

Ворона О.С., наук. кер. доц. д.т.н. Охріменко О.А.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, e-mail: itm@kpi.ua

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМОУТВОРЕННЯ МАЛОЗУБИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

Циліндричні зубчасті колеса широко застосовуються в машинобудуванні в різних механізмах, для передачі та перетворення обертального руху. Їх в більшості випадків виготовляють методом зубофрезерування черв'ячними фрезами. Колеса з модулем до 4 – 5 мм оброблюються за один прохід, більше 5 мм за два і більше.

При виготовленні малозубих зубчастих коліс є певні недоліки пов'язані із самим процесом формоутворення поверхні зубчастого колеса фрезою, а саме, це явище підрізання (рис.1). Згідно прийнятої теорії формоутворення рейковим інструментом, це явище виникає при нарізанні прямозубого зубчастого колеса з числом зубів менше 17. Ця залежність визначена для вихідного контуру, висота ніжки якого складає m – модуль зубчастого колеса. Проте профіль колеса утворюється вихідною інструментальною рейкою, висота ніжки якої складає $1,25 m$ і тоді мінімальна кількість зубів колеса, яке можна нарізати без підрізання буде становити 21 згідно [2]. Підрізання знижує міцність зубів за рахунок скорочення довжини зачеплення, зменшує плавність роботи передачі.

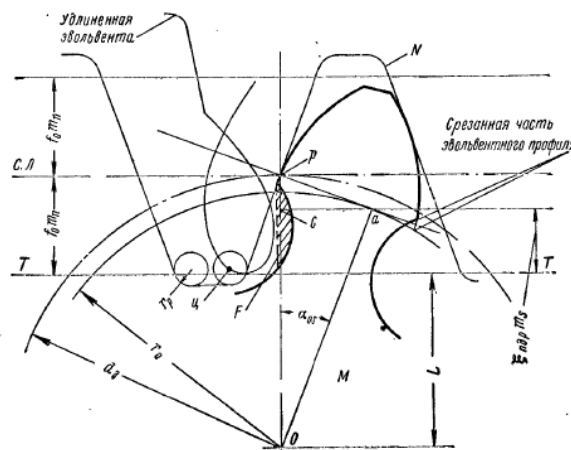


Рис. 1. Підрізання ніжки зуба зубчастого колеса [1].

Явище підрізання поверхні зубчастого колеса виникає тоді, коли відсутнє плавне спряження бічної сторони зуба колеса з перехідною поверхнею. Згідно з положеннями теорії формоутворення поверхонь це є порушенням другої умови формоутворення. Що пов'язано з виникненням на огинаючому профілю зубчастого колеса точки повернення (ребра повернення), точка повернення

виникає на бічній поверхні зубчастого колеса, яка формується бічною гвинтовою поверхнею вихідної інструментальної поверхні (ВІП) фрези.

Для уникання явища підрізання ніжки зубчастого колеса використаємо запропоноване вирішення проблеми, яке наведено в [2]. Його особливість полягає в заміні ділянки профілю зуба фрези, яка не бере участі у формоутворенні зубчастого колеса. Висота цієї ділянки при вершині складає h_{amin} . Проводимо її заміну на ділянку зі збільшеним кутом профілю α_{ha} , це запобігає підрізанню ніжки зуба зубчатого колеса, а також покращує геометрію різальної частини фрези на цій ділянці (рис.2).

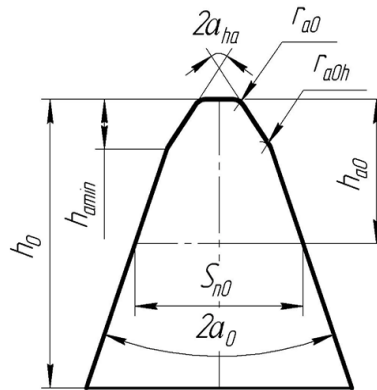


Рис. 2. Профіль зуба фрези, що дозволяє виключити особливу точку на поверхні зубчастого колеса, що обробляється [2].

Для прикладу розраховано профіль фрез для шестерінчастих насосів НШ-32У (рис.3.а): $m=5$, $Zk=8$, $x=+0,62$, $\beta_0=0^\circ$, діаметр вершин зубів колеса $d_{a1}=55$, фреза конволютна $d_a=100$, $r_{a0}=0,05$. і НШ-63(рис.3.б): $m=6$, $Zk=10$, $x=+0,355$, $\beta_0=0^\circ$, діаметр вершин зубів колеса $d_{a1}=77$, фреза конволютна $d_a=112$, $r_{a0}=0,05$.

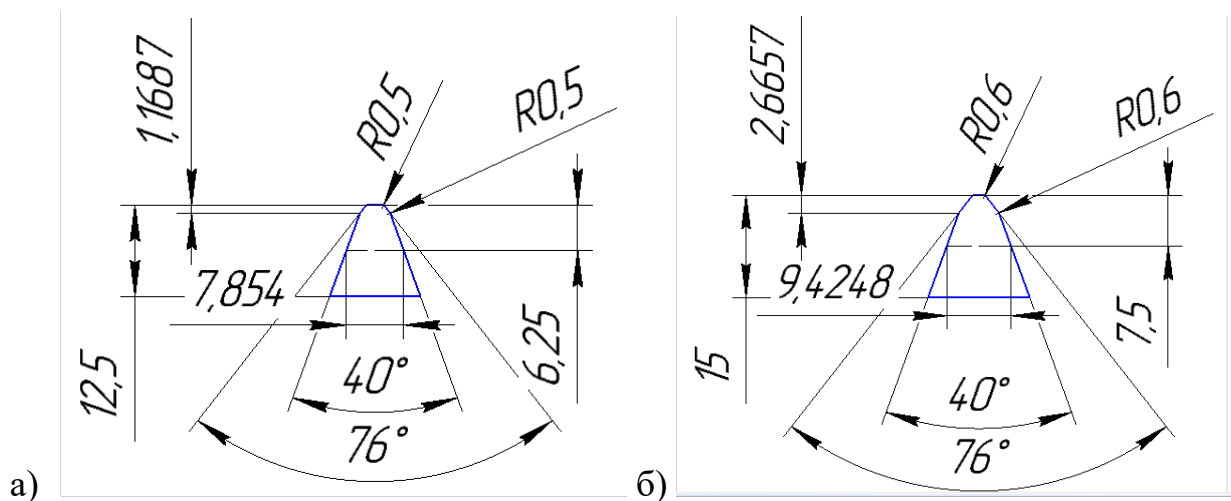


Рис. 3. Розрахунковий профіль ВІП конволютної черв'ячної фрези призначеної для формоутворення без підрізання зубчастого колеса: а) $m=5$, $Zk=8$, б) $m=6$, $Zk=10$.

За результатами розрахунків, отримали значення висоти неробочої ділянки зуба фрези $h_{amin}=1,1687$ для колеса $m=5$ і $h_{amin}=2,6657$, для колеса $m=6$ (рис.3).

Було також розраховано форму западин зуба зубчатих коліс для профілю зуба фрез показаного на рис.3 в залежності від допоміжного кута профілю α_{ha} зі значенням від 30° до 40° (рис.4) за методикою описаною в [3].

Дослідженнями встановлено, що при значеннях кута $\alpha_{ha}=40^\circ$ виникає явище інтерференції, що робить не працездатну пару зачеплення таких зубчатих коліс.

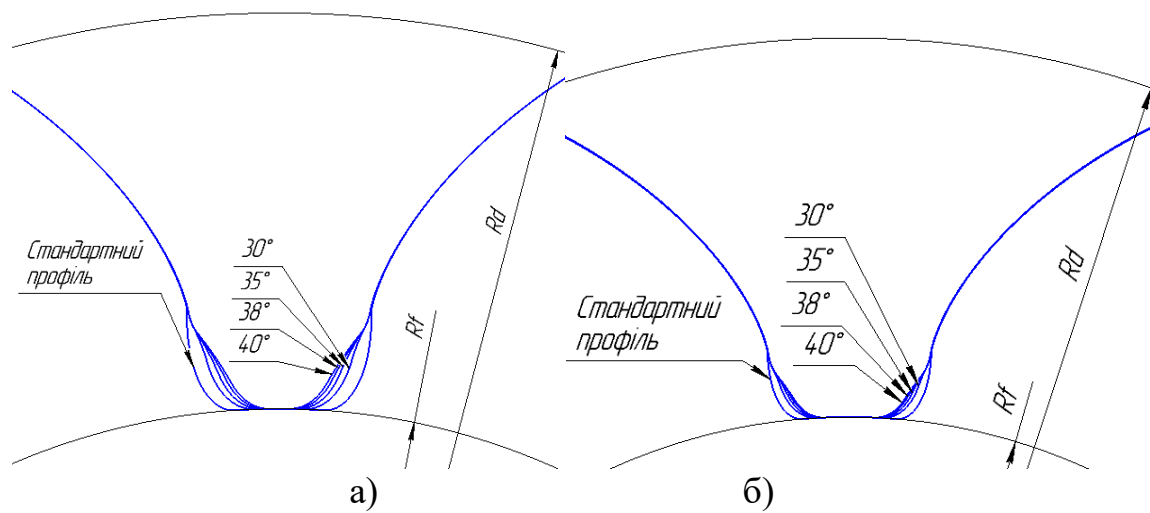


Рис. 4. Профіль западини зубчастого колеса в залежності від кута α_{ha} :
а) $m=5$, $Zk=8$, $x=+0,62$, $\beta_0=0^\circ$ б) $m=6$, $Zk=10$, $x=+0,355$, $\beta_0=0^\circ$.

Отже, при застосуванні методу заміни профілю ділянки зуба фрези, яка не бере участі у формоутворенні зуба зубчатого колеса на ділянку зі збільшеним кутом профілю, ми отримуємо плавну спряжену поверхню ніжки зуба з западиною без її підрізання. Чим більший кут профілю новоутвореної ділянки, тим плавніше їх спряження. Внаслідок уникання підрізання експлуатаційні характеристики зубчатих коліс покращуються, проте при збільшенні кута профілю може виникнути явище інтерференції при зачепленні таких коліс.

Список використаних джерел:

1. Кудрявцев В.Н . Зубчатые передачи. М.-Л.: «Машгиз».- 1957.- 263 с.
2. Равська Н.С. Умови не підрізання профілю зубчастих коліс при зубофрезеруванні черв'ячними фрезами/ Н. С. Равська, О. А. Охріменко.// Вісник Національного технічного університету України «КПІ» «Машинобудування». - 2014. - №70. - С.136-145.
3. Охріменко О.А. Загальні основи теорії проектування черв'ячних фрез, дис. докт. техн. наук : 05.03.01/ Охріменко О.А.. – Київ, 2016. – 302 с