

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЬВЕНТНОГО ПРОФИЛЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС В СИСТЕМЕ NX

М.Е. Лустенков, д.т.н., проф.

*Белорусско-Российский университет, 212000, Республика Беларусь, г. Могилев, пр.Мира, 43,
тел. (+375 296)-875-121*

E-mail: lustenkov@yandex.ru

Зубчатые колеса являются наиболее распространенными деталями механических приводов. Их моделирование производится в различных САПР. NX является системой с широкими возможностями, Белорусско-Российский университет использует академические лицензии версий 8.5 и 11.5. Алгоритм моделирования зубчатого колеса в любой CAD-системе, как правило, основан на построении профиля зуба или его впадины [1]. По уравнениям строится одна эвольвента, другая образуется с помощью операции зеркального отображения. Как показала практика, при создании конкретной модели этот алгоритм работает успешно, при создании модели с управляемыми параметрами при их изменении перестроение модели может сопровождаться ошибками. Задачей исследований являлось создание параметрической модели цилиндрического прямозубого зубчатого колеса без смещения с возможностью последующего изменения исходных данных. Модель при этом должна перестроиться автоматически.

Исходными данными для создания модели зубчатого колеса являются: модуль m , мм; число зубьев z и ширина зубчатого венца b . Только первые два параметра определяют профиль зубьев, третий необходим для создания твердотельной модели.

На основе воздействия оператором (матрицей) поворота [2] на исходные параметрические уравнения эвольвенты [1], также представленные в виде одностолбцовой матрицы, были получены уравнения ветви верхней эвольвенты (рис. 1):

$$x_1 = 0,5 \cdot d_b \cdot (\cos(\gamma_0) \cdot (\cos(\varphi) + \varphi \cdot \sin(\varphi)) - \sin(\gamma_0) \cdot (\sin(\varphi) - \varphi \cdot \cos(\varphi))); \quad (1)$$

$$y_1 = 0,5 \cdot d_b \cdot (\cos(\gamma_0) \cdot (\sin(\varphi) - \varphi \cdot \cos(\varphi)) + \sin(\gamma_0) \cdot (\cos(\varphi) + \varphi \cdot \sin(\varphi))); \quad (2)$$

$$z_1 = 0, \quad (3)$$

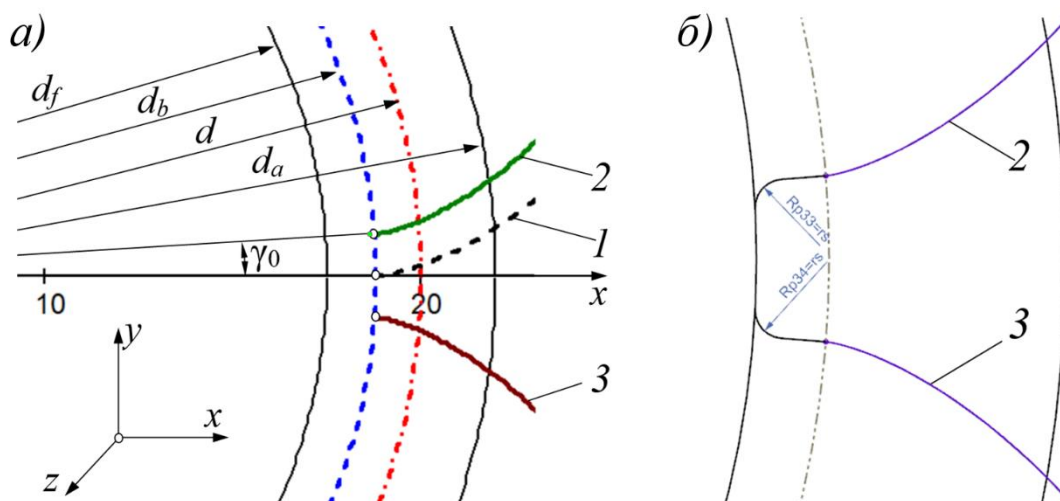
где φ – центральный угол (параметр), изменяемый от 0 до 2π ; d_b – диаметр основной окружности; γ_0 – центральный угол, на который поворачивается исходная эвольвента относительно оси Oz с помощью оператора поворота.

$$\gamma_0 = \frac{\pi}{2 \cdot z} - \operatorname{tg}(\alpha) + \alpha, \quad (4)$$

где α – стандартный угол зацепления, $\alpha = 20^\circ$.

Уравнения нижней ветви кривой (рис. 1) были получены аналогичным образом, но в этом случае поворот эвольвенты по уравнениям (1)–(3) производился на угол π относительно оси Ox . Уравнения нижней эвольвенты будут отличаться от уравнений (1)–(3) только изменением знака в уравнении (2), т. е. $x_2 = x_1$, $y_2 = -y_1$; $z_2 = z_1$.

Алгоритм моделирования также предполагал построение окружностей впадин, вершин зубьев и дополнительных построений профиля впадины, включающие радиусные закругления (рис. 1, б). На основе полученных уравнений было смоделировано планетарное зацепление (рис. 2).



1 – исходная эвольвента; 2 – верхняя эвольвента; 3 – нижняя эвольвента

Рис. 1. Моделирование профиля впадины зубчатого колеса с параметрами $m = 2$ мм, $z = 20$: а – построение геометрии по уравнениям в MathCAD; б – построения в NX.

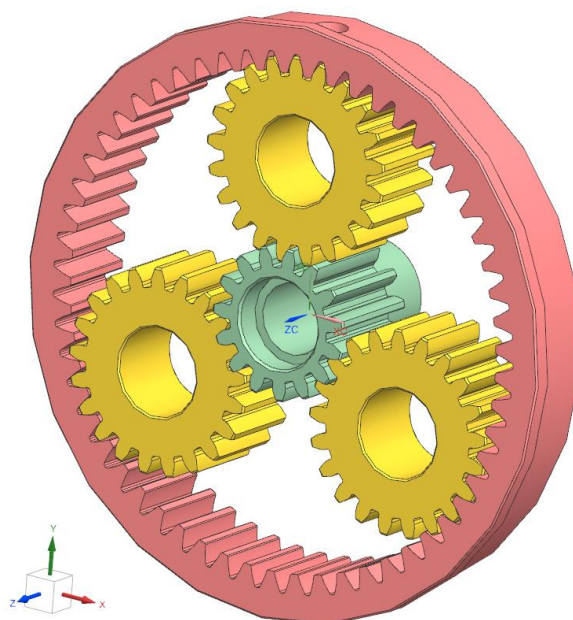


Рис. 2. Модель планетарной передачи с эвольвентными зубчатыми колесами.

Ограничением в рассмотренной модели является то, что диаметр начальной окружности не должен превышать делительный диаметра. Методом 3D-печати были получены образцы колес из пластмассы и стали. Рассмотренный алгоритм может быть доработан для моделирования косозубых цилиндрических колес и колес с внутренним зацеплением (рис. 2), колес со смещением исходного контура, с увеличенным боковым зазором и т.д.

Список литературы:

1. Рамзаева, Е. А. Параметрическое моделирование зубчатых колес в Siemens NX // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. – 2012. – № 3(34). – С. 109–114.

2. Лустенкова, Е. С. Некоторые аспекты изготовления кулачков сферических роликовых передач // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2019. – № 3 (64). – С. 59–66.