок між ними. Досягти цього можна лише завдяки збільшенню кутових швидкостей різальних барабанів із закріпленими на них лопатками. Відповідна зміна кутових швидкостей має бути досягнута послідовно, починаючи із першого (вхідного) барабана і завершуючи, в даному випадку, шостим (вихідним) барабаном (рис. 3).

Залежності, які показують взаємозв'язок між кутовими швидкостями барабанів з ріжучими ножами, визначимо з таких міркувань. Вага зрізаної гички буряків за деякий час t , що припадає на перший барабан при поступальному русі агрегату

$$Q_1 = q \cdot v \cdot t, \quad (1)$$

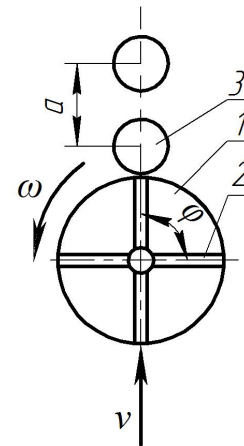


Рисунок 2. Кінематична схема зрізуючого пристрою барабанного типу

- 1 – барабан; 2 – лопатка;
- 3 – головки цукрових буряків; а – відстань між буряками в рядку;
- ω – кутова швидкість барабана;
- φ – кут між лопатками

де q - вага зрізаної гички з одного погонного метра рядка, $q = q_0/a$;

a - відстань між буряками у рядку, $1/a$ - кількість буряків на одному погонному метрі;

q_0 - вага гички з одного буряка;

v - поступальна швидкість гичкорізального агрегата синхронізована з кутовою швидкістю барабана, $v = 2a \cdot \omega_1 / \pi$.

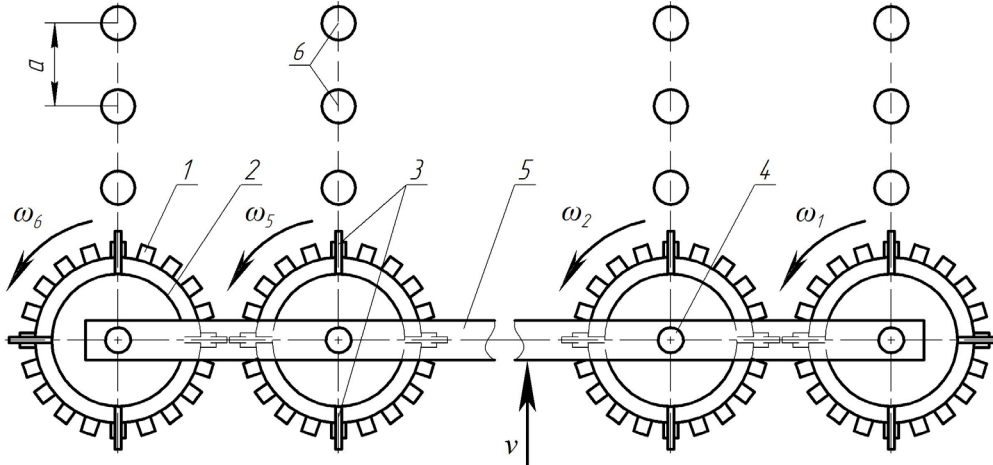


Рисунок 3. Кінематична схема зрізуючого пристрою барабанного типу
 1 – ніж; 2 – барабан; 3 – лопатка; 4 – вісь барабана; 5 – рама; 6 – головки цукрових буряків; a – відстань між буряками в рядку; v – лінійна швидкість агрегату;
 $\omega_1 \dots \omega_6$ – кутові швидкості барабанів

Враховуючи значення q і v , отримаємо, якою буде вага зрізаної гички на першому барабані

$$Q_1 = \frac{2 \cdot \omega_1 \cdot q_0 \cdot t}{\pi} \quad (2)$$

На другий барабан потрапить вага зрізаної гички з коренеплодів другого рядка, а також вага гички передана на нього першим барабаном

$$Q_2 = 2Q_1 = \frac{4 \cdot \omega_1 \cdot q_0 \cdot t}{\pi} \quad (3)$$

З рівності

$$\frac{4 \cdot \omega_1 \cdot q_0 \cdot t}{\pi} = \frac{2 \cdot \omega_2 \cdot q_0 \cdot t}{\pi}$$

отримаємо, що кутова швидкість другого барабана

$$\omega_2 = 2\omega_1 \quad (4)$$

Враховуючи необхідність забезпечення зрізання гички на однаковій висоті з шести рядків і повноту послідовної передачі зрізаної маси із зони збирання, отримаємо залежності для кутових швидкостей барабанів:

$$\omega_3 = 3\omega_1, \quad \omega_4 = 4\omega_1, \quad \omega_5 = 5\omega_1, \quad \omega_6 = 6\omega_1 \quad (5)$$

Синхронізувати мінімальну поступальну швидкість гичкорізального агрегата з мінімальною кутовою швидкістю (α відповідно і частотою обертання) першого барабана та з врахуванням відстані між коренеплодами у рядках, для забезпечення якісного зрізання, підбирання та відведення гички можна користуючись графіком показаним на рис. 4.

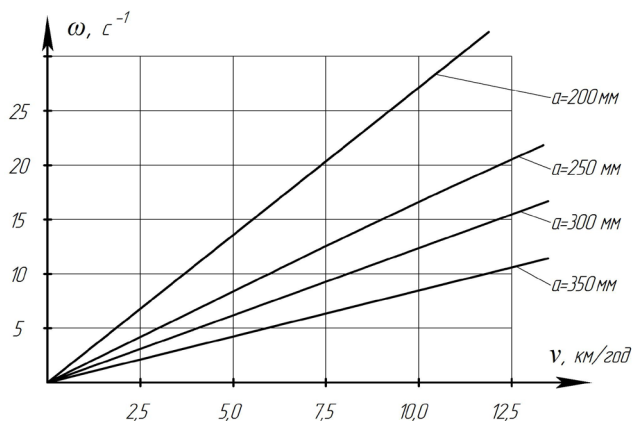


Рисунок 4. Залежність кутової швидкості першого барабана від мінімальної поступальної швидкості руху гичкозбирального агрегата з врахуванням відстані між коренеплодами у рядках

Обумовлена синхронізація поступального руху гичкозбирального пристрою та обертючих рухів ріжучих барабанів забезпечує якісне виконання процесу зрізування та відведення гички.

Перелік посилань

1. Andrii Babii, Taras Dovbush, Nadiia Khomuk, Anatolii Dovbush, Anna Tson, Vasyl Oleksyuk, 2022. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor. *Procedia Structural Integrity* No 36, PP.203-210. Science Direct. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
2. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Dunets Bogdan, 2019. Evaluation technique of frame residual operational life. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU. Vol. 93. No. 1. PP. 61-69.
3. Довбуш Т. А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи. Т. А. Довбуш, Н. І. Хомик, А. В. Бабій, Г. Б. Цьонь, А. Д. Довбуш. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2022. 220 с.
4. Хомик Н.І., Цьонь Г.Б., Довбуш Т.А., Антончак Н.А. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. 320 с.
5. Хомик Н.І., Цьонь Г.Б., Довбуш Т.А., Олексюк В.П. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій). Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. 232 с.
6. Tson Anna, Baranovskyi Viktor, Lyashuk Oleg, Dovbush Taras. Experimental researches of parameters technological process of the improved beets tops purifier. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2018. Vol. 92. No. 4. P. 60-67.
7. Tson Anna, Khomuk Nadia, Dovbush Taras, Tson Oleh. Feasibility study of an auger conveyor performance of the haulm removing module. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2018. Vol. 91. No 3. P. 101-106.
8. Гевко Ів.Б., Довбуш Т.А., Цьонь О.П., Довбуш А.Д., Станько А.І. Синтез гвинтових робочих органів із еластичними поверхнями та результати їх дослідження. *Сільськогосподарські машини*. Випуск 47. 2021. С.63-72
9. Гевко Р.Б., Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Дячун А.Є., Залуцький С.З., Станько А.І., Довбуш Т.А. Гвинтові конвеєри з еластичними поверхнями. Монографія. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2024. 239 с. Рекомендовано до друку вченою радою Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (протокол № 1 від 30.01.2024 р.) ISBN 978-617-7875-72-6.