

УДК 621.9.04

АНАЛИЗ СХЕМЫ ОБРАБОТКИ СИНУСОИДАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЭКСЦЕНТРИЧНО УСТАНОВЛЕННЫМ ВРАЩАЮЩИМСЯ КРУГЛЫМ РЕЗЦОМ

Студент гр.10305220 Громоковский Д..В.

Научный руководитель – профессор Данилов В.А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Цилиндрические поверхности с синусоидальным профилем применяются в профильных моментопередающих соединениях, которые по сравнению с традиционными шлицевыми и шпоночными соединениями обладают более высокой усталостной прочностью и долговечностью. Для расширения применения профильных соединений в изделиях машиностроения практическое значение имеет использование технологий, основанных на эффективных методах формообразования и схемах обработки моментопередающих поверхностей. К ним относятся методы обработки инструментами с непрерывным обновлением режущей кромки, в частности, ротационное резание, обеспечивающее, при более высокой стойкости инструмента, повышение производительности обработки.

Из известных способов ротационного точения профильных цилиндрических поверхностей определенные преимущества имеет способ ротационного точения эксцентрично установленным круглым резцом [1]. Рассмотрим эту схему обработки.

Заготовке 1 (рисунок 1) и круглому резцу 2 радиусом R сообщаются вращательные движения, соответственно, ω_1 и ω_2 с частотами n_1 и n_2 вокруг скрещивающихся под прямым углом осей L_1 и L_2 . Геометрическая ось 3 резца параллельна оси его вращения L_2 и отстоит от нее на величину эксцентриситета $e = h/2$, где h – высота выступов профиля над вписанной в него окружностью радиусом r .

Радиус-вектор ρ профиля непрерывно изменяется по зависимости

$$\rho = r + \Delta\rho, \quad (1)$$

где: r – радиус вписанной в профиль окружности; $\Delta\rho$ – приращение радиус-вектора профиля, обусловленное изменением расстояния между осью L_1 и режущей кромкой.

Огибающая положений оси L_1 в её вращательном движении вокруг оси L_2 представляет собой окружность радиусом $R + e + r$, а прямолинейная образующая формируемой криволинейной поверхности при любом значении φ_ρ касательна к круговой режущей кромке. Тогда, из рисунка 1, б

$$R + \rho = R + e + r + e \cos(\pi - \varphi_\rho), \quad (2)$$

$$\rho = r + e(1 - \cos \varphi_\rho). \quad (3)$$

Так как $n_2/n_1 = m$, то $\varphi_\rho = m\varphi$, где φ – угол поворота заготовки, соответствующий углу φ_ρ поворота резца. Следовательно, образуемый профиль описывается уравнением

$$\rho = r + e(1 - \cos m\varphi) \quad (4)$$

или

$$\rho = R_0 - e(1 + \cos m\varphi), \quad (5)$$

где R_0 – максимальный радиус формируемого профиля.

Так как средний радиус некруглого профиля r_c определяется по зависимости $r_c = r + e$, то формула (1) примет вид:

$$\rho = r_c - e \cos m\varphi. \quad (6)$$

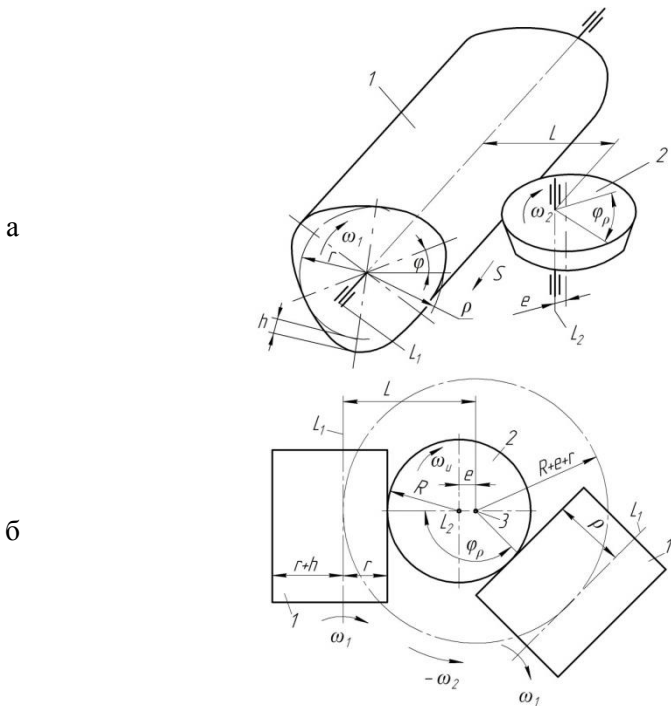


Рисунок 1 – Кинематическая схема обработки (а) и схема профилирования (б) поверхности эксцентрично установленным круглым резцом

Таким образом, образуемый профиль является синусоидальным, имеющим m равномерно расположенных по окружности выступов, высота h которых равна $2e$. Величина e влияет на кривизну профиля, который может быть выпуклым или выпукло-вогнутым. образуемый профиль не зависит от радиуса резца, который изменяется при переточке, что имеет практическое значение.

Рассмотрим влияние параметра e/r_c на геометрию формируемого профиля. Из конструктивных и технологических соображений предпочтителен выпуклый профиль, у которого кривизна в каждой точке положительна. В этом случае отсутствуют ограничения на диаметр инструмента при обработке шлифованием или поверхностным пластическим деформированием. При наличии

же вогнутых участков радиус инструмента не должен превышать радиус впадины профиля. Кроме того, при выпуклой форме профиля в меньшем диапазоне изменяются рабочие углы режущего лезвия, что улучшает условия резания. Кроме того, контроль вогнутого профиля представляет определенные трудности, так как требуется специальный мерительный инструмент. В этой связи определим условие, при котором кривизна в каждой точке профильной поверхности положительна.

Граничные условия выпуклости и вогнутости формируемого профиля, получаемого эксцентрично установленным круглым ротационным резцом по рассматриваемой схеме обработки, определяется по зависимости

$$K_{\rho} = \frac{e}{r_c} = \frac{1}{m^2 + 1}. \quad (7)$$

Если во всех точках профиля $\frac{e}{r_c} < \frac{1}{m^2 + 1}$, то он является выпуклым. В точках, где $\frac{e}{r_c} > \frac{1}{m^2 + 1}$, профиль вогнутый. Если же

$\frac{e}{r_c} = \frac{1}{m^2 + 1}$, то его кривизна равна нулю.

На рисунке 2 изображены профили образуемой поверхности при $\frac{e}{r_c} < \frac{1}{m^2 + 1}$ (рисунок 2, а), $\frac{e}{r_c} = \frac{1}{m^2 + 1}$ (рисунок 2, б),

$\frac{e}{r_c} > \frac{1}{m^2 + 1}$ (рисунок 2, в). Таким образом, в зависимости от

отношения $\frac{e}{r_c}$ обрабатываемый профиль может быть вогнутым или выпукло-вогнутым. Следовательно, настройкой эксцентриситета установки круглого резца обеспечивается управление схемой

формообразования для получения профиля требуемой геометрии, что необходимо для практической реализации ротационного точения профильных поверхностей.

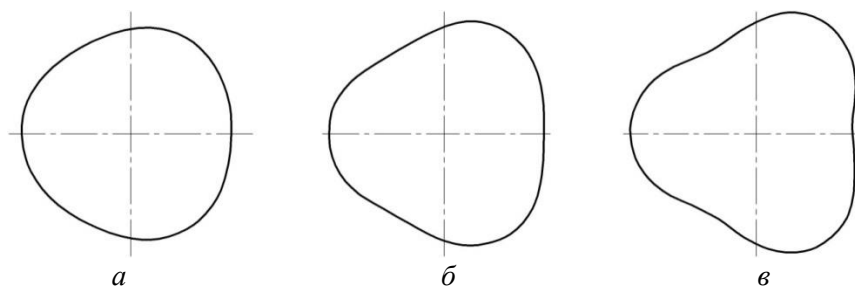


Рисунок 2 – Формы синусоидального профиля в зависимости от параметра $\frac{e}{r_c}$

Схема ротационного точения валов с синусоидальным профилем технически просто реализуется на шлицефрезерном станке без его модернизации при эксцентричной установке круглого резца на инструментальном шпинделе вместо червячной фрезы [2]. Таким образом, схема обработки профильных валов эксцентрично установленным круглым ротационным резцом имеет широкие технологические возможности по форме обработанных поверхностей, отличается простой кинематикой, что позволяет реализовать ее на универсальных станках с согласованными вращательными движениями инструмента и заготовки.

Литература

1. Способ точения сложных поверхностей: А.с. 982845 СССР, МКИ В23В 1/00 / В.А. Данилов (СССР); Заявл. 21.01.80; Оpubл.23.12.82, Бюл. № 47.
2. Данилов, В.А. Анализ и реализация схем обработки профильных цилиндрических поверхностей ротационным инструментом / В.А. Данилов, А.Н. Селицкий // Горная механика и машиностроение. – 2012, №– 2012, №. – С 71-82.