

УДК 621.9.02:621.9.14

Грицай І.Є., д.т.н.

ОБКочувально-радіальний спосіб нарізання зубчастих коліс та його перспективи для виготовлення приводів підйомно - транспортних машин

Актуальність проблеми. Зубчасті передачі та зубчасті колеса є невід'ємними складовими сучасних транспортних і підйомних машин, які використовуються в різних галузях народного господарства і промисловості - гірничовидобуванні, лісовому господарстві, будівництві, металургії тощо. Вимоги до них неухильно підвищуються, внаслідок чого конструкція коліс і передач, а також їх технології неперервно удосконалюються, разом з цим збільшуються виробничі витрати, зростає вартість обладнання, різальних інструментів та спорядження.

Основним методом виготовлення циліндричних зубчастих коліс у всіх галузях машинобудування та у всіх типах виробництва, від одиничного до великосерійного було і залишається у наш час зубонарізання черв'ячними фрезами. Це один із найскладніших методів формоутворення, а черв'ячні фрези відносять до найбільш складних і найвартісніших різальних інструментів.

Незважаючи на широке застосування і тривалий час його практичного використання, цей процес залишається недосконалим. Схема різання черв'ячної фрези характеризується значною нерівномірністю навантаження на її зубці, при цьому приблизно половина зрізаного припуску усувається декількома (трьома-чотирма) зубцями на гвинтовій поверхні. Умови їх роботи і задана стійкість обмежують подачу на зуб і осьову подачу інструменту, внаслідок чого час обробки на операціях зубофрезерування у багато разів більший від інших операцій технологічного процесу. Незважаючи на різноманітні заходи і прогрес у галузі інструментальних матеріалів і захисних покриттів, мастильно-охолоджуваних середовищ та верстатів, робочі режими і продуктивність цього методу не задовольняють сучасних вимог і потреб, а собівартість операцій зубонарізання є найвищою в усьому технологічному ланцюзі виготовлення зубчастих коліс.

Метою роботи є підвищення ефективності процесів нарізання зубчастих коліс за рахунок впровадження нового способу зубонарізання.

Суть нового рішення. Ефективним засобом для вирішення проблем у даній галузі та подолання компромісу між точністю, продуктивністю та витратами є новий спосіб нарізання зубчастих коліс тонкими дисковими фрезами в умовах обкочування – «спосіб Благута», за ім'ям автора цього винаходу [1]. Суть цього способу полягає в тому, що у верстатному зачепленні дискового інструменту з заготовкою геометрична вісь фрези зміщується відносно її кінематичної осі, що при неперервному обкочуванні заготовки і обертанні фрези забезпечує нарізання синусоїдальних зубців. Ця технологія здійснюється на звичайному зубофрезерному верстаті, оснащеному елементарним пристроєм і **дає можливість:**

- одним простим і недорогим інструментом – тонкою дисковою фрезою та зміною її ексцентриситету можна нарізати колеса широкого діапазону модулів: від 0,5 до 5 мм, або від 2,5 до 10 мм (залежно від жорсткості фрези і верстата);

- на одному зубофрезерному верстаті і тим же одним інструментом можна виготовити різні типи та види зубчастих коліс: циліндричні, конічні, черв'ячні (у т.ч. глобоїдальні), одновінцеві та шевронні, прямо-і косозубі, з прямолінійними і гвинтовими зубцями (рис.1), для цього необхідно виготовити і оснастити верстат декількома простими верстатними пристроями. Профіль зубців, нарізаних цим способом описаний синусоїдою, а колеса є синусоїдальним (рис.2).

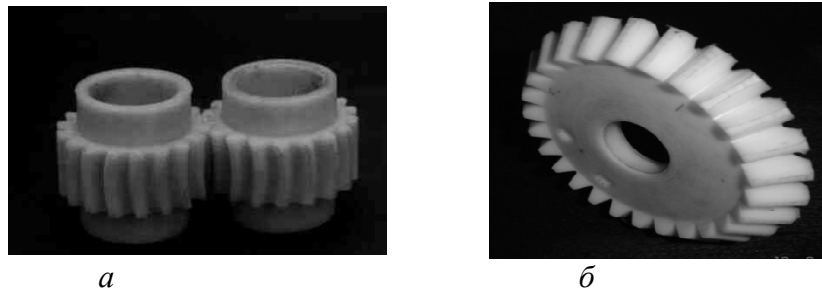


Рисунок 1. Типи зубчастих коліс, нарізаних однією дисковою фрезою на зубофрезерному верстаті

а – циліндричні з гвинтовим зубом; б - конічне прямозубе;

При зміні закону руху фрези в радіальному напрямку (з допомогою кулачка, або програмою роботи верстата з ЧПК), профіль може бути будь-яким, в тому числі евольвентним, з кутовою і висотною корекцією, або модифікованим по ширині зубця. Пристрої і механізми, які реалізують такі закони руху розроблено на кафедрі технології машинобудування Львівської політехніки.

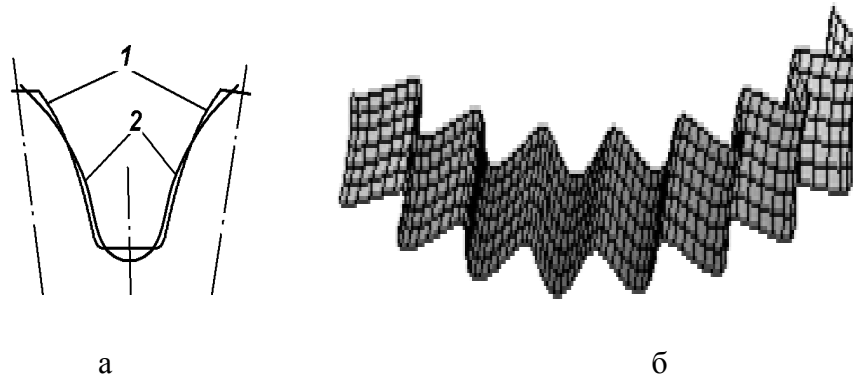


Рисунок 2. Контури синусоїдального і евольвентного зубців (а) та синусоїдальна зубчаста поверхня (б)

Проте, зберігаючи основний закон зачеплення і сталість передавального числа, **синусоїдальні колеса** і передачі мають **істотні переваги** перед евольвентними: низький рівень шуму (на 10-15% менший, ніж в евольвентній передачі); краща протидія спрацюванню, менша циклічна втомлюваність, вища контактна і згинна міцність зубців; більша навантажувальна здатність при однаковому з евольвентною передачею модулі.

Вказані переваги встановлено теоретично та експериментально, зокрема, чисельними дослідженнями, проведеними на кафедрі ТМБ протягом 2005-2010 р.р. [2-5].

Позитивні властивості синусоїдальних передач є універсальними, важливими для усіх типів і видів машин, особливо для транспортних і підймальних машин завдяки підвищеній навантажувальній здатності, можливості зменшення маси і габаритів передач і редукторів, а також зниження рівня шуму при роботі.

Окрім кращих експлуатаційних властивостей синусоїдальних передач, іншою важливою перевагою є **прогресивна технологія**, закладена у **способі обкочувально-радіального зубонарізання**. На рис.3 наведено для порівняння інструменти – черв'ячну і дискову фрези та робочий простір зубофрезерного верстата при використанні обидвох порівнювальних методів.

Перевагами запропонованого методу є наступне:

1. Вартість дискової фрези в десятки разів менша від вартості черв'ячної фрези, при цьому, як було відмічено перехід до іншого модуля в нашому методі здійснюється зміною ексцентриситету (еквівалентного модулю) в широкому діапазоні, з використання того ж самого інструменту. Це можна здійснити, наприклад, з допомогою оправки, наведеної на рис. 3, г.

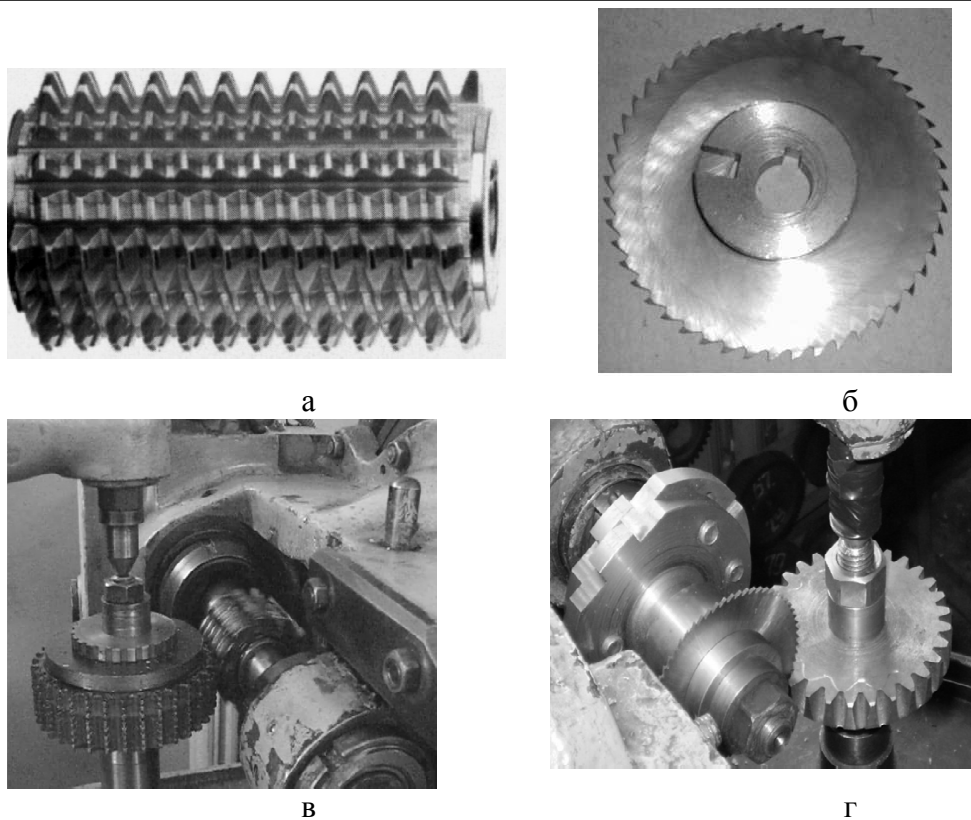


Рис. 3. Черв'ячна фреза (а) і дискова фреза з ексцентричною оправкою (б) та робоча зона зубофрезерного верстат при зубонарізанні черв'ячною (в) і дисковою (г) фрезами

2. Максимальна кількість зубців у дисковій фрезі може бути 80 - 100, в той час, як у черв'ячної фрези – не більше 20. Це означає, що при однаковій подачі на зуб осьова подача дискової фрези буде у 3 - 5 разів вищою.

3. Внаслідок розподілення припуску між більшою кількістю зубців при різанні дисковою фрезою зменшується сила різання, динамічні навантаження і вібрації в пружній системі верстата, підвищується точність обробки.

4. Утворення зубчастих профілів в радіально-обкочувальному зубофрезеруванні більшою кількістю зубців зменшує шорсткість і покращує якість їх поверхонь.

Висновки. Підсумовуючи можна стверджувати, що використання синусоїдальних коліс та синусоїдальних передач в підіймально-транспортних машинах дозволить поліпшити їх експлуатаційні показники, а технологія, що базується на радіально-обкочувальному способі нарізання зубчастих вінців дасть змогу збільшити ефективність зубообробки за рахунок зменшення витрат на

інструменти, підвищення якості зубчастих коліс та збільшення продуктивності даних процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Патент України №73550: МПК7 В23Р15/14: Благута Е.М. Спосіб нарізки зубчастих коліс синусоїдальної передачі Благута. Бюл. № 8, 2005 р.
2. Грицай И.Е., Благута Е.Н. Зубчатые передачи и технологии их изготовления: новое в традиционном. // Оборудование и инструмент: Международный информационно-технический журнал. - №2 (61) 2005. – С.36-40.
3. Грицай І.Є., Ступницький В.В. Дослідження синусоїдальних зубчастих передач. //Підйомно-транспортна техніка – 2007. - №4(24). – С.55-64.
4. Грицай І.Є. Підвищення технічного рівня передач приладів на основі зубчастого зачеплення синусоїдального профілю. // 36. Тези допов. 6-ї науково-технічної конференції «Приладобудування 2007: стан і перспективи», 24-25 квітня 2007 р., м.Київ. С.108-109.
5. Грицай І.Є., Литвиняк Я.М. Синусоїдальні зубчасті передачі як альтернатива традиційним передачам та новий метод їх виготовлення. // Вісник НТУ „ХПІ”. Збірник наукових праць. Тематичний випуск „Проблеми механічного приводу”. Харків: НТУ „ХПІ”. – 2009, № 19. – 168 с. С. 43-53.