

8. Гумен О.М. Дослідження k -багатовидів за координатними m -підбагатовидами ($m \times k$) // Прикл. геом. та інж. графіка: Зб. наук. пр. – Мелітополь: ТДАТА, 2005. — Вип. 4. – Т. 29. - С. 69 -72.
9. Гумен О.М. Дослідження раціонального 3-багатовиду 4-вимірного афінного простору у внутрішній проєктивній системі координат // Геометричне та комп'ютерне моделювання: Зб. наук. пр. – Харків: ХДУХТ, 2005. – Вип. 11. – С.105-109.
10. Гумен О.М. До конструювання раціональних багатовидів як неевклідових проєктивних просторів // Прикл. геом. та інж. графіка: Зб. наук. пр. – К.: КНУБА, 2005. – Вип. 75. - С.136-142.
11. Гумен О.М. Раціональні 3-багатовиди 2-го та 3-го порядків з рівнянням у параметричній формі // Прикл. геом. та інж. графіка: Зб. наук. пр. – Мелітополь: ТДАТА, 2005. – Вип. 4. – Т.30. - С.80-84.
12. Гумен О.М. Раціональні криві і поверхні 2-го і 3-го порядків як окремі випадки багатовидів // Доповіді Другої Кримської науково-практичної конференції “Геометричне та комп'ютерне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн”. – К.: КНУТД, 2005. – С. 66-70.

Получено 21.03.2006 г.

УДК 515.2:621.83

Воронцов Б.С., Чаплинская Т.Н.

ПРОИЗВОДЯЩАЯ ПОВЕРХНОСТЬ РЕЕЧНОГО ТИПА С ИЗМЕНЯЕМОЙ ПРОДОЛЬНОЙ ФОРМОЙ ЗУБА

Постановка проблемы. Современные компьютерные технологии позволяют решать целый ряд задач повышения качества, надежности, экономичности и производительности различных машин и механизмов еще на стадии технологической подготовки производства.

Наибольшее распространение в приводах машин имеют цилиндрические передачи с параллельными осями. При совершенствовании зубчатых приводов машин с такими передачами перспективным является использование цилиндрических передач с арочной и двояковыпукло-вогнутой продольной формой зубьев.

Анализ основных исследований и публикаций. Вопросам совершенствования процесса формообразования и инструментов с использованием компьютерных технологий посвящена работа [1]. Работы [2], [3] посвящены развитию теории зубчатых зацеплений на современном этапе. В работе [4] рассматриваются вопросы повышения нагрузочной способности передач с арочными, а в работе [5] с двояковыпукло-вогнутыми зубьями.

Формулировка цели статьи (постановка задачи). Продольная форма зубьев цилиндрических зубчатых колес зависит от производящей поверхности, на основании которой создается зуборезный инструмент.

© Воронцов Б.С., Чаплинская Т.Н., 2006

Поэтому целью данной работы является разработка математического аппарата для оперативного интерактивного изменения продольной формы производящей поверхности реечного типа.

Основная часть. Для получения уравнения обобщенной производящей поверхности введем систему координат S_n (рис. 1). Плоскость $Y_n O_n Z_n$ совпадает с начальной плоскостью производящей поверхности. Пусть в системе координат $X_n Y_n Z_n$ задана кривая, которая определяет продольную форму зубьев производящей поверхности. Уравнение этой кривой в общем виде:

$$\bar{r}_n(\mu) = x_n(\mu) \bar{i} + y_n(\mu) \bar{j} + z_n(\mu) \bar{k} \quad (1)$$

где μ – переменная величина; $x_n(\mu)$, $y_n(\mu)$, $z_n(\mu)$ – необходимое число раз дифференцируемые функции по аргументу μ .

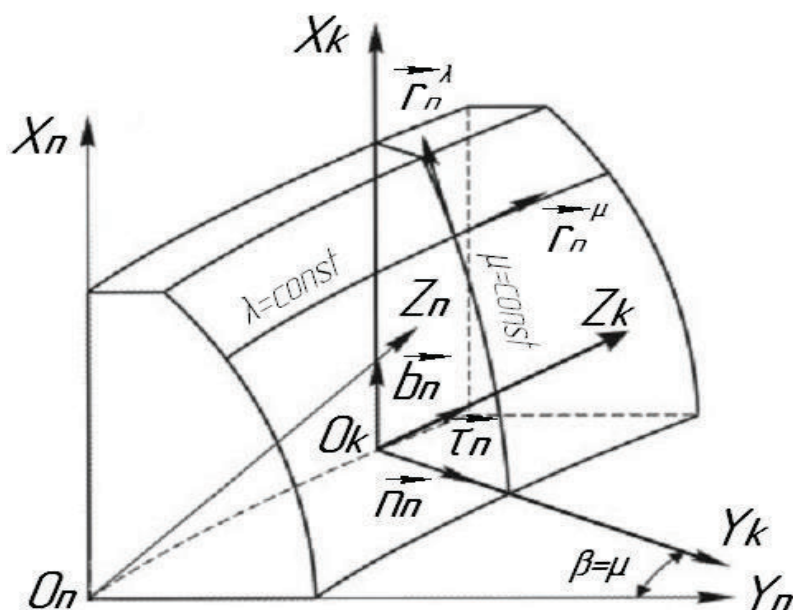


Рис. 1. Обобщенная производящая поверхность

В системе координат S_k уравнение профиля обобщенного исходного контура можно представить в виде кривой Безье третьего порядка [6]:

$$\begin{aligned} x_k &= f_1(\lambda) = (1-\lambda)^3 x_0 + 3(1-\lambda)^2 \lambda x_1 + 3(1-\lambda) \lambda^2 x_2 + \lambda^3 x_3; \\ y_k &= f_2(\lambda) = (1-\lambda)^3 y_0 + 3(1-\lambda)^2 \lambda y_1 + 3(1-\lambda) \lambda^2 y_2 + \lambda^3 y_3; \\ z_k &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где $f_1(\lambda)$, $f_2(\lambda)$ – произвольные, необходимое число раз дифференцируемые функции; x_0, y_0, x_3, y_3 – координаты опорных точек P_0 и P_3 ;

x_1, y_1, x_2, y_2 – координаты управляющих точек P_1 и P_2 ;

Рассмотрим случай, когда производящая поверхность речного типа имеет круговую линию зуба (рис.2). Для изменения продольной линии зуба производящей поверхности введем три управляющих элемента N_0, N_1, N_2 . N_0 – базисная точка, связанная с началом системы координат S_n . Через эту точку проходит кривая, определяющая продольную линию зуба. Точка N_1 лежит на касательной к рассматриваемой кривой в точке N_0 и позволяет управлять углом наклона β_0 этой касательной. Точка N_2 лежит на рассматриваемой кривой и управляет ее радиусом кривизны R_u . Для простоты управления при-

мом координаты $z_1 = -\frac{b}{2}$, а $z_2 = \frac{b}{2}$, где b – ширина производящей поверхности. Точка N_0 (начало системы координат S_n) лежит в средней торцевой плоскости производящей поверхности.

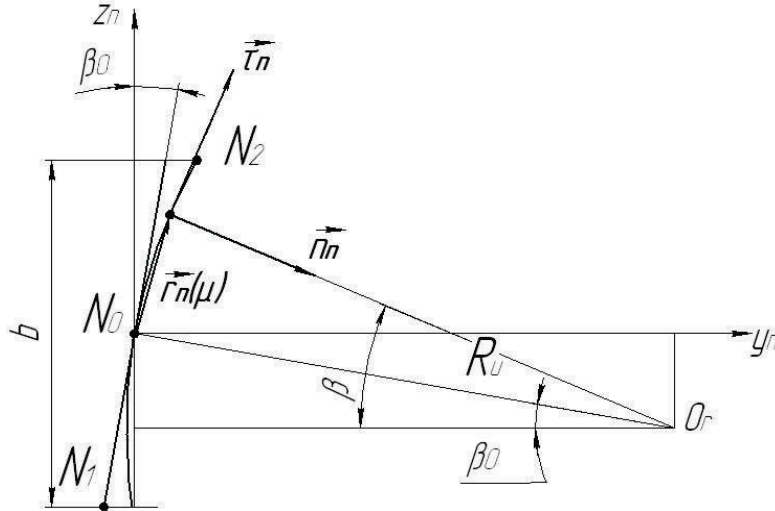


Рис. 2. Продольная линия зуба производящей поверхности

В этом случае уравнение кривой, определяющей линию зуба производящей поверхности в системе координат S_n , имеет вид

$$\vec{r}_n(\mu) = R_u (\cos \beta_0 - \cos \beta) \vec{j} + R_u (\sin \beta - \sin \beta_0) \vec{k}.$$

Или в координатной форме:

$$\begin{aligned} x_n(\mu) &= 0; \\ y_n(\mu) &= R_u (\cos \beta_0 - \cos \beta); \\ z_n(\mu) &= R_u (\sin \beta - \sin \beta_0), \end{aligned} \tag{2}$$

где $R_u = \frac{y_r^2 \cos^2 \beta_0 + \left(\frac{b}{2} \cos \beta_0 + y_r \sin \beta_0\right)^2}{2y_r \cos \beta_0},$

$y_r = y_1 + y_2$, где y_1 и y_2 координаты управляющих точек N_1 и N_2 , угол

$$\beta_0 = \arctg \frac{y_1}{z_1}.$$

Подставляя (2) в (1), получим уравнение производящей поверхности

$$\begin{aligned} x_n &= f_1(\lambda); \\ y_n &= R_u (\cos \beta_0 - \cos \beta) + f_2(\lambda) \cos \beta; \\ z_n &= R_u (\sin \beta - \sin \beta_0) - f_2(\lambda) \sin \beta, \end{aligned} \tag{3}$$

На основании полученных результатов разработана компьютерная программа, позволяющая управлять продольной линией зуба при синтезе цилиндрических передач с арочными и двояковыпукловогнутыми зубьями.

Выводы. Применение управляющих элементов позволяет оперативно изменять форму производящей поверхности в процессе компьютерного синтеза передач. Результаты работы могут быть использованы при проектировании зуборезных головок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грабченко А.И., Кондусова Е.Б., Кривошея А.В., Равская Н.С., Родин П.Р. 3D-моделирование инструментов, формообразования и съема припуска при обработке резанием. - Харьков: НТУ «ХПИ», 2001. – 304с.
2. Шевелева Г.И. Теория формообразования и контакта движущихся тел.: Монография. – М.: Издательство «Станкин», 1999. – 494 с.
3. Павлов А.И. Современная теория зубчатых зацеплений. – Харьков: ХНАДУ, 2005. – 100 с.
4. Шишов В.П., Носко П.Л., Ревякина О.А. Цилиндрические передачи с арочными зубьями (теория, анализ, синтез): Монография. - Луганск: Изд-во ВНУ им..В.Даля, 2004. – 336 с.
5. Шишов В.П., Носко П.Л., Ткач П.М., Філь П.В. Високонвантажени циліндричні передачі з двоопукло-ввігнутими зубцями: Монографія. - Луганськ: Вид-во СНУ ім..В.Даля, 2005. – 216 с.
6. Бочарова І.А., Воронцов Б.С. Модифікація твірної поверхні з використанням кривої Безьє третього порядку/ Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці / Таврійська державна агротехнічна академія. – Вип.4, т.30. – Мелітополь: ТДАТА, 2005. – С.116-120.

Получено 12.03.2006 г.