

Лупкин Б.В.¹, Мамлюк О.В.², Родин Р.П.³

¹ Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ". Украина, Харьков.

² Киевский авиационный техникум. Украина, Киев.

³ Национальный технический университет Украины "КПИ". Украина, Киев

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ФАСОННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СТРОГАНИЕМ

Анотація

Розв'язується задача профілювання фасонного строгального різця для обробки фасонної циліндричної поверхні методом копіювання.

Abstract

The problem of profiling of a contoured planing cutter for machining of a con-toured cylindrical surface by a copying method is being solved.

Вступление

В машиностроении широко используются многозубчатые цилиндрические детали. Их формообразование осуществляется при различных схемах, которые выбираются в зависимости от условий обработки, требований к качеству и точности поверхностей, имеющегося оборудования, объёма производства и других показателей.

При выбранной схеме формообразования определяются исходные инструментальные поверхности, используя известные методики их определения. При известной исходной инструментальной поверхности ведётся профилирование режущего инструмента. Профилирование высокопроизводительного, надёжного и эффективного режущего инструмента для обработки заданной

поверхности является актуальной задачей современной науки и технологии.

Многие фундаментальные работы выдающихся учёных Грановского Г.И., Семенченко И.И., Родина П.Р., Перепелицы Б.А., Грабченко А.И., Равской Н.С. посвящены вопросам проектирования режущего инструмента и позволяют получать надёжный высокоэффективный инструмент. Однако задача профилирования фасонного строгального резца для обработки фасонной цилиндрической поверхности, исходя из условия образования исходной инструментальной поверхности, не решена.

Целью этой статьи является решение задачи профилирования фасонного строгального резца для обработки фасонной цилиндрической поверхности методом копирования.

Формообразование фасонных цилиндрических поверхностей строганием

Обработка фасонных цилиндрических поверхностей может производиться строганием методами копирования и обработки по строчкам с использованием, в частности, числового программного управления соответствующими станками.

Схема формообразования копированием включает (рис. 1, а) прямолинейно-поступательное

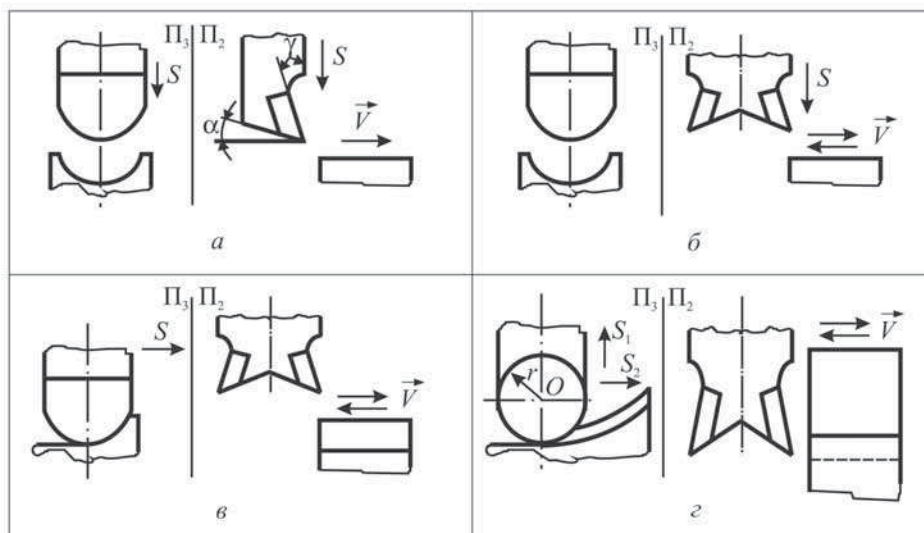


Рис. 1. Схемы обработки фасонных цилиндрических поверхностей строгальным резцом

движение фасонного строгального резца, скорость \vec{V} которого идёт параллельно образующим обрабатываемой поверхности, а также движение подачи S , в результате которого резец углубляется в заготовку.

При обратном холостом ходе резец отводится от заготовки и не соприкасается с ней. Наличие обратного холостого хода снижает производительность обработки.

Для повышения производительности можно использовать двухсторонние строгательные фасонные резцы (рис. 1, б). В этом случае резец не отводится от заготовки в процессе резания и режущая часть резца, не участвующего в рассматриваемый момент в срезании материала заготовки, задней поверхностью скользит по поверхности резания, что способствует снижению вибраций при обработке.

При обработке многозубых деталей повышения производительности можно достигнуть применяя одновременно несколько фасонных резцов.

Многорезцовую обработку можно вести при одном направлении подачи S' всех используемых резцов (рис. 2, а), либо при подаче каждого резца в принятом для него направлении (рис. 2, б).

В первом случае упрощается схема движения инструментов в процессе обработки, но используются различные резцы. Во втором случае используются одинаковые резцы, но усложняется схема обработки. Примером процесса обработки по второй схеме служат зубодолбежные головки (рис. 3) для обработки зубчатых колес одним из наиболее производительных способов.

Схема формообразования при построчном строгании плоскости (рис. 1, в) включает

прямолинейно-поступательные движения резания со скоростью \vec{V} , параллельной плоскости, и движение подачи, направление которого перпендикулярно скорости \vec{V} . При построчной обработке фасонных цилиндрических поверхностей, наряду с возвратно-поступательным движением со скоростью \vec{V} , используются две, программируемые в соответствии с формой поверхности детали и формой исходной инструментальной поверхности, взаимно-перпендикулярные подачи S_1 и S_2 (рис. 1, з).

При обработке фасонной цилиндрической поверхности методом копирования возникает задача профилирования фасонного резца. Графическое решение этой задачи для выпуклой поверхности детали приведено на рис. 4, а для вогнутой поверхности детали — на рис. 5.

Режущая кромка определена как линия пересечения передней плоскости резца и исходной инструментальной поверхности, которая в рассматриваемом случае совпадает с поверхностью детали. Положение передней плоскости задаётся величиной инструментального переднего угла γ . Истинная величина режущей кромки $B_4A_4C_4$ проецируется на плоскость Π_4 , которая идет параллельно передней плоскости P .

Задняя поверхность фасонного строгального резца может иметь различную форму, в зависимости от принятого способа заточки инструмента. Наиболее распространённой является фасонная цилиндрическая задняя поверхность строгального резца. Образующие этой поверхности идут под углом α (см. рис. 4 и 5), а направляющей служит режущая кромка. Профиль $B_3A_3C_3$ фасонной задней цилиндрической поверхности в истинную

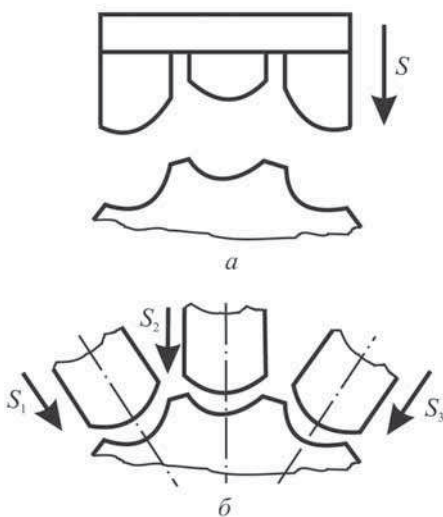


Рис. 2. Схемы многорезцовой обработки многозубых деталей

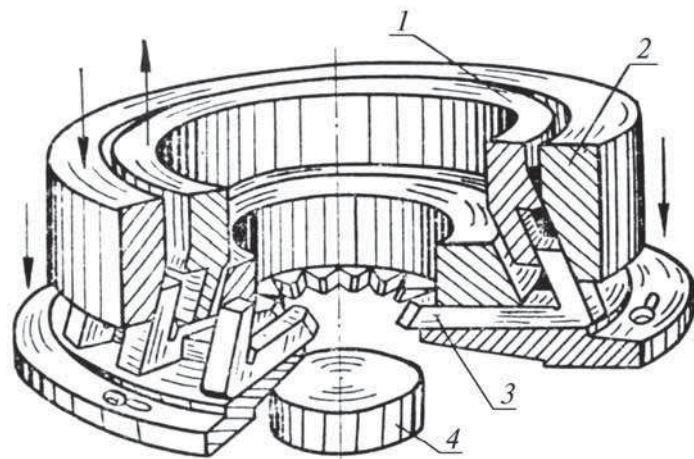


Рис. 3. Схемы обработки многозубых деталей долбежной головкой:
1 — разводящее кольцо станка; 2 — сводящее кольцо станка;
3 — резец; 4 — заготовка шестерни

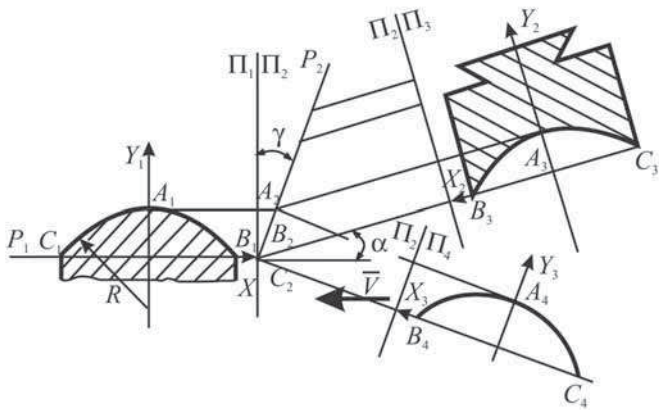


Рис. 4. Графическое профилирование фасонного реза для выпуклой поверхности

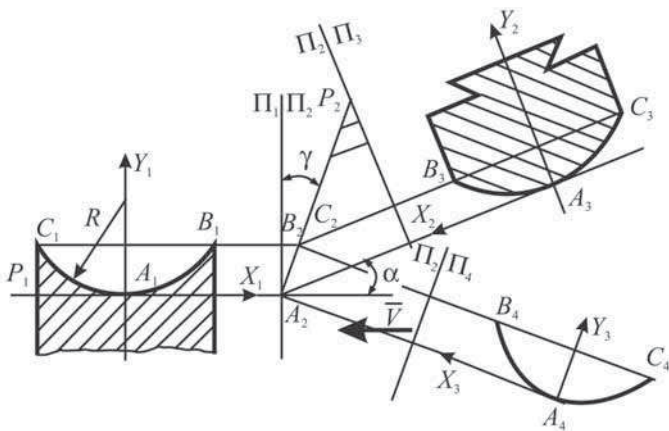


Рис. 5. Графическое профилирование фасонного реза для вогнутой поверхности

величину проецируется на плоскость Π_3 , которая идет перпендикулярно образующей задней цилиндрической поверхности.

Рассмотрение графического решения показывает, что размеры, измеренные вдоль оси X_1 , без искажения переносятся на профиль задней поверхности и на форму режущей кромки:

$$X_3 = X_2 = X_1.$$

Размеры вдоль осей Y соответственно изменяются. Координаты Y_3 на режущей кромке реза будут равны:

$$Y_3 = \frac{Y_1}{\cos \gamma}.$$

Координаты Y_2 на профиле задней поверхности реза будут равны:

$$Y_2 = \frac{Y_1 \cos(\alpha + \gamma)}{\cos \gamma}.$$

В этих формулах величины X_1, Y_1 являются координатами опорных точек, расположенных на профиле детали.

При построчной обработке фасонной цилиндрической поверхности на станках с ЧПУ, в соответствии с рис. 1, 2, целесообразно исходную инструментальную поверхность принять в форме круглого цилиндра, радиуса r . Тогда центр O соответствующей оси круглой цилиндрической исходной инструментальной поверхности при обработке заданной детали будет перемещаться по эквидистантной кривой, профиля $Y_1 = f(x_1)$.

Уравнение эквидистантной кривой будет:

$$X = X_1 - r \sin \psi;$$

$$Y = Y_1 + r \cos \psi,$$

где $\operatorname{tg} \psi = \frac{dY_1}{dX_1}$.

При обработке фасонных цилиндрических поверхностей по строчкам на станках с ЧПУ целесообразно радиус r круглой цилиндрической исходной инструментальной поверхности принять равным минимальному радиусу r_{\min} кривизны поперечных сечений обрабатываемой поверхности.

Поэтому, возникает задача определения формы режущей кромки строгального фасонного реза, исходя из условия образования, при прямолинейно-поступательном движении реза, исходной инструментальной поверхности в форме круглого цилиндра радиуса r_{\min} .

Форма режущей кромки, как линии пересечения передней плоскости и круглого цилиндра радиуса r_{\min} , будет эллипсом (рис. 4, рис. 5).

Большая ось эллипса будет равна:

$$2a = \frac{2r_{\min}}{\cos \gamma}.$$

Малая ось эллипса будет равна:

$$2b = 2r_{\min}.$$

Большая ось эллипса идёт по оси Y_3 . При обработке фасонных цилиндрических поверхностей на станках с ЧПУ целесообразно изменять радиусы кривизны и форму исходной инструментальной поверхности. Этого можно достигнуть за счёт поворота строгального реза. Если резец с круглой режущей кромкой (рис. 6) повернуть на угол ϵ , то исходная инструментальная поверхность будет эллиптическим цилиндром, а её

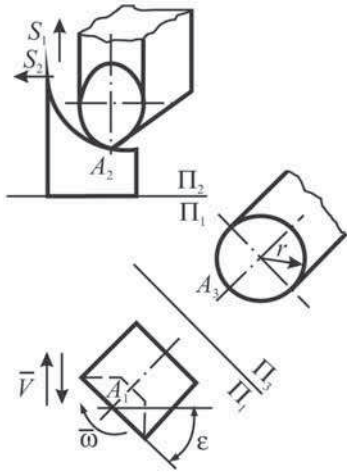


Рис. 6. Схема исходной инструментальной поверхности, образованной при повороте строгального резца на угол ϵ

профиль — эллипсом. В этом случае большая ось эллипса равна:

$$2a = 2r.$$

Малая ось эллипса будет равна:

$$2b = 2r \cos \epsilon.$$

Радиус кривизны эллипса в точке A будет равен:

$$R = \frac{b^2}{a} = r \cos^2 \epsilon.$$

Таким образом, путём поворота строгального резца можно менять форму и радиусы кривизны исходной инструментальной поверхности и обес-

печивать за счёт этого повышение производительности обработки фасонных цилиндрических поверхностей.

Выводы

1. Решена задача профилирования фасонного строгального резца для обработки фасонной цилиндрической поверхности методом копирования.
2. При построчной обработке цилиндрической поверхности на станках с ЧПУ целесообразно исходную инструментальную поверхность принять в форме круглого цилиндра, тогда его центр будет перемещаться по эквидистантной кривой.
3. Радиус круглой цилиндрической исходной поверхности целесообразно, при обработке на станках с ЧПУ, принимать равным минимальному радиусу кривизны поперечных сечений обрабатываемой поверхности.
4. Изменяя положение строгального резца, можно менять форму и радиусы кривизны исходной инструментальной поверхности и повышать при этом производительность обработки фасонных цилиндрических поверхностей.

Литература

1. Родин П.Р. Основы проектирования режущих инструментов. — К.: Выща школа, 1990. — 424 с.
2. Родин П.Р. Основы формообразования поверхностей резанием. — К.: Выща школа, 1977. — 192 с.
3. Семенченко И.И., Матюшин В.М., Сахаров Г.Н. Проектирование металло-режущих инструментов. — М.: Машгиз, 1962. — 952 с.
4. Цепков А.В. Профилирование затылованных инструментов. — 1979. — 150 с.