УДК515.2

ГРАФОАНАЛІТИЧНИЙ СПОСІБ ПРОЕКТУВАННЯ КРИВОЛІНІЙНОГО ЗАЧЕПЛЕННЯ, ЩО ВИКЛЮЧАЄ ІНТЕРФЕРЕНЦІЮ

Ісмаілова Н.П., *к.т.н., доцент,* **Глинін Ю.А.,** *доцент,*
Олейнік Н.В., *к.т.н., доцент*

Одеська державна академія будівництва та архітектури

Постановка проблеми. Аналіз якісних показників, що виявляють значні нерівномірності контактування в різних точках області зачеплення, і розробка нових способів профілізації із застосуванням сучасних комп'ютерних технологій, що виключають інтерференцію.

Аналіз досягнень і публікацій. Спосіб формування криволінійних сторін зубів пари спряжених зубчастих коліс здійснюється погодженим обертанням заготівлі й відповідним рухом інструменту.В основі цього процесу лежить теорема професора Подкоритова А.М. яка стверджує, що дві поверхні будуть спряженні, якщо кожна з їх утворена їх відповідним відносним рухом і конгруентних посередників.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є спроба теоретичного обґрунтування можливості спряжених поверхонь зубів зубчастого зачеплення складної форми, що виключають інтерференцію.

Основна частина. Інтерференція зубів буде відсутня, якщо евольвентний профіль зуба одного зубчастого колеса спряжений тільки з евольвентним профілем зуба іншого колеса. Для цього необхідно, щоб радіус граничної точки був меншим від радіусу нижньої точки активного профілю.

Розглядаємо криволінійну зубчасту передачу, у якій забезпечується спряження зубів евольвентного профілю по довжині, здійснюється по ідентичній кривій, розташованій у площині лінії зачеплення й однаковій по висоті зуба.

До недоліків відомих передач відносяться ті, що в таких передачах обмежений кінематичний кут зачеплення. Чим більше зубчасті колеса, тим менше кут зачеплення, що збільшує напруження в крайніх точках зубів.

В основу графоаналітичного методу покладено наявність особливої точки на тій, що огинає, при цьому предметом пошуку була гранична точка профілю, якою він має бути обмежений щоб уникнути явища інтерференції.

Радіус початкової окружності не є величиною заданою, і може бути змінним в деяких межах. Цим іноді вдається скористатися з метою видалення граничних точок із профілю зо всіма, або на як можна більшу відстань від близької точки кривої (тобто такої точки, нормаль у якій проходить через центр початкової окружності). Нижче буде показане визначення границь, можливо зміни величини R (радіус початкової окружності), засновані на використання результатів графоаналітичного методу.

Якщо r_i – радіус дуги окружності, що описує частину профілю, m_i – відстань від центру центроиіди до центру даної дуги, то

$$R_i \le \sqrt{0,5r_i^2 + m_i^2}.$$

Даною нерівністю встановлюється верхняя границя зміни R_i. Підраховуючи верхнюю границю R_i. для кожного i одержимо ряд чисел, із цього ряду вибираємо найменш R_m і ухвалюємо R_m.Таким вибором забезпечуватися відсутність граничних точок на всіх ділянках профілю. Однак зменшувати значення радіуса нижче деякого цілком певного числа для даних rm не можна. Критерієм для визначення цього числа є умова перетинання нормалей до профілю центроиды. Покажемо визначення цього числа R_p графічним методом (рис.1).

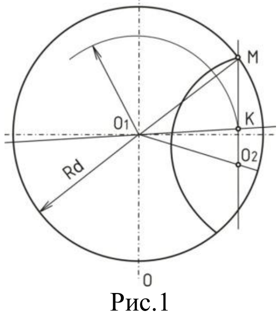

Рис.1

Нехай R_d – радіус деталі, М - крайня точка профілю, 0_1 - центр початкової окружності, 0_2 – центр окружності профілю. Проводимо пряму (М), потім із точки 0_1 опускаємо перпендикуляр на (М). Точка $K(M0_2) \frown 0_1K, 0_1K \perp M0_2$. Величина $R_p = 0_1R$

Величина R може бути визначена аналітично з використанням двох способів підрахунку площини трикутника.

$$S_{\triangle 0_1 M 0_2} = \frac{R_p \cdot r}{2} = \frac{R_d \cdot m \cdot sin\alpha}{2} \qquad (1)$$

по теоремі косинусів:

$$r^2 = R_d^2 + m^2 - 2R_d rcos\alpha,$$

$$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \frac{\sqrt{4R_d^2m^2 - \left(R_d^2 + m^2 - r^2\right)^2}}{2R_d^2 m},$$

$$R_p = \frac{R_d m}{r}\sin\alpha = \frac{\sqrt{4R_d^2m^2 - \left(R_d^2 + m^2 - r^2\right)^2}}{2r}$$

У такий спосіб R повинен задовольняти нерівності

$$R = \sin\frac{\sqrt{4R_d^2m_i^2 - \left(R_d^2 + m_i^2 - r^2\right)^2}}{2r} \le R \le \sqrt{0,5r_i^2 + m_i^2} = Rm \qquad (2)$$

Причому R_m - це найменша величина із усіх обчислених за формулою Rm, а R_p – найбільша із усіх обчислених по формулі

$$R_{p_i} = \frac{\sqrt{4R_d^2R - \left(R_d^2 + m_i^2 - r^2\right)^2}}{2r_i}.$$

Якщо такої величини R задовольняючої нерівності (2) не існує, то профільне може бути оброблений без підрізання. При графічній реалізації необхідно добрати R меншим, як найменшу відстань від центру початкової окружності до точки перетинання нормалей, але більшим або рівним найбільшій відстані від центру початкової окружності до нормалей, обмірюваному по перпендикуляру до них. При аналітичній реалізації R повинне бути менше величини $\frac{x_k^2 + y_k^2}{2y_k}$, і більше величини, яка визначається в такий спосіб: нехай рівняння профілю в системі ху має вигляд $xx(t), y = x$ координати точки $0_1 : (0_1 0)$. Тоді відстань відточки $0_1 : (0_1 0)$ до нормалі визначився по формулі:

$$R_p = \frac{\left|-Ry - x_t^{'} x\right|}{\sqrt{\left(x_t^{'}\right)^2 + \left(y_t^{'}\right)^2}}, \tag{3}$$

xy – координати точки, у якій проведена нормаль до профілю,

$x, y_t^{'}$ - значення перших похідних по параметру t у цій ж точці.

Обчисливши (3), через певний інтервал знайдемо ряд значень R_{pi}, з них вибираємо найбільше. Потім шукаємо R, яке задовольняє нерівності $R_p \leq RR_m$. Якщо такого не існує, тобто $R_p > R_m$, то такий профіль не може бути оброблений без підрізання.

Висновок

Технічний результат досягається тим, що в способі виготовлення зубчастої передачі спряженого криволінійного профілю зубів здійснюється за ідентичними кривими, розташованим у площині лінії зачеплення.

Перспективи подальших досліджень. Розробляється алгоритм виключення інтерференції криволінійних спряжених поверхонь. Звільнені від інтерференції зубчасті передачі й різальний інструмент, дозволяють виконати процес виключення підрізання, а також підвищують, у свою чергу, точність і надійність різального інструменту для обробки зубчастих зачеплень аркового профілю.

Summary

One of the main directions of descriptive geometry - the formation of complex of the connected surfaces - is inextricably linked with all branches and types of production.

1. Подкорытов А.Н.Автоматизація, електронне моделювання й дослідження інтерференції спряженних криволінійних поверхонь набазі ЄС ЭЦВМ / А.Н. Подкорытов // Західно-Сибірськекнижкове изд. –Омськ, 1976. – 168с.
2. Подкорытов А.Н., Исмаилова Н.П., Дюкре Л.Г. Метод формування сполучених гвинтових нелінійчатих поверхонь сімейством, що обгинають геликоидов // Геометричне та комп'ютерне моделювання.- Вип..17.- ХДУХТ.- Харків, 2007.- С.12-15.