

ОБГРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ ОБРОБКИ ПРИ АБРАЗИВНОМУ ПОЛІРУВАННІ ДЕТАЛЕЙ ІЗ ТОНКОСТІННИХ ПРУЖНИХ СТІЧОК

Шкурупій В. Г., канд. техн. наук (ХНЭУ, Харків)

There have been designed mathematical models of abrasive polishing on basis of multi-factor planning of the experiment, which allowed defining the optimal conditions of processing light-reflecting surfaces

Вступ. Виготовленню деталей із тонкостінних пружних стрічок присвятили свої роботи ряд авторів [1, 2]. Але в роботах відсутній опис поверхневої обробки тонких стрічок. Однак при термічній обробці сформованої трубчастої заготовки спостерігали появу втрати стійкості стрічок. В процесі абразивної обробки можлива поява втрати стійкості стрічки. Виникла необхідність аналітичної оцінки втрати стійкості стрічки для забезпечення якісної поверхневої обробки.

Для обґрунтування технологічних режимів фінішної обробки поверхонь деталей з тонкого листа і стрічок (довгомірних трубчастих елементів) необхідно оцінити стійкість стрічки при її стисканні полірувальними кругами.

Основний зміст роботи. Нами запропоновано планетарну схему абразивного полірування трубчастих елементів довжиною 25 м і більше, виготовлених

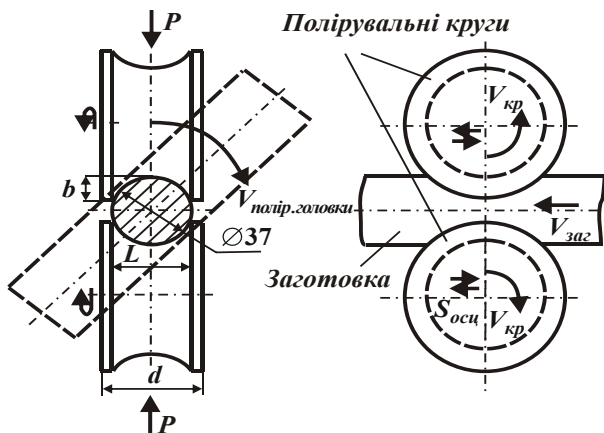


Рис. 1. Схема полірування трубчастих елементів із пружних стрічок на спеціальній оправці.

зі стрічки товщиною 0,15 мм (рис. 1 [3]). Відношення швидкості обертання полірувальних кругів навколо своєї осі до швидкості обертання полірувальної головки навколо осі трубчастого елемента складає 25:1. Зі збільшенням тиску на деталь повстання полірувальних кругів можлива втрата стійкості крайок стрічки. Тому, для вибору оптимальних режимів різання розроблена аналітична модель стійкості тонкостінної деталі (трубчастого елемента) при абразивному поліруванні, що дозволила визначити граничні значення параметрів режимів різання, при яких сила різання досягає критичного значення, обумовленого втратою стійкості пружної стрічки.

Отримано аналітичні залежності для розрахунку двох значень подовжньої сили стиску стрічки: P_x і P_1 , які визначають появу вигинової або вигиново-крутильної форми втрати стійкості [3]:

$$P_x = \frac{n^2 \cdot \pi^2 \cdot EI_x}{l}; P_1 = \frac{1}{2 \left(1 - \frac{a_y^2}{r_p^2} \right)} \left[P_y + P_\omega - \sqrt{(P_y + P_\omega)^2 - 4P_y P_\omega \left(1 - \frac{a_y^2}{r_p^2} \right)} \right], (1)$$

де $P_y = \frac{n^2 \pi^2 EI_y}{l^2}$; $P_\omega = \frac{1}{r_p^2} \left(\frac{n^2 \pi^2 EI_\omega}{l^2} + GI_k \right)$; E – модуль пружності, Н/м²;

G – жорсткість при закручуванні, Н/мм²; I_x, I_y, I_ω, I_k – головні центральні моменти інерції, секторальний момент інерції та момент інерції при закручуванні відповідно, мм⁴; a_y – координата центру вигину, мм; r_p – полярний радіус інерції поперечного перетину, мм; l – координата точки прикладання сили по осі Z , мм; n – ціле позитивне число (1, 2, 3...).

Розрахункове значення критичної сили $P_{кр}$ визначається як найменше з двох значень P_x і P_1 . Установлено, що якщо $P_x < P_1$, то раніш виникає вигинова форма утрати стійкості (вигин у площині симетрії); якщо ж $P_x > P_1$, то раніш настає вигиново-крутильна форма утрати стійкості (вигин із площини симетрії,

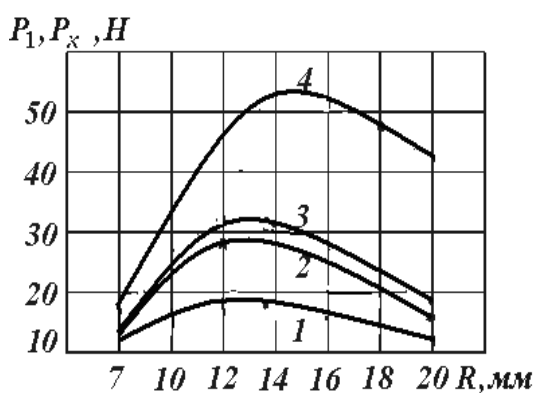


Рис. 2 Вплив радіуса трубчастої заготовки та її товщини на значення критичної сили стиску $P_{кр}$ (ширина розгортки 50 мм):

1, 2 – P_x при товщині стрічки 0,15 і 0,2 мм; 3 и 4 – сила P_1 при товщині стрічки 0,15 і 0,2 мм.

супроводжуваний закручуванням перетинів). Для перевірки на стійкість і визначення інтервалів варіювання значень окружних швидкостей і тиску інструмента були прийняті геометричні розміри перетинів заготовок зі стрічки 0,15x50 мм і 0,20x50 мм із радіусом кільцевого перетину 7, 12, 14 і 20 мм (матеріал сплав марки 36НХТЮ). Результати обчислення критичної подовжньої сили стиску стрічки трубчастої заготовки при обробці представлені на рис. 2, з якого видно, що при товщині стрічки 0,15 мм величина сили стиску не повинна перевищувати 18 Н ($R=14$ мм) і 11 Н ($R=20$ мм) для заготовки 0,15x50 мм. Утрата стійкості трубчастої заготовки відбувається у вигиновій формі. Для обґрунтування параметрів режимів абразивної обробки був проведений

експеримент по оцінці величин поздовжніх сил, що виникають у стрічці при роботі полірувальної головки. Переміщення по зближенню полірувальних кругів з поверхнею, що обробляється, оцінювали з допомогою індикаторів годинникового типу П-1 (0...10 мм), установлених над полірувальними кругами. У процесі обертання кругів і полірувальної головки індикатори закриті поліетиленовими пакетами. Для оцінки переміщення круга δ та визначення площі плями контакту круга $F_{нк}$ з поверхнею, що обробляється, використали робочу оправку. Поздовжню силу P_{np} при протягуванні стрічки вимірювали пружним динамометром с ціною ділення 1 Н. По результатам експерименту була побудована залежність $P_{np} = f(\delta)$. Величина поздовжньої сили включає частину сили, що утрачається на подолання сил тертя на оправці та частина сили, що компенсує силу різання при обробці еластичним полірувальником. На рис. 3 показана зміна поздовжньої сили при фіксованих кругах (1) та при круговій швидкості полірувальни-

ків 30 м/с (2). Значення тиску круга на деталь приведені в табл. 1.

Таблиця 1

Дані для оцінки діяння круга на оброблювану поверхню

Величина зближення, мм	δ	1	2	3	4	5	6	7	8
Сила притискання круга, Н	P_k	0	2	5	10	21	32	41	52
Площа плями контакту, 10^{-4} , м ²	F_k	0,3	5	7	9	10	11	12	13
Тиск круга, кПа	p	0	40	70	110	210	290	340	400

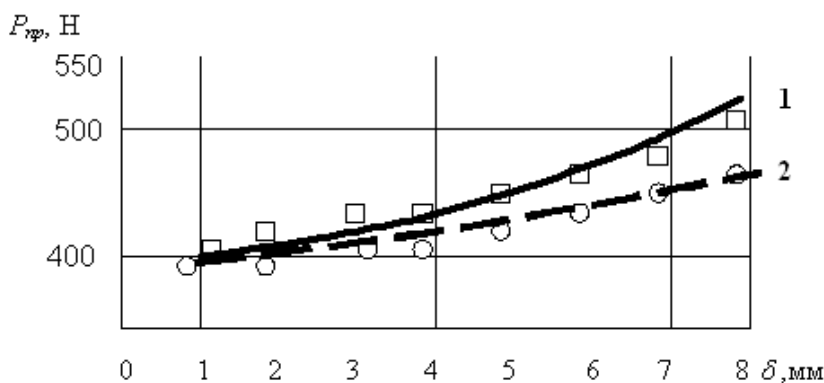


Рис. 3. Залежність величини поздовжньої сили від величини зближення полірувальних кругів: 1 – при круговій швидкості круга 30 м/с; 2 – при кругах, що не обертаються.

При зближенні круга з оброблюваною поверхнею збільшується пляма контакту, що приведе до більш інтенсивного збільшення величини поздовжньої сили і тиску круга. Експеримент показав, що величина зближення повстяного круга з поверхнею (с урахуванням результатів моделювання), що обробляється, не повинна бути більшою 8 мм.

З урахуванням цього для абразивного полірування поверхонь трубчастих заготовок з тонких пружних стрічок хромонікелевих і мідно-берилієвих сплавів рекомендується режим обробки: окружна швидкість повстяних полірувальників з алмазною пастою АСМ 2/1 – 30 м/с, питомий тиск інструмента до 500 кПа.

Висновки. Розроблено математичну модель стійкості тонкостінних трубчастих елементів із пружних стрічок в процесі абразивного полірування їх поверхонь, що дозволила визначити межові значення параметрів режиму різання, при яких сила різання досягає критичного значення, обумовленого утратою стійкості пружної стрічки.

Список літератури: 1. Жуковский Б. Д. Технология изготовления пружин трубчатого профиля / Б.Д. Жуковский // «Сталь», 1969. – №12. – С. 1121-1124. 2. Бидерман В. Л. Растяжение и кручение ленточных цилиндрических пружин при больших перемещениях / В.Л. Бидерман, В.Н. Шитиков. // Изв. АН, Механика твердого тела, 1970. – №1 – С. 137-141. 3. Шкурупій В. Г. Підвищення ефективності технології фінішної обробки світло відбиваючих поверхонь деталей із тонкого листа і стрічок: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.08 «Технологія машинобудування» / В.Г. Шкурупій. – Одеса, 2006. – 21 с.