

**УДК 631.356**

**Тарас Довбуш, к.т.н., доц.; Надія Хомик к.т.н., доц.; Ганна Цьонь, к.т.н.**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

### **ОБҐРУНТУВАННЯ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ПАСИВНОГО НОЖА ДЛЯ ДООБРІЗУВАННЯ ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

Анотація. Встановлено параметри потужності пасивного ножа для обрізки листя цукрових буряків та їх зміну в залежності від розмірних характеристик коренеплодів, товщини леза ножа та положення ножа відносно руху пристрою.

Ключові слова: обрізка головок цукрових буряків, ніж попереднього очищення, потенціальна енергія деформації зрізу, зовнішня робота леза ножа, товщина леза ножа.

**Taras Dovbush, Ph.D., Assoc. Prof.; Nadia Khomyk, Ph.D., Assoc. Prof.; Hanna Tson, Ph.D.**

### **JUSTIFICATION OF THE POWER PARAMETERS OF THE PASSIVE KNIFE FOR TRIMMING THE HEADS OF SUGAR BEET**

Abstract. The power parameters that must be applied to a passive knife for trimming sugar beet leaves and their change depending on the dimensional characteristics of root crops, the thickness of the knife blade and the position of the knife relative to the movement of the device are established.

Keywords: trimming of sugar beet heads, pre-cleaning knife, potential energy of deformation of the cut, external work of the knife blade, thickness of the knife blade.

Гичковидальючі механізми, видаливши гичку з головок коренеплодів, відводять її із зони рядків у міжряддя, на зібране поле або у транспортний засіб, тобто за межі дії викопувальних робочих органів коренезбиральних машин. Такі пристрої поєднують кілька механізмів, в основному – це гичкозрізувальні апарати та очисники головок коренеплодів. Гичкозрізувальні апарати використовують для зрізання основної маси гички, очисники головок коренеплодів видаляють залишки гички. Очисники, що виконують зрізування, називають дообрізувачами, конструктивно вони можуть бути виконані по-різному, поєднуючи, копії та різні види ножів, ними можуть бути також окремі типи гичкозрізувальних апаратів. Основні агровимоги до таких механізмів: під час видалення верхньої частини головок коренеплодів зі зрізаною частиною має видалятися як можна менше цукроносної маси, тобто відходи цукроносної маси з гичкою не повинні перевищувати 5 % від маси коренеплодів; залишків гички на коренеплодах має бути не більше 1,5 %. Нормально обрізаними вважають коренеплоди, у яких площина зрізу проходить у зоні коронки або сплячих вічок. В інших випадках, а саме, при відхиленні під час дообрізування площини зрізу вище або нижче межі допустимого зрізу, коренеплоди є високо або низько обрізаними.

Компонувальні рішення машин для видалення гички є різними і залежать від технології збирання, вимог до якості видалення гички, кількості рядків, що одночасно збирають. Гичковидальючі механізми конструктивно можуть бути об'єднані у гичкозбиральні машини, бурякозбиральні комбайни, виконані окремо (гичкорізи, очисники головок коренеплодів), поєднанні з копаками коренезбиральних машин.

Аналізуючи існуючі конструкції і тенденції розвитку гичкозбиральних машин, для забезпечення якісного видалення гички можна вважати перспективним поєднання двох робочих органів в одній машині а саме, високе зрізування гички роторними пристроями і доочищення головок коренеплодів гичкозрізувальними пристроями, виконаними із застосуванням пасивних гребінчастих копіїв і пасивних плоских ножів.

Розглянемо процес дообрізування гички з головок коренеплодів цукрових буряків із застосуванням пасивних ножів, які працюють після проходу дискових ножів, що зрізають гичку на фіксованій висоті. Обґрунтуємо силові параметри пасивного ножа.

Силу, яку потрібно прикласти до пасивного доочисного ножа для забезпечення дообрізування, визначимо з умови рівності потенціальної енергії деформації зрізу гички буряків та зовнішньої роботи, яку виконує лезо ножа

$$W = A. \quad (1)$$

Потенціальна енергія деформації зрізу, яку необхідно затратити на руйнування шару коренеплоду цукрового буряка у зоні коронки, (рис. 1):

$$W = \frac{\tau^2 \cdot V}{2G} = \frac{\pi \cdot \tau^2 \cdot R^2 \cdot \delta}{2G}, \quad (2)$$

де  $\tau$  – граничні напруження зрізу коренеплоду цукрового буряка у зоні коронки (або сплячих вічок);

$G$  – модуль пружності зрізу коренеплоду цукрового буряка у зоні коронки (або сплячих вічок),

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot \delta; \quad (3)$$

$\delta$  – товщина леза доочисного ножа;

$R$  – радіус головки коренеплоду цукрового буряка у зоні коронки або сплячих вічок.

Зовнішню роботу, яку виконує лезо доочисного ножа дообрізуючи головки коренеплодів буряків, визначимо, аналізуючи процес різання залежно від положення ножа (рис. 1). Елементарна робота ножа на дообрізування гички з головок коренеплодів

$$dA = \frac{1}{2} dF \cdot dh, \quad (4)$$

де  $dF$  – елементарна сила прикладена до ножа,  $dF = 2 R \cdot \sin \varphi \cdot \tau \cdot \delta$ ;

$dh$  – елементарне переміщення ножа по коренеплоду цукрового буряка у зоні коронки (або сплячих вічок),  $dh = R \cdot d\varphi$ .

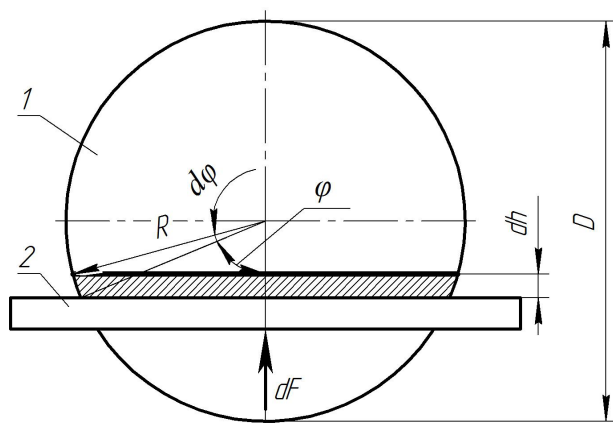


Рисунок 1. Схема дообрізування гички з головок цукрових буряків залежно від положення ножа  
1 – головка коренеплоду;  
2 – доочисний ніж.

Залежність (4) набуде вигляду  $dA = R^2 \cdot \delta \cdot \tau \cdot \sin \varphi d\varphi$ . Відповідно загальна робота, яку потрібно затратити на дообрізування головок коренеплодів цукрових буряків,

$$A = 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} R^2 \cdot \delta \cdot \tau \cdot \sin \varphi d\varphi = 2 R^2 \cdot \delta \cdot \tau. \quad (5)$$

Користуючись умовою рівності потенціальної енергії та зовнішньої роботи затраченої на дообрізування  $W = A$

$$\frac{\pi \cdot \tau^2 \cdot R^2 \cdot \delta}{2 G} = 2 R^2 \cdot \delta \cdot \tau, \quad (6)$$

отримаємо залежність для визначення напруження зрізу необхідного для виконання процесу дообрізування

$$\tau = 4 \cdot G / \pi. \quad (7)$$

Для забезпечення якісного дообрізування головок коренеплодів до доочисного ножа необхідно прикласти максимальну силу

$$F_{\max} = 2R \cdot \delta \cdot \tau = 4 \cdot G \cdot d_{зр} \cdot \delta / \pi, \quad (8)$$

де  $d_{зр}$  – діаметр зрізу головок коренеплодів у зоні коронки або сплячих вічок.

Діапазон зміни сили різання від товщини леза доочисного ножа та діаметрів головок коренеплодів у зоні коронки або сплячих вічок показано на рис. 2.

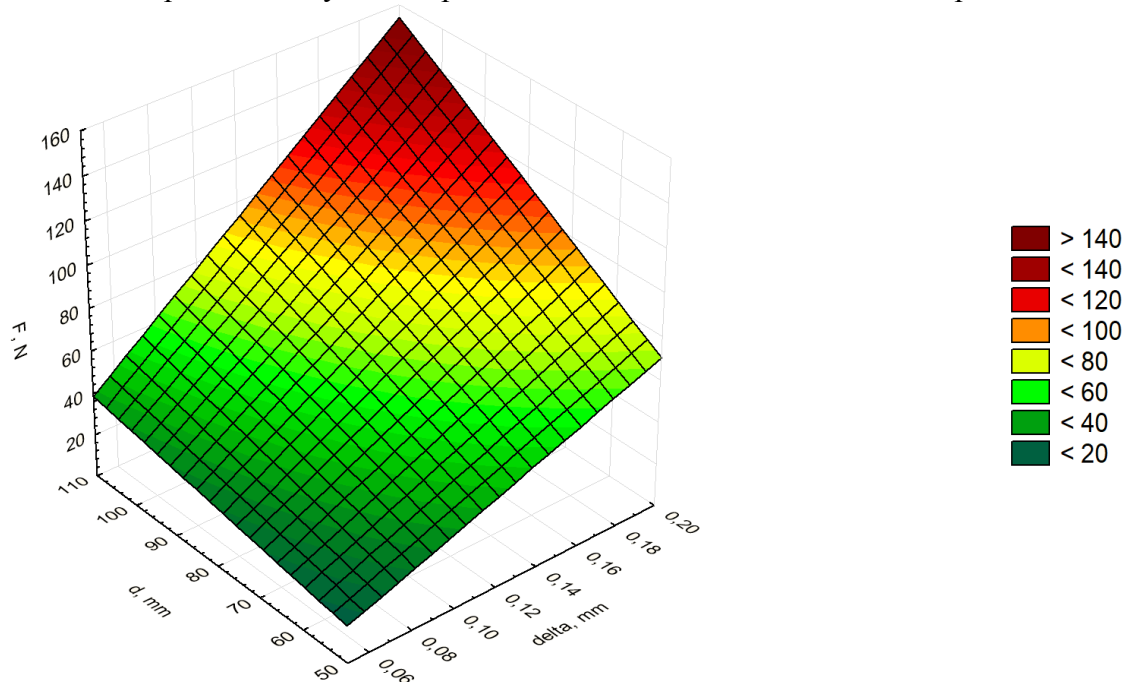


Рисунок 2. Залежність сили різання від товщини леза доочисного ножа та діаметрів головок буряків у зоні коронки або сплячих вічок при  $G = 5,5$  МПа;  $\delta = 0,05 \dots 0,2$  мм;  $d_{зр} = 50 \dots 110$  мм

Виходячи з міркувань зменшення динамічних навантажень на ніж доочисника та плавності зрізання ніж потрібно встановити нахилено, тобто під кутом  $\alpha$  до осі руху агрегату (рис. 3). Для обох випадків встановлення ножа (рис. 3а,б) робота затрачена на зрізання гички з головок коренеплодів має бути однаковою, тобто

$$\frac{1}{2} F_1 \cdot 2 \cdot OC_1 = \frac{1}{2} F_2 \cdot 2 \cdot OC_2, \quad \text{або} \quad F_1 = \frac{F_2}{\cos \alpha}, \quad F_2 = F_1 \cdot \cos \alpha.$$

Для випадку встановлення ножа нахилого на кут  $\alpha$  до осі руху агрегату сила зрізу зменшується, але шлях леза ножа по головках коренеплодів буряків збільшується, завдяки цьому забезпечується якісне дообрізування гички.

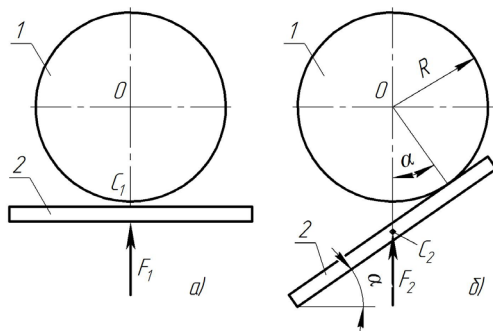


Рисунок 3. Схема дообрізування гички залежно від положення ножа  
1 – головка коренеплоду;  
2 – ніж.

Виходячи з умови рівності потенціальної енергії та зовнішньої роботи затраченої на дообрізування головок коренеплодів цукрових буряків пасивним плоским ножом, встановлено, що завдяки правильному вибору кута нахилу ножа до осі руху гичкозбирального агрегату, можна досягти зменшення навантаження на ніж через зменшення сили різання, водночас покращити якість дообрізування гички завдяки збільшенню шляху проходження ножа, тобто шляху різання.

### 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. Hevko R. B., Tkachenko I. G, Khomyk N. I., Gumeniuk Y. P, Flonts I.V., Gumeniuk O. O., 2020. Determination of technical-and-economic indices of root crop conveyer-separator during their motion on curved path. *IMMATEH: Agricultural engineering. Vol. 61, No 2. PP. 175-182.*