

*Камчатна-Степанова К.В., Набока О.В., Скидан Н.П.*  
Національний технічний університет «ХПІ», Харків, Україна  
*Новіков Ф.В.*

Харківський національний економічний університет  
імені Семена Кузнеця, Харків, Україна  
*Півень Л.В.*

Донецький обласний інститут післядипломної педагогічної освіти,  
Краматорськ, Україна

## **АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗУБОФРЕЗЕРУВАННЯ ШЕВРОННИХ ЗУБЧАТИХ КОЛІС**

Підвищення продуктивності зубофрезерування шевронних зубчатих коліс тісно пов'язане з забезпеченням раціональних геометричних параметрів ріжучої частини черв'ячних фрез [1, 2]. Дослідження нарізання зубчастих коліс  $m = 10$  мм, сталь 45, HB 170-210, черв'ячними затилованими фрезами з позитивним переднім кутом  $\varphi = 10^\circ$  при режимах різання:  $V = 24-23$  м/хв,  $S = 1,6-2,47$  мм/об. показали, що стійкість цих фрез збільшується в порівнянні зі стійкістю фрез, які мають  $\varphi = 0^\circ$ , в 1,5 рази. Споживання верстатом потужності на процес різання зменшується на 15 - 20%, що дозволяє збільшити подачу інструменту. Однак при роботі на швидкостях понад 28 м/хв ця різниця зменшується, а при  $V = 37$  м/хв спостерігається протилежне явище.

Лабораторні та виробничі дослідження факторів, що впливають на шорсткість поверхонь зубів, показали, що найбільший вплив з них має подача і швидкість різання.

Зі збільшенням подачі висота мікронерівностей збільшується, інтенсивніше при подачах більше 1 мм/об. При збільшенні швидкості різання від 8 до 12 м/хв збільшується висота мікронерівностей, подальше збільшення швидкості різання до 18 м/хв практично не впливає на шорсткість, а при швидкостях вище 18 м/хв якість обробленої поверхні покращується.

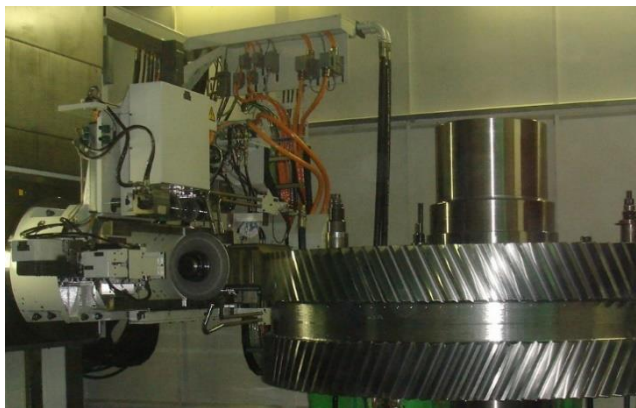
Залежність шорсткості поверхні зубів від режимів різання свідчить про її зв'язок з процесом формування наростоутворення. Спостерігається збільшення шорсткості з ростом модуля нарізаних зубів, що пов'язується зі зниженням жорсткості системи ВПД. Зміна переднього кута черв'ячної фрези в межах  $0^\circ - 6^\circ$ , а заднього – від  $8^\circ$  до  $15^\circ$  не мали помітного впливу на шорсткість поверхні в умовах, що вивчаються.

Найкращу якість поверхні надають сталі, які мають мікроструктуру дрібнозернистого перліту. Підвищення твердості оброблюваного матеріалу з HB 200 до HRC 47 знижує висоту мікронерівностей у 2 рази. Відзначено збільшення в умовах виробництва шорсткості в 2–3 рази при обробці сталей марок 35ХМЛ, 30ХГН, 34ХНЗА, особливо на заготовках великих розмірів (лиття, вивковки). При модулі нарізаних зубів понад 20 мм не вдається за допомогою черв'ячної фрез отримати шорсткість менше  $R_z = 20$  мкм [1].

Враховуючи результати цих робіт відносно до чистового нарізання коліс великого модуля, ми бачимо, що застосовувані швидкості різання на важких зубофрезувальних верстатах ( $V = 12 - 18$  м/хв) являють собою несприятливий по відношенню до шорсткості інтервал швидкостей. У зв'язку з цим необхідно створювати нові швидкісні та жорсткі зубофрезувальні машини.

Внаслідок доцільності застосування для напівчистового та чистового зубофрезування черв'ячних фрез зі зменшеним профільним кутом зубів запропонована нова методика їх профілювання [1, 2]. Для підвищення точності фрез і оброблюваних ними коліс, відправну точку профілювання, в якій визначається профільний кут основного архімедового черв'яка фрези, рекомендується розташовувати не на початковому циліндрі базового евольвентного гелікоїда, а в середині робочої ділянки його витка.

Зубооброблення загартованих шевронних зубчастих коліс на сучасних зубофрезувальних верстатах з ЧПУ (рис. 1) дозволяє нарізати зуби без обмеження швидкості різання, в залежності від стійкості твердосплавної фрези та обробляти зі швидкістю до в 5 м/с.



*Рисунок 1 – Зубофрезування шевронних коліс на верстаті з ЧПУ*

За даними роботи [1], зміна подачі в межах  $S = 0,5 - 1,4$  мм/об незначно впливає на точність зубофрезування. При  $S = 1,5$  мм/об спостерігається суттєве зростання похибки профілю різаних зубів, відхилення довжини загальної нормалі, накопиченої похибки обводових кроків зубів. Наприклад, при збільшенні подачі з 1,5 мм/об до 2,5 мм/об, тобто в 1,6 рази, похибка профілю зубів збільшилася з 18 мкм до 40 мкм, тобто в 2,2 рази, а накопичена похибка обводового кроку зубів збільшилася з 30 мкм до 65 мкм, тобто в 2 рази. Слід зазначити, що в галузі обробки шевронних коліс великих модулів таких досліджень практично не існує.

## ЛІТЕРАТУРА

1 Клочко О.О., Камчатна-Степанова К.В., Охрименко О.А., Манохін А.С. Динаміка процесу різання при зубофрезеруванні шевронних коліс // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Techniques in a machine industry: зб. наук.пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – № 1 (5) 2022. – С. 44–47. – ISSN 2079-004X, DOI: 10.20998/2079-004X.2022.1(5).06.