

УПРАВЛЕНИЕ МАКРОГЕОМЕТРИЕЙ ПРОФИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ НЕКРУГЛЫМ ТОЧЕНИЕМ

CONTROLLING THE MACROGEOMETRY OF PROFILED SURFACES WHEN FORMING BY NON-CIRCULAR TURNING

Данилов А.А.
Danilov A.A.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Аннотация. Показано, что профиль некруглой поверхности зависит от ориентации возвратно-поступательного движения резца относительно оси вращения заготовки. Это позволяет управлять макрогеометрией профильной поверхности при обработке на токарнозатыловочном станке с функцией косоугольного затылования.

Summary. It is shown that the profile of the non-circular surface depends on the orientation of the reciprocating movement of the cutter relative to the axis of rotation of the workpiece. This allows to control the macrogeometry of the profile surface when machining on a relief lathe with the oblique relief function.

Профильные цилиндрические и конические поверхности имеют детали моментопередающих соединений трансмиссий машин и инструментальных систем [1]. Формирование профиля таких поверхностей возможно методами копирования, следа, касания, обката, огибания и др. [2], каждый из которых имеет область рационального применения для различного типа профильных поверхностей (открытая, полуоткрытая, закрытая). Одним из требований к методу профилирования является возможность управления макро-геометрией обработанной поверхности, реализуемая поднастройкой обрабатывающей системы станка [1], что должно быть обеспечено при его проектировании. Это условие необходимо учитывать также при выборе станка другого технологического назначения для обработки на нем профильных поверхностей.

Макрогеометрия профиля моментопередающей поверхности характеризуется количеством m , высотой h и формой выступов над вписанной в него окружностью радиусом r (рисунок 1), расположением выступов по окружности, поэтому управление макрогеометрией профиля при обработке

резанием заключается в обеспечении этих параметров. Рассмотрим задачу управления макрогеометрией профиля моментопередающей поверхности, формируемого методом непрерывного следа при ее обработке некруглым точением.

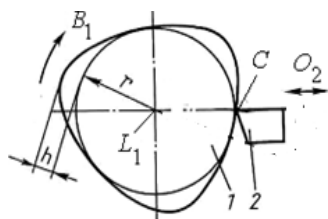


Рис. 1. Схема формирования профиля поверхности методом следа некруглым точением

В этом случае заданное количество m выступов (сторон) формируемого профиля обработанной поверхности обеспечивается кинематически за счет настройки соотношения скоростей вращения B_1 заготовки 1 и осциллирующего движения O_2 резца 2, образующих движение профилирования $\Phi_v(B_1 O_2)$. Поэтому формируются $m = n_2 / n_1$ сторон профиля, где n_2 – частота осциллирующего движения O_2 , дв. ход/мин; n_1 – частота вращения заготовки B_1 , мин^{-1} вокруг оси L_1 . Осциллирующее движение резца 2 может создаваться устройством механического типа (кривошипно-шатунным, кулачковым) или немеханического типа (гидравлическим, электромеханическим) в зависимости от применяемой на станке системы управления.

Форма сторон профиля зависит от закона осциллирующего движения O_2 , реализуемого механизмом-строителем или системой числового программного управления. Например, при гармоническом законе этого движения производящей точки C (вершины резца 2) с амплитудой l на заготовке 1 формируется синусоидальный профиль [3], который в полярной системе координат ρ, φ центром на оси L_1 заготовки описывается уравнением $\rho = R - e \cos m\varphi$ (1), где ρ – радиус-вектор принадлежащей профилю точки, φ – ее угловой параметр, $R = r + e$ – средний радиус профиля, e – его эксцентриситет.

Профиль обработанной поверхности имеет m равномерно расположенных по окружности выступов, высота которых для полных (не срезанных по внешнему диаметру) профилей $h = 2l$. При заданном значении среднего радиуса R профиля управление формой выступов обеспечивается настройкой амплитуды l осциллирующего движения O_2 (соответственно параметра l/R), которая в зависимости от значения этого параметра может быть выпуклой или выпукло-вогнутой. Требуемая точность настройки величины l должна обеспечиваться конструкцией соответствующего устройства станка.

Если осциллирующее движение резца осуществляется посредством кулачкового механизма, то некруглое точение технически просто реализуется

на специальных станках для профильного точения, а также на токарно-затыловочных станках при замене кулачка затылования кулачком профилирования соответствующей формы, которым при настройке станка задается форма профиля обработанной поверхности. При этом возможно применение однопрофильного или многопрофильного кулачка, что накладывает определенные требования к кинематике станка.

Для обеспечения конгруэнтности всех сторон профиля и равномерности их расположения по окружности предпочтительно применять более простые в изготовлении однопрофильные кулачки, а требуемое количество выступов обеспечивать кинематически настройкой отношения частот вращения кулачка и заготовки. Одновременно с конгруэнтностью сторон профиля в этом случае обеспечивается по сравнению с многопрофильным кулачком более высокая точность углового расположения выступов. При применении же многопрофильного кулачка, число рабочих участков у которого равно количеству выступов профиля, требования к их форме, конгруэнтности и относительному расположению обеспечиваются кулачком, что усложняет конструкцию и обуславливает более высокие требования к точности его изготовления.

Профиль формируемой поверхности зависит также от ориентации направления осциллирующего движения резца относительно оси вращения заготовки, что позволяет управлять его макрогеометрией, технически просто осуществлять под настройку обрабатываемой системы для обеспечения требуемой точности формообразования. На этом основан предложенный способ обработки некруглых валов [4] (рисунок 2).

Некруглую поверхность на заготовке 1 , имеющую m равномерно расположенных по окружности выступов высотой h над вписанной в ее профиль окружностью радиусом r , обрабатывают резцом 2 , которому сообщают возвратно-поступательное движение O_2 с амплитудой l , согласованное с вращением B_1 заготовки вокруг оси 3 в соответствии с числом выступов, так, что за один оборот заготовки резцу сообщают m двойных ходов.

Плоскость P , в которой резцу сообщают возвратно-поступательное движение O_2 , устанавливают под углом α к плоскости N вращения заготовки 1 в зависимости от высоты h выступов профиля обработанной поверхности над вписанной в него окружностью радиусом r .

Как следует из рисунка 2, $h = l \cos \alpha$ (2), где l – амплитуда возвратно-поступательного движения резца; α – угол между плоскостью N вращения заготовки и плоскостью P возвратно-поступательного движения резца. Для формирования поверхности с выступами высотой h над вписанной в неё окружностью радиуса r при заданной амплитуде l возвратно-поступательного движения резца, угол между плоскостью P возвратно-

поступательного движения резца и плоскостью N вращения заготовки задают, как следует из рисунка 2, по формуле $\alpha = \arccos \frac{h}{l}$. (3).

В процессе обработки заготовке 1 сообщают вращение B_1 с частотой n_1 вокруг ее геометрической оси 3, а резцу 2 – движение подачи Π_3 параллельно этой оси при обработке некруглой цилиндрической поверхности или под углом к этой оси при обработке некруглой конической поверхности.

По сравнению с известным способом обработки синусоидальной поверхности [3] предложенный способ имеет более широкие технологические возможности, т.к. без изменения амплитуды возвратно-поступательного движения резца позволяет управлять макрогеометрией формируемой поверхности за счет изменения ориентации направления осциллирующего движения резца (угла α).

Способ реализуется на универсальном токарно-затыловочном станке с функцией косога затылования, например, модели 1E811 при замене кулачка затылования кулачком профилирования некруглой поверхности.

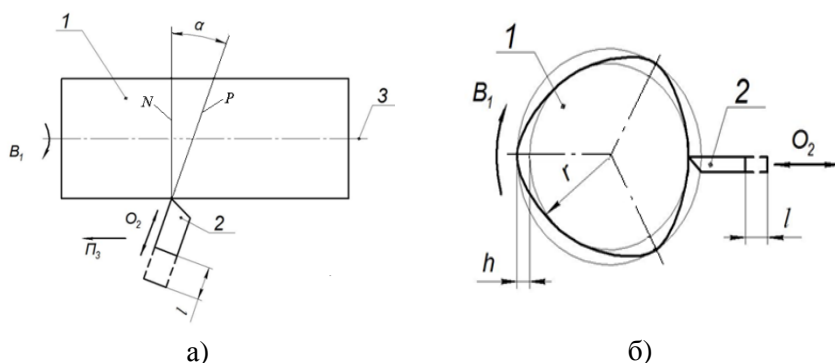


Рис. 2. Кинематическая схема обработки (а) и схема профилирования (б) некруглой поверхности

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимченко А.И. Процессы формообразования профильных поверхностей изделий с равноосным контуром: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.08 / А.И. Тимченко; – М., 1993. – 41 с.
2. Пантелеенко, Ф.И. Классификация методов формообразования и синтез на ее основе схем обработки профильных моментопередающих поверхностей / Ф.И. Пантелеенко, А.А. Данилов // Наука и техника. – 2020. – № 4. – С. 280-287.

3. Синкевич, В.М. Исследование технологии изготовления профильных бесшпоночных соединений узлов судовых механизмов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / В.М. Синкевич; Ленингр. кораблестр. ин-т. – Л., 1985. – 21 с.

4. Способ обработки некруглых деталей с равномерно расположенными по окружности выступами: Евразийский патент № 034377 / А.А. Данилов, В.А. Данилов. – Опубл. 31.01.2020.

УДК 621.9.04
UDC 621.9.04

НАПРАВЛЕНИЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

DIRECTIONS OF INTENSIFICATION OF CUTTING METHODS IN THE FUNCTIONAL DESIGN OF METAL-CUTTING MACHINES

Данилов В.А.
Danilov V.A.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Аннотация. Рассмотрены направления и пути интенсификации способов обработки резанием на этапе проектирования формообразующей системы станка. Обоснован комплексный подход к решению этой задачи, включающий синтез эффективных методов формообразования и средств их реализации.

Summary. The directions and ways of intensification of methods of processing by cutting at the stage of designing the shaping system of the machine are considered. A comprehensive approach to solving this problem, including the synthesis of effective methods of shaping and means of their implementation is substantiated.

Структурные компоненты способа обработки (метод формообразования поверхности, технологический метод обработки и обрабатывающая система станка) [1], задавая и обеспечивая потоки информации, энергии и материалов, определяют его эффективность. Поэтому создание новых и интенсификация существующих способов обработки возможны за счет изменения структуры и параметров отдельных компонентов способа или их совокуп-