

УДК 621.87.

В.І. Диня, С.Г. Білик, О.В. Фльонц, В.В. Крук

Бережанський агротехнічний інститут Національного університету біоресурсів і природокористування

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРИВІДНИХ ЗІРОЧОК КОНВЕЄРІВ

В роботі приведена методика і результати експериментальних досліджень технологічного процесу виготовлення приводних зірочок односторонньої дії трубчатих конвеєрів. Експерименти проводили з заготовками виготовлених із сталі 45 і сталі 40Х кінцевими фрезами виготовленими із сталі Р6М5. Приведено результати експериментальних досліджень і виведені рівняння регресії повнофакторного експерименту з визначення сили різання в залежності від глибини різання, величини подачі і ширини різання.

Ключеві слова: технологічний процес, приводні зірочки трубчатих конвеєрів, рівняння регресії.

Постановка проблеми. Приводи трубних 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 останніх публікацій. Дослідженню технології виготовлення приводних механізмів і окремих їх елементів присвячені праці Петрикова Ю.В. [1], Лінчевського П.А. [2], Гевко Б.М. [3] та багатьох інших, однак цілий ряд питань специфічних до приводів трубчатих конвеєрів потребують подальших досліджень.

Мета роботи. Підвищення ефективності виготовлення деталей механізмів односторонньої дії на основі ресурсозберігаючих технологій.

Реалізація роботи. 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 $P_z=f(s_z, t, B)$.

Експерименти 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 8 мм, кількістю зубів 4 при частоті обертання фрези 700 об/хв. на верстаті з ЧПК 6Р13Ф3.

Оброблення отриманих даних експериментального масиву проведено за загальновідомими методиками та методами статистичного оброблення з використанням загальновідомих методик кореляційного та регресійного аналізу експериментальних даних для отримання у кінцевому результаті емпіричних рівнянь регресії. Для отримання регресійної моделі параметра оптимізації, вибирали відповідний план повно факторного ПФЕЗ³ експерименту, реалізацію якого проводили у плановій послідовності.

Досліджено технологічний процес виготовлення спеціальних приводних зірочок односторонньої дії ТК на верстатах з ЧПК з розробленням циклограми руху інструментів і встановлені раціональні режими різання. Спроековано та виготовлено установку для дослідження характеристик приводу, а також розроблено технологічний процес виготовлення спеціальних приводних зірочок ТК з використанням верстатів з ЧПК 6Р13Ф3 [4]. На рисунку 1 представлена технологічна схема фрезерування приводних зірочок односторонньої дії.

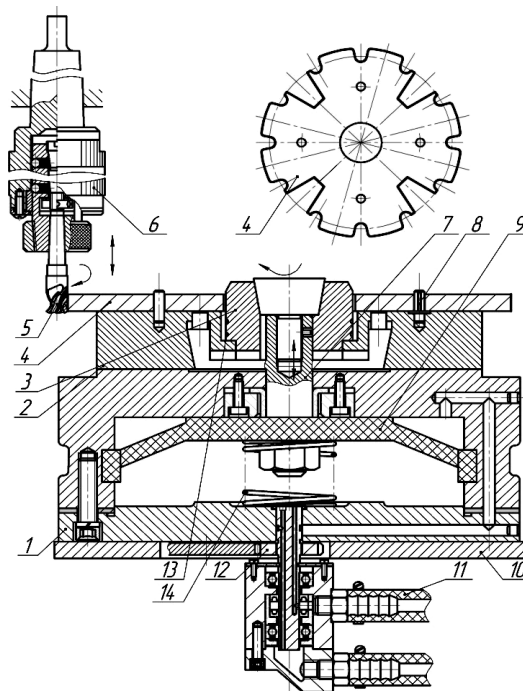


Рис. 1. Технологічна схема виготовлення приводних зірочок шліцьових механізмів односторонньої дії оброблені на верстаті з ЧПК з використанням кінцевої фрези: 1 – корпус; 2 – підставка; 3 – цанга; 4 – заготовка; 5 – кінцева фреза; 6 – затискний патрон; 7 – шток; 8 – установочні пальці; 9 – пневмокамера; 10 – стіл; 11 – шланги пневмоприводу; 12 – приводні зірочки; 13 – пружина стиснення; 14 – пружина пневмоприводу

Проведено планування експерименту ПФЕ 3³ 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).

Технологічний процес виготовлення даної конструкції приводної зірочки має свої особливості, які визначаються її конструкцією, наявністю нестандартного кроку, трапецієдних вибірок.

Основними матеріалами для їх виготовлення є середньо вуглецеві або леговані сталі 45, 40X, 35ХГСА, 50Г2 або цементовані сталі 15, 20X, 12ХН3А на глибину 1-1,5 мм і гартовані до 55-60 HRC.

Заготовкою для диска служить листовка штамповка круглої форми, яка передбачає припуски для токарного оброблення як зовнішнього діаметра, так і отвору для маточини. Токарна обробка проводилася традиційними способами з забезпеченням точності зовнішнього діаметра зірочки h10 і зняття радіусних поверхонь зубця в поздовжньому перерізі радіусом $r=1,7D$ і внутрішнього діаметра для базування маточини Н9 з використанням верстата з ЧПК моделі 16А20Ф3.



Рис. 2. Горизонтально-фрезерний верстат Datron M8: 1 – робочий стіл; 2 – спеціальна пальцева фреза; 3 – заготовка приводного диска

Наступною операцією є нарізання впадин зубців. Операція проводиться пакетом заготовок на горизонтально-фрезерному верстаті з застосуванням ділильної головки і спеціальної пальцевої фрези, профіль якої відповідає профілю впадини (рис 2). Більш прогресивними способами, які можуть застосовуватися і серійному і масовому виробництвах, є нарізання зубців методом обкатування на зубофрезерному верстаті з застосуванням спеціальної черв'ячної фрези або зубонакатуванням на зубонакатних станах з підігрівом, але у цьому випадку необхідним є виготовлення спеціальних накатників.

Оброблення отворів для кріплення маточини виконували на вертикально-свердильному верстаті у кондукторі послідовної дії або з застосуванням багатощпиндельної свердильної головки і скальчатого кондуктора.

Після оброблення зубців дисків проводилася операція вирубки трапецоїдних вибірок через три зубці на кривошипному пресі у спеціальному штампі з базуванням деталі на центральний отвір і двох зубцях.

Одною з найбільш відповідальних операцій є заключна – гартування. Оскільки деталь тонкостінна і плоска, з метою недопущення її скривлення гартування проводять в гартувальних пресах, як цементованих так і середньо вуглецевих матеріалів заготовки диска. Встановлено залежності зміни величини обертового моменту при виготовленні приводних дисків від різних параметрів від різних параметрів представлені на рис. 3. і рис. 4.

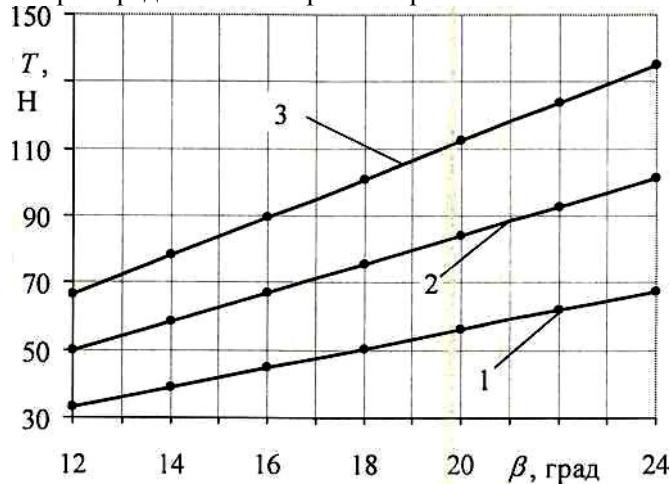


Рис. 3. Залежність зміни величини обертового моменту від кута нахилу площини конуса стержня оправки $T = f(\beta)$ для різних значень жорсткості пружини: 1 – $C = 6000$ Н/м; 2 – $C = 9000$ Н/м; 3 – $C = 120000$ Н/м

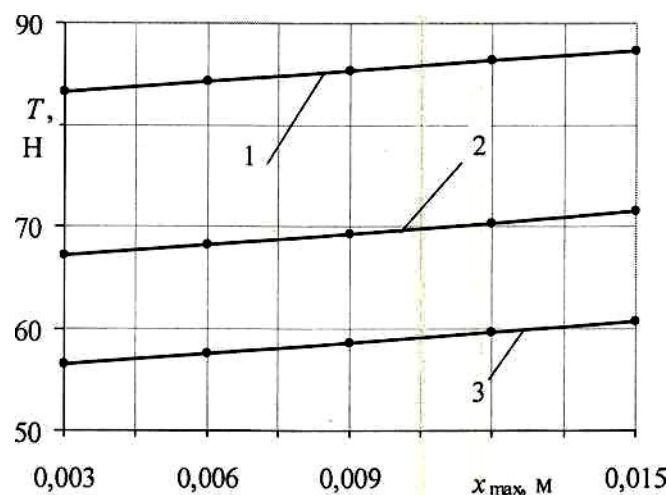


Рис. 4. Залежність зміни величини обертового моменту від значення лінійного переміщення кульки по площині конуса вздовж осі x $T = f(x_{max})$ для різних значень радіусів кульки: 1 – $r_k = 15$ мм; 2 – $r_k = 12$ мм; 3 – $r_k = 10$ мм

Попередньо припускали, що за межами цього діапазону можливий ускладнений затиск внаслідок надто незначної або ж великої сили тертя. Окрім цього, при значеннях $\beta \geq 12^\circ$ можливе заклинювання кульок і як наслідок ускладненого зняття заготовки після механічного оброблення. На нашу думку, оптимальним є значення кута нахилу площини конуса $a = 16 - 18^\circ$, оскільки при інших розглядуваних значеннях спостерігається суттєва різниця між мінімальним і максимальним зусиллям затиску, що свідчить про нестабільність затискного зусилля.

Для теоретичного дослідження впливу кута нахилу β площини конуса стержня оправки і радіуса кульки на величини робочого ходу затиску x' було проведено розрахунок залежності. Згідно отриманих результатів встановлено, що збільшення кута нахилу площини конуса стержня оправки при постійному розмірі кульки (вираженому через її радіус) збільшує величину робочого ходу затиску. Проте, для оправки типових розмірів різниця між найменшим і найбільшим значенням не перевищує 5,2 – 11,2%. Можна попередньо припустити, що ці величини суттєво не впливають ні на зусилля, ні на швидкість затиску. Однак, для підтвердження такого припущення було проведено серію експериментальних досліджень, які представлені на рис.5.

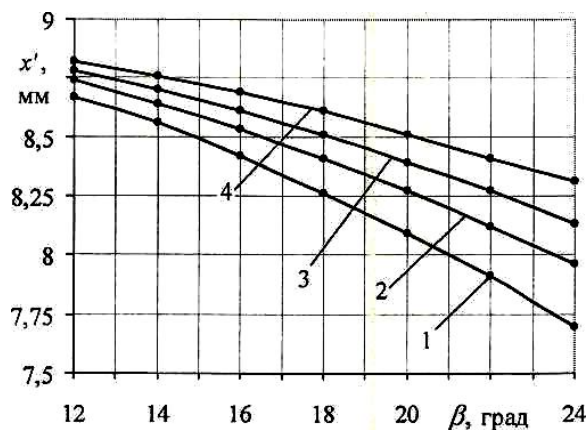


Рис. 5. Залежність зміни робочого ходу затиску від кута нахилу площини конуса стержня оправки $x' = f(\beta)$ для різних значень радіусів кульки: 1 - $r_k = 15$ мм; 2 - $r_k = 12$ мм; 3 - $r_k = 10$ мм; 4 - $r_k = 8$ мм

Представлені графічні залежності дають можливість комплексно оцінити вплив тих чи інших параметрів на технологічні можливості технологічного оснащення для оброблення приводних зірочок ТК.

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки.

1. Розроблена програма повно факторного експерименту (ПФЕ 3^3) оброблення приводних зірочок ТК, де змінними параметрами були: величина подачі, глибина різання і ширина фрезерування з використанням програмного забезпечення "Statistika" для ПК за допомогою яких побудовані графічні залежності у вигляді квадратичних поверхонь відгуків та їх двомірні перерізи.

2. Представлені практичні дані і рекомендації для технології виготовлення приводних зірочок РК, які виготовлені із сталей: Ст45 і Ст40Х на верстаті з ЧПК.

1. Петраков Ю.М. та інші. Технологія автоматизованого управління. Інтерактивний підручник.-К.: НТУУ "КПІ" 2004.
2. Линчевский П.А. и др. Обработка деталей на отделочно-расточных станках. К: Техніка, 2001. – С. 301.
3. Зевко Б.М. та інші Технологія сільськогосподарського машинобудування. К.: Кондор, 2006, – С. 490.
4. Диня В.І. Підвищення ефективності виготовлення деталей приводних механізмів односторонньої дії. Автореферат дис.канд.техн.наук. Тернопільський національний технічний університет. Тернопіль, 2012, – С. 20.