

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

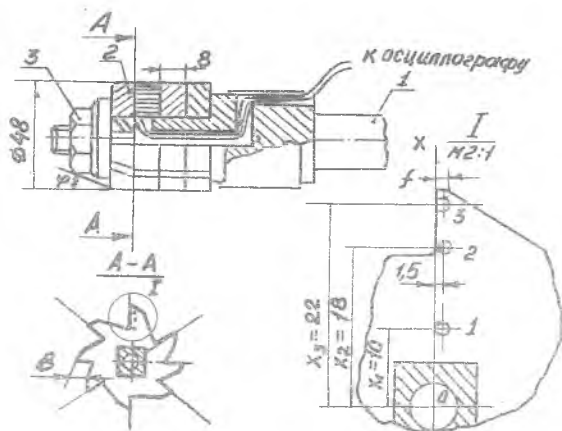
Г.С. Железнов, Р.И. Бляхман,
А.А. Игошкин

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.

Обработка производилась как с применением СОЖ (в виде поли-
ва 5% водомасляной эмульсии), так и без СОЖ. При этом скорость
резания изменялась от 3,8 до 24 м/мин, подача - от 0,52 до
2,4 мм/об, глубина резания - от 0,2 до 0,5 мм.



Р и с.1. Устройство развертки

Термоэлектродвижущая сила, возникающая при нагреве развертки,
регистрировалась осциллографом Н700. Зная скорость перемещения
бумаги осциллографа и подачу, по осциллограмме и тарировочному
графику определялась температура в точках развертки 1, 2 и 3 (см.
рис.1) в различные моменты времени T после начала обработки.
Температура резания (при $\chi = \frac{d}{2} = 24$ мм) рассчитывалась по
формуле [1]:

$$\theta = 145 v^{0,5} S^{0,3} \pm 0,2 K_o,$$

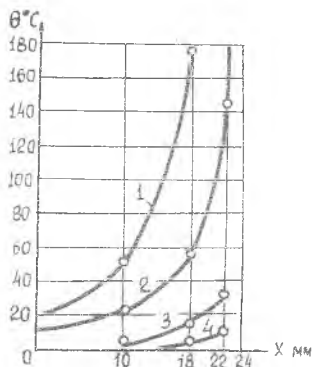
где K_o - коэффициент, учитывающий охлаждение инструмента (при
обработке без СОЖ $K_o = 1$; при обработке с поливом 5%
эмульсией и расходом 10 л/мин $K_o = 0,6$).

По результатам измерения были построены графики изменения
температуры вдоль радиуса развертки с началом координат на оси
инструмента. Некоторые из них показаны на рис.2 и 3.

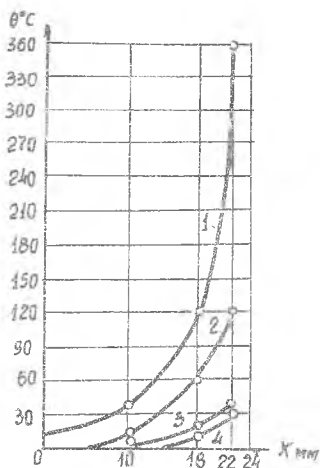
Из рис.2 и 3 можно заключить, что температурное поле в

развертке характеризуется непостоянством градиента вдоль радиуса, возрастающего по мере приближения к режущей кромке. Применение СОЖ приводит к увеличению градиента температуры.

Процесс распространения тепла в развертках при обработке твердых нормальной длины является нестационарным.



Р и с. 2. Изменение температуры вдоль радиуса развертки при различных скоростях резания, $s = 0,52$ мм/об, $t = 0,3$ мм без СОЖ: 1, 2, 3, 4 — соответственно $v = 19; 19; 3,8; 3,8$ м/мин; $T = 50, 20, 50, 20$ с



Р и с. 3. Влияние скорости на температуру при $s = 1$ мм/об, $t = 0,5$ мм и применении СОЖ: 1, 2, 3, 4 — соответственно $v = 24; 24; 7,6; 7,6$ м/мин; $T = 20, 10, 20, 10$ с

Если для резцов период нестационарного теплообмена заканчивается при $F_0 = 500$ [2], то для разверток этот период значительно больше. Так, при $v = 3,8$ м/мин, $s = 0,52$ мм/об, $t = 0,32$ мм и обработке без СОЖ по истечении 140 с тепловой режим в развертке является неустановившимся.

Вычислим для этого режима критерий Фурье [2]:

$$F_0 = \frac{100 \omega T}{l^2},$$

где ω — температуропроводность, для П18 $\omega = 0,057$ см²/с;
 T — время, с;
 l — длина контакта по передней поверхности инструмента, мм.

Длина контакта вычислялась по формуле, приведенной в работе [3]. Необходимые данные были взяты из работы [4]. При этом пе-

редний угол определен с учетом округления лезвий развертки по методике, изложенной в [5].

Для рассматриваемого случая получили $\ell = 0,16$ мм и критерий Фурье

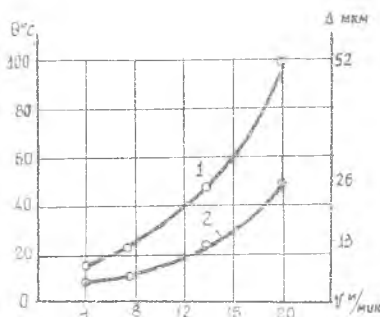
$$F_o = \frac{100 \cdot 0,057 \cdot 140}{0,16^2} = 30800,$$

т.е. даже при $F_o = 30800$ тепловой режим в развертке является нестационарным. Это связано, по-видимому, с непостоянством условий работы различных зубьев развертки.

Из рис.2 и 3 видно, что чем дальше рассматриваемая точка находится от режущей кромки, тем медленнее и продолжительнее изменяется в ней температуры.

Как видно из рис.4, с увеличением скорости резания средняя температура в развертке возрастает. Интенсивность роста тем больше, чем выше температура. Применение СОЖ позволяет снизить среднюю температуру примерно в два раза. Аналогичное, но меньшее влияние на температуру оказывают подача и глубина резания.

Приведенные в работе результаты могут служить материалом для проверки аналитических расчетов температуры в сходных условиях обработки.



Р и с. 4. Влияние скорости резания на среднюю температуру развертки и ее тепловое расширение при $S = 1$ мм/об, $t = 0,5$ мм; $T = 30$ сек: 1 - без СОЖ; 2 - с применением СОЖ

Л и т е р а т у р а

1. Железнов Г.С., Пономарев В.М. Измерение температуры при развертывании. "Станки и инструмент", 1966, № 1.
2. Резников А.Н. Теплофизика резания. М., "Машиностроение", 1966.

3. Абуладзе Н.Г. Характер и длина пластического контакта стружки с передней поверхностью инструмента. В сб.: "Обработываемость жарочных и титановых сплавов", КуАИ, 1962.

4. Железнов Г.С. Исследование процесса стружкообразования при развертывании отверстий в титановых сплавах. В сб.:

"Производительность и качество при обработке жаропрочных и титановых сплавов", вып.3, КуАИ, 1967.

5. Ж е л е з н о в Г.С. О расчете сил, действующих при разрывании. В сб.: "Производительность, качество обработки и надежность в эксплуатации изделий из жаропрочных и титановых сплавов", вып.3, КуАИ, 1970.

А Б Р А З И В Н О - А Л М А З Н А Я О Б Р А Б О Т К А И М Е Т О Д Ы Е Е У Л У Ч Ш Е Н И Я

УДК 621.923

Ф.П. Урывский

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ И МЕТОДОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЕГО СОСТОЯНИЯ ПРИ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ И ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ

Большое количество теоретических и экспериментальных исследований, выполненных отечественными учеными, посвящено изучению закономерностей формирования поверхностного слоя деталей при абразивной обработке. Анализ результатов этих исследований показывает, что при шлифовании жаропрочных и титановых сплавов и высокопрочных сталей доминирующим фактором, оказывающим решающее влияние на свойства поверхностного слоя детали, является тепловой. Нагрев поверхностных слоев деталей до высоких температур приводит к образованию растягивающих остаточных напряжений, микротрещин, появлению прижогов, насыщению поверхностных слоев газами, перераспределению легирующих элементов в материале.

В своих работах большинство авторов рассматривают влияние максимальной температуры на состояние поверхностного слоя.

Не умаляя важности этих работ, необходимо отметить, что процесс шлифования является высокоскоростным, значения температур, соответствующих началу отпуска, закалке, росту зерна и др., зависят не только от температуры нагрева, но и от времени пребывания металла при данной температуре, что определяется временем действия теплового источника и скоростями нагрева и охлаждения. Поэтому значения критических температур, при которых происходят фазовые и структурные изменения, газонасыщение и др., полученные при медленном (печном) нагреве, не соответствуют аналогичным