

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМОУТВОРЕННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

Мельник В.Є., к.т.н.¹, Кривошея А.В., к.т.н., с.н.с.²,

Ткач П.М., к.т.н. доцент³, Филь Р.С., к.ю.н., с.д.¹

¹*Державний науково-дослідний інститут МВС України*

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

³*Інститут електрозварювання ім.Є.О. Патона НАН України*

Вступ. Циліндричні зубчасті передачі є складовою більшої машин і механізмів. Функціонування і працездатність машини або механізму залежить від працездатності циліндричних зубчастих передач зокрема. Особливістю геометрії циліндричних зубчастих коліс є те що на кресленні в явному вигляді вони не задаються. Так, на кресленнях циліндричних зубчастих коліс задається таблиця в якій вказуються параметри вихідного контуру контршаблоном якого є вихідний формоутворюючий контур, що в більшості випадків є прототипом різального інструменту для формоутворення циліндричного зубчастого колеса. Тобто розміри зубчастого колеса задаються через розміри інструменту [1]. Крім того в деяких випадках необхідно вирішити зворотну задачу формоутворення, знайти розміри інструменту за розмірами колеса. В 20 столітті в більшості випадків параметри інструменту підбирали експериментально, або знаходили графоаналітичним способом. З появою комп'ютерної техніки з'явилась можливість використання систем автоматизованого проектування або застосування власних алгоритмів для математичного моделювання, в тому числі для розрахунку циліндричних зубчастих передач і формоутворення циліндричних зубчастих коліс, зокрема.

Основний матеріал. В більшості САПР (Компас, Solidworks та інші) є окремі модулі, щодо розрахунку зубчастих передач. Однак, вони обмежені стандартними параметрами вихідного контуру, які регламентуються ДСТУ ISO 53-2001, ГОСТ 13755 - 81 та іншими стандартами, в більшості країн є свій стандарт. Так, авторами в програмі MathCAD була створена математична модель по формоутворенню циліндричних зубчастих коліс, яка дозволяє

задавати, як стандартні так і не стандартні параметри вихідного контуру, з урахуванням модифікації, дивись таблицю.

Таблиця – Вхідні параметри для розрахунку формоутворення
циліндричного зубчастого колеса

	0	1
0	"Модуль"	20
1	"Кут головного профілю"	20
2	"Коефіцієнт висоти головки"	1
3	"Коефіцієнт висоти ніжки"	1.25
4	"Коефіцієнт радіуса кривизни перехідної кривої"	0.38
5	"Коефіцієнт радіального зазору в парі вихідних контурів"	0.25
6	"Коефіцієнт висоти модифікації"	0.45
7	"Коефіцієнт глибини модифікації"	0
8	"Коефіцієнт зміщення"	0
9	"Число зубів зубчастого колеса"	18

Програма враховує всі відомі схеми обробки, як то обробка довбачем чи черв'ячною фрезою, як для внутрішнього так і для зовнішнього зачеплення. Програма дозволяє вирішувати задачу з врахуванням умов порушення формоутворення, як то підрізання чи формування особливих точок зламу. В процесі вирішення задач прямого і зворотнього формоутворення, в кінцевому результаті ми отримуємо координати точок профілю. Як, відомо до окремо взятої точки не можливо визначити дотичну або нормаль. Для вирішення цієї проблеми використали інтерполяцію кубічними сплайнами, що дають можливість отримати неперервні першу і другу похідні на всій області визначення. Інтерполяція - спосіб знаходження проміжних значень величини за наявним дискретним набором відомих значень, тобто знаходження функції що буде проходити через відомі вузлові точки [2].

За даною програмою в кінці можна отримати текстовий файл з координатами X та Y, а також значення проекцій одиничних нормалей, які можна використовувати в інших програмах, як то Excel, Solidworks, NX, Компас та інші.

Програма дозволяє проводити візуалізацію зачеплення і створювати відео файл, на рис. 1 представлено формоутворення колеса внутрішнього зачеплення (коричневий колір) інструментом зовнішнього зачеплення (синій колір).

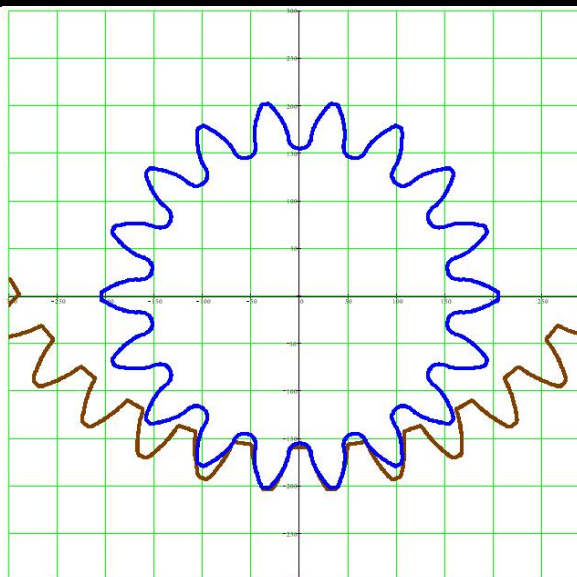


Рисунок 1 – Візуалізація внутрішнього зачеплення

Висновки. Універсальність представленої методики розрахунку відкриває можливість її екстраполяції на різні види нестандартних зачеплень, які відрізняються трудомісткістю синтезу та обчислень.

Література

1. Цилиндрические эвольвентные зубчатые передачи внешнего зацепления / И. А. Болотовский, Б. И. Гурьев, В. Э. Смирнов, Б. И. Шендереј. – М.: Машиностроение, 1974. – 160 с.
2. Выгодский М. Я. Справочник по высшей математике / М. Я. Выгодский. – М.: Наука, 1975. – 872 с.

References

1. Cilindricheskie evol'ventnye zubchatye peredachi vneshnego zacepleniya / I. A. Bolotovskij, B. I. Gur'ev, V. E. Smirnov, B. I. SHenderej. – М.: Mashinostroenie, 1974. – 160 s.
2. Vygodskij M. YA. Spravochnik po vysshej matematike / M. YA. Vygodskij. – М.: Nauka, 1975. – 872 s.

MATHEMATICAL MODELING OF CYLINDRICAL GEARS FORMATION

Melnyk Volodymyr, Krivosheya Anatoliy, Tkach Pavlo, Fyl Ruslan

Abstract. The mathematical model of shaping of cylindrical gears with standard and non-standard parameters is considered, taking into account the conditions of shaping.

Keywords: initial contour, theoretical shaping, gear wheel, cylindrical gear.