

*О.О. Клочко, д.т.н., проф.1,  
О.А. Охріменко, д.т.н., доц.2,  
В.О. Поліщук, студ.2,*

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»1,  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»2*

## АРОЧНІ ЗУБЧАСТІ КОЛЕСА ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЇХ ПОБУДОВИ В САД СИСТЕМАХ

Використання аrochenних зубчастих коліс замість прямозубих, косозубих чи шевронних коліс є ефективним способом, що забезпечує підвищення навантаження, працездатності, плавності роботи та зменшення рівня шуму зубчастих передач. Про те на даний час є ряд невирішених проблем в області, як з проектування, синтезу аrochenного зачеплення так і технології їх виготовлення. Для розширення області застосування таких передач необхідно було автоматизувати проектний розрахунок таких передач із застосуванням сучасних можливостей САД програмного забезпечення з побудовою трьох вимірної моделі, що значно могло би розширити область застосування таких передач. Відомі роботи де описується така задача, проте вона не автоматизована і потрібно проводити підготовку до побудови трьох вимірної моделі в ручному(діалоговому) режимі, тому для зменшення часу на підготовку було розроблено програмне забезпечення, що автоматично розраховує координати точок повного профілю поверхні і записує його певним чином у файл, який використовується найбільш розповсюдженими системами САД типу SolidWorks, NX Siemens, Catia, Компас 3D та інші, і за командою «побудова поверхні по точкам» автоматично будується поверхня повного профілю западини такого колеса.

Для вирішення цієї задачі було розглянуто спосіб формоутворення таких зубчастих коліс, як круглою різцевою головкою так і інструментом який реалізує траєкторію різців при якій вони завжди паралельні торцевій площині колеса. Розрахункова схема формоутворення покла-

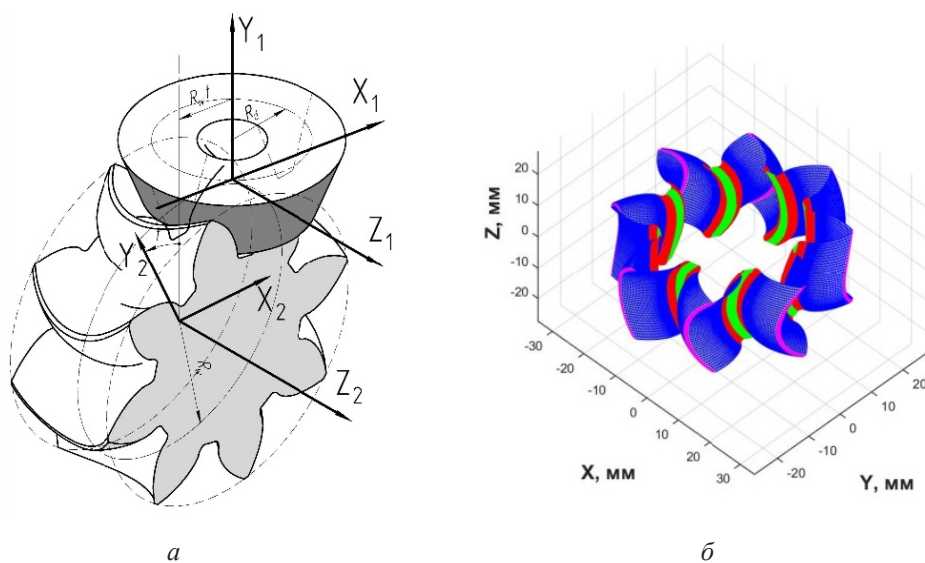
дена в основу показана на рис.1, а, і ґрунтується на схемі кочення без ковзання початкової площини пов'язаної з різцевою головкою, система координат  $S_1(X_p, Y_p, Z_p)$  по початковому циліндру пов'язаному з зубчастим колесом, система координат  $S_2(X_p, Y_p, Z_p)$ , результат повного розрахунку профілю показано на рис. 1, б.

Для такої схеми формоутворення рівняння контакту буде наступне:

$$t_p = \frac{-Y_1 \cdot N_{X1} - X_1 \cdot N_{Y1}}{R_o \cdot N_{Z1}}, \quad (1)$$

де  $t_p$  – кут повороту колеса при якому відбувається контакт точки поверхні різцевої головки з координатами  $X_p, Y_p, Z_p$  з поверхнею колеса,  $N_{X1}, N_{Y1}, N_{Z1}$  – проекція вектора нормалі до поверхні різцевої головки.

При використанні розробленого програмного забезпечення було розроблено варіант заміни стандартного прямозубого зачеплення шестерінчастих насосів на зачеплення з аrochenними зубами (рис. 2). Можливі переваги використання зубчастого зачеплення з аrochenною формою лінії зуба в шестеренних гідронасосах такі: за рахунок плавного входу в зачеплення зубів при перекритті нагнітаючої порожнини і плавного виходу із зачеплення при відкритті защемленого міжзубного об'єму рідини зменшуються явище кавітації, що покращує експлуатаційні характеристики насосу та зменшує шум в процесі роботи, на відміну від косозубих коліс – врівноваження осьових зусиль в передачі та більш плавна робота, не потребує змін інших конструктивних елементів насоса.



а б  
Рис. 1. Результат повного розрахунку профілю:

а – схема формоутворення арочних коліс, б – результат розрахунку поверхні арочного колеса, де  $R_d$  – ділительний радіус різцевої головки,  $R_w$  – радіус обкату,  $t$  – кут повороту колеса навколо своєї осі при обкаті

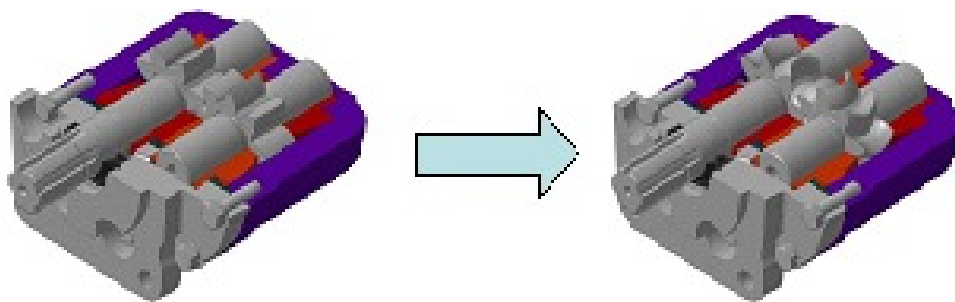


Рис. 2. Заміна прямозубого зачеплення в шестерінчастих насосах на арочне

Для прикладу, для заміни зачеплення насоса НШ10 було розраховано та виготовлено експериментальну пару зубчастих коліс з арочною формою зуба з наступними параметрами:  $m = 3$ ,  $z = 10$ ,  $x = +0,355$  (рис. 3).



Рис. 3. Експериментальна пара зубчастих коліс з арочною формою зуба

Для виготовлення поверхні таких зубчастих коліс використовувався верстат з ЧПК, що є не продуктивно у порівнянні з виготовленням звичайних прямозубих зубчастих коліс і тому питання технології виготовлення таких коліс потребує подальших досліджень у цьому напрямку одним із перспективних варіантів, є процес накатки таких коліс методами пластичної деформації, що

потребує розрахунку спеціального профілю накатника який буде спряжений з профілем арочного колеса. Також використовуючи у дослідженнях розроблене програмне забезпечення, це дозволяє розширити область застосування зубчастих коліс з арочним зубом, що є перспективно для покращення експлуатаційних характеристик машин і механізмів.