

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЧЕРВЯЧНЫХ ФРЕЗ НА ТОЧНОСТЬ НАРЕЗАЕМЫХ КОЛЕС

А. С. Кучин

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

Научный руководитель М. И. Михайлов

Как известно, зубчатые передачи являются неотъемлемой частью практически всех машин и механизмов. Одним из основных параметров зубчатого зацепления является точность зубчатой передачи, так как иногда точность зубчатой передачи напрямую влияет на точность и плавность работы всего механизма. Для зубчатой передачи нормируется кинематическая точность, плавность работы, точность контакта зубьев и бокового зазора. Все эти параметры зависят от точности выполнения геометрических параметров зубчатого колеса. Поэтому улучшение точности обработки зубчатого колеса является очень важной и практически полезной задачей. В данной работе поставлена задача улучшения изучаемого параметра за счет изменения параметров резания и геометрии червячной фрезы [1].

Согласно известной методике для получения математической модели кинематической поверхности резания необходимо условно обездвижить инструмент, передать все его формообразующие движения заготовке и произвести ряд элементарных преобразований исходной системы координат (рис. 1), направленных на перенос базовой точки начала координат в точку резания [2].

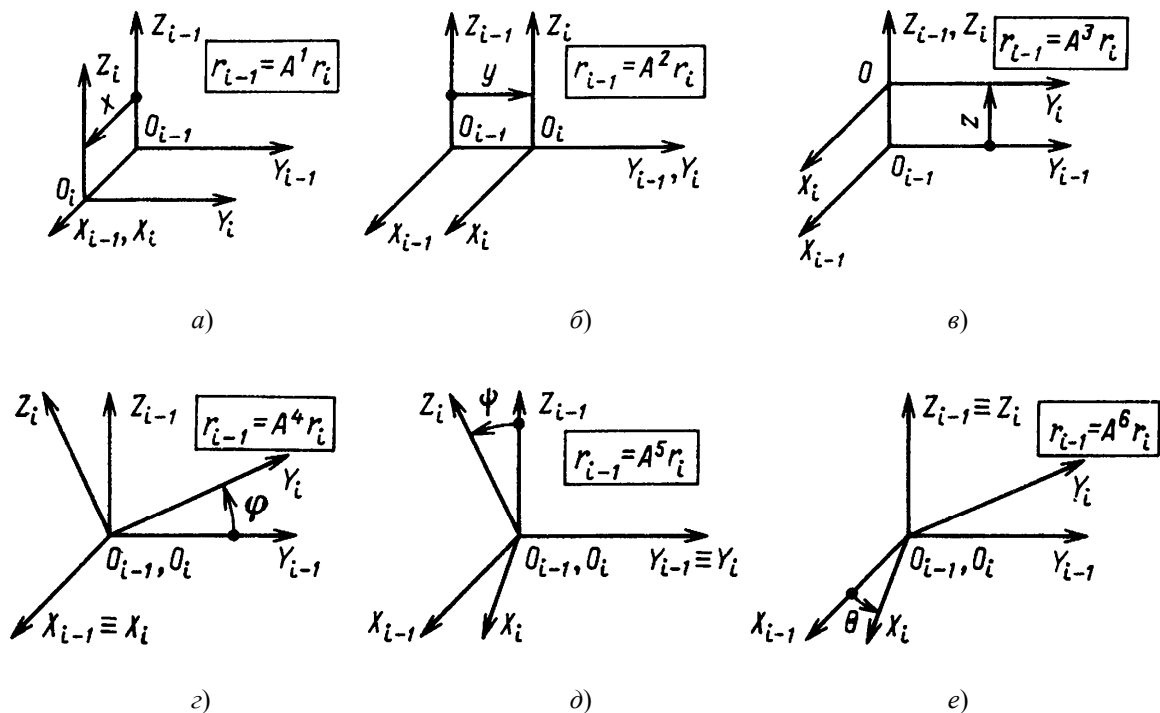


Рис. 1. Виды элементарных преобразований системы координат и соответствующие им матрицы: a, b, c – элементарные переносы; d, e, f – элементарные повороты

Учитывая тот факт, что условно червячная фреза является набором зубчатых реек, рассмотрим обработку зубчатого колеса одним зубом зубчатой рейки. Предлагаемая расчетная схема изображена на рис. 2 [3].

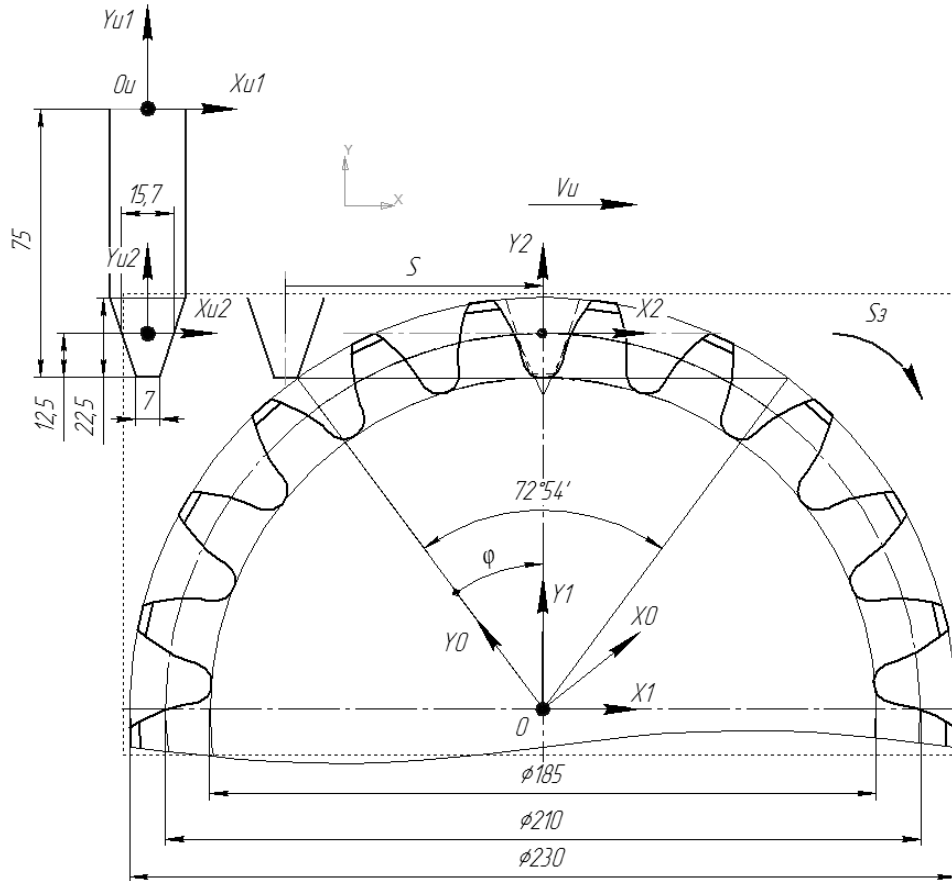


Рис. 2. Расчетная схема обработки

Уравнение инструмента для данного случая будет иметь вид:

$$r_{\text{и}} = A2(D_{\text{фр}} / 2) \cdot A1(B_{\text{фр}} / 2) \vec{e}, \quad (1)$$

где $D_{\text{фр}}$ – радиус основной окружности инструмента; $B_{\text{фр}}$ – ширина зуба инструмента на основной окружности.

Уравнение формообразования имеет вид:

$$r_{\text{и}} = A6(-\varphi) A2(-D_3 / 2) A1(B_3 / 2) A1(\varphi \frac{D_3}{2}) \vec{r}_{\text{и}}, \quad (2)$$

где D_3 – основной диаметр колеса; B_3 – ширина зуба колеса на основной окружности; φ – угол поворота заготовки в процессе резания.

Подставив приведенные выше матрицы в уравнение (2) и перемножив их, получим аналитическое выражение координат точек траектории резания:

$$r_o = \begin{bmatrix} \frac{B_{\text{фр}} + B_3}{2} \cdot \cos \varphi - \frac{D_3}{2} \cdot \sin \varphi + \frac{D_{\text{фр}}}{2} \cdot \sin \varphi + \varphi \frac{D_3}{2} \cdot \cos \varphi \\ \frac{D_{\text{фр}}}{2} \cdot \cos \varphi - \frac{D_3}{2} \cdot \cos \varphi - \frac{B_{\text{фр}} + B_3}{2} \cdot \sin \varphi - \varphi \frac{D_3}{2} \cdot \sin \varphi \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Выразим из уравнения (3) уравнения координат:

$$X = \frac{B_{\text{фр}} + B_3}{2} \cdot \cos \varphi - \frac{D_3}{2} \cdot \sin \varphi + \frac{D_{\text{фр}}}{2} \cdot \sin \varphi + \varphi \frac{D_3}{2} \cdot \cos \varphi; \quad (4a)$$

$$Y = \frac{D_{\text{фр}}}{2} \cdot \cos \varphi - \frac{D_3}{2} \cdot \cos \varphi - \frac{B_{\text{фр}} + B_3}{2} \cdot \sin \varphi - \varphi \frac{D_3}{2} \cdot \sin \varphi. \quad (4б)$$

Далее, для получения профиля зуба необходимо задать граничные условия. Так как процесс нарезания зуба фактически имитирует зубчатое зацепление двух колес, то началом обработки зуба будет начало контакта зуба рейки с зубом колеса, а окончанием – выход зубьев из зацепления. Данный угол обработки определим графически. Согласно рисунку он будет равен $72,9^\circ$. Таким образом, при получении одного зуба угол φ изменяется от 0 до $72,9^\circ$. А расстояние, которое во время этого поворота проходит зубчатая рейка, равно длине дуги основной окружности.

Таким образом, задав граничные условия, мы получаем координаты поверхности резания режущей точки инструмента. Для получения полной поверхности резания отмечаем на инструменте пять характерных точек, подставляем их координаты в уравнения (4) и получаем топографию обрабатываемой поверхности, представленную на рис. 3.

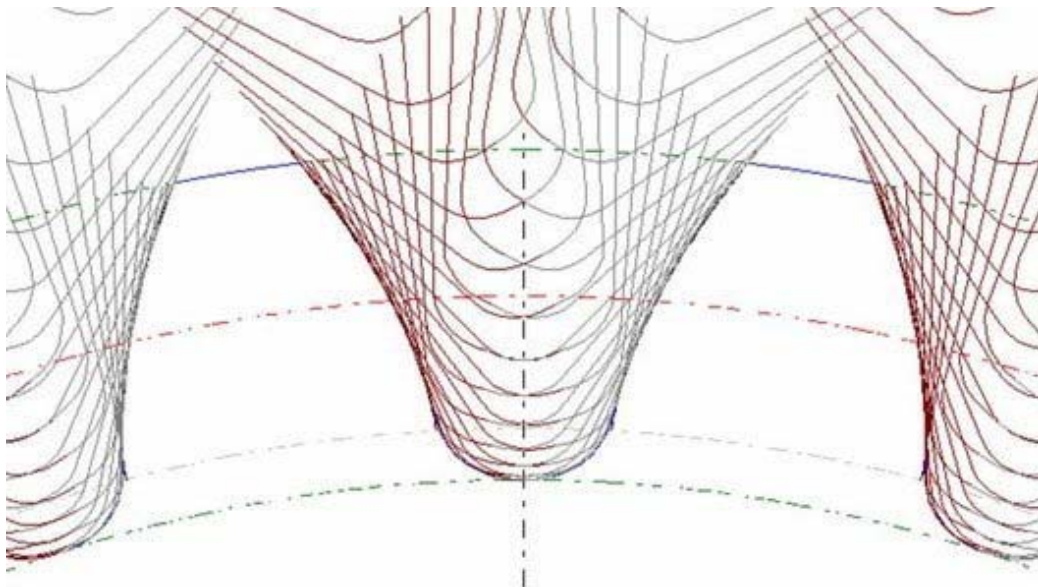


Рис. 3. Топография поверхности обработки зубчатого колеса зуборезной рейкой

Как видно из приведенной топографии, основными параметрами фрезы, влияющими на точность обработки зубчатого колеса, являются: количество зубьев фрезы и геометрия зуба фрезы. Количество зубьев фрезы влияет на чистоту получаемой поверхности, что оказывает влияние на точность контакта и плавность работы передачи. Геометрия зуба фрезы (ширина по основной окружности и угол наклона) влияет на геометрическую погрешность изготовления зубчатого колеса, данный параметр влияет на кинематическую точность передачи и точность бокового зазора.

Л и т е р а т у р а

1. Иноземцев, Г. Г. Проектирование металлорежущих инструментов : учеб. пособие для вузов / Г. Г. Иноземцев. – М. : Машиностроение, 1984. – 272 с.
2. Решетов, Д. Н. Точность металлорежущих станков / Д. Н. Решетов, В. Т. Портман. – М. : Машиностроение, 1986. – 336 с.
3. Родин, П. Р. Основы проектирования режущих инструментов : учебник / П. Р. Родин – К. : Высш. шк., 1990. – 424 с.