

Р.Г.Редько¹, Р.А.Склярів², Р.М.Полінкевич¹, Т.І.Четвержук¹, О.І.Редько¹
Луцький національний технічний університет¹
Тернопільський національний технічний університет²

АНАЛІЗ ЗНОШЕННЯ ГУБОК ЗАТИСКНИХ ЦАНГ БАГАТОШПИНДЕЛЬНИХ ТОКАРНИХ АВТОМАТІВ

В статті наведені теоретичні дослідження процесу зношення губок затискних цанг багатошпиндельних токарних автоматів. Зношування губок ЗЦ розглядається за двома окремими схемами при різних співвідношеннях діаметра прутка d і діаметра отвору цанги d_0 . Наведені спрощені схеми для визначення площі контакту затискного елемента і заготовки. Виведені формули для орієнтовного визначення площі контакту затискного елемента із заготовкою. Виведено залежність, що дає можливість при заданому числі циклів роботи ЗЦ із врахуванням загальної довжини пробігу прутка визначити сумарне зношування губок ЗЦ до виходу її із ладу.

Ключові слова: затискна цанга, цангові затискні механізми, зношування губок ЗЦ, зношування затискних цанг, площа контакту губок із заготовкою, коефіцієнт зношування.

Р.Г.Редько, Р.А.Склярів, Р.М.Полінкевич, Т.И.Четвержук, О.И.Редько
**АНАЛИЗ ИЗНОСА ГУБОК ЗАЖИМНЫХ ЦАНГ МНОГОШПИНДЕЛЬНЫХ
ТОКАРНЫХ АВТОМАТОВ**

В статье приведены теоретические исследования процесса износа губок зажимных цанг многошпиндельных токарных автоматов. Износ губок ЗЦ рассматривается по двум отдельным схемам при различных соотношениях диаметра прутка d и диаметра отверстия цанги d_0 . Приведенные упрощенные схемы для определения площади контакта зажимного элемента и заготовки. Выведены формулы для ориентировочного определения площадей контакта зажимного элемента с заготовкой. Выведена зависимость, что дает возможность при заданном числе циклов работы ЗЦ с учетом общей длины пробега прутка определить суммарный износ губок ЗЦ к выходу ее из строя.

Ключевые слова: зажимная цанга, цанговые зажимные механизмы, износ губок ЗЦ, износ зажимных цанг, площадь контакта губок с заготовкой, коэффициент износа.

R. Redko, R. Sklyarov, R. Polinkevich, T. Chetverzhuk, O. Redko
**ANALYSIS OF SPONGE OF SPONGES OF CLAMPING CRANKS OF MULTI-SPINDLE
TURNING MACHINES**

The article presents theoretical studies of the process of wear of the jaws of the clamping collets of multi-spindle lathes. The wear of the sponges ZC is considered in two separate schemes at different ratios of the diameter of the rod d and the diameter of the hole of the collet d_0 . Simplified diagrams for determining the contact area of the clamping element and the workpiece are given. The formulas for approximate determination of the contact areas of the clamping element with the workpiece are derived. The dependence is deduced, which makes it possible to determine the total wear of the ZC sponges before its failure at a given number of cycles of ZC operation, taking into account the total length of the rod.

Key words: clamping collet, collet clamping mechanisms, wear of sponges ZTs, wear of clamping collets, area of contact of sponges with preparation, coefficient of wear.

Вступ. Ефективність роботи машин, механізмів визначається ефективністю роботи їх складових частин. Кожна складова механізму – деталь, в силу своїх конструктивних та технологічних особливостей, залежно від виду та ступеня діючих навантажень має свій власний ресурс роботи. При проектуванні найбільшу увагу звертають на деталі, які мають найменшу довговічність, при виході з ладу яких, зупиняється весь механізм.

Багато із металорізальних верстатів і, насамперед, пруткових токарних автоматів, оснащені цанговими затискними механізмами (ЦЗМ). Їх основна перевага - в можливості порівняно просто автоматизувати процес закріплення штучних та пруткових заготовок, так як для цього потрібно лиш просте осьове переміщення цанги відносно шпинделя, а також малі радіальні габарити і незначний вплив частоти обертання на зусилля затиску заготовки. Ці механізми знаходять широке застосування і в багаточисельному верстатному обладнанні.

Найменш довговічним елементом в ЦЗМ і елементом, який найбільше впливає на такі показники, як точність обробки та жорсткість технологічної системи, є затискна цанга (ЗЦ). Причиною швидкого їх виходу із ладу є недосконалість методів проектування та технології виготовлення, які не забезпечують виконання цанг із найбільш вдалими для даних умов обробки конструктивними та високими якісними параметрами. Технологічні процеси їх виготовлення є трудомісткими, коефіцієнт використання металу дуже низький і становить 22-26% і після зношення робочих поверхонь затискних цанг їх відправляють на переробку [1, 5, 6].

Розробка методів проектування та маловідходних технологій виготовлення цанг, а також технологій їх відновлення, що є в даний час гострим та актуальним питанням, дасть можливість спростити технологічний процес виготовлення цанг, підвищити їх довговічність в кілька разів та зекономити значну частину матеріалу.

Постановка проблеми. Основною характеристикою зношування губок затискних цанг є лінійне зношування U , яке вимірюється в напрямку, перпендикулярному осі цанги, – поверхні тертя. Для повної характеристики величини зношування із врахуванням нерівномірності (рис. 1) необхідно знати його розподіл по поверхні губок (форму зношеної поверхні). Враховуючи той факт, що в спряженні пруток-губка одна поверхня (пруток) обновлюється, а друга (губка) зношується, в подальшому буде розглядатись не зношування спряження, а зношування тільки губок цанги, яке відбувається при розтисненій цанзі під час подачі прутка, який обертається.

Основні результати дослідження. Так як при зношуванні губок цанги під час подачі прутка (який обертається) є два рухи (обертальний і поступальний), то зношування можна розглядати за двома окремими схемами: схема 1 – зношування при обертанні без поступального переміщення (U_1), рис. 1, а, в; схема 2 – зношування при подачі без обертання (U_2), рис. 1, б, г.

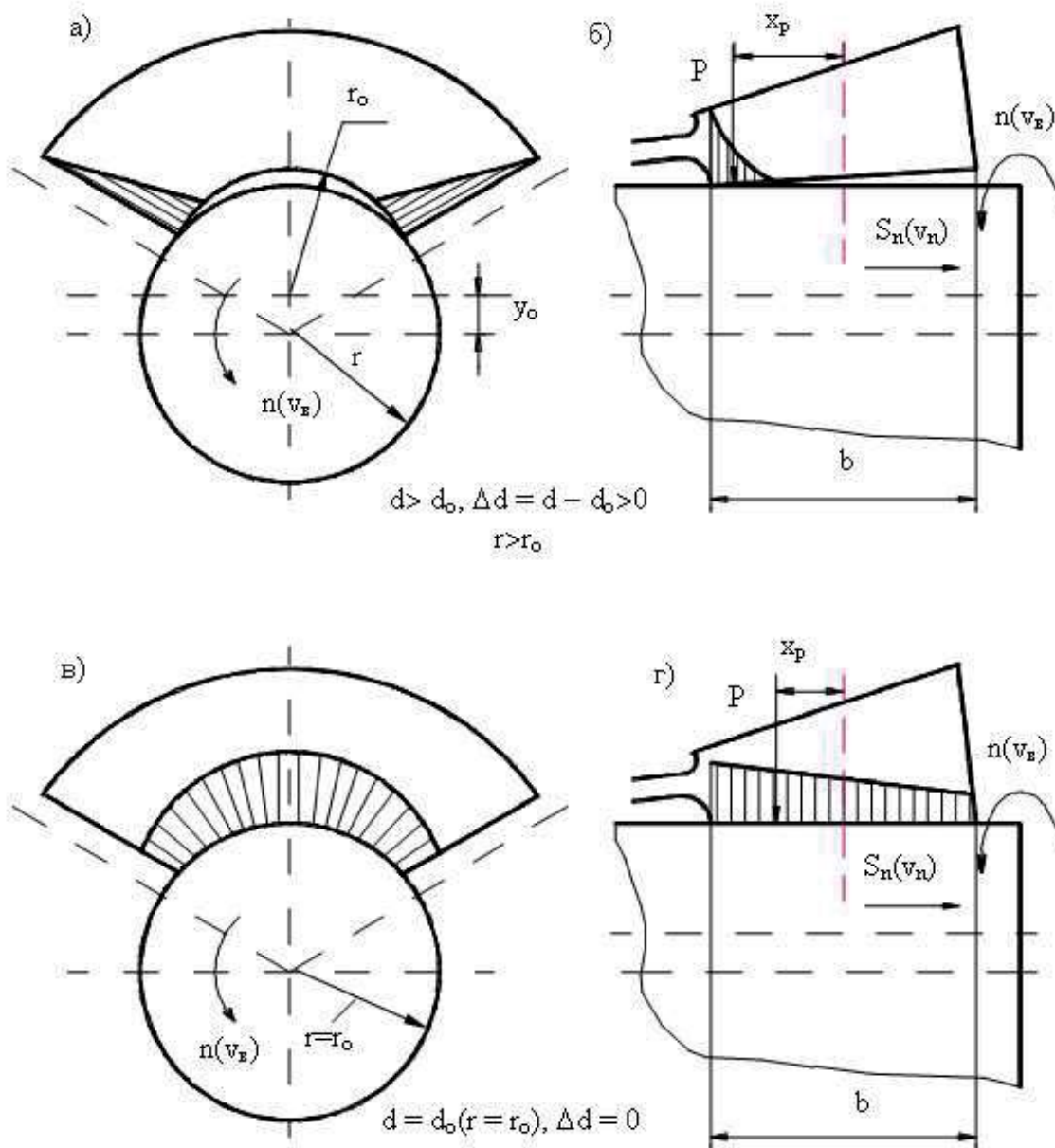


Рис. 1. Схеми зношування губок затискної цанги при різних співвідношеннях діаметра прутка d і діаметра отвору цанги d_0

При цьому сумарне зношування

$$U = U_1 + U_2. \quad (1)$$

Згідно законів зношування [2, 3, 5] швидкість зношування

$$\gamma = kpv, \quad (2)$$

де k – коефіцієнт зношування, на значення якого впливають характеристики використаних матеріалів пари, умови в зоні контакту і, в першу чергу, змащення поверхонь;

p – тиск на поверхні контакту;

v – відносна швидкість ковзання.

Величина усталеного зношування

$$U = \gamma t = kpv \cdot t, \quad (3)$$

де t – час, протягом якого відбувалось зношування поверхонь.

Так як $v \cdot t = S$ – шлях тертя, то

$$U = kpS. \quad (4)$$

Для знаходження тиску p необхідно площу контакту F_k губки ЗЦ з прутком представити через параметри поверхонь, що контактують, які будуть різними для різних спряжень [1, 4], що представлено в табл. 1 і на рис.2.

Таблиця 1.

Формули для орієнтовного визначення площ контакту затискного елемента із заготовкою

Δd	Схема за	Формула
> 0	рис. 2, а	$F_k = h_k^2 \sqrt{\left\{ \left[\frac{\pi d \gamma_o}{(y_o - 0.5 \Delta d) 360^\circ} \right]^2 + 1 \right\} (v^2 + 1)}$
$= 0$	рис. 2, б	$F_k = \frac{h_k}{\theta} \cdot \frac{\pi r_o}{360^\circ} \cdot \gamma_o$
< 0		$F_k = \frac{h_k}{\theta} \cdot \frac{\pi r_o}{360^\circ} \cdot \gamma_k$

В таблиці 1: γ_o – половина кута обхвату в град.; θ – кут поздовжнього вкорінення, в град; y_o – початкове зміщення осі отвору цанги відносно осі прутка; h_k – контактне зближення, яке визначається за формулами [2, 5], r_o – радіус кривизни робочого отвору губки цанги.

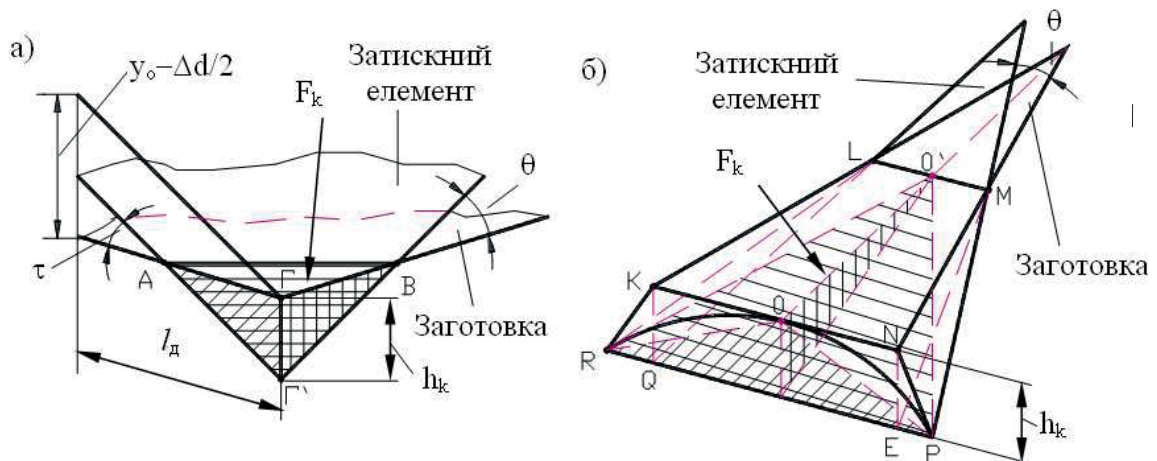


Рис. 2. Спрощені схеми для визначення площі контакту затискного елемента і заготовки

Середній тиск в площині контакту дорівнює:

$$p_{cp} = (G + P_u) / F_k, \quad (5)$$

де F_k – площа контакту; G – вага прутка; $P_u = G\omega^2 e$ / g – відцентрова сила, що діє на неврівноважений пруток; ω – частота обертання прутка; e – зміщення прутка відносно осі

шпинделя, яке дорівнює: $e = (\Delta d + \Delta_{\min}) / 2$, де Δd – максимальне відхилення діаметра прутка в мінус; Δ_{\min} – мінімальний зазор для проходження прутка максимального діаметру, рівний 0,1–0,5 мм.

Шлях тертя при обертанні:

$$S_1 = v_{\text{от}} t = \pi d n t \quad (6)$$

Шлях тертя при подачі

$$S_2 = v_n t_n N_u = l_n N_u, \quad (7)$$

де $v_n t_n$ – довжина подачі прутка, рівна: $l_n = l_0 + b_{\text{впор}}$ (l_0 – довжина деталі, $b_{\text{впор}}$ – ширина відрізки); v_n, t_n – швидкість і час подачі прутка;

N_u – кількість циклів до виходу цанги із ладу в результаті зношування.

Так як $N_u = t / t_n$, то:

$$S_2 = l_n t / t_n \quad (8)$$

Підставивши формули (5), (6) і (8) в формулу (4), отримано формулу сумарного зношування до виходу із ладу:

$$U = k p t G \left(1 + \frac{\omega^2 e}{g} \right) / F_k, \quad (9)$$

де площа контакту F_k визначається залежно від відхилення діаметра заготовки Δd за формулами табл. 1.

Висновки. Формула (9) дає можливість при заданому числі циклів роботи ЗЦ із врахуванням загальної довжини пробігу прутка визначити сумарне зношування губок ЗЦ до виходу її із ладу.

Список використаних джерел:

1. Кузнецов Ю. М. Проекування цільових механізмів маніпулювання верстатів нового покоління : навч. посіб. для студентів машинобуд. спец. ВНЗ / Ю. М. Кузнецов, Б. І. Придальний ; за заг. ред. проф. Ю. М. Кузнецова ; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т", Луц. нац. техн. ун-т. - Луцьк : Вежа-Друк, 2014. - 425 с.
2. Кузнецов Ю.Н., Драчев Д.И., Луцив И.В., Шевченко А.В., Волошин В.Н. Технологическая оснастка для высокоэффективной обработки на токарных станках. Монография. ТНТ, СтарыйОскол, Россия, 2014 – 480 с.
3. Кузнецов Ю.М., Луцив І. В., Шевченко О.В., Волошин В.Н. Технологічне оснащення для високоефективної обробки на токарних верстатах / під ред. Ю.М. Кузнецова . – К. – Тернопіль; Терно-граф, 2011. - 692 с.
4. Крижанівський В. А., Кузнецов Ю. М., Валявський І. А., Склярів Р. А. Технологічне обладнання з паралельною кінематикою: Під ред. Ю. М. Кузнецова. — Кіровоград, 2004. — 449 с.
5. Редько Ростислав Григорович. Підвищення працездатності затискних цанг токарних автоматів, виготовлених за маловідходною технологією: Дис... канд. техн. наук: 05.03.01 / Луцький держ. технічний ун-т. - Луцьк, 1999. - 233л. - Бібліогр.: л. 150-167.
6. Р.Г.Редько, О.І.Редько, В.В.Шанайда, Р.А.Склярів. Дослідження пружно-силових характеристик затискних цанг, виготовлених за діючими та новими технологіями // Наукові нотатки. – Випуск 44.– Луцьк, 2014. – С. 249– 253.