

Определение формы режущей кромки резца для затылования фасонной обкаточной фрезы

Киевский авиационный техникум

Вступление

Нарезание высокоточных зубчатых колёс в машиностроении, особенно в авиационной промышленности, является актуальной проблемой современной науки, техники и технологии производства.

Важной задачей в решении этой проблемы является разработка новых зуборежущих инструментов более надёжных и производительных.

При обработке многозубых деталей в машиностроении используются разнообразие режущие инструменты, работающие способом копирования и обкатки. Обработка способом копирования зачастую не обеспечивает требуемой точности по шагу обрабатываемых деталей и сравнительно малопродуктивна, так как требуется затрачивать время на периодический поворот заготовки на следующий зуб. Более прогрессивным для обработки многозубых деталей является способ обкатки червячными фрезами, зуборезными долбяками и другими инструментами. Рассматриваемые обкаточные инструменты являются сложными по конструкции и технологии их изготовления. Более простыми являются фасонные обкаточные дисковые фрезы, которые проектируются на базе исходной инструментальной поверхности, образуемой по первому способу.

Преимущество фасонных обкаточных дисковых зуборезных фрез заключается в простоте их конструкции, в возможности оснащения их твердосплавными режущими пластинами, что существенно повышает стойкость инструмента и производительность обработки зубчатых колёс.

Задняя поверхность обкаточных фасонных фрез может быть затылованной по архимедовой спирали. Обработка такой поверхности производится затыловочным резцом.

Цель этой статьи заключается в решении задачи определения формы режущей кромки резца для формообразования задней затылованной поверхности фасонной обкаточной фрезы.

Определение формы режущей кромки резца для затылования фасонной обкаточной фрезы

При графическом определении формы режущей кромки затыловочного резца заданными параметрами будут (рис. 1):

- положение передней плоскости P фрезы, которое характеризуется углом τ между осью фрезы и плоскостью P , с передним инструментальным углом $\gamma = 0$;
- форма режущей кромки обкаточной фрезы.

В системе плоскостей проекций Π_1/Π_2 изображается ось фрезы O , передняя плоскость P , идущая параллельно плоскости Π_2 , форма режущей кромки $ВАС$. Ось фрезы с передней плоскостью и, соответственно, с плоскостью Π_2 составляет заданный угол τ .

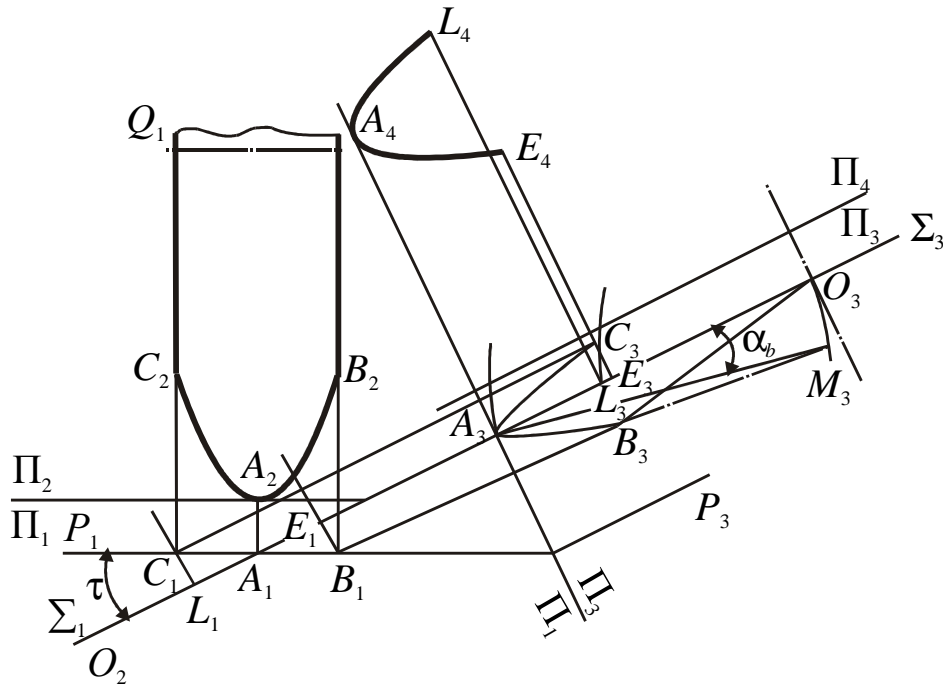


Рис. 1. Графическое определение формы режущей кромки затыловочного резца

Вводится система плоскостей проекций Π_1/Π_3 . Плоскость Π_3 проводится перпендикулярно оси фрезы. По правилу перемены плоскостей проекций определяется проекция $B_3A_3C_3$ режущей кромки на плоскость Π_3 .

Через точки B, A, C режущей кромки проводятся кривые затылования, совокупность которых будет задней поверхностью фрезы. Рассмотрим радиальное затылование, когда кривые затылования располагаются в плоскостях, перпендикулярных оси фрезы. В качестве кривых затылования принимаем архимедовы спирали, которые наиболее часто используются при образовании задних поверхностей фасонных фрез. Кривые затылования при графическом решении можно приближенно заменить окружностями. Центр M_3 этих окружностей на плоскости Π_3 выбирается на прямой A_3M_3 , составляющей инструментальный задний угол α_b со следом Σ_3 осевой плоскости Σ . Расстояние A_3M_3 принимается равным радиусу фрезы. Кривые затылования проецируются без искажения на плоскость Π_3 . На плоскость Π_2 они проецируются на прямые, перпендикулярные оси фрезы. Кривой затылования, проходящей через точку B , будет кривая BE , проекции которой будут B_3E_3 и B_1E_1 . Аналогичным образом располагаются кривые затылования для других точек режущей кромки.

Определим осевое сечение задней поверхности зуба фрезы в плоскости Σ . Плоскость Σ проходит через ось фрезы перпендикулярно плоскостям проекций Π_1 и Π_3 . Базовая точка A режущей кромки лежит в выбранном осевом сечении, то есть в плоскости Σ . Для определения последующих точек пересечения задней поверхности с плоскостью Σ рассмотрим совокупность кривых затылования и найдём точки их пересечения с плоскостью Σ . Кривая затылования BE пересекается с плоскостью Σ в точке E . Кривая затылования CL пересекается с плоскостью Σ в точке L . Аналогично определяются точки пересечения кривых затылования с плоскостью Σ , совокупность которых AEL будет неполным осевым сечением задней поверхности фрезы.

Для того, чтобы определить натуральную величину осевого сечения задней поверхности фрезы, вводится система плоскостей проекций Π_3/Π_4 . Плоскость Π_4 проводится параллельно плоскости Σ . По правилу перемены плоскостей проекций определяется проекция $L_4A_4F_4$ осевого сечения задней поверхности зуба фрезы. Линия $L_4A_4F_4$ будет режущей кромкой затыловочного резца с инструментальным передним углом $\gamma = 0$ и передней плоскостью, проходящей через ось фрезы.

В этом случае инструментальные задние углы будут в истинную величину проецироваться на плоскости Π_3 . Они будут измеряться между радиусом, соединяющим рассматриваемую точку режущей кромки с осью фрезы и линией, соединяющей точку M_3 с точкой режущей кромки. Так, например, для точки B инструментальный задний угол будет заключен между прямыми O_3B_3 и M_3B_3 .

С целью аналитического определения формы режущей кромки резца для затылования фасонной обкаточной фрезы выбирается система координат XYZ (рис. 2). Оси X и Y располагаются в передней плоскости фрезы. Ось Y идёт перпендикулярно оси фрезы. В системе координат XYZ уравнение режущей кромки в общем виде будет: $Y = f(X), Z = 0$.

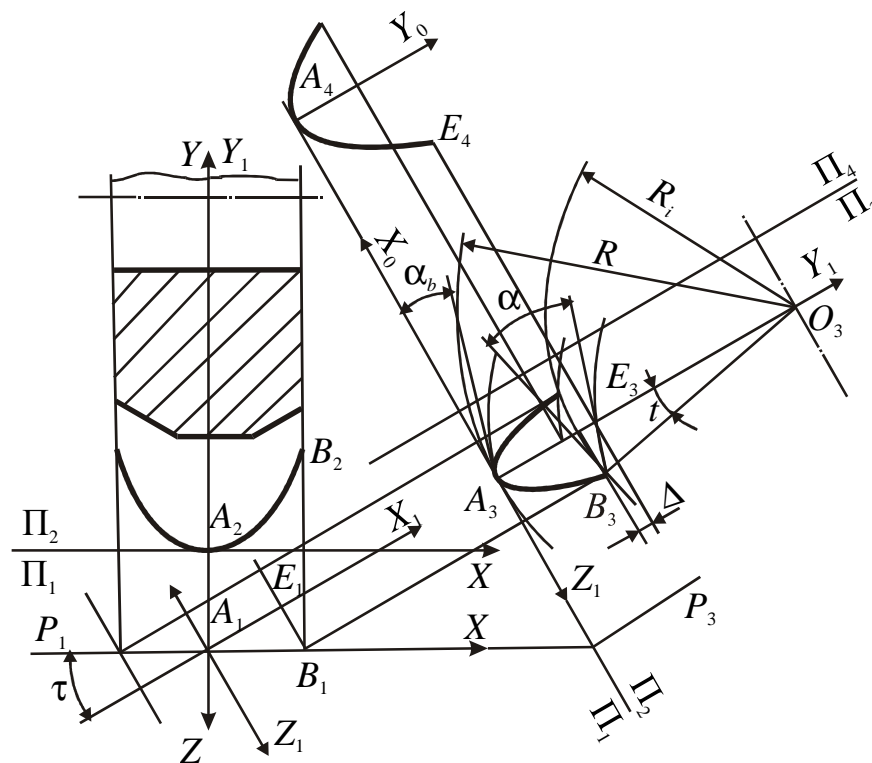


Рис. 2. Аналитическое определение формы режущей кромки затыловочного резца

Вводится система координат $X_1Y_1Z_1$. Ось Y_1 идет по оси Y . Ось X_1 проводится параллельно оси фрезы. Угол между осями X и X_1 равен τ . Формулы преобразования координат будут:

$$\begin{aligned} X_1 &= X \cos \tau, \\ Y_1 &= Y, \\ Z_1 &= X \cdot \sin \tau. \end{aligned}$$

В системе координат $X_1Y_1Z_1$ уравнение режущей кромки AB будет:

$$X_1 = X \cos \tau;$$

$$Y_1 = f(X);$$

$$Z_1 = X \cdot \sin t.$$

Задняя поверхность фрезы создаётся как совокупность кривых затылования, проведённых через точки режущей кромки. Рассмотрим радиальное затылование по архимедовой спирали, когда повороту фрезы на некоторый угол t соответствует пропорциональное перемещение затыловочного резца к оси фрезы на величину Δ , равную:

$$\Delta = \frac{Kz}{2\pi} \cdot t,$$

где K — величина затылования;
 z — число зубьев фрезы;
 t — угол поворота в радианах.

Величина затылования K , как известно, равна

$$K = \frac{2\pi R}{z} \operatorname{tg} \alpha_b,$$

где R — радиус фрезы в базовой вершинной точке режущей кромки;
 α_b — инструментальный задний угол в базовой вершинной точке, в сечении перпендикулярном оси фрезы.

Таким образом, величина Δ будет равна:

$$\Delta = R \cdot t \cdot \operatorname{tg} \alpha_b.$$

Определим осевое сечение задней поверхности фрезы в плоскости $Z_1 = 0$.

Рассмотрим произвольную точку B режущей кромки, с координатами X_1, Y_1, Z_1 . Для того чтобы переместиться в осевое сечение $Z_1 = 0$, точка B должна повернуться на угол t , равный:

$$\operatorname{tg} t = \frac{Z_1}{R - Y_1}.$$

Повороту на угол t соответствует перемещение в радиальном направлении затыловочного резца на величину Δ . Точка B в плоскости $Z_1 = 0$, после поворота на угол t , займет положение точки E , координаты X_0, Y_0, Z_0 которой будут равны:

$$X_0 = X_1;$$

$$Y_0 = Y_1 + \Delta;$$

$$Z_0 = 0.$$

Таким образом, расчет осевого сечения задней поверхности обкаточной фрезы, равного форме режущей кромки затыловочного резца, передняя плоскость которого проходит через ось фрезы, можно вести в такой последовательности:

- в соответствии с уравнением режущей кромки в системе XYZ выбираются координаты X ряда узловых точек и подсчитываются координаты $Y = f(X)$;
- определяются координаты точек режущей кромки фрезы в системе $X_1 Y_1 Z_1$:

$$X_1 = X \cos t; \quad Y_1 = Y; \quad Z_1 = X \cdot \sin t;$$

- рассчитываются для выбранных точек режущей кромки углы их поворота t .

$$\operatorname{tg} t = \frac{Z_1}{R - Y_1};$$

– находятся координаты X_0 , Y_0 , Z_0 точек осевого сечения задней поверхности фрезы, которое совпадает с формой режущей кромки затыловочного резца:

$$X_0 = X_1; Y_0 = Y_1 + R t \operatorname{tg} \alpha_b; Z_1 = 0.$$

В частном случае, при $\tau = 0$, получим:

$$X_0 = X_1; Y_0 = Y_1; Z_1 = 0.$$

То есть, при $\tau = 0$, форма режущей кромки затыловочного резца будет совпадать, в рассматриваемом случае, с формой режущей кромки обкаточной фрезы, что и следовало ожидать.

В произвольной точке B режущей кромки инструментальный задний угол α в сечении, перпендикулярном оси фрезы, равен:

$$\alpha = \alpha_\tau + t,$$

где угол α_τ определяется при радиальном затыловании по известной зависимости:

$$\operatorname{tg} \alpha_\tau = \frac{R}{R_i} \operatorname{tg} \alpha_b,$$

где R_i — радиус рассматриваемой точки режущей кромки фрезы.

Анализ показывает, что величина инструментальных задних углов α существенно изменяется вдоль режущей кромки при рассматриваемом способе затылования. Поэтому при обработке задней поверхности целесообразно использовать затылование под углом.

Выводы

- Определено графически осевое сечение задней поверхности фасонной обкаточной фрезы, при ее радиальном затыловании по архимедовой спирали, при известной форме режущей кромки. Решение приведено для случая, когда плоская передняя поверхность фрезы имеет инструментальный передний угол $\gamma = 0$ и инструментальный угол наклона режущей кромки λ , равный углу установки оси фрезы τ .
- Аналитически решена задача определения режущей кромки резца, предназначенного для радиального затылования по архимедовой спирали фасонных обкаточных фрез, предназначенных для обработки многозубых деталей.
- При выбранной величине заднего угла α_b в вершинной точке фрезы, определены величины задних инструментальных углов в выбранной точке режущей кромки фрезы.

Список литературы

1. Родин П. Р. Металлорежущие инструменты. — К.: Вища школа, — 1986.
2. Семенченко И. И., Матюшин В. М., Сахаров Г. Н. Проектирование металлорежущих инструментов. — М.: Машгиз. — 1962.