

В ы в о д ы

1. Применение ультразвуковых колебаний при сверлении отверстий в деталях, изготовленных из маломангнитной стали, является эффективным средством повышения производительности процесса и улучшения качества обработанной поверхности.

2. Эффективность применения ультразвуковых колебаний повышается с увеличением скорости резания от 4,5 до 8 м/мин и подачи от 0,16 до 0,5 мм/об.

3. Сверление маломангнитной стали 45Г17ЮЗ с наложением осевых ультразвуковых колебаний малой амплитуды позволяет существенно (в 1,3...4 раза) повысить стойкость спиральных сверл.

Л и т е р а т у р а

1. Привалов В.А. Сверление глубоких отверстий малого диаметра в нержавеющей стали с применением ультразвука. "Ультразвуковая техника", вып.2.М., НИИМАШ, 1968.

УДК 621.914.013

Я.В. Кудевицкий

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДНИХ УГЛОВ ОСТРОЗАТОЧЕННЫХ ФАСОННЫХ ФРЕЗ СЛОЖНОГО ПРОФИЛЯ

Целью настоящего исследования является определение в каждой точке режущей кромки фасонной острозаточенной фрезы значений задних углов в различных секущих плоскостях:

α_M - в плоскости вращения режущей точки шлифовального круга (т.е. в плоскости, перпендикулярной оси шлифовального круга);

α_N - в плоскости нормального сечения к режущей кромке;

α_0 - в плоскости, перпендикулярной к осевому профилю фрезы и основной плоскости;

α_1 - в поперечной секущей плоскости, перпендикулярной оси фрезы или плоскости траектории движения режущей кромки инструмента.

Для расчета этих величин получены формулы:

$$\operatorname{ctg} \alpha_M = \frac{R_{\text{кр}}}{h} ; \quad (1)$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_0 = \frac{\operatorname{ctg} \alpha_M}{\cos \tau} ; \quad (2)$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_1 = \operatorname{ctg} \alpha_0 \cos \varphi ; \quad (3)$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_2 = \operatorname{ctg} \alpha_0 \sin \varphi ; \quad (4)$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_N = \frac{\operatorname{ctg} \alpha_0}{\cos \lambda} , \quad (5)$$

где $R_{\text{кр}}$ - расстояние от оси шлифовального круга до точки контакта тороидальной поверхности круга с режущей кромкой фрезы;

h - смещение оси шлифовального круга;

φ - угол профиля фрезы в точке контакта с кругом;

τ - угол между плоскостью вращения шлифовального круга и нормалью к осевому профилю фрезы.

Анализ полученных формул показывает, что в произвольной сечущей плоскости величина заднего угла α_0 зависит от величины заднего угла α_M , измеряемой в плоскости вращения шлифовального круга, и от угла τ между плоскостью вращения круга и нормалью к осевому профилю фрезы в точке их взаимного контакта, т.е.

$$\alpha_0 = f(\alpha_M, \tau) .$$

Из полученных формул следует также, что величина задних углов на режущей кромке острозаточенных фрез (заточенных по схеме ЛМЗ) не зависит от конструктивных параметров фрезы, например, от ее диаметра или формы передней поверхности зубьев.

При заточке острозаточенных фрез с винтовым или плоским наклонным зубом величина задних углов на режущей кромке инструмента практически одна и та же для обоих типов фрез.

На ЭВМ "Минск-22" были рассчитаны величины задних углов для всех типов профилей фрез, используемых в производстве лопаток турбин при двух различных вариантах заточки задней поверхности:

а - плоскость вращения шлифовального круга располагается по нормали к профилю фрезы в пределах угла профиля $\varphi = \pm 45^\circ$. На остальных (крутых) участках профиля ($\varphi > 45^\circ$) плоскость вращения шлифовального круга поворачивается относительно заточиваемой фрезы и составляет с нормалью к профилю угол $\tau = \varphi \pm 45^\circ$ (схема ЛМЗ) [1];

б - плоскость вращения шлифовального круга перпендикулярна оси фрезы для любой точки профиля ($\tau = \varphi$).

Результаты расчетов фрез представлены в виде графиков (рис. 1,2).

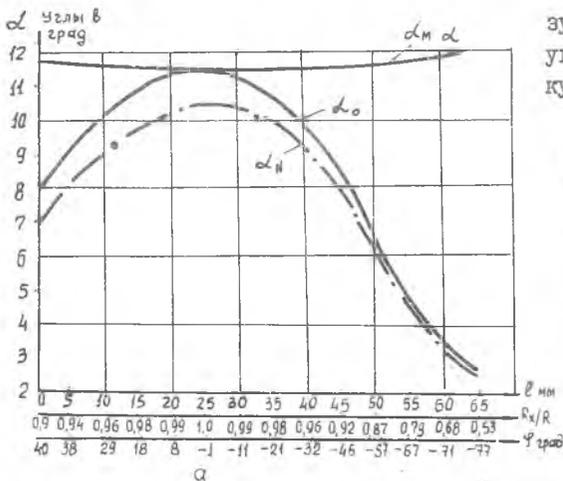
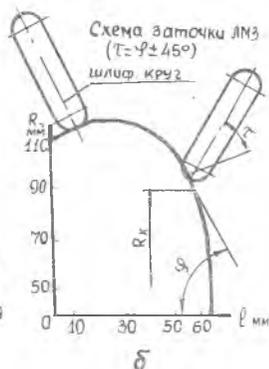


Рис.1 характеризует изменение задних углов в различных сечущих плоскостях



Р и с. 1. Задние углы острозаточенной фрезы выпуклого профиля при ее заточке по схеме ЛМЗ ($\tau = \varphi \pm 45^\circ$): а - график изменения задних углов; б - схема заточки фрезы

острозаточенной фрезы выпуклого профиля, предназначенной для обработки внутреннего профиля пера рабочей лопатки.

Характерной особенностью фрезы является резкоочерченный профиль режущей кромки со значительными углами профиля ($\varphi = 77^\circ$) со стороны выходной кромки лопатки при большой глубине профиля.

Как видно из рис.1, при заточке фрезы по схеме ЛМЗ поворотом шлифовального круга по всей длине режущей кромки с углом профиля $\varphi \leq 45^\circ$ обеспечивается постоянная величина заднего угла α_0 в

нормальных к профилю сечениях (на этих участках профиля плоскость вращения круга совпадает с нормалью к профилю фрезы). В плоскости вращения шлифовального круга, проходящей через периферийную точку тороидальной поверхности, задний угол α_0 равен заднему углу α_m и составляет 12° . На кругом участке профиля фрезы, где $\varphi > 45^\circ$, углы α_0 и α_m несколько уменьшаются (до $10-12^\circ$) вследствие того, что плоскость вращения круга отклоняется от нормали к профилю.

В работе [2] отмечается, что задние углы в сечениях, нормальных к профилю (к режущей кромке), для фасонной фрезы не должны быть меньше некоторой критической величины ($\alpha_0 = 2-3^\circ$). В противном случае процесс резания будет затруднен. В то же время ряд исследователей считает, что для обеспечения нормальных условий резания необходима достаточная величина заднего угла в плоскости траектории движения режущей кромки инструмента - α_1 .

Анализ изменения величины заднего угла α_1 показывает, что он резко изменяется по длине режущей кромки (от $\alpha_1 = 12^\circ$ до $\alpha_1 = 38^\circ$ - на кругом участке профиля, со стороны правого торца фрезы), и непосредственно зависит от формы профиля.

Величина заднего угла α_m незначительно изменяется с изменением угла τ и точек контакта тороидальной поверхности круга с режущей кромкой фрезы.

Анализ изменения задних углов острозаточенных фрез с выпуклым и вогнутым профилем режущей кромки позволяет сделать вывод, что схема заточки ЛМЗ обеспечивает получение рациональных значений задних углов в любой точке режущей кромки фрезы сложного профиля. При этой схеме заточки фрезы даже на крутых участках режущей кромки с углом профиля $\varphi = 90^\circ$ удается обеспечить величину задних углов в пределах $\alpha_0 = 8-9^\circ$.

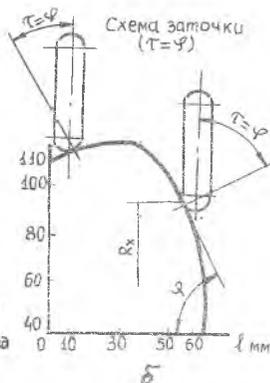
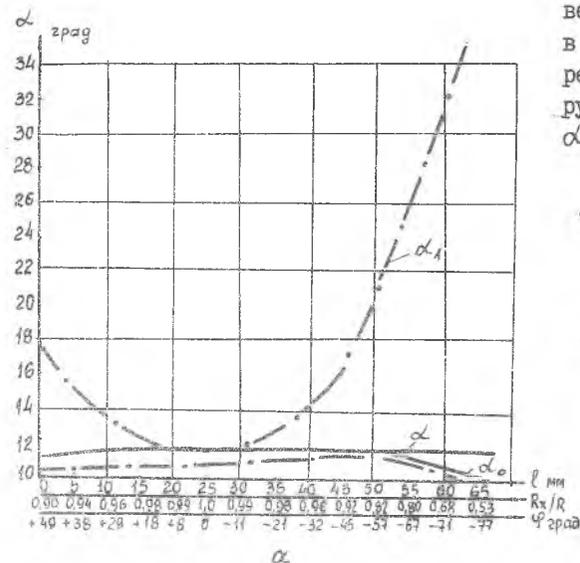
На рис.2 показан характер изменения задних углов в различных сечениях режущей кромки фасонной острозаточенной фрезы выпуклого профиля, при заточке которой плоскость вращения круга располагалась перпендикулярно оси фрезы ($\tau = \varphi$).

При этой схеме заточки задний угол в сечениях, перпендикулярных оси фрезы, равен заднему углу в плоскости вращения шлифовального круга ($\alpha_1 = \alpha_m$) и незначительно изменяется по длине режущей кромки.

В сечениях, нормальных к профилю фрезы и к режущей кромке,

задние углы (α_0 и α_N) резко изменяются по длине режущей кромки. При этом характер изменения углов α_0 и α_N непосредственно зависит от формы профиля фрезы. На крутых участках профиля ($\psi = 77^\circ$) задний угол в нормальном к профилю сечении

достигает минимальной величины $\alpha_0 = 3^\circ$, в периферийной точке режущей кромки на наружном диаметре фрезы $\alpha_0 = 12^\circ$.



Р и с.2. Задние углы острозаточенной фрезы выуклого профиля при ее заточке по схеме ЛМЗ ($\tau = \psi$): а - график изменения задних углов; б - схема заточки фрезы

Анализ изменения углов α_0 и α_N показывает, что описанная схема заточки острозаточенной фрезы не обеспечивает получение рациональных величин задних углов. Величины задних углов, заточенных по схеме $\tau = \psi$, и характер их изменения по длине режущей кромки острозаточенной фрезы, весьма близки по величине к задним углам фасонных фрез с затылованной задней поверхностью зубьев. А именно: на крутых участках профиля задний угол острозаточенной фрезы (как и у затылованной) имеет минимальное значение, не превышающее $3-4^\circ$, при номинальной величине угла $\alpha_0 = 10 - 12^\circ$ на наружном диаметре фрезы.

Проведенные исследования задних углов острозаточенных фрез позволили установить целесообразность и область применения рас-

смотренных схем заточки: для заточки фасонных острозаточенных фрез сложного профиля наиболее целесообразна схема ЛМЗ; для пологих профилей фрез возможно использование 2-й схемы заточки, как наиболее простой.

Л и т е р а т у р а

1. Кудев ицкий Я.В., Тимофеев Б.П., Тищенко И.И. Профилирование фасонных острозаточенных фрез. "Станки и инструмент" 1973, № 4, с.29-30.
2. Грановский Г.И. "Кинематика резания". Машгиз, 1948.

УДК 621.951+621.952.5.025

Г.С. Железнов, Р.И. Бляхман,
А.А. Игошкин

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В РАЗВЕРТКЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

При обработке отверстий развертками происходит нагрев и тепловое расширение, что является одной из причин образования погрешностей. Для обеспечения заданной точности обработки отверстий необходимо знать закон изменения температуры вдоль радиуса развертки, проведенного к режущей кромке. Этот вопрос и рассматривается в данной статье.

Температура измерялась при обработке втулок из титанового сплава OT4 специальной разверткой (рис.1) на токарном станке 1К62. Развертка состоит из державки 1 и дисков 2, изготовленных из быстрорежущей стали P18 и имеющих форму восьмизубой развертки. В одном из дисков были просверлены три отверстия диаметром 0,5мм. После термобработки диски тщательно пригонялись друг к другу, в отверстия устанавливались термопары, состоящие из проволочек меди и константана, и производилась сборка развертки. Плотное прилегание дисков обеспечивалось гайкой 3. После шлифовки и заточки развертка имела диаметр $d = 48$ мм, угол в плане $\varphi = 10^\circ$, задний угол $\alpha = 8^\circ$, передний угол $\gamma = 0^\circ$. Головки термопар располагались на границе между заборной и калибрующей частями. Обработываемые втулки имели наружный диаметр 75 мм, длину 60 мм.