

УДК 628.91.678

І. Брощак, канд. техн. наук; О. Ляшук, канд. техн. наук; А. Гагалюк

Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя

## ОБґРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РІЗАЛЬНИХ НОЖОВИХ БЛОКІВ ВЕРСТАТА ДЛЯ РОЗРІЗАННЯ КОНВЕЄРНОЇ СТРІЧКИ

Обґрунтовано конструктивні параметри різальних систем верстатів для різання конвеєрних стрічок на смуги. Розроблено конструкцію заточувального верстата для заточування дискових різальних інструментів, визначено режими різання і встановлено граничні значення ріжучих властивостей дискових ножів. Наведено результати експериментальних досліджень величини зношення дискових ножів при розрізанні гладкої конвеєрної стрічки на смуги. Виведено аналітичну залежність для визначення конструктивних параметрів ріжучих ножів, їхньої стійкості залежно від різних факторів.

**Ключові слова:** технологічний процес, гладка конвеєрна стрічка, нарізні плоскі паси, дискові різальні інструменти.

I. Brochak, O. Lyashuk, A. Gagalyuk

## GROUND PARAMETERS OF CUTTINGS KNIFE BLOCKS OF MACHINE-TOOL ARE FOR SCISSION OF CONVEYER RIBBON

The ground of structural parameters of the cuttings systems of machine-tools is resulted for cutting of conveyer ribbons on bars. A construction is developed to the shaping machine-tool for sharpening of disk cuttings instruments and determination modes of cutting and establishment maximum values of cuttings properties of disk knives. The results of experimental researches of size of wear of disk knives are resulted at the scission of smooth conveyer ribbon on bars. Analytical dependence of determination of size of their wear is shown out.

**Key words:** technological process, smooth conveyer belt, threatened flat belts, rotary cutting belts

### Умовні позначення:

$D_{ст}$ ,  $d_e$  — відповідно діаметр ступиці й діаметр її внутрішнього отвору, що дорівнює діаметру приводного вала, мм;

$H$  — товщина конвеєрної стрічки, мм;

$\delta$  — величина перекриття ножів ( $\delta \approx 0,2 \dots 0,8$ ) мм;

$A$  — постійна величина для даних умов оброблення, яка враховує умови й режими різання;

$v$  — швидкість різання, м/с;

$m$  — показник відносної стійкості інструмента;

$t_s$  — час на заміну інструмента, хв;

$t_e$  — час роботи верстата, хв;

$t_1$ ,  $t_2$  і  $t_3$  — час закінчення відповідно I-ої, II-ої і III-ої стадії процесу зношення, хв;

$k_1$  — величина, яка чисельно дорівнює значенню часу  $t$  у кінці I-ої стадії;

$k_2$  — величина, що чисельно дорівнює значенню величини зношення у точці з часом  $t_2$ ;

$a$ ,  $b$  і  $c$  — коефіцієнти, що залежать від матеріалу деталей і відповідно дорівнюють  $a = 0.0035 \text{ мм/хв}^{1/2}$ ,

$b = 1.05 \cdot 10^{-5} \text{ мм/хв}$  і  $c = 0.14 \cdot 10^{-5} \text{ мм/хв}^2$ ;

$t_w$  — час заточування інструмента, хв;

$l_w$  — хвилинна заробітна плата заточувальника, грн;

$z_w$  — процент витрат у заточувальному цеху;

$s_w$  — початкова ціна інструмента, грн;

- $k$  — кількість переточувань;  
 $l$  — хвилинна заробітна плата, грн;  
 $z$  — витрати у механічному цеху, грн;  
 $\Delta$  — величина зазору між ступицею і конвеєрною стрічкою, мм;  
 $D$  — діаметр різання, мм;  
 $n$  — кількість обертів фрези,  $c^{-1}$ ;  
 $s_{об}$  — подача інструмента, мм/об.

**Постановка проблеми.** Верстат заточування ножових блоків для розрізання конвеєрної стрічки (КС) на смуги належить до галузі машинобудування. Його широко використовують, щоб виготовити нарізні приводні паси машин та інші тягові підвісні елементи механізмів машин.

**Аналіз останніх досліджень.** Про розрізання конвеєрної стрічки й еластомерів частково йдеться у роботах В.Н. Потураєва [1], В.А. [Лепетова 2], О.В. Рублюка [3], А.В. Матвійчука [4], І.В. Логуша [5]. У них закладено принципи одержання готових виробів механічної полімерної сировини із застосуванням вібраційних й інших способів різання. У працях А.В. Матвійчука, С.А. Попова, І.В. Логуша описано конструкції верстатів для різання автотранспортних шин і зубчастої конвеєрної стрічки на смуги, при цьому використовують гладкі дискові ножі зовнішнім діаметром у межах 110–160мм, товщиною 12–20мм, твердістю HRC 38 – 42 од.

**Мета дослідження.** Мета роботи – розробити конструкції ріжучого інструмента і заточувального верстата для заточування дискових ножових блоків із визначенням режимів заточування і їхньої стійкості.

Роботу виконано згідно з постановою Кабінету Міністрів України “Про розвиток сільськогосподарського машинобудування і забезпечення агропромислового комплексу конкурентоздатною технікою” на 2005–2009 роки.

**Результати досліджень.** Здебільшого заточувальні верстати не відповідають вимогам часу – з точки зору механізації та автоматизації процесів заточування і різних типів ріжучих інструментів. Використання пневмо- і гідроприводів забезпечує підвищення якості й точності заточувальних операцій, розширення їхніх технологічних можливостей, полегшення обслуговування.

На виробництві допускають зношування інструментів тільки до певних величин, кількісні вирази яких встановлюють за критерієм зношування. Найпоширеніший – величина оптимального зношення інструмента, при якому забезпечується найбільший термін його служби [6]. На ступінь зношування інструментів впливають фізико-механічні властивості як інструментального, так і оброблюваного матеріалу, режими різання та інші умови роботи. До інструментів, призначених для формоутворення, застосовують технологічний критерій, тобто визначають величину зношування як розмірну стійкість.

Для розрізання КС на смуги з бухт використовують подвійні багатолезові ножові блоки, технологічна схема заточування яких зображена на рис. 1. Заточують ножові блоки одночасно по 2 штуки – на універсальному заточувальному гідрофікованому верстаті моделі ЗБ 642. Для цього використовують U-подібний кронштейн 1, під ним встановлено поворотний шток 2 з можливістю кругового повертання навколо вертикальної осі. У середині цього кронштейна – ножовий блок, зроблений як два паралельні приводні вали 3, з можливістю колового повертання. На них встановлені базуючі втулки 4 на шпонках 5, а на базуючих втулках, у певній послідовності, ріжучі пари дискових ножів 6 (наприклад, 4шт.) з розпірними втулками 7. У свою чергу дискові ножі встановлені на шпонки 10, а шпонки 5 і 10 розміщені діаметрально протилежно і на різній довжині.

Паралельні приводні вали в зборі крайніми циліндричними цапфами 9 встановлені в опорні отвори лівої 11 і правої опор 12 ножового блоку – з можливістю колового повертання.

Ножові блоки в зборі стягуються двома стяжними болтами 13, які стягують опори 11 і 12 й розміщені у зоні взаємодії дискових ножів 6 по довжині опор та повертаються на 180° на цапфах 9. Ножові блоки у цих позиціях фіксуються фіксаторами 13 з конічними виступами, з пружинами стиснення у конічних отворах 14, які розміщені знизу і зверху на лівій опорі 11.

Крім цього, ліва і права опори встановлені своїми цапфами 15 у відкриті циліндричні гнізда 16 зверху лівої і правої вилок U-подібного кронштейна 1. Цапфи 15 розміщені ззовні ножового блоку, посередині їхньої довжини, з можливістю повертання на 180°, а зверху закриті кришками 17, які повертаються на шарнірах з можливістю повертання на 90°, відкидна кришка 16 закручена гайкою 18.

Приводить у рух вали приводний шків, жорстко встановлений на багатогранному конічному приводному елементі 20, що почергово взаємодіє із відповідним конічним багатогранником 21. Заточують дискові ножі 6 на абразивних кругах 24 попарно по два. Закінчивши процес заточування, ножовий блок знімають із заточувального верстата і встановлюють на установку для розрізання конвеєрної стрічки.

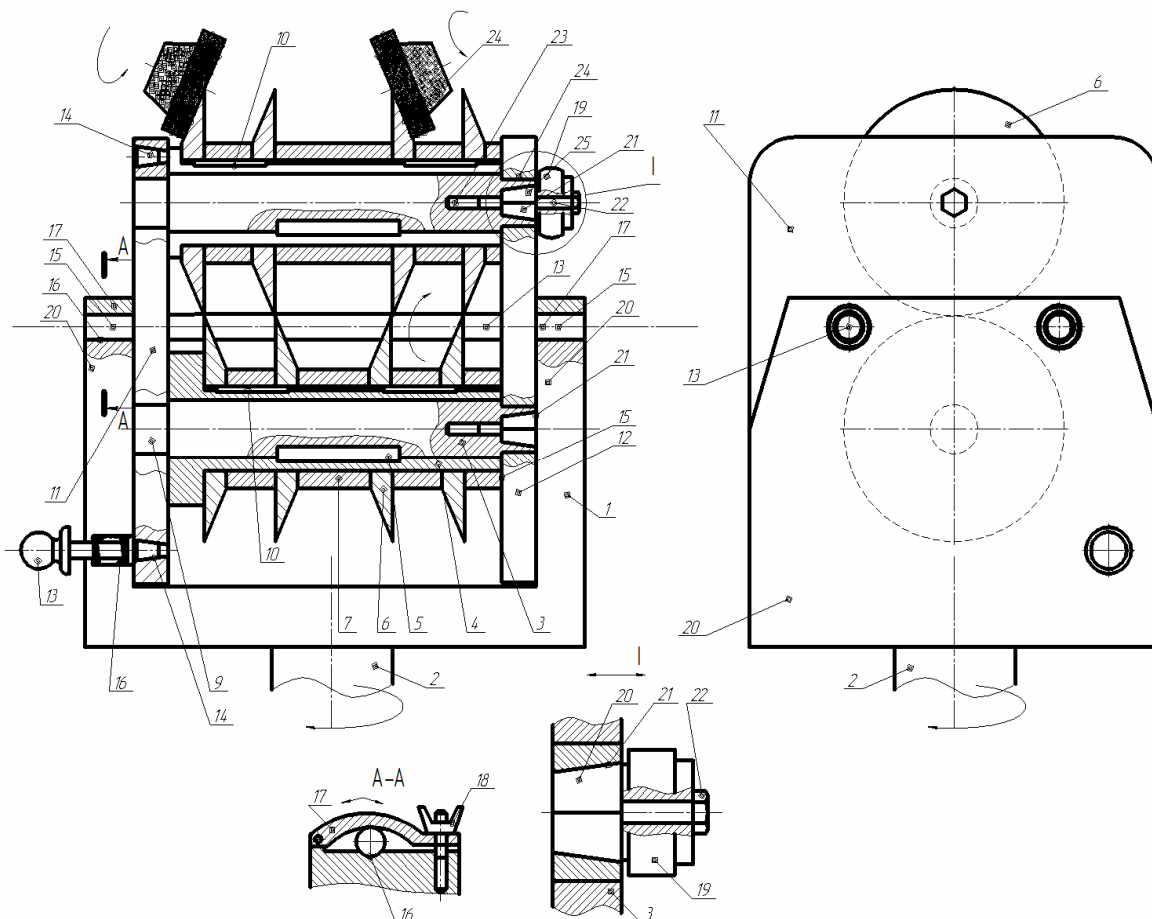


Рисунок 1 – Технологічна схема заточування дискових ножових блоків для розрізання гладкої конвеєрної стрічки на смуги

Діаметр дискових ножів вибирали залежно від міцності приводного валу, товщини конвеєрної стрічки, нормальних умов роботи та інших конструктивних параметрів установки за формулою

$$D = d_e + (D_{cm} - d_e) / 2 + H + \delta + \frac{\Delta}{2}. \quad (1)$$

Врахувавши сказане вище, встановили, що доцільним буде зовнішній діаметр ножів у межах  $D=130-150$  мм.

Кут заточування вибирали експериментально, він дорівнював  $\alpha=12, 19^\circ, 25^\circ$  і  $30^\circ$ . У результаті експериментів встановили, що для стійкості й нормальних умов роботи варто вибрати величину кута у межах  $\alpha=16-22^\circ$ .

За допомогою експериментальних досліджень стійкості шести пар ножових блоків, тобто 12 ножів при роботі 12 змін по 4–6 годин, встановлено величини зношення, за якими побудовано графік, зображений на рис. 3. Матеріал ножів – сталь У7А, твердість HRC=58-64 од.

За допустимий критерій зношення дискових ножів вибрали величину 0,20мм на діаметр, рекомендовану [3] й підтверджену нашими дослідженнями. Заміряли зношення дискових ножів мікрометрами по зовнішньому діаметру після певних періодів роботи. Точність мікрометра 0,01мм.

Стійкість ріжучого інструмента визначено із залежності [6]

$$T^m = \frac{A}{v} \quad (2)$$

Економічну стійкість інструмента доцільно визначати з формули

$$T_t = \frac{1-m}{m}(t_c - t_a) \quad (3)$$

У результаті експериментальних досліджень стійкості різальних ножів побудовано відповідний графік, зображений на рис.2.

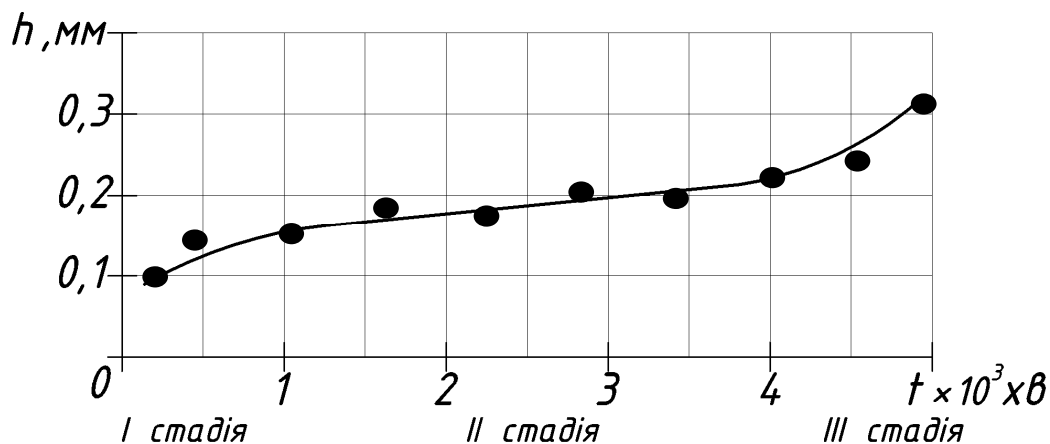


Рисунок 2 – Залежність стійкості ножів від часу роботи у процесі розрізання гладкої конвеєрної стрічки на смуги

З графіка бачимо, що при роботі 35–42 тис. хв. загострення ножів є гранично допустимим і їх необхідно заточувати.

Для визначення величини зношення  $h$  можна використати таку емпіричну залежність [6]:

$$h = \begin{cases} a\sqrt{t}, & \text{при } 0 \leq t \leq t_1; \\ bt + k_1, & \text{при } t_1 \leq t \leq t_2; \\ c(t - t_2)^2 + k_2, & \text{при } t_2 \leq t \leq t_3 \end{cases} \quad (4)$$

Коефіцієнти  $a$ ,  $b$  і  $c$  отримані експериментально і сповна відображають процес зношення різальних інструментів для матеріалу сталь У7А.

Ми спроектували і виготовили спеціальну установку для розрізання гладкої конвеєрної стрічки [7] 6-ма парами дискових ножів – рис.3.

Для збільшення швидкості різання і підвищення його продуктивності ножі необхідно охолоджувати різними способами.

Час роботи верстата

$$t_s = \frac{t_w l_w (1 + \frac{z_w}{100}) + \frac{s_w \cdot 100}{k}}{l(1 + \frac{z}{100})} \quad (5)$$

Зменшуючи час  $t_s$  роботи верстата, наближаємося до значення стійкості при найменшій собівартості та найбільшій продуктивності. При розрізанні гумових заготовок шлях дискових ножів у середовищі визначаємо за формулою

$$L = \frac{\pi D n}{s_{об}} \quad (6)$$

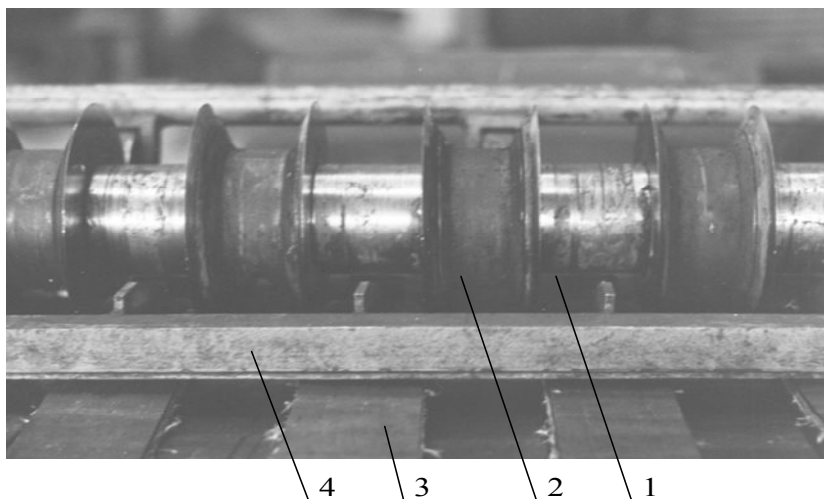


Рисунок 3 – Ножовий блок верстата для різання конвеєрної стрічки

Для підвищення якості й стабільності ріжучих інструментів особливе значення має використання властивостей інструментів.

Вибір характеристик заточувальних кругів і швидкість для заточування дискових ножів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Характеристики заточувальних кругів і швидкість для заточування дискових ножів

Інструментальний матеріал	Абразивний матеріал	Зерна	Твердість	Зв'язка	Швидкість круга, м/с
Швидкоріжучі Р6М5, Р9	Електрокорунд	25-40	С1	Керамічна	12-25
Леговані	-	25-40	С1	Керамічна	12-25
Тверді сплави ВК6, ВК8, Т15К6	Карбід кремнію зелений	25-40	СМ1 СМ3	Керамічно-бекалітова	15-20

Як абразивні використовують чашкові круги із абразивного матеріалу – електрокорунд нормальний або білий, зернистістю 10–30 мкм. Режим роботи заточування: швидкість заточування  $V = 12\text{--}15$  м/с; подача  $S = 5\text{--}10$  м/хв; глибина різання при заточуванні  $t = 0,08\text{--}0,1$  мм/хв.

Одними з переваг цього верстата є розширення технологічних можливостей та підвищення продуктивності праці заточувальних операцій.

### Висновки

1. Розроблено конструкцію пристрою верстата заточування різальних дискових ножових систем верстатів для різання гумових заготовок – як з первинної, так і вторинної сировини різної форми. Виведені аналітичні залежності для визначення конструктивних параметрів ножових блоків і стійкості ножів.

2. Обґрунтовано вибір інструментальних матеріалів для виготовлення дискових ножів і абразивних кругів заточування при розрізанні гумових виробів і режимів їхньої роботи. Встановлено стійкість ножів у процесі розрізання гладкої КС на смуги в процесі експлуатації.

#### **Література**

1. Потураев В. Н. Резиновые детали машин / В. Потураев, В. Дарда. – М.: Машиностроение, 1977.
2. Лепетов В.А. Резиновые технологические изделия / Владимир Андреевич Лепетов [3-е изд.] – Л.: Химия, 1976. – 440с.
3. Рублюк О.В. Розробка технології одержання виробів з вторинної полімерної сировини: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.02.08 «Технологія машинобудування» / О.В. Рублюк. – Львів, 1994. – 19, [1] с.
4. Матвійчук А.В. Технологічні особливості порізки автотракторних шин / А.В. Матвійчук, В.І. Михайлинин // Науковий вісник НАУ. – 2002. – №49. – С. 216–221.
5. Логуш І.В. Технологічне забезпечення виготовлення стрічок з зубчастих гумово-кордових рулонних заготовок: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.02.08 «Технологія машинобудування» / І.В. Логуш. – Тернопіль, 2006. – 20, [1] с.
6. Попов С.А. Заточка режучего инструмента / С. А. Попов , Л. Г. Дибнер, А. С. Калинович – М: Высшая школа, 1970. – 317с.
7. Пат. №33066 Україна, МПК В23Q 37/00. Установка для порізки гладкої конвеєрної стрічки на смуги / Ляшук О. Л., Білик С. Г., Фльонц О. В., Дзюра В.О., Воляк І. Я.; власник Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя. – №200801366; заявл. 04.02.08; опубл. 10.06.08, Бюл. № 11.