

## МАШИНА ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ШКІРКИ З ПЛОДІВ ГАРБУЗА

**Налобіна О.**, д-р. техн. наук, проф., [o.o.nalobina@nuwm.edu.ua](mailto:o.o.nalobina@nuwm.edu.ua),

**Шимко А.**, канд. техн. наук, [a.v.shymko@nuwm.edu.ua](mailto:a.v.shymko@nuwm.edu.ua),

**Бундза О.**, канд. техн. наук, доц., [o.z.bundza@nuwm.edu.ua](mailto:o.z.bundza@nuwm.edu.ua),

**Голотюк М.**, канд. техн. наук, доц., [m.v.holotiuk@nuwm.edu.ua](mailto:m.v.holotiuk@nuwm.edu.ua),

Національний університет водного господарства та природокористування.

**Вступ.** В останні роки спостерігається тенденція до широкого застосування баштанної культури – гарбуз у харчовій та фармацевтичній галузях. Зокрема додавання насіння та м'якуша у виробу дитячого харчування, хлібобулочні і кондитерські виробу підвищує їхню енергетичну цінність, привабливість для споживачів і, враховуючи корисність і оригінальність виробів, робить їх конкурентоздатними [1, 2, 3].

Аналіз сучасних доступних літературних джерел показав, що нині використовуються всі частини плоду гарбуза та відходи їхньої переробки [4, 5]. Зокрема, шкірка використовується для виготовлення кормової муки, субстрату для культивування лактобактерій. Насіння використовують як посадковий матеріал, для виготовлення борошна, олії. М'якуш використовують для виготовлення пюре, сніків, макаронних виробів, кондитерських виробів, соків, каротиномістких екстрактів, супів.

З урахуванням підвищеного попиту на насіння та м'якуш гарбуза зростає потреба в його вирощуванні, розвитку машин і механічних засобів для збирання та первинної обробки плодів. Особливу складним є процес очищення шкірки гарбуза, яка характеризується твердою і щільною структурою.

Найчастіше видалення шкірки виконується із застосуванням ручної праці, що веде до низької продуктивності і зростання їхньої собівартості.

Вирішення задачі механізації процесу очищення шкірки гарбуза є актуальною і потребує вирішення.

**Мета роботи.** Розроблення конструкції машини для механізованого очищення шкірки гарбуза.

**Матеріали та методи.** В основу дослідження покладено аналіз літературних джерел і патентної інформації з питання механізації процесів зняття шкірки з плодів гарбуза [6, 7, 8, 9,10] з використанням впливів різного характеру:

- механічного;
- хімічного;
- комбінованого.

За умови застосування механічного впливу авторами, в основному, передбачено застосування щіткових робочих органів, які, на наш погляд, не можуть забезпечити видалення шкірки.

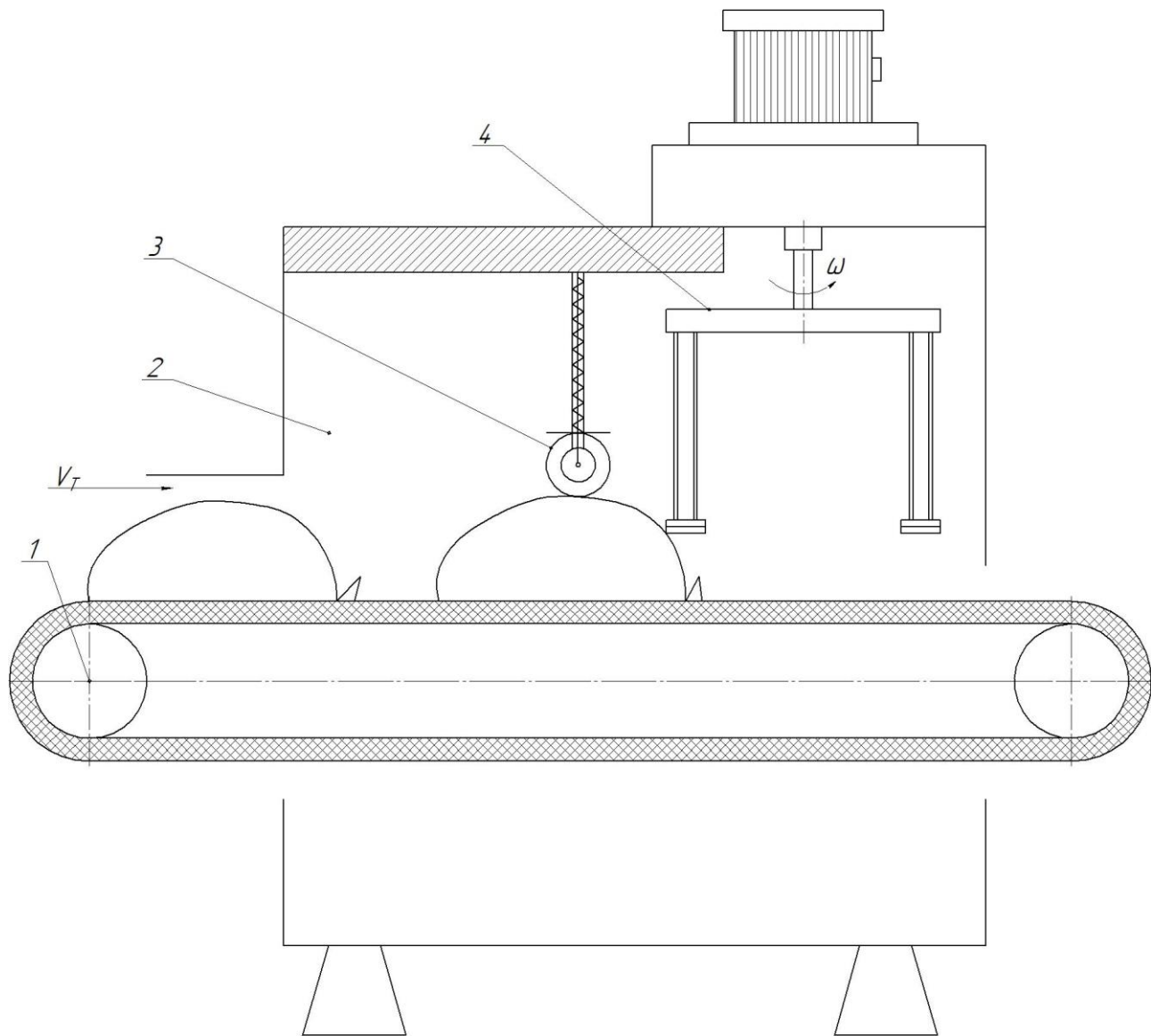
Шкірка має достатньо високу твердість, тому процес її поступового стирання завдяки взаємодії із щітковими барабанами є мало продуктивним і енерговитратним.

Застосування ж хімічних впливів на плоди потребує додаткових витрат на приготування розчинів та значної витрати води для промивання плодів. Крім того, необхідним є проведення додаткових досліджень із виявлення змін структури м'якуша плодів після хімічної обробки.

Аналіз різних способів впливу на шкірку гарбуза та робочих елементів машин, призначених для її очищення, класифікує отримані елементи інформації за альтернативним набором категорій та здійснює паралельну роботу над ними для отримання декількох варіантів вирішення поставленої задачі – розроблення конструкції машини для зняття шкірки гарбуза. Отже, отримане конструкторське рішення, яке відповідає поставленій вимозі, забезпечення зняття шкірки гарбуза з достатньо високою продуктивністю.

**Результати та обговорення.** Розглянемо рисунок 1, де зображено схему машини для видалення шкірки плодів гарбуза. Машина складається з корпусу машини 2, в якому встановлено транспортер 1. Попередньо розрізані навпіл куски плодів викладають на транспортер 1 і вони просуваються в простір між

підпружиненим роликком 3 і очищувальним робочим органом 4, який має індивідуальний електропривод.



**Рисунок 1** – Схема машини для очищення шкірки гарбуза

Робочий орган – диск, який обертається. На диску закріплені пружно-деформовані підвіси, які розташовані концентричними колами. На кінці кожного підвісу закріплено різальні елементи ножового типу. Для підвищення продуктивності процесу зрізування шкірки різальний елемент слід виконувати видовженим і закріпляти до одного підвісу з кожного ряду.

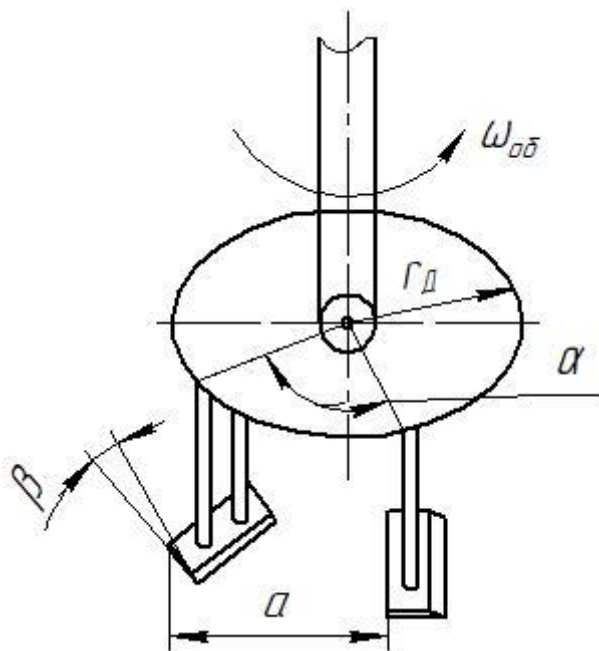
У рядах підвіси зміщенні для забезпечення потрібного скосу різальної крайки в процесі зрізування шкірки. Крім того, таке кріплення дещо гасить

крутний момент завдяки одночасного закручування обох підвісів, які можна розглядати як торсіони, здатні накопичувати та віддавати енергію.

Взаємодія робочого органа зі шкіркою залежить від багатьох факторів, зокрема: товщини шкірки, її твердості, форми плода, швидкості обертання різців, швидкості руху стрічки транспортеру.

Розглянемо основні параметри робочого органу (рис.2).

До основними параметрів віднесемо:  $r_D$  – радіус верхнього диска;  $a$  – крок розташування різців на диску;  $\beta$  – кут різання;  $\alpha$  – кут закріплення підвісів на диску.



**Рисунок 2** – Схема різального робочого органу

Кут закріплення підвісів визначається:

$$\alpha = \frac{2\pi}{n}, \quad (1)$$

де  $n$  – кількість різців.

Маса шкірки, яка буде зрізуватись за час проходження різцем шляху, який дорівнює кроку розташування різців на диску визначиться:

$$m_a = \Delta \cdot h \cdot \rho \cdot a, \quad (2)$$

де  $\Delta$  - ширина шару, який зрізується;

$\rho$  – щільність шкірки;

$h$  - товщина шкірки, зрізана одним різцем;

$a$  - крок розташування різців на диску.

Крок  $a$  відповідно визначиться:

$$a = \frac{2\pi r_D}{n}. \quad (3)$$

Оскільки плід вкладається на стрічку транспортеру, ширина його полотна повинна обиратись із умови

$$b \geq 2D_{max}, \quad (4)$$

де  $D_{max}$  – максимальний діаметр плоду.

На полотні розташовуються обмежувачі – прутки. Відстань між ними вибирається із умови

$$l_{п} \leq h_{г}, \quad (5)$$

де  $h_{г} = 0,5H_{г}^{max}$ , тут  $H_{г}^{max}$  – максимальна висота плоду, см.

Під час взаємодії робочого органа з плодом через нерівність останнього контакт відбувається не з усіма різцями. Різці нахилиються в бік, протилежний напрямку руху стрічки транспортера.

Як показали виконані нами експериментальні дослідження, найбільш щільний і високий шар шкірки буде у середній частині плоду, найбільш тонкий – у зоні квітколожа, товщина шкірки в зоні плодоніжки має середні значення.

Сумарний момент сил опору, які виникають у процесі очищення шкірки:

$$\sum_{j=1}^n M_j = M_{терj} + M_{pj}, \quad (6)$$

де  $M_{терj}$  – момент сил тертя шкірки об леза  $j$ -го різця;

$M_{pj}$  – момент сил опору шкірки різанню на ділянках ББ, ВВ і АА.

За цих умов момент опору різанню

$$M_p = \sum_{j=1}^n \frac{F_p^{пит} \cdot \Delta \cdot b \cdot r_D}{\sin \beta}, \quad (7)$$

де  $b$  – товщина стружки шкірки, мм;

$F_p^{пит}$  – питома сила різання, Н/мм<sup>2</sup>.

Момент сил тертя

$$M_{тер} = \sum_{j=1}^n F_{zj} \cdot r_D \cdot f_{тер}, \quad (8)$$

де  $F_{zj}$  – вертикальна складова сили різання;

$f_{\text{тер}}$  – коефіцієнт тертя леза по шкірці.

Потужність, яка необхідна для роботи різального робочого органу

$$N = \sum_{j=1}^n M \cdot \omega, \quad (9)$$

де  $\omega$  – кутова швидкість обертання різального робочого органу,  $\text{с}^{-1}$ .

Продуктивність за годину роботи машини

$$\Pi_{\text{год}} = 2V_T \cdot r_D \cdot h \cdot \rho, \quad (10)$$

де  $V_T$  – швидкість переміщення транспортера.

**Висновки.** Запропоновано конструкцію машини для очищення гарбуза від шкірки, яка містить робочий орган – диск, на якому закріплено пружні підвіси з жорстко закріпленими різальними елементами ножового типу.

Встановлено залежності для визначення основних конструкційних і силових характеристик робочого органу.

### Література

1. Nawirska-Olszańska A., Biesiada A., Anna Sokół-Łętowska A., Kucharska, A. Z. (2011). Content of Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Pumpkin Puree Enriched with Japanese Quince, Cornelian Cherry, Strawberry and Apples. Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria. Vol. 10(1). P. 51-60.
2. Шовкомуд О. В., Мартинюк В. Л., Гунчик Р. В. (2019). Аналіз технологій та технічних засобів збирання гарбузів. Сільськогосподарські машини. Луцьк. № 42. – С. 122-132. DOI: <https://doi.org/10.36910/agromash.vi42.185>
3. Shamaail A. Saewan Saher S. George.(2020). Preparation of Pumpkin Pulp and Peel Flour and Study Their Impact in the Biscuit Industry. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare. Vol. 10(6). P.25-33. DOI:[10.7176/JBAH/10-6-05](https://doi.org/10.7176/JBAH/10-6-05)
4. Sharma P., Kaur G., Kehinde B. A., Chhikara N. et al. (2020). Pharmacological and biomedical uses of extracts of pumpkin and its relatives and applications in the food industry. International Journal of Vegetable Science. Vol. 26 (1). P. 79–95. DOI: <https://doi.org/10.1080/19315260.2019.1606130>.
5. Genevois C., Flores S., de Escalada Pla M. (2016). Byproduct from pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne ex poiret) as a substrate and vegetable matrix

to contain *Lactobacillus casei*. *Journal of Functional Foods*. Vol. 23. P. 210–219. **DOI:** <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.02.030>.

6. Пуць В. С., Данилюк А. М., Маркова О. В. (2019). Аналіз механічних засобів для видалення шкірки з плодів гарбуза. *Сільськогосподарські машини*. Луцьк. № 42. – С. 82-90.

7. Шапров М. Н., Сёмин Д. В. (2004). Машина для удаления коры с поверхности плодов тыквы. *Международная научно - практическая конференция „Актуальные проблемы развития АПК” посвященная 60-й годовщине Победы в Великой Отечественной войне*, м. Волгоград. – 103 с.

8. Emadi, Bagher and Yarlagadda, Prasad KD V. (2006). Peeling pumpkin using rotary cutter. In Brito, Claduo and Ciampi, Melany, Eds. *Proceedings 2nd Global Congress on Manufacturing and Management*, Santos, Brazil, pp. 114-118.

9. Машина для удаления коры с плодов, преимущественно тыквы: пат. 2266028 РФ: А 23 N 7/00. № 2004122486713; заявл. 22.07.2004; опубл. 20.12.2005, Бюл. № 35. – 6 с.

10. Машина для удаления коры с плодов, преимущественно тыквы: пат. 2266693 РФ: А 23 N 7/00. № 2004122487/13; заявл. 22.07.2004; опубл. 27.12.2005, Бюл. № 36. – 6 с.