

ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ У МАШИНОБУДУВАННІ

УДК 621.923

DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.3-1/02>

Кологойда А.В.

Чернігівський національний технологічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ТЕКСТИЛЬНИХ ВАЛИКІВ ТА БАРАБАНІВ

Проведено аналіз проблем, що виникають під час шліфування базової циліндричної поверхні та заточування голчастої гарнітури барабанів та валиків текстильних машин. Запропоновані нові способи обробки поверхонь зі схрещеними осями інструмента та деталі, де введення орієнтації інструмента дозволяє більш рівномірно розподілити припуск на обробку вздовж периферії шліфувального круга, що зменшує його знос та зменшує температуру у зоні обробки.

Ключові слова: шліфування, текстильний валик, голчаста фурнітура, шорсткість, моделювання.

Постановка проблеми. Під час виготовлення виробів з вовни на текстильних підприємствах наразі широко розповсюджені чесальні агрегати. Продуктивність прочісування вовни та якість вихідного продукту зумовлені точністю виготовлення циліндричних базових поверхонь барабанів та валиків текстильних машин, а також якістю заточки голчастої гарнітури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботах [1, 2] наведено основні конструкції та складові частини чесальних агрегатів. Описано процес прочісування вовни та основні проблеми, що виникають під час цього процесу.

У роботах [3; 4] проаналізовано процес заточування голчастої гарнітури барабанів та валиків текстильних машин. Запропоновані нові способи обробки торцями брусків.

Однак у перелічених вище роботах не розглядаються операції щодо підготовки базової циліндричної поверхні барабанів та валиків текстильних машин до намотування голчастої гарнітури. Запропоновані способи обробки більш доцільно використовувати тільки на стадії чорнового вирівнювання голчастої гарнітури.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є аналіз наявних схем обробки барабанів і валиків текстильних машин та розробка нових способів шліфування гладкої циліндричної поверхні та голчастої гарнітури. А також визначення основних параметрів процесу обробки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Найбільш відомими виробниками текстильних машин є фірми “Vefama” (Польща) та “Ostir” (Італія). Вони випускають чесальні агрегати різних типорозмірів (рис. 1). При цьому діаметр робочого

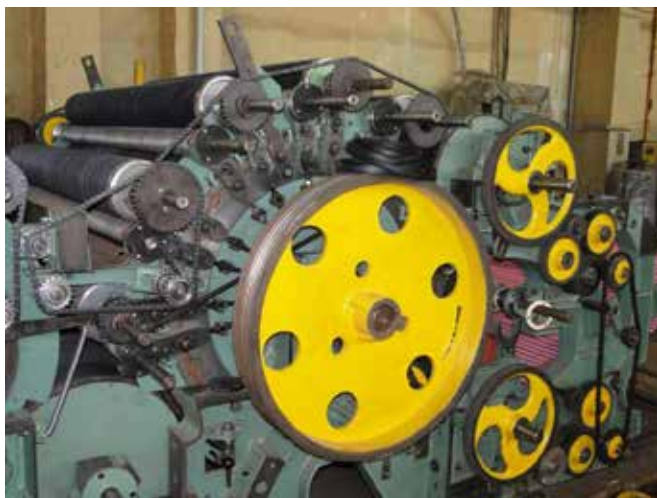


Рис. 1. Чесальна машина та голчаста гарнітура

та подаючого барабанів фірми “Vefama” може становити до 0,1 м, а фірми “Ostir” – до 3,5 м. Робочі валики виготовляють з діаметральним розміром до 240 мм.

Текстильні барабани та валики представляють собою базову циліндричну поверхню заданого діаметра (рис. 2), на яку намотується голчаста гарнітура. Базова циліндрична поверхня виконується у вигляді зварної конструкції, де труба 3 кріпиться на фланцях 2. Передача крутного моменту від приводу здійснюється віссю 1, на якій за допомогою двох шпонок 4 та гайок фіксуються фланці 2.

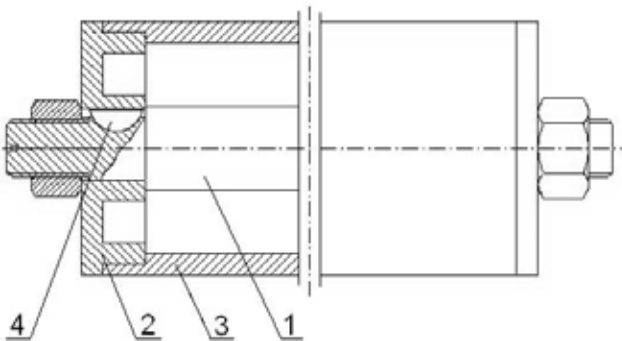


Рис. 2. Конструкція базової циліндричної частини текстильного валика

Тип гарнітури та її розміри визначаються властивостями матеріалу, що оброблюється, та призначенням робочого органу? на який вона кріпиться. Під час прочісування бавовняних та хімічних волокон використовують жорстку, напівжорстку та еластичну голчасту гарнітуру (рис. 3) [2]. Жорстка гарнітура умовно поділяється на пильчасту

(рис. 3, а), яка призначена для робочих органів попереднього прочісування, та цільнометалеву пильчасту стрічку (рис.3, б), яка призначена для робочих органів основної зони прочісування.

Напівжорстка (рис. 3, в) та еластична (рис. 3, г) гарнітури використовуються для обтягування шляпкових колосників чесальної машини. Напівжорстка гарнітура (рис. 3, в) виготовляється з голок з загостреним кінчиком, які розташовуються на еластичній основі, склеєної з 8-ми шарів тканини. Голки виготовляють з плоского дроту перерізом 0,6×0,25 мм. Еластична гарнітура (рис. 3, г) представляє собою голчасту стрічку. В основу встановлюються сталеві скоби – голки круглого перетину. Голки виготовляють зігнутими – з «коліном», за рахунок чого вони не чіпляють сусідні під час прочісування. Еластична гарнітура характеризується номером, який визначає діаметр голки, та густиною розташування голок.

На якість прочісування та кількість браку головним чином впливають геометрична точність твірної базової гладкої циліндричної поверхні та стан голчастої гарнітури.

За відхилення твірної барабану від прямої (опуклість, вгнутість тощо) між парою робочих елементів спостерігається нерівномірний зазор. Залежність кількості пороків після прочісування по довжині барабану від нерівномірності зазору між робочими елементами наведено на рис. 4. Похибки форми виникають за рахунок прогину барабану у центральній його частині за рахунок дії сили власної ваги, а також у результаті неякісного шліфування на кінцевих операціях його виготовлення.

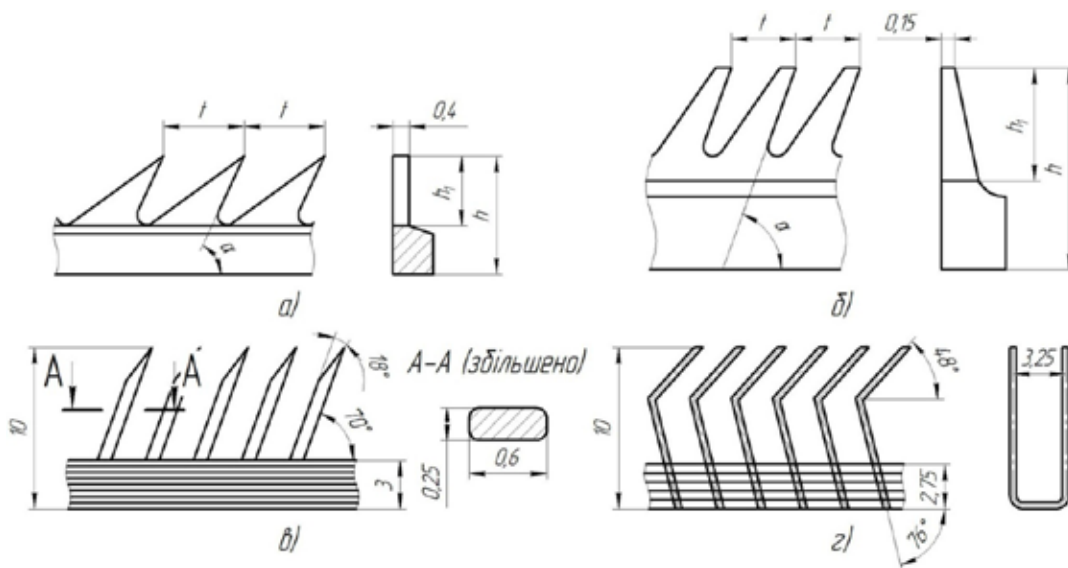


Рис. 3. Типи гарнітури чесальних машин

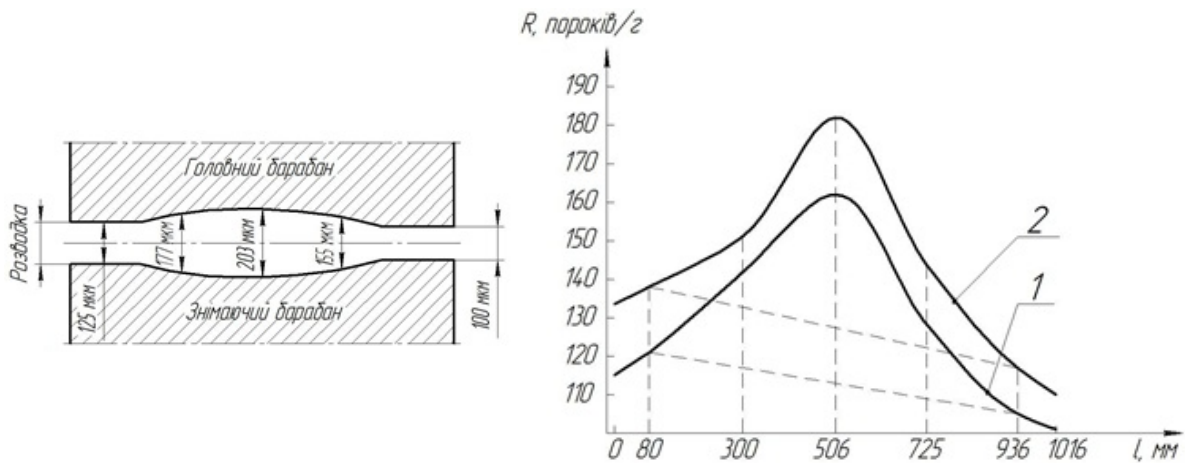


Рис. 4. Криві розподілу числа пороків у 1 г прочосу за довжиною твірної барабанів чесальних машин:
 1 – число пороків за сортування 5-II (середньозважена забрудненість 3%)
 2 – число пороків за сортуванні 5-I (середньозважена забрудненість 2,5%)

Робоча поверхня голчастої гарнітури характеризується відхиленням торця голки від площини та наявністю задирки на її кінчику (рис. 5). Під час роботи барабана та валика, у яких задирки виступають за зовнішній діаметр голки (рис. 5, а), відбувається розрив волокна. Задирка утворюється, якщо не правильно підібрані режими обробки, за рахунок оплавлення поверхневого шару голки і виносу розплавленого матеріалу на кінчик. За занадто малих швидкостях різання в процесі шліфування голка відхиляється від початкового положення, і рухаючись під час обробки за рахунок пружних сил, її торець набуває форми еліпсу (рис. 5, б).

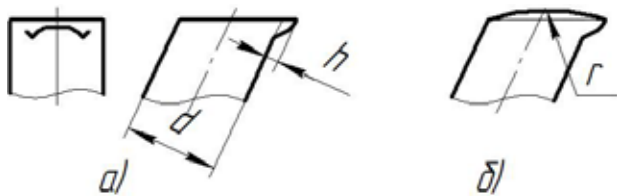


Рис. 5. Форма робочого кінця голки

З метою забезпечення необхідної точності та шорсткості шліфування базової циліндричної поверхні було запропоновано схему обробки зі схрещеними осями круга та деталі [5] (рис. 6). При цьому кут орієнтації інструмента визначається з умови завантаження максимальної ділянки периферії шліфувального круга.

Під час обробки за запропонованим методом деталь обертається навколо власної осі X_d з кутовою швидкістю ω_d . Круг обертається з постійною

кутовою швидкістю ω_i навколо осі X_i та здійснює рух подачі S . Перед обробкою інструмент повертають навколо осі Z_i на кут β , оптимальне значення якого визначають за формулою (рис. 7)

$$\beta = \arcsin \frac{l_x}{B - C} = \arcsin \frac{\sqrt{(R_d + t)^2 - R_d^2}}{B - C}, \quad (1)$$

де B – висота круга; C – довжина калібруючої ділянки круга; R_d – радіус деталі; t – глибина різання.

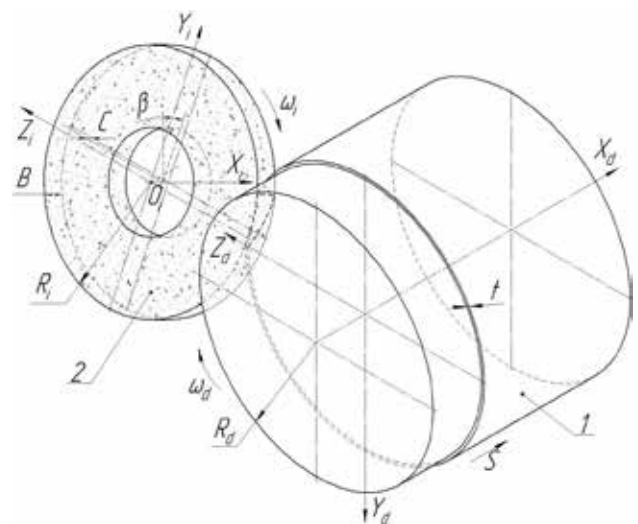


Рис. 6. Схема однопрохідного доводочного шліфування циліндричної поверхні валика текстильної машини

У знятті шару матеріалу з поверхні заготовки бере участь тільки периферія шліфувального

круга, при цьому за рахунок повороту інструмента збільшується довжина його лінії контакту з деталлю та забезпечується рівномірність розподілення товщини шару, що зрізується, вздовж різальної кромки. Для підвищення продуктивності швидкості обертання інструмента та деталі збільшують.

Для визначення параметрів формоутворення циліндричної поверхні валиків та барабанів за даним способом обробки проведено модульне математичне моделювання процесу обробки.

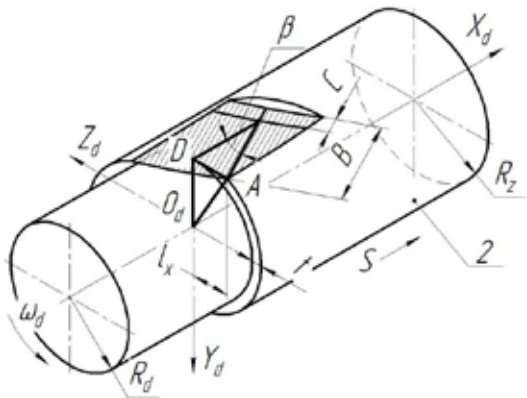


Рис. 7. Схема визначення кута орієнтації інструмента

Поверхня шліфувального круга може бути описана за допомогою циліндричного інструментального модуля [3]

$$Shk(x, \theta_i) = C_{x, \theta_i}^i = M1(x) \cdot M4(\theta_i) \cdot M2(R_i) \cdot e4, \quad (2)$$

де C_{x, θ_i}^i – циліндричний модуль, який описує робочу поверхню шліфувального круга; $M1...M6$ – матриці перетворення координат, що забезпечують переміщення та поворот відносно координатних осей X, Y, Z [6]; $e4$ – одиничний радіус-вектор початку координат; $R_i = 100 \text{ мм}$ – радіус інструмента; $x = 0...B$ – лінійна координата точки на периферії шліфувального круга, що приймає значення від 0 до висоти інструмента $B = 25 \text{ мм}$; $\theta_i = 0...360^\circ$ – кутова координата профілю круга.

Для опису обробленої поверхні необхідно інструментальну поверхню перенести до системи координат деталі. Це забезпечується введенням матриці переносу та модулів орієнтації і формоутворення.

$$Det(x, \theta_i, \theta_d) = C_{\theta_d}^\phi \cdot M^{nep} \cdot C_\beta^\alpha \cdot C_{x, \theta_i}^i \cdot e4 = M1(\theta_d \cdot p_z) \cdot M4(\theta_d) \cdot M2(-y_c) \cdot M5(-\beta) \cdot M1(-B + C) \times M1(x) \cdot M4(\theta_i) \cdot M2(R_i) \cdot e4 \quad (3)$$

де $M^{nep} = M2(-y_c)$ – матриця переносу; $C_{\theta_d}^\phi = M1(\theta_d \cdot p_z) \cdot M4(\theta_d)$ – модуль формоутворення;

ная; $C_\beta^\alpha = M5(-\beta) \cdot M1(-B + C)$ – модуль орієнтації; $y_c = R_i + R_d$ – відстань між осями інструмента та деталі; C – довжина калібрувальної частини круга; θ_d – кутовий параметр деталі (кут повороту навколо власної осі); $p_z = \frac{S}{2 \cdot \pi}$ – крок гвинтової лінії подачі; $S = 10 \text{ мм}$ – осьова подача деталі.

Профіль деталі визначається точками, де виконується умова [7]

$$\vec{V} \times \vec{n} = 0, \quad (4)$$

у нашому випадку

$$\frac{\partial \det(x, \theta, \theta_d)}{\partial x} \times \frac{\partial \det(x, \theta, \theta_d)}{\partial \theta} \cdot \frac{\partial \det(x, \theta, \theta_d)}{\partial \theta_d} = 0. \quad (5)$$

Під час обертання точок лінії контакту навколо осі деталі отримуємо профіль обробленої поверхні (рис. 8). За перетину цього профілю осьовою площиною (рис. 9) можна визначити геометричну шорсткість поверхні, як відстань від точки перетину двох послідовних слідів поверхні шліфувального круга в осьовій площині деталі до номінального розміру обробленої поверхні.

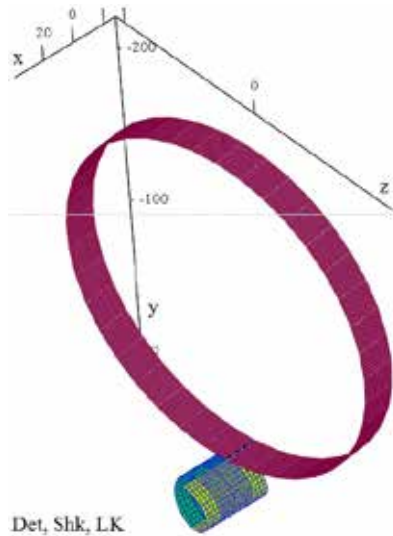


Рис. 8. Модульні 3D моделі деталі, інструмента та лінії їх контакту

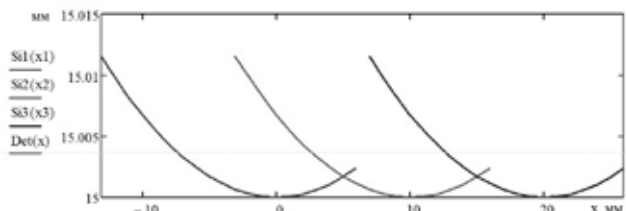


Рис. 9. Геометричний осьовий профіль поверхні деталі

З метою підвищення якості заточування голчастої поверхні барабанів та валиків текстильних

машин запропоновано новий спосіб обробки [8]. За цим методом (рис. 10), з метою повного завантаження профілю круга його повертаємо навколо осі Y_u на кут α . Значення кута орієнтації визначається із залежностей

$$M3(\theta_d \cdot p_z) \cdot M6(\theta_d) \cdot M2(-y_c) \cdot M4(\alpha) \times \\ \times M3(C) \cdot M3(z) \cdot M6(\theta) \cdot M2(R_u) \cdot \bar{e}4 - R_d = 0, \\ p_z = \frac{S_z}{2\pi}, y_c = R_u + R_d - t, \\ \frac{\partial \bar{r}(z, \theta, \theta_d)}{\partial z} \times \frac{\partial \bar{r}(z, \theta, \theta_d)}{\partial \theta} \cdot \frac{\partial \bar{r}(z, \theta, \theta_d)}{\partial \theta_d} = 0, \quad (6),$$

де R_u – радіус інструмента, z – поточна координата на профілі інструмента; C – величина калібруючої ділянки інструмента, y_c – міжосьова відстань, R_d – початковий радіус голчастої поверхні деталі, θ_d – кут повороту деталі відносно власної осі, t – припуск на обробку, α – кут орієнтації інструмента.

Подача на оберт визначається з умови максимально допустимої температури у зоні обробки, за якої структура матеріалу голок залишається незмінною.

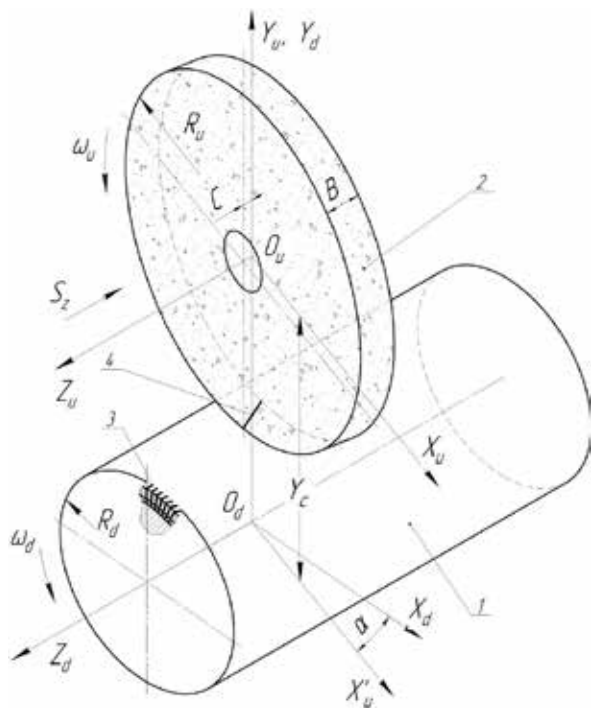


Рис. 11. Схема заточування голчастої поверхні

Радіус вектору поверхні обробленої деталі для запропонованої схеми можна записати у вигляді

$$\bar{r}(z, \theta, \theta_d) = M3(\theta_d \cdot p_z) \cdot M6(\theta_d) \cdot M2(-y_c) \times \\ \times M4(\alpha) \cdot M3(C) \cdot M3(z) \cdot M6(\theta) \cdot M2(R_u) \cdot \bar{e}4. \quad (7)$$

Знаючи математичні моделі процесу формотворення для схеми обробки гладкої циліндричної та голчастої поверхонь текстильних валиків, можна визначити питому продуктивність процесу [3, 5]

$$Q(x) = \int_{\theta_1}^{\theta_2} Vn(x, \theta) \cdot Shk(x) d\theta, \quad (8)$$

де θ_1, θ_2 – кути входу та виходу круга в деталь; $Vn(x, \theta)$ – добуток швидкості відносного руху на одиничну нормаль на поверхні круга в поточній точці.

Сили різання під час обробки можна визначити за методикою, запропонованою Л.Н. Філімоновим [9]:

$$P^r = P_{co}^r + P_{mp}^r + P_{un}^r = \frac{\tau_s \cdot az \cdot b \cdot \sin(\beta + \phi_s)}{\sin(\beta) \cdot \sin(\phi_s)} + \\ + \frac{\pi \cdot \tau_s \cdot b^2 \cdot \mu}{12 \cdot \mu_s} + az \cdot b \cdot \rho_t \cdot V_w^2 \cdot \left(1 - \frac{\sin(\beta) \cdot \sin(\gamma)}{\cos(\beta - \gamma)}\right), \quad (16)$$

$$P^n = P_{co}^n + P_{mp}^n + P_{un}^n = \frac{\tau_s \cdot az \cdot b \cdot \cos(\beta + \phi_s)}{\sin(\beta) \cdot \sin(\phi_s)} + \frac{\pi \cdot \tau_s \cdot b^2}{12 \cdot \mu_s} + \\ + az \cdot b \cdot \rho_t \cdot V_w^2 \cdot \left(1 - \frac{\sin(\beta) \cdot \cos(\gamma)}{\cos(\beta - \gamma)}\right), \quad (17)$$

де P^r, P^n – тангенціальна і нормальна сили мікрорізання одним абразивним зерном; τ_s – напруження зсуву; b – ширина площини врізання; β – кут зсуву матеріалу деталі; ϕ_s – кут тертя в площині зсуву μ_s, μ – коефіцієнти тертя в площині зсуву і на задній поверхні кромки; ρ_t – густина матеріалу заготовки; V_w – швидкість шліфування; γ – передній кут ріжучої кромки.

Висновки. У роботі досліджено особливості процесу заточування базової циліндричної та голчастої поверхонь барабанів та валиків текстильних машин. Запропоновано схеми обробки для кожного типу поверхонь, при цьому за рахунок перерозподілу припуску вздовж різальної кромки досягається підвищення точності обробки, а зменшення температури у зоні різання у разі обробки голчастої гарнітури попереджає появу задирок на кінчиках голок.

Список літератури:

1. Оренбах С.Б., Кофман Э.Д., Худых М.И. Повышение эффективности работы чесальных машин. Москва, 1980. 176 с.
2. Севостьянов А.Г., Осьмин Н.А., Щербаков В.П. и др. Механическая технология текстильных материалов. Москва, 1989. 512 с.

3. Грабченко А.И., Кальченко В.И., Кальченко В.В. Шлифование со скрещивающимися осями инструмента и детали (Монография). Чернигов, 2009. 356 с.
4. Кальченко В.І., Кальченко В.В., Кологойда А.В. Особливості процесу заточки голок валків чесальних машин зі схрещеними осями інструмента та деталі. *Вісник Сумського державного університету. Науковий журнал*. 2010. № 4. С. 55–60.
5. Кальченко В.І., Кологойда А.В., Кужельний Я.В., Морочко В.В. Однопрохідне доводочне шліфування зі схрещеними осями круга та циліндричної деталі. *Технічні науки та технології: науковий журнал*. 2018. №4 (14). С. 9–17.
6. Решетов Д.Н., Портман В.Т. Точность металлорежущих станков. Москва, 1986. 336 с.
7. Родин П.Р. Основы формообразования поверхностей резанием. Киев 1977. 192 с.
8. Спосіб заточування голчастої циліндричної поверхні периферією орієнтованого круга : пат. 93394 Україна : МПК В24В 19/00. № 2014 04998 ; заявл. 12.05.14 ; опубл. 25.09.14, Бюл. № 18. 4 с.
9. Филимонов Л.Н. Высокоскоростное шлифование. Ленинград, 1979. 248 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ВАЛИКОВ И БАРАБАНОВ

Проведен анализ проблем, возникающих при шлифовании базовой цилиндрической поверхности и заточке игольчатой гарнитуры барабанов и валиков текстильных машин. Предложены новые способы обработки поверхностей со скрещенными осями инструмента и детали, при этом введение ориентации инструмента позволяет более равномерно распределить припуск вдоль периферии шлифовального круга, уменьшает его износ и температуру в зоне обработки.

Ключевые слова: шлифование, текстильный валик, игольчатая гарнитура, шероховатость, моделирование.

INVESTIGATION OF PROCESS OF TEXTILE SPIKED ROLLER AND STRIPPING CYLINDER

The problems arising from grinding the base cylindrical surface and sharpening the needle headset drums and rollers of textile machines was analysis. New ways of processing surfaces with crossed axes of the tool and part are proposed. The tool orientation allows to more evenly distribute the allowance along the periphery of the grinding wheel, reduces its wear and temperature in the treatment area.

Key words: grinding, textile roller, needle typeface, roughness, modeling.