

**УПРАВЛІННЯ ГЕОМЕТРІЄЮ ПЕРЕХІДНОЇ КРИВОЇ ПРОФІЛЮ
ТА ВЕЛИЧИНОЮ ГРАНИЧНОГО ДІАМЕТРА
ЦИЛІНДРИЧНОГО ЗУБЧАСТОГО КОЛЕСА**

Мельник В.Є.¹, Кривошея А.В.², Филь Р.С.¹

¹Державний науково-дослідний інститут МВС України

²Інститут надтвердих матеріалів ім.В.М. Бакуля НАН України

Вступ. На сьогоднішній день зубчасті передачі й редуктори присутні у більшості машин і механізмів. Не є винятком й військова техніка, яка у великій кількості передається іншими країнами Україні для відсічі російської агресії. При цьому гостро постає питання швидкого відновлення її боєздатності, що в умовах відсутності оригінальної конструкторської документації потребує виконання певних розрахунків. В більшості випадках, циліндричні зубчасті передачі розраховують на міцність, в тому числі визначають згинальні напруження. Геометричні параметри перехідної кривої профілю зуба циліндричного зубчастого колеса прямо впливають на згинальні напруження. Тому керування параметрами перехідної кривої профілю, для різних стандартів вихідних контурів, є актуальною і важливою задачею.

Основний матеріал. В більшості випадках циліндричні зубчасті передачі мають евольвентне зачеплення. Основними поверхнями зуба евольвентного зубчастого колеса є поверхня вершин, головна бічна поверхня, перехідна поверхня і поверхня западин. Згинальні напруження, що виникають в зубі евольвентного зубчастого колеса досягають найбільших значень в області перехідної поверхні. Відповідно, часто-густо, зубці зубчастих коліс ламаються в зоні перехідної кривої. При зубонарізанні на звичайних зубофрезерних верстатах стандартними черв'ячними фрезами параметри перехідної кривої майже не регулюються. З розвитком верстатів з числовим програмним керуванням і 3D друку стає можливим виготовлення зубчастих коліс з будь-якою геометрією, зокрема можливо виготовити перехідну поверхню з будь-якими параметрами перехідної кривої. Перехідна крива зуба зубчастого колеса з'єднує між собою головну бічну поверхню і поверхню западин. В 20 столітті перехідну криву не розраховували, а визначили експериментально або графічним способом, це пов'язано з тим що параметри зубчастих коліс на кресленнях задаються параметрами інструмента. З розвитком комп'ютерної техніки стало можливим створення вузькопрофільних програм для розрахунку параметрів формоутворення зубчастих передач.

Перехідна крива евольвентного колеса, яке нарізається вихідним продукуючим контуром (прототип черв'ячної фрези), формується в верстатному зачепленні, як огинаюча положень округленої ділянки профілю рейки в її русі відносно колеса [1]. Загальна точка, що з'єднує між собою профіль головної бічної поверхні і перехідної кривої називається гранична точка. Діаметр зубчастого колеса на якому знаходиться гранична точка називається граничним діаметром. Тобто можливо регулювати параметри головної бічної поверхні, що впливає, наприклад, на коефіцієнт перекриття або параметри перехідної кривої. Отримаємо формулу визначення граничного діаметру евольвентного зубчастого колеса для різних параметрів вихідного контуру:

$$d_l = \frac{d_b}{\cos\left(\arctg\left(\operatorname{tg}\alpha - \frac{4 \cdot (h_{wP} - h_a - X)}{z \cdot \sin 2\alpha}\right)\right)}$$

Позначення наведені згідно діючого ДСТУ ISO 53-2001 «Передачі зубчасті циліндричні для загального і важкого машинобудування». Наведена формула справедлива, для зубчастих коліс, які не мають підрізання. Як видно з отриманої формули, граничний діаметр залежить від модуля, числа зубів, кута профілю, зміщення і інших параметрів вихідного контуру. В Інституті надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України спільно з Державним науково-дослідним інститутом МВС України розроблена програма по розрахунку формоутворення циліндричних зубчастих передач, яка, в тому числі вираховує параметри перехідної кривої профілю і граничний діаметр. На рис. представлений приклад формоутвореної западини зубчастого колеса.

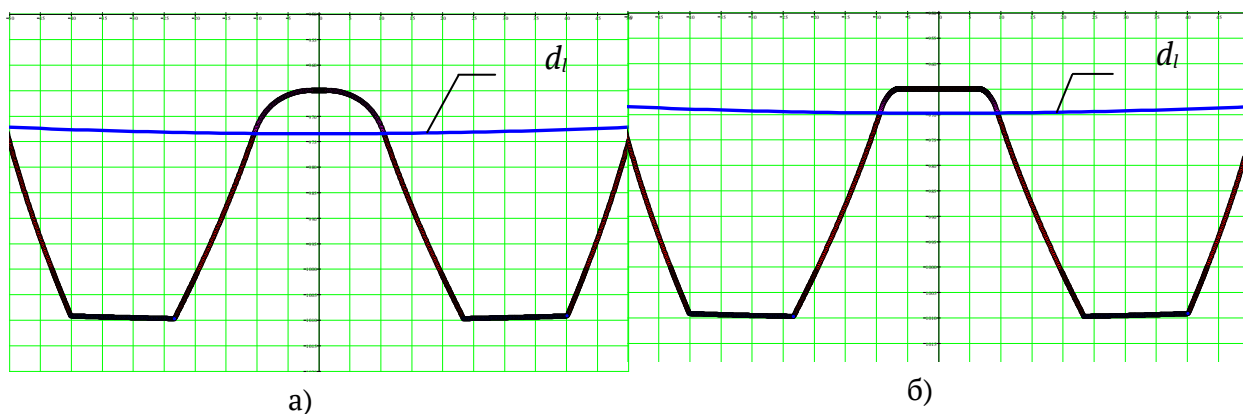


Рисунок 1 - Профіль формоутвореної западини зубчастого колеса

Параметри вихідного формоутворюючого контуру: $m=20$ мм, $z=100$, $x=-0,5$, $X=2,5$ мм, $\rho_f/m=0,38$ (а), всі інші параметри відповідно до ДСТУ ISO 53-2001, тип

А. Отримаємо $d_l=1946,9923$ мм, а при $\rho_f/m=0,001$ – $d_l=1939,5778$ мм (б), різниця 7,5 мм, тобто можливо регулювати, згинальну міцність, коефіцієнт перекриття тощо.

Література

1. Цилиндрические эвольвентные зубчатые передачи внешнего зацепления / И. А. Болотовский, Б. И. Гурьев, В. Э. Смирнов, Б. И. Шендерей. – М.: Машиностроение, 1974. – 160 с.
2. Формоутворення великогабаритних циліндричних зубчастих коліс спеціальними черв'ячними фрезами з урахуванням вихідного профілю заготовки: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01 / Мельник Володимир Євгенійович ; Нац. акад. наук України, Ін-т надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля. - К., 2013. - 20 с.

CONTROL OF THE GEOMETRY OF THE TRANSITIONAL CURVE OF THE PROFILE AND THE SIZE OF THE LIMIT DIAMETER OF THE CYLINDRICAL GEAR

Melnyk Volodymyr, Krivosheya Anatoliy, Fyl Ruslan

Abstract. Information is given on the use of cylindrical gears. The influence of the geometry of the transition curve on other parameters is considered. With the development of numerically controlled machines and 3D printing, it becomes possible to manufacture gears with any geometry, in particular, it is possible to manufacture a transition surface with any parameters of the transition curve. The formula for determining the limit diameter is presented. The above formula is valid for gears that do not have undercutting. As can be seen from the obtained formula, the maximum diameter depends on the module, the number of teeth, the angle of the profile, the offset and other parameters of the initial contour. An example of a formed depression of a gear wheel is presented. The results of calculation and modeling of the value of the limit diameter depending on different values of the radius of curvature of the output contour were obtained.

Key words: Cylindrical gear, cylindrical gear, output forming profile, transition curve of tooth profile, worm cutter, bending stresses.

References

1. Cilindricheskie evolventnye zubchatye predachi vneshnego zacepleniya / I.A. Bolotovskij, B.I. Gurev, V.E. Smirnov, B.I. Shenderej. – М.: Mashinostroenie, 1974. – 160 s.
2. Formoutvorenniya velikogabaritnih cilindrichnih zubchastih kolis specialnimi cherv'yachnimi frezami z urahuvannyam vihidnogo profilyu zagotovki: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk : 05.03.01 / Melnik Volodimir Yevgenijovich ; Nac. akad. nauk Ukrayini, In-t nadtverdih materialiv im. V. M. Bakulya. - K., 2013. - 20 s.