

ISSN 2414-3820

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**КОНСТРУЮВАННЯ, ВИРОБНИЦТВО  
ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ  
МАШИН**

Загальнодержавний міжвідомчий  
науково-технічний збірник

Заснований у 1971 р.

За загальною редакцією М.І. Черновола

**Випуск 45**  
Частина II

КІРОВОГРАД • 2015

УДК 631.3.001.1 (082)

Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, вип. 45, ч. II. – Кіровоград: КНТУ, 2015. – 212 с.

В збірнику викладені питання конструювання, розрахунку, удосконалення, створення і дослідження нових робочих органів сільськогосподарських машин, засобів механізації, електрифікації та автоматизації сільськогосподарського виробництва. Наведені результати досліджень в галузі технологій виробництва і експлуатації машин та забезпечення їх надійності і довговічності. Викладені практичні рекомендації по використанню результатів досліджень і дослідно-конструкторських розробок в сільськогосподарській і інших галузях машинобудування. Збірник розрахований на наукових та інженерно-технічних працівників науково-дослідних установ, ВНЗ, конструкторських організацій та промислових підприємств.

Рекомендовано до друку Вченою радою Кіровоградського національного технічного університету, протокол від 30 листопада 2015 року № 3.

Редакційна колегія: Черновол М.І., д.т.н., проф. – головний редактор;  
Петренко М.М., к.т.н., проф. – заст. головного редактора;  
Петренко Д.І., к.т.н. – відповідальний секретар;  
Адамчук В.В., д.т.н.;  
Бойко А.І., д.т.н., проф.;  
Бойко Л.Й., д.т.н. (Білорусь);  
Булгаков В.М., д.т.н., проф.;  
Гамалій В.Ф., д.ф-м.н., проф.;  
Кропівний В.М., к.т.н., проф.;  
Лобачевский Я.П., д.т.н., проф. (Росія);  
Носуленко В.І., д.т.н., проф.;  
Осадчий С.І., д.т.н., проф.;  
Павленко І.І., д.т.н., проф.;  
Сало В.М., д.т.н., проф.;  
Свірень М.О., д.т.н., проф.  
Vladimir Jurcha, д.т.н., проф. (Чехія);  
Janusz Nowak, д.т.н., проф. (Польща);  
Marian Wesołowski, д.т.н., проф. (Польща);

Адреса редакційної колегії: 25030, м. Кіровоград, пр. Університетський, 8, Кіровоградський національний технічний університет, тел.: 390-581, 390-472, 55-10-49.

Автори опублікованих матеріалів несуть відповідальність за підбір і точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, власних імен та інших відомостей, а також за те, що матеріали не містять даних, які не підлягають відкритій публікації. Редакція може публікувати статті в порядку обговорення, не поділяючи точки зору автора.

Включений до переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватись результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук з технічних наук (бюлетень ВАК №5 від 2010р., наказ Міністерства освіти і науки України від 21 грудня 2015 року №1328).

Реєстраційне свідоцтво: серія КВ № 15254 – 3826 ПР від 30.04.2009 р.  
ISSN 2414-3820

УДК 631.356.22

**О. П. Цьонь, канд. техн. наук, А. Д. Довбуш, Н. А. Рубінець**

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна, tson\_oleg\_@ukr.net*

## Дослідження напружено-деформованого стану активного робочого органу дообрізувача залишків ГИЧКИ

В статті досліджено напружено-деформований стан активного плоского ножа дообрізувача залишків гички при виконанні ним технологічного процесу доочищення головок коренеплодів цукрових буряків.

**дообрізувач гички, плоский ніж, коренеплід, згинальний момент, дотичні напруження**

**О. П. Цень, канд. техн. наук, А. Д. Довбуш, Н. А. Рубінець**

*Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя, Тернополь, Украина*

**Исследование напряженно-деформированного состояния активного рабочего органа дообрезчика остатков ботвы**

В статье исследовано напряженно-деформированное состояние активного плоского ножа дообрезчика остатков ботвы при выполнении им технологического процесса доочистки головок коренеплодов сахарной свеклы.

**дообрезчик ботвы, плоский нож, коренеплод, изгибающий момент, касательные напряжения**

**Постановка проблеми.** Видалення гички з головок коренеплодів цукрових буряків є однією з найбільш трудо- та енергомістких операцій при їх збиранні. Належність України до основних бурякосіючих країн світу, зумовлює необхідність випуску вітчизняним машинобудуванням бурякозбиральних машин на рівні кращих світових аналогів. Виробництво механізованих засобів для збирання цукрових буряків найбільшого розвитку набуло у країнах Західної Європи, Росії, Україні, США, Японії.

**Аналіз останніх досліджень.** Вимоги, які ставлять до якості гички і коренеплодів цукрових буряків після їх механізованого збирання, зумовлюють виробництво та розробку машин з різними конструктивними та компоувальними схемами гичкоочисних механізмів. Збільшення продуктивності та підвищення показників якості виконання технологічного процесу роботи бурякозбиральних машин здійснюється шляхом модернізації існуючих машин та механізмів, а також розробкою принципово нових компоувальних схем бурякозбиральних агрегатів.

**Постановка завдання.** Робочим органом дообрізувача залишків гички є плоский ніж (рис. 1) [4]. Процес взаємодії його з головками коренеплодів цукрових буряків під час виконання технологічного процесу характеризується перш за все суттєвою зміною швидкості руху ножа. Згідно з [1], блок привода активного ножа жорстко прикріплений до опорної пластини, і при приведенні його в рух в місцях кріплення до привода виникають згинальні моменти, які діють у вертикальній та горизонтальній площинах.

Розглядаючи технологічний процес дообрізування залишків гички активним плоским ножом, необхідним є дослідження його напружено-деформованого стану за допомогою проведення розрахунків з визначення згинальних моментів та максимальних напружень, які виникають в місцях кріплення його до блоку привода з урахуванням властивостей матеріалів та впливів робочих середовищ [5].

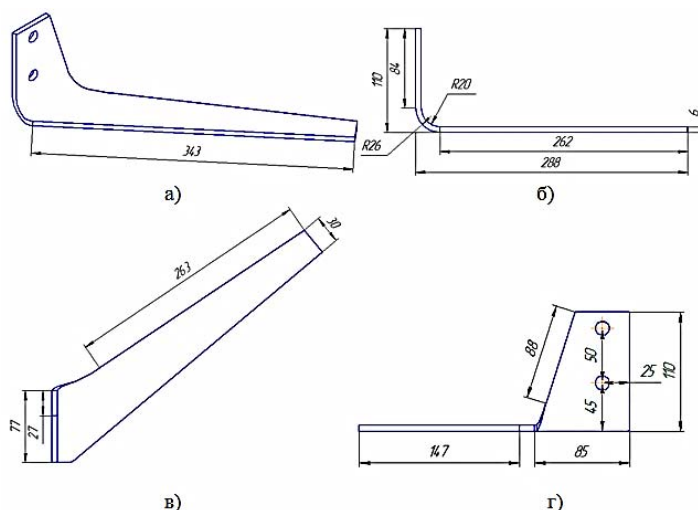


Рисунок 1 – Плоский ніж дообрізувача гички та його геометричні характеристики

**Виклад основного матеріалу.** Схема перетину активного плоского ножа, в якому діють згинальні моменти, та його геометричні характеристики зображені на рис. 2.

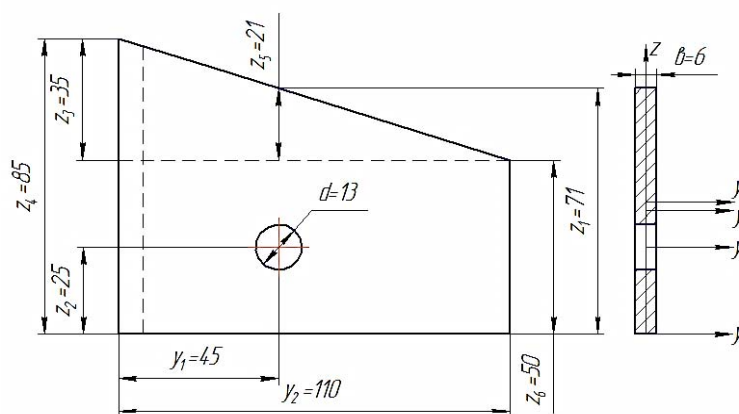


Рисунок 2 – Схема перерізу ножа та його геометричні характеристики

Координату центра ваги перетину (див. рис. 2) визначаємо за формулою

$$z_c = \frac{\sum S_z}{\sum F} = \frac{F_1 z_1 - F_2 z_2}{F_1 - F_2}, \quad (1)$$

де  $F_1$  і  $F_2$  – площі першої та другої фігури,  $\text{мм}^2$ ;

$z_1$  і  $z_2$  – відповідні відстані,  $\text{мм}$ .

Підставивши значення, отримаємо  $z_c = 37,9 \text{ мм}$ .

Осьовий момент інерції навантаженого перетину ножа у вертикальній площині визначаємо за формулою

$$I_z = \frac{z_1 b^3}{12} - \frac{d b^3}{12}, \quad (2)$$

де  $b$  – товщина перетину,  $\text{мм}$ .

Осьовий момент інерції у горизонтальній площині визначаємо за залежністю

$$I_y = \frac{bz_1^3}{12} + F_1(z_c - z_1')^2 - \left[ \frac{d^3b}{12} + F_2(z_c - z_2)^2 \right], \quad (3)$$

де  $z_1'$  – відстань від осі  $y$  до осі  $y_1$ ,  $z_1' = 35,5$  мм.

Після підстановки відповідних величин у залежності (2) та (3), отримаємо значення осьових моментів інерції у горизонтальній  $I_y = 16,74 \text{ см}^4$  та вертикальній  $I_z = 0,104 \text{ см}^4$  площинах.

Осьові моменти опору у горизонтальній та вертикальній площинах визначаємо за формулами:

$$\begin{aligned} W_z &= \frac{I_z}{d/2}, \\ W_y &= \frac{I_y}{z_c}. \end{aligned} \quad (4)$$

Підставивши значення у формулу (4), отримаємо  $W_y = 4,42 \text{ см}^3$ ,  $W_z = 0,348 \text{ см}^3$ .

Розглянемо напружений стан активного плоского ножа.

1. Згинальний момент, що виникає від дії сили тертя  $F_T$  розкладемо на момент  $M_z$ , що діє у вертикальній та момент  $M_y$  – у горизонтальній площинах (рис. 3). Визначаємо їх за формулами:

$$\begin{aligned} M_z &= F_T l_1, \\ M_y &= F_T l_2. \end{aligned} \quad (5)$$

Нормальні напруження  $\sigma$  у двох площинах, які спричинені дією згинальних моментів  $M_z$  та  $M_y$ , визначаємо за залежностями:

$$\begin{aligned} \sigma(M_z) &= \frac{M_z}{W_z}, \\ \sigma(M_y) &= \frac{M_y}{W_y}. \end{aligned} \quad (6)$$

Підставивши значення у формули (5) та (6) отримаємо:  $M_z = 3240 \text{ Нмм}$ ,  $\sigma(M_z) = 9,31 \text{ МПа}$ ;  $M_y = 12960 \text{ Нмм}$ ,  $\sigma(M_y) = 2,93 \text{ МПа}$ .

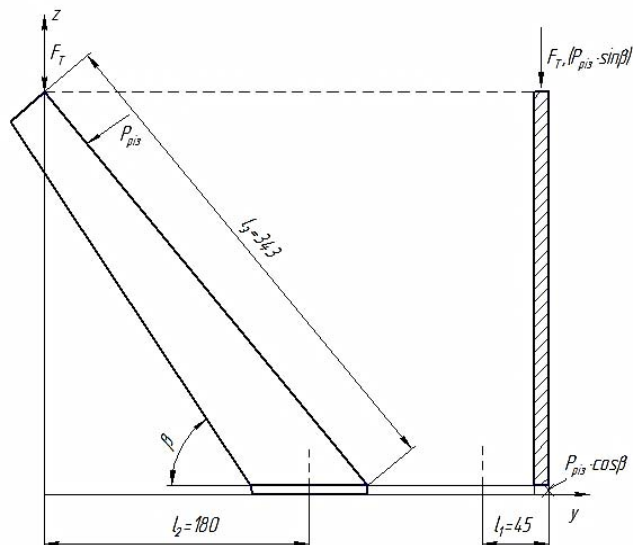


Рисунок 3 – Схема до визначення величини згинальних моментів  $M$  активного плоского ножа

2. Від дії сили різання  $P_{piз}$  виникає згинальний момент  $M$ , який розкладаємо на три складові, дві з яких діють у горизонтальній площині ( $M_{y_1}$  та  $M_{y_2}$ ) і один у вертикальній ( $M_{z_1}$ ) (рис. 3). Визначаємо їх за формулами

$$\begin{aligned} M_{y_1} &= P_{piз} \cdot l_3, \\ M_{y_2} &= (P_{piз} \cdot \cos \beta) \cdot l_1, \\ M_{z_1} &= (P_{piз} \cdot \sin \beta) \cdot l_1. \end{aligned} \quad (7)$$

Згинальні моменти  $M_{y_1}$ ,  $M_{y_2}$ ,  $M_{z_1}$  та відповідні їм напруження  $\sigma$  від дії сили різання  $P_{piз}$  набувають значень:  $M_{y_1} = 53508 \text{ Нмм}$ ,  $\sigma(M_{y_1}) = 12,1 \text{ МПа}$ ;  $M_{y_2} = 6362 \text{ Нмм}$ ,  $\sigma(M_{y_2}) = 1,44 \text{ МПа}$ ;  $M_{z_1} = 2966 \text{ Нмм}$ ,  $\sigma(M_{z_1}) = 8,53 \text{ МПа}$ .

Статичний розрахунок напружено-деформованого стану активного плоского ножа слід проводити з врахуванням динамічних навантажень, які виникають при реальних умовах виконання технологічного процесу видалення залишків гички з метою прогнозування його роботоздатності.

Для досліджуваного робочого органу дотичні напруження металоконструкції є незначні, тому з врахуванням коефіцієнта динамічності  $k = 2,1$  [2, 3] максимальні нормальні напруження  $\sigma_{\max}$ , які виникають у місцях кріплення активного плоского ножа до блоку привода під час приведення його в рух, дорівнюють сумі всіх напружень, що діють у горизонтальній та вертикальній площинах від максимальних значень сил  $P_{piз}$  та  $F_T$ .

З врахуванням максимальних значень сил різання і тертя отримаємо  $\sigma_{\max} = 72,03 \text{ МПа}$ , що є значно меншим від допустимих значень для матеріалів, з яких виготовляють плоскі ножі дообрізувачів гички. Міцнісні показники надійності при

приведенні ножа у рух залишаються незмінними порівняно з пасивним виконанням робочого органу дообрізувача гички.

**Висновки.** Стаття присвячена питанням підвищення ефективності та надійності технологічного процесу дообрізування залишків гички з головок коренеплодів цукрових буряків на основі обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів механізму дообрізувача гички активного типу.

Застосування запропонованої конструкції дообрізувача активного типу дозволить підвищити ефективність та надійність процесу доочищення головок коренеплодів цукрових буряків від залишків гички.

## Список літератури

1. Патент № 86895, Україна, МПК А01D 23/02. Дообрізувач гички з активним ножом [Текст] / Рибак Т.І., Цьонь О.П., Сташків М.Я., Попович П.В., Цьонь Г.Б.; заявник та патентовласник Терноп. нац. техн. ун-т. – № u201309816; заявл. 07.08.2013; опубл. 10.01.2014, Бюл. №1. – 4 с.
2. Рибак Т.І. Підвищення надійності сільськогосподарських машин. Том 4. [Текст] / Т.І. Рибак. – Тернопіль: ТНТУ, 2012. – 279 с.
3. Ріпецький Є.Й. Визначення оптимального кінематичного співвідношення ланок маніпулятора грейферного навантажувача з урахуванням режимів роботи [Текст] / Є.Й. Ріпецький // Вісник ХНТУ “Технічні системи і технології тваринництва”. – Харків. – 2012. – Вип. 120. – С. 410 – 417.
4. Рибак Т.І. Огляд гичковидаляючих апаратів бурякозбиральний машин та шляхи їх вдосконалення [Текст] / Т.І. Рибак, О.П. Цьонь // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Випуск 134. «Технічний сервіс машин для рослинництва». – Харків: Віровець А.П. «Апостроф», 2013. – С. 203-207.
5. P. V. Popovich. Influence of Organic Fertilizers on the Corrosion-Electrochemical Characteristics of Low-Carbon Steels / P. V. Popovych, L. A. Mahlatyuk, R. B. Kupovych // Materials Science . – 2014.– Vol. 50, 2– P. 284 – 289.

**Oleg Tson, PhD tech. sci., Anatoliy Dovbush, Nataliya Rubinets**

*Ternopil Ivan Pul'uj State Technical University, Ternopil, Ukraine*

**Research the tensely deformed status of the active flat knife of purifier residual tops**

The article is dedicated to the problem of improving the efficiency and reliability of technological topping the residual tops of sugar beet crowns taking into consideration the structural and technological parameters of an active type topper.

The use of active type topper design will improve the efficiency and reliability of topping the sugar beet crowns.

**topper, flat knife, root, bending moment, tangent stresses**

Одержано 04.11.15

<i>К.М. Думенко, О.В. Бондаренко, Г.Б. Філімоніхін, Ю.В. Кулешков</i> Математичне обґрунтування технологічного процесу роботи качановідокремлювального апарату багатофакторної дії .....	71
<i>Е.В. Золотовская, А.С. Миронов</i> Моделирование параметров высевающего аппарата овощной сѣялки .....	78
<i>В.Л. Куликівський, В.К. Палійчук, В.М. Боровський</i> Експериментальні дослідження процесу транспортування зернового матеріалу шнеком .....	86
<i>В.М. Масалабов</i> Оцінка трудоемкости агрегатования посівного МТА .....	93
<i>П.В. Паламарчук, М.П. Гавриленко, М.Я. Сташків, І.М. Бортник</i> Стенові випробування штанг широкозахватного обприскувача .....	98
<i>А.М. Поляков</i> Удосконалення начіпного агрегату для обробітку ґрунту на похилих полях .....	103
<i>С. В. Пустовіт</i> Обґрунтування необхідної довжини сепаруючої поверхні нижнього решета очистки .....	106
<i>О. П. Цьонь, А. Д. Довбуш, Н. А. Рубінець</i> Дослідження напружено-деформованого стану активного робочого органу дообрізувача залишків гички .....	115
<i>Е.Б. Алієв, В.М. Яропуд</i> Порівняльний аналіз результатів теоретичних й експериментальних досліджень процесу функціонування теплоутилізатора для тваринницьких приміщень .....	120
<i>В.І. Банга, Ю.В. Банга</i> Аналіз існуючих теорій процесу роздавання і дозування сипучих кормів .....	124
<i>Н.В. Брагинец, А.А. Вертий</i> Экспериментальные исследования процесса измельчения грубых и стебельчатых кормов измельчителем с комбинированными ножами .....	129
<i>О.О. Броварець</i> Інтегруючі аналого-цифрові перетворювачі технічних системи локального моніторингу електропровідних властивостей ґрунтового середовища .....	134
<i>А.С. Кобець, О.М. Кобець, О.Ф. Кузьменко</i> Механізація захисту рослин у системі природного землеробства .....	141
<i>В. І. Котков, Л. В. Пустовіт</i> Вплив розміру зернівок на їх міцність і якість насіння .....	147