

УДК 621.87

С.Г. Білик, В.І. Диня, О.В. Фльонц, І.І. Семенів, О.Ф. Олійник

Бережанський агротехнічний інститут Національного університету біоресурсів і природокористування

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ОБРОБЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ПРИВОДНИХ ЗІРОЧОК ТРУБЧАТИХ КОНВЕЄРІВ

В роботі приведена методика і результати експериментальних досліджень шорсткості поверхні зовнішніх робочих криволінійних контурів приводних зірочок трубчатих конвеєрів на фрезерному верстаті з числовим програмним керуванням (ЧПК). Приведено порівняльний аналіз процесів фрезерування криволінійних поверхонь приводних зірочок виготовлених із матеріалів сталей 45 і 40Х. Виведені емпіричні залежності шорсткості поверхонь від різних технологічних параметрів у логарифмічній формі.

Ключові слова: *приводні зірочки трубчатих конвеєрів, шорсткість поверхні.*

Постановка проблеми. Приводи трубчатих конвеєрів (ТК) характеризуються різноманітністю конструкцій і технологій їх виготовлення, характером функціонування і особливістю роботи. Серед них особливе місце займають приводи, які за своїми функціональними призначеннями повинні забезпечити передачу обертових моментів лише в одну сторону, а в іншому здійснюється стопоріння з'єднувальних і транспортуючих елементів. Такі приводи мають широке використання у приводах односторонньої дії, в механізмах подач металорізальних верстатів, насосів, сільськогосподарських машин, мотоциклів, велосипедів.

У зв'язку з цим розроблення прогресивних технологічних процесів їх виготовлення, технологічного оснащення, різальних і вимірювальних інструментів є актуальною задачею машинобудівних підприємств України.

Аналіз результатів дослідження і публікацій. Дослідженням якості технологічних процесів виготовлення приводних зірочок трубчатих конвеєрів (ТК) і інших деталей присвячені праці Гавриша А.П. [1], Марчука В.І. [2], Гевко Б.М.[3] та багатьох інших, однак цілий ряд питань специфічних для приводів ТК і технології їх виготовлення потребують подальших теоретичних і практичних досліджень.

Мета роботи. Розроблення методики і встановлення достовірних результатів заміру якісних параметрів при виготовленні приводних зірочок односторонньої дії ТК.

Реалізація роботи. Для теоретичного дослідження шорсткості в процесі фрезерування внутрішньої поверхні приводної зірочки розроблено емпіричну математичну модель на основі результатів експерименту, яка описує поведінку досліджуваного технологічного процесу, вплив його параметрів на шорсткість поверхні та рекомендує необхідні умови його проведення.

Залежність шорсткості поверхні фрезерування від багатьох факторів носить складний і суперечливий характер. Тому для її дослідження передбачалося використання експериментальних методів дослідження, оскільки теоретичні методи дуже трудомісткі, і не можуть з достатньою точністю описати процес формування шорсткості під час фрезерування зовнішнього контуру зірочки.

Оскільки на шорсткість поверхні впливає велика кількість факторів і вивчення її формування потребує значної кількості часу і матеріалів, дослідження проводили з метою вивчити вплив лише технологічних факторів та радіуса заокруглення кромки зуба фрези, залишивши постійними геометричні фактори та матеріал заготовки.

Зміну шорсткості поверхні можна представити емпіричною математичною залежністю:

$$Ra = C \cdot S_z^p \cdot t^q \cdot V^l \cdot \rho^k, \quad (1)$$

де C – константа;

S_z – подача фрези на зуб, мм/зуб;

t – глибина різання, мм;

V – швидкість різання, м/хв;

ρ – радіус заокруглення кромки зуба, мм;

p, q, l, k – показники степені при відповідних параметрах.

Як зазначалось вище, математична модель (1) не описує систему в цілому, а лише окремі фактори, які нас цікавлять.

Рівняння (1) можна представити в логарифмічній формі наступним чином:

$$\ln Ra = \ln C + p \ln S_z + q \ln t + l \ln V + k \ln \rho, \quad (2)$$

або, враховуючи похибку експерименту ε :

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + \varepsilon. \quad (3)$$

Експерименти планували на основі багатфакторного аналізу, тобто одночасно варіюванням усіх змінних факторів, $x_1(S_z)$, $x_2(t)$, $x_3(V)$, $x_4(\rho)$. Щоб знайти залежність $Ra=f(S_z, t, V, \rho)$ використовували повний факторний експеримент типу 2^k , де k – кількість змінних незалежних факторів ($k=4$), що потребує реалізації 16 основних дослідів. Враховуючи те, що дисперсії в кожній точці факторного простору однорідні, було вирішено скористатись схемою реалізації експерименту з дублюванням в одній точці (у центрі плану) чотири рази.

Для дослідження шорсткості поверхні під час фрезерування зовнішнього криволінійного контуру зірочки проведено серію експериментів (рис. 1). Досліджування проводились на фрезерному верстаті з ЧПК моделі 6P13Ф3. Шорсткість обробленої поверхні визначали за допомогою зразків шорсткості і профілографа-профілометра моделі 253.

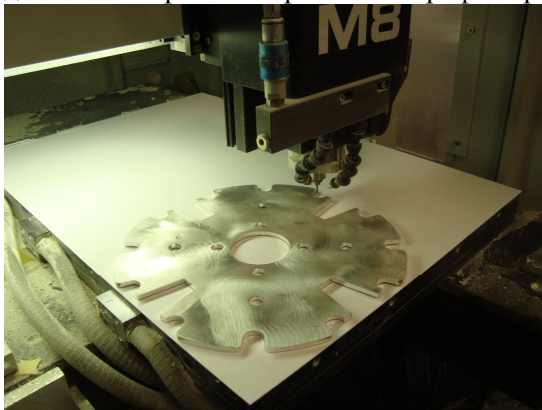


Рис. 1. Процес фрезерування криволінійної поверхні привідної зірочки трубчатого конвеєра

Експериментальні дослідження показали, що ефекти взаємодії між досліджуваними факторами (S_z, t, V, ρ) є незначущими, що підтверджують попередні дослідження. Вибір режимів оброблення проводився таким чином, щоб спростити кодування із врахуванням можливостей обладнання і граничних режимів, як це показано в табл. 1.

Таблиця 1

Результати кодування факторів та рівні їх варіювання

Рівні варіювання	Досліджувані фактори							
	Подача		Глибина різання		Швидкість різання		Товщина матеріалу ПГЗ	
	S_z , мм/зуб	x_1	t , мм	x_2	V , м/хв	x_3	ρ , мм	x_4
Верхній	0,04	+1	3	+1	20	+1	0,5	+1
Нульовий	0,06	0	4	0	28	0	1	0
Нижній	0,08	-1	5	-1	36	-1	1,5	-1

Зв'язок між кодovаними x_i і натуральними факторами встановили за залежностями:

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= \frac{2(\ln S_z - \ln 0,08)}{(\ln 0,08 - \ln 0,04)} + 1; \\ x_2 &= \frac{2(\ln t - \ln 5)}{(\ln 5 - \ln 3)} + 1; \\ x_3 &= \frac{2(\ln V - \ln 36)}{(\ln 36 - \ln 20)} + 1; \\ x_4 &= \frac{2(\ln \rho - \ln 1,5)}{(\ln 1,5 - \ln 0,5)} + 1. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

На рис. 2 зображено залежність шорсткості поверхні зовнішнього контуру зірочки після фрезерування від швидкості різання.

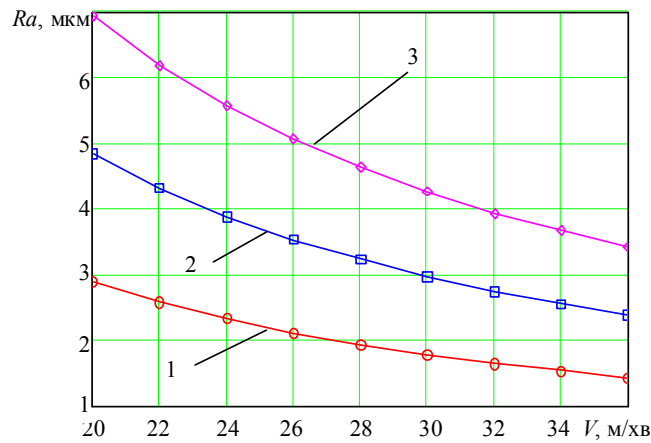


Рис. 2. Графік залежності шорсткості поверхні зовнішньої поверхні привідної зірочки після фрезерування від швидкості різання ($t=4\text{мм}$, $\rho=1\text{мм}$) 1 – $S_z=0,04\text{мм/зуб}$; 2 – $S_z=0,06\text{мм/зуб}$; 3 – $S_z=0,08\text{мм/зуб}$

З побудованого графіка на рисунку 2 видно, що із збільшенням швидкості різання в процесі фрезерування контуру зірочки шорсткість оброблюваної поверхні зменшується (покривається). На рис. 3 показано залежність шорсткості поверхні зовнішнього контуру зірочки після фрезерування від подачі фрези на зуб.

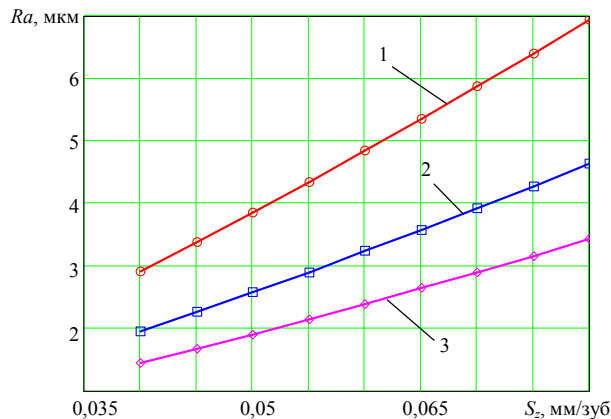


Рис. 3. Графік залежності шорсткості поверхні внутрішнього діаметра привідної зірочки після фрезерування від подачі ($t=4\text{мм}$, $\rho=1\text{мм}$) 1 – $V=20\text{м/хв}$; 2 – $V=28\text{м/хв}$; 3 – $V=36\text{м/хв}$

Аналіз графіка на рисунку 3 показує про значну залежність шорсткості поверхні зовнішнього контуру зірочки після фрезерування від подачі на зуб. При цьому вплив подачі на шорсткість носить як геометричний характер, так і впливає на величину сили різання.

На рисунку 4 зображено залежність шорсткості поверхні зовнішнього контуру зірочки після фрезерування від глибини різання.

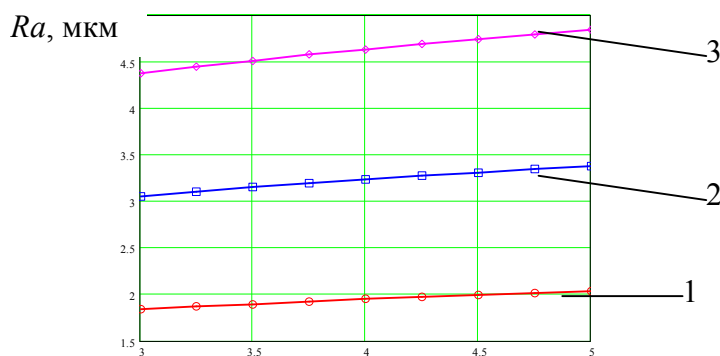


Рис. 4. Графік залежності шорсткості поверхні зовнішнього контуру зірочки після фрезерування від глибини різання ($V=28\text{м/хв}$, $\rho=1\text{мм}$) 1 – $S_z=0,04\text{мм/зуб}$; 2 – $S_z=0,06\text{мм/зуб}$; 3 – $S_z=0,08\text{мм/зуб}$

Як видно із наведеного графіка на рисунку 4, шорсткість поверхні зростає при збільшенні глибини різання. Тому під час фрезерування необхідно зменшувати глибину різання для одержання поверхні із меншою шорсткістю.

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки.

1. Розроблена методика і проведені експериментальні дослідження шорсткості поверхонь приводних зірочок трубчастих конвеєрів в залежності від величини подачі, глибини різання, ширини фрезерування і матеріалів зірочок Ст45, Сталь40Х. З використанням програмного забезпечення "Statiska" для ПК побудовані регресійні залежності.

2. На основі проведених досліджень створено конкурентоспроможні технологічні процеси виготовлення приводних зірочок ТК односторонньої дії на верстатах з числовим програмним керуванням моделі 6P13Ф3.

1. Гавриш А.П., Єфремов А.В. Автоматизація технологической підготовки машиностроительного производства. –К.: Техніка, 1982. – С. 215.
2. Марчук В.І. Технологічні основи забезпечення якості робочих поверхонь кільцевих ремонтпідшипників. Автореферат дис. д-ра техн. наук. 05.02.08. Одеський нац. техн. університет. – Одеса, 2004. – С. 36.
3. Гевко Б.М. та інші. Технологічна оснастка. Контрольні пристрої. К.: Кондор, 2009. – С. 220.
4. Диня В.І. Підвищення ефективності виготовлення деталей приводних механізмів односторонньої дії. Автореферат дис. к.т.н. Тернопільський національний технічний університет. Тернопіль, 2012, – С. 20.