

Мамлюк О.В.¹, Родин Р.П.²¹ Киевский авиационный техникум. Украина, Киев.² Национальный технический университет Украины "КПИ". Украина, Киев**ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ ПРИ ВИНТОВОМ ДВИЖЕНИИ ПРЯМОЙ ЛИНИИ****Анотація**

Розв'язується задача формоутворення поверхні деталі під час гвинтового руху формують прямої лінії.

Доведено, що змінюючи положення формують прямої відносно заготовки і параметра гвинтового руху можна обробляти різноманітні фасонні гвинтові поверхні.

Abstract

The problem of the detail surface forming by spiral motion of the forming straight line is being solved.

It has been demonstrated that it is possible to machine various contoured spiral surfaces by changing the position of forming straight line about the parameter of the spiral motion.

Вступление

Эффективность работы производственных систем машиностроения в значительной степени зависит от обеспеченности основного производства высокопроизводительным режущим инструментом, проектирование которого основывается на теории формообразования поверхностей резанием.

В фундаментальных трудах известных ученых Семенченко Н. Н., Грановского С. Н., Уваса Н. В., Коновалова Е. Г., Перепелицы Б. А., Равской Н. С., Розенберга О. А., Родина П. Р., Opitz, Spur и других изложены основополагающие теоретические и практические результаты в области разработки теории формообразования поверхностей резанием и создания, на этой основе, прогрессивных режущих инструментов.

Несмотря на то, что в теории формообразования поверхностей имеются сильные научные и практические разработки, на основе которых созданы разнообразные режущие инструменты, теория формообразования поверхностей резанием разработана недостаточно. Анализ тенденций развития теории формообразования поверхностей показывает, что одним из эффективных путей, по которому идет практика, является освоение новых схем формообразования и создание на их основе прогрессивных режущих инструментов.

Большое практическое значение в теории формообразования имеют задачи определения возможных форм поверхностей деталей, обработанных заданным инструментом, а также определение законов движения инструмента относительно заготовки при обработке заданной поверхности детали, что особенно актуально в связи с распространением и использованием в машиностроении станков с ЧПУ.

Решение этих актуальных задач позволит получить важные научные и практически полезные результаты по созданию новых прогрессивных процессов формообразования и высокопроизводительных режущих инструментов.

Целью этой статьи является решение задачи формообразования поверхности детали при винтовом движении формообразующей прямой линии.

Определение профиля поверхности детали при винтовом движении формообразующей прямой

В общем случае ось детали и формообразующая прямая являются скрещивающимися прямыми. При этом ось винтового движения совпадает с осью детали. Определим обработанную поверхность детали при выбранной величине расстояния между осью винтового движения и формообразующей прямой.

Известным будем считать также величину угла между осью винтового движения и формообразующей прямой линией.

С поверхностью детали свяжем систему координат XYZ. Ось X проведем по оси детали (рис. 1, а). С формообразующей прямой свяжем систему $X_0Y_0Z_0$. В начальный момент времени системы XYZ и $X_0Y_0Z_0$ совпадают. В системе $X_0Y_0Z_0$ задана формообразующая прямая АВ. Уравнение прямой АВ в системе $X_0Y_0Z_0$ будет:

$$Y_0 = X_0 \cdot \operatorname{tg} \tau,$$

$$Z_0 = \ell,$$

где τ — угол между осью Y_0 и прямой АВ;

ℓ — расстояние между осью винтового движения и формообразующей прямой.

Рассмотрим произвольный момент времени (рис. 1, б), когда система $X_0Y_0Z_0$, совершая винтовое движение в системе XYZ, повернулась вокруг

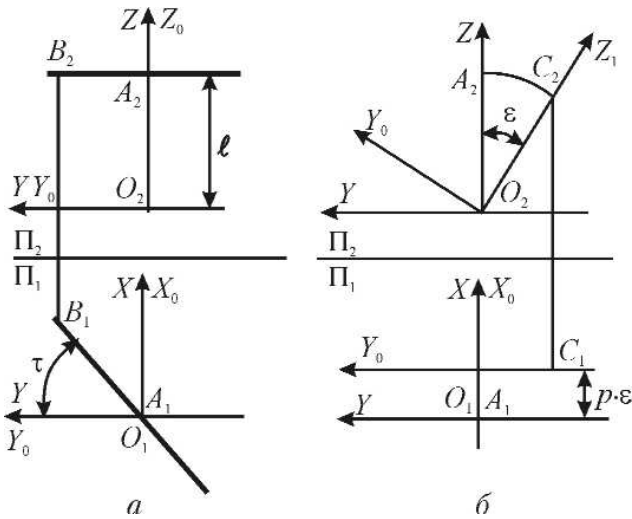


Рис. 1.

оси винтового движения на угол ε и переместилась вдоль оси винтового движения на расстояние равное $p\varepsilon$, где ε — угол поворота в радианах; p — параметр винтового движения.

Формулы преобразования координат в этом случае будут:

$$X = X_0 + p\varepsilon;$$

$$Y = Y_0 \cos \varepsilon - Z_0 \sin \varepsilon;$$

$$Z = Y_0 \sin \varepsilon + Z_0 \cos \varepsilon.$$

Совместное рассмотрение формул преобразования координат и уравнения формирующей прямой AB даёт обработанную поверхность детали.

Определим профиль обработанной винтовой поверхности детали в плоскости $Y = 0$. На прямой AB возьмём произвольную точку E с координатами X_0, Y_0, Z_0 .

При винтовом движении точка E описывает винтовую линию. Координаты точки пересечения винтовой линии, описываемой точкой E , с плоскостью $Y = 0$ будут связаны зависимостью:

$$Y_0 \cos \varepsilon - Z_0 \sin \varepsilon = 0.$$

Отсюда

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{Y_0}{Z_0}.$$

При известном угле ε координаты произвольной точки профиля обработанной поверхности детали в соответствии с формулами преобразования координат будут определяться по зависимостям:

$$X = X_0 + p\varepsilon;$$

$$Y = 0;$$

$$Z = Y_0 \sin \varepsilon + Z_0 \cos \varepsilon$$

или

$$X = X_0 + p\varepsilon;$$

$$Y = 0;$$

$$Z = X_0 \operatorname{tg} \tau \cdot \sin \varepsilon + \ell \cos \varepsilon.$$

При $\ell = 0$ будем иметь:

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{Y_0}{Z_0} = \frac{X_0 \operatorname{tg} \tau}{\ell} = \infty.$$

Отсюда $\varepsilon = 90^\circ = \frac{\pi}{2}$ радиан.

Профиль обработанной винтовой поверхности определяется по зависимостям:

$$X = X_0 + p \frac{\pi}{2};$$

$$Z = X_0 \operatorname{tg} \tau.$$

Отсюда

$$X_0 = \frac{Z}{\operatorname{tg} \tau};$$

$$X = \frac{Z}{\operatorname{tg} \tau} + p \frac{\pi}{2}.$$

Таким образом, в рассматриваемом случае профиль винтовой поверхности в осевой плоскости детали $Y = 0$ будет прямолинейным, что соответствует точению резьбы резбонарезными резцами.

Рассмотрим частный случай, когда формирующая прямая будет совершать вращательное движение вокруг оси X детали. При этом параметр p винтового движения будет равен нулю. Профиль обработанной поверхности в рассматриваемом случае будет определяться по зависимостям:

$$X = X_0;$$

$$Y = 0;$$

$$Z = X_0 \operatorname{tg} \tau \cdot \sin \varepsilon + \ell \cos \varepsilon,$$

где

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{Y_0}{Z_0} = \frac{X_0 \operatorname{tg} \tau}{\ell}.$$

Отсюда

$$X_0 \operatorname{tg} \tau = \ell \operatorname{tg} \varepsilon.$$

Следовательно, профиль обработанной поверхности будет:

$$X = X_0;$$

$$Y = 0;$$

$$Z = \ell \operatorname{tg} \varepsilon \cdot \sin \varepsilon + \ell \cos \varepsilon.$$

или

$$Z = \frac{\ell \cdot \sin^2 \varepsilon + \ell \cdot \cos^2 \varepsilon}{\cos \varepsilon} = \frac{\ell}{\cos \varepsilon};$$

$$X = \frac{\ell \cdot \operatorname{tg} \varepsilon}{\operatorname{tg} \tau} = \frac{\ell \cdot \sin \varepsilon}{\operatorname{tg} \tau \cdot \cos \varepsilon}.$$



Рассмотрим частный случай, когда формообразующая прямая будет совершать вращательное движение и расстояние между формообразующей прямой и осью вращения будет равно нулю $\ell = 0$.

Профиль обработанной поверхности в рассматриваемом случае будет определяться по зависимостям:

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{X_0 \operatorname{tg} \tau}{\ell} = \frac{X_0 \operatorname{tg} \tau}{0} = \infty.$$

Отсюда $\varepsilon = 90^\circ$.

Следовательно

$$Z = X \operatorname{tg} \tau \cdot \sin 90^\circ = X \operatorname{tg} \tau;$$

$$Y = 0.$$

Таким образом, в рассматриваемом случае профилем обработанной поверхности будет прямая, которая, при $\ell = 0$, вращаясь опишет круглую коническую поверхность, что и следовало ожидать.

В частном случае при прямолинейно-поступательном движении будем иметь $p = 0$, $\varepsilon = 0$. Следовательно, $X = X_0$, $Z = \ell$. Таким образом, при прямолинейно-поступательном движении формообразующая прямая описывает плоскую поверхность, что соответствует обработке плоскости строганием.

Выводы

Разработана теория формообразования фасонных винтовых поверхностей формообразующей прямой линией при ее винтовом движении.

Рассмотрен частный случай обработки фасонных поверхностей вращения формообразующей прямой, совершающей вращательное движение вокруг оси заготовки.

Рассмотрен частный случай обработки формообразующей прямой, при её прямолинейно-поступательном движении, плоской поверхности, что соответствует процессу строгания.

Показано, что за счёт изменения положения формообразующей прямой относительно заготовки и параметра винтового движения можно обрабатывать разнообразные фасонные винтовые поверхности.

Литература

1. *Родин П.Р.* Металлорежущие инструменты. — К.: Вища шк., 1986. — 455 с.
2. *Родин П.Р.* Основы формообразования поверхностей резанием. — К: Вища школа, 1977. — 192 с.
3. *Равская Н.С., Родин П.Р., Николаенко Т.П., Мельничук П.П., Выготовский Г.Н.* Геометрия сопряженных поверхностей. — Житомир: ЖИТИ, 2001. — 319 с.
4. *Перепелица Б.А.* Отображение аффинного пространства в теории формообразования поверхностей. — Х.: Вища школа, 1981. — 152 с.