

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФРЕЗЕРУВАННЯ ПРИВІДНОЇ ЗІРОЧКИ ТРУБНОГО КОНВЕЄРА

Дячун А. Є., Диня В. І., Білик С. Г., Дзюра В. О.

Приведены результаты экспериментальных исследований при фрезеровании приводной звездочки трубчатого конвейера. Определена сила резания во время фрезерования концевой фрезой методом тензометрии, в зависимости от величины подачи фрезы на зуб, глубины резания, ширины резания и материала заготовок. Представлены результаты экспериментальных исследований в виде уравнений регрессий, регрессионных зависимостей и поверхностей отклика. Поданы рекомендации относительно уменьшения усилия резания путем изменения зависимых параметров при коэффициентах регрессии.

Наведено результати експериментальних досліджень при фрезерування приводної зірочки трубного конвеєра. Визначено силу різання під час фрезерування кінцевою фрезою методом тензометрії в залежності від величини подачі фрези на зуб, глибини різання, ширини різання та матеріалу заготовок. Представлено результати експериментальних досліджень у вигляді рівнянь регресій, регресійних залежностей та поверхонь відгуку. Подано рекомендації щодо зменшення зусилля різання шляхом зміни залежних параметрів при коефіцієнтах регресії.

The results of experimental researches at milling of driving asterisk of tube conveyer have been proposed. The cutting force during milling an end of milling cutter by the method of tensometry depending on the size of serve of milling cutter on a tooth, cutting depths, widths of cutting and material of purveyances has been determined. The results of experimental researches are presented as equalizations of regressions and regressive dependences and surfaces of response. Recommendations are given in relation to contracting effort of cutting by the change of dependent parameters at the coefficients of regression.

Дячун А. Е.

канд. техн. наук, ст. преп. ТНТУ

Дыня В. И.

ассистент НУБиПУ «БАТИ»

Бильк С. Г.

доцент НУБиПУ «БАТИ»

Дзюра В. А.

канд. техн. наук, ст. преп. ТНТУ

volodymyr-dzyura@rambler.ru

ТНТУ – Тернопольский национальный технический университет им. Ивана Пулюя, г. Тернополь

НУБиПУ «БАТИ» – Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины «Бережанский агротехнический институт», г. Бережаны

УДК 631.36

Дячун А. Є., Диня В. І., Білик С. Г., Дзюра В. О.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФРЕЗЕРУВАННЯ ПРИВІДНОЇ ЗІРОЧКИ ТРУБНОГО КОНВЕЄРА

Однією із передумов подолання кризової ситуації у національній економіці є подальший розвиток машинобудування, який сприяє зростанню продуктивності праці, підвищенню ефективності виробництва, покращенню якості продукції та вимагає принципово нових підходів до створення і використання високоефективних ресурсощадних технологій.

Незважаючи на значну кількість наукових праць, які присвячені виробництву трубних конвеєрів, рівень технологічного забезпечення для виготовлення деталей і вузлів трубних конвеєрів в нашій країні та за її межами залишається недостатнім, а наукова база для його створення не завжди відповідає сучасним вимогам за матеріало- та енергомісткістю.

Особливими деталями таких конвеєрів є приводні зірочки. Підвищені вимоги до конструктивних і технологічних параметрів, якості, надійності та довговічності цих деталей потребують глибокого аналізу існуючих конструкцій і технологій їх виготовлення та розроблення на цій основі науково обґрунтованих теоретичних та експериментальних напрацювань та їх успішного впровадження у виробництво.

В умовах швидкозмінних потреб ринку для одиничного і дрібносерійного виробництва таких зірочок характерне використання операції фрезерування контуру на фрезерному верстаті з ЧПК, що відрізняється від операцій штампування в традиційних технологічних процесах середньосерійного типу виробництва. Для фрезерування контуру з мінімальними витратами часу потрібна інформація щодо навантажень на систему верстат – пристрій – інструмент – деталь, тобто визначення силових параметрів процесу різання.

Отже, дослідження, спрямовані на розроблення та практичну реалізацію раціональних технологічних процесів виготовлення приводних зірочок конвеєрів є актуальними, доцільними та перспективними з точки зору впровадження конкурентоздатних технологій з високими техніко-економічними показниками.

Питанням дослідження процесу контурного фрезерування та виготовлення приводних зірочок присвячені наукові праці П. И. Ящеріцина, Л. М. Єременко [1], А. Л. Воронова, А. Ю. Албагачієва [2–3] та інших. Однак цілий ряд питань, що пов'язані з особливостями виконання процесу фрезерування контуру приводних зірочок трубних конвеєрів потребують свого вирішення.

Метою даної роботи є проведення експериментальних досліджень процесу фрезерування приводних зірочок конвеєра та визначення сили різання, що виникає під час цього процесу.

Для забезпечення процесу фрезерування приводних зірочок конвеєрів (рис. 1) використано фрезерний верстат з ЧПК із застосуванням стандартного технологічного оснащення, що входить у його комплект.

Для визначення впливу параметрів процесу різання (незалежних факторів x_i) на силу різання під час фрезерування приводної зірочки трубного конвеєра (параметр оптимізації P_z) проведено повнофакторні експерименти, тобто визначення залежності сили різання від зміни трьох основних факторів: від величини подачі фрези на зуб s_z , глибини різання t та ширини фрезерування B , тобто $P_z = f(s_z, t, B)$.

Експеримент проведено для заготовок виготовлених із сталі 45 та сталі 40Х. Для проведення процесу фрезерування використано кінцеву фрезу ГОСТ 17025-71 із швидкоріжучою сталі Р6М5 діаметром 12 мм, кількістю зубів 4 при частоті обертання фрези 700 об/хв. Для вимірювання величини сили різання використовували методи тензометрії.

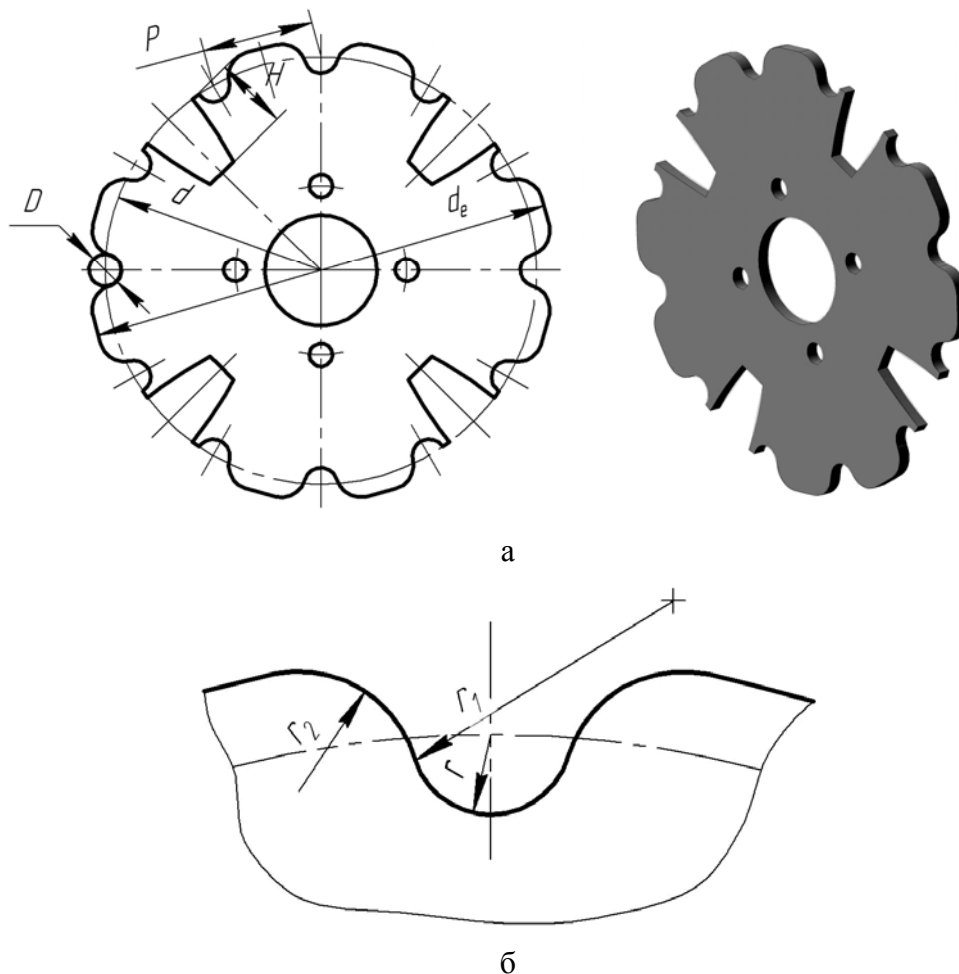


Рис. 1. Конструкція спеціальної привідної зірочки:

а – зірочка; б – параметри впадини

Результати кодування факторів та рівні їх варіювання наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Результати кодування факторів та рівні їх варіювання

Фактори	Позначення		Інтерв. варіюв.	Рівні варіювання, натур./кодовані		
	натур.	код.				
Величина подачі фрези на зуб s_z , мм/зуб	X_1	x_1	0,02	0,08 / +1	0,06 / 0	0,04 / -1
Глибина різання t , мм	X_2	x_2	1	5 / +1	4 / 0	3 / -1
Ширина різання B , мм	X_3	x_3	2	12 / +1	10 / 0	8 / -1

Після статистичної обробки інформації за допомогою стандартного програмного забезпечення за результатами проведених ПФЕ 3^3 , одержано загальний вигляд рівняння регресії сили різання залежно від зміни величини подачі фрези на зуб, глибини різання та ширини фрезерування, тобто $P_z = f(s_z, t, B)$ у кодованих величинах:

– для заготовок із сталі 45:

$$P_{z(x_1, x_2, x_3)}^{45} = 1983 + 477,6x_1 + 423,2x_2 + 391,7x_3 + 103,25x_1x_2 + 95,5x_1x_3 + 84,5x_2x_3 - 22,56x_1^2; \tag{1}$$

– для заготовок із сталі 40Х:

$$P_{z(x_1, x_2, x_3)}^{40X} = 2378 + 573,2x_1 + 507,6x_2 + 470x_3 + 124x_1x_2 + 114,5x_1x_3 + 101,25x_2x_3 - 26,35x_1^2. \tag{2}$$

Відповідно у натуральних величинах рівняння регресії (1, 2), після перетворення та спрощення виразів, прийнято в кінцевому вигляді:

– для заготовок із сталі 45:

$$P_{z(s_z, t, B)}^{45} = 1057 - 13865s_z - 309,05t - 116,4 \cdot B + 5162,5ts_z + 2387,5s_zB + 42,25tB - 56500s_z^2; \tag{3}$$

– для заготовок із сталі 40Х:

$$P_{z(s_z, t, B)}^{40X} = 1271,35 - 16860s_z - 370,65t - 139,25 \cdot B + 6200ts_z + 2826,5s_zB + 50,63tB - 65875s_z^2. \tag{4}$$

Згідно отриманих рівнянь регресії як приклад побудовано поверхні відгуку та двомірні їх перерізи залежності сили фрезерування від зміни двох факторів для $x_1 = \text{const}$, що наведені на рис. 2–3.

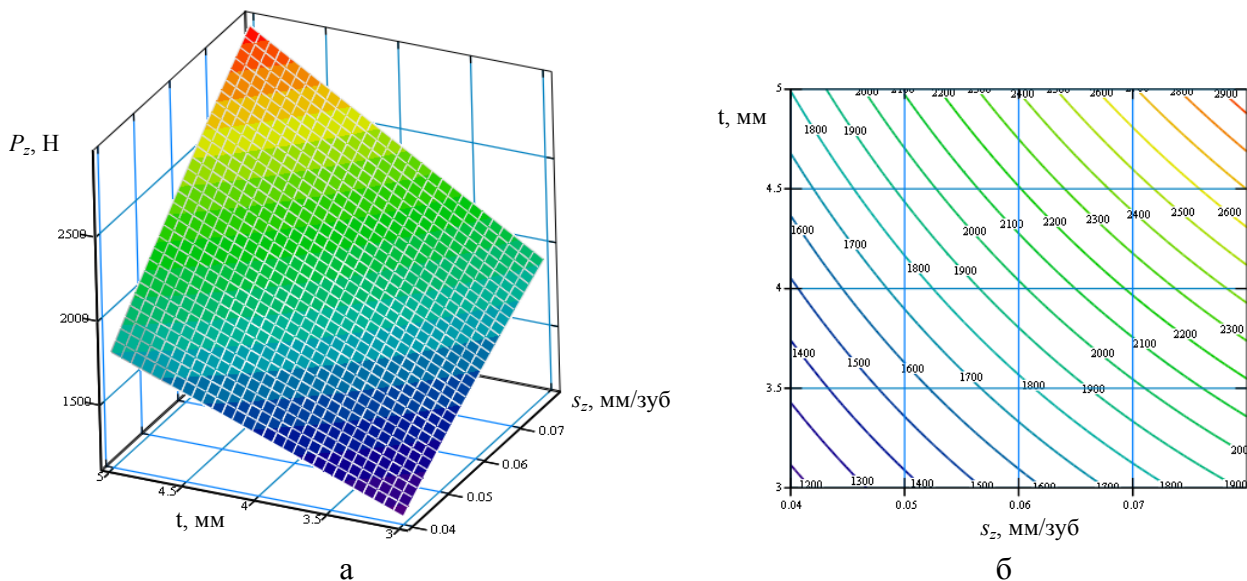


Рис. 2. Поверхня відгуку (а) та двомірний переріз поверхні відгуку (б) залежності сили різання $P_{z(s_z, t)}$ під час фрезерування приводних зірочок трубних конвеєрів із сталі 45 ($B = 10$ мм)

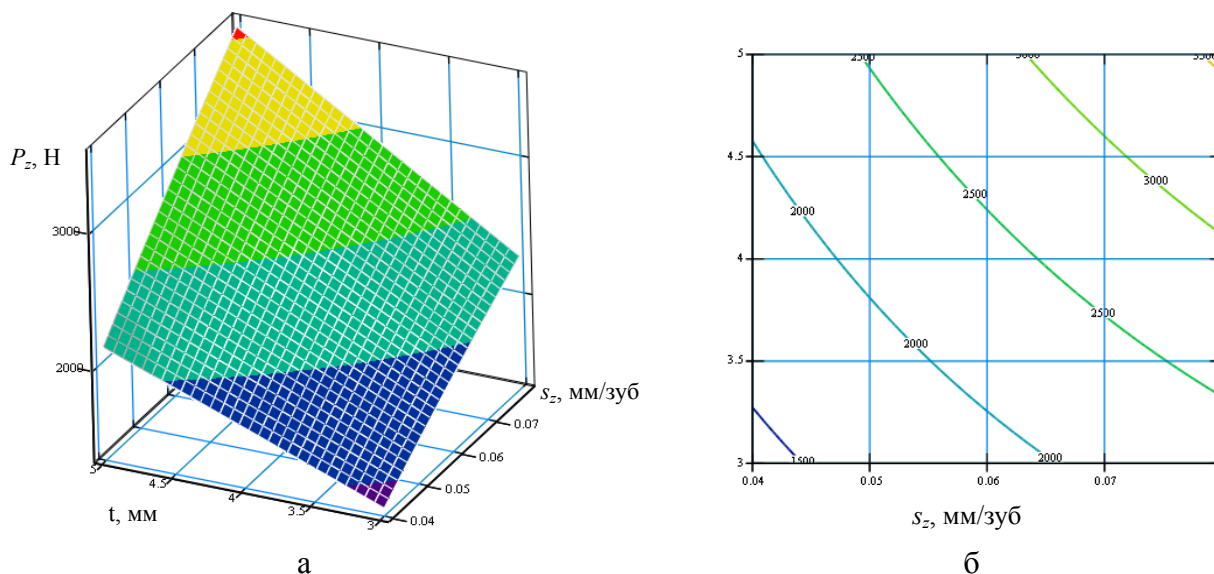


Рис. 3. Поверхня відгуку (а) та двомірний переріз поверхні відгуку (б) залежності сили різання $P_z(s_z, t)$ під час фрезерування приводних зірочок трубних конвеєрів із сталі 40Х ($B = 10$ мм)

Отримані рівняння регресії (3, 4) можуть бути використані для визначення сили різання P_z під час фрезерування приводних зірочок трубних конвеєрів залежно від зміни величини подачі фрези на зуб s_z , глибини різання t , ширини різання B у таких межах зміни вхідних факторів: $0,04 \leq s_z \leq 0,06$ (мм/зуб); $3 \leq t \leq 5$ (мм); $8 \leq B \leq 12$ (мм).

Аналіз наведених регресійних рівнянь показує, що основними факторами, які майже однаково впливають на збільшення сили різання є: фактори x_1, x_2, x_3 (s_z, t, B), і в меншій мірі мають вплив комбінації усіх факторів. В загальному для зменшення сили різання необхідно зменшувати величину подачі фрези на зуб та глибину різання, за рахунок попередньої чорнової обробки деталі.

Згідно рис. 2–3 та рівнянь регресії 3, 4 видно, що із збільшенням величини подачі фрези на зуб, глибини різання та ширини різання величина сили різання зростає. Для заготовок із сталі 45 максимальна значення сили різання досягає 3500 Н, при цьому мінімальне значення складає 1000 Н при мінімальній подачі, глибині різання та ширині фрезерування.

Для заготовок із сталі 40Х максимальне значення сили різання досягає 4200 Н, при цьому мінімальне значення складає 1200 Н. Сила різання заготовок із сталі 40Х на 15–20 % більша ніж заготовок із сталі 45.

ВИСНОВКИ

Проведено ряд експериментальних досліджень процесу фрезерування приводних зірочок трубних конвеєрів. На основі результатів експериментальних досліджень виведено рівняння регресії для визначення сили фрезерування залежно від глибини фрезерування, величини подачі фрези на зуб та ширини фрезерування. Побудовано відповідні графічні залежності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Яцерицын П. И. Основы резания материалов и режущий инструмент / П. И. Яцерицын, Л. М. Еременко, Н. И. Жигалко. – Мн. : Выш. школа, 1981. – 560 с.
2. Воронцов А. Л. Разработка новой теории резания. Расчет параметров цилиндрического фрезерования / А. Л. Воронцов, Н. М. Султан-Заде, А. Ю. Албагачев // Вестник машиностроения. – 2008. – № 10. – С. 73–79.
3. Пат. № 52568 Україна, МПК В 65 G 33/00. Гнучкий ланцюговий конвеєр / Гевко Б. М., Ляшук О. Л., Стефанів В. М. та інші; заявник і патентовласник Тернопільський національний технічний університет. – № 2u201004000 ; заявл. 06.04.10 ; опубл. 25.08.10, Бюл. № 16.