

ных методом КИБ, зависит от скорости резания. В то же время на стойкость фрез, упрочненных методами ОКГ и электроискрового легирования, скорость резания не оказывает влияния.

3. Содержание вольфрама в быстрорежущих сталях не влияет на коэффициенты стойкости дисковых фрез. При выборе марки быстрорежущих сталей для фрезерования жаропрочных сталей предпочтение следует отдавать маловольфрамовым сталям.

4. Наибольший коэффициент относительной стойкости ($K_{ср} = 2,35$ и $2,48$) показали дисковые фрезы соответственно из сталей Р18 и Р6М5 при упрочнении их способом электроискрового легирования.

УДК 621.9.025.7:661.65

Г.С.Железнов, С.А.Сингеев

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СТРУЖКООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ РАЗВЕРТКАМИ, ОСНАЩЕННЫМИ ПОЛИКРИСТАЛЛАМИ ЭЛЬБОРА-Р

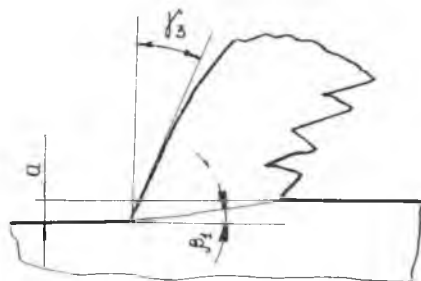
Образование стружки при обработке закаленных сталей инструментом из эльбора происходит при малом переднем угле, непрерывно уменьшающемся по мере износа режущего инструмента. Высокая прочность обрабатываемого материала и малая прочность лезвия инструмента из эльбора обуславливают необходимость придания инструменту малого переднего угла, малую допустимую толщину срезаемого слоя и интенсивный износ лезвия путем последовательно происходящих на нем микроразрушений. Последнее приводит к увеличению радиуса округления лезвия и уменьшению действительного переднего угла в связи с малой толщиной срезаемого слоя, характерной для данных условий обработки.

Существенной особенностью процесса стружкообразования является и то, что процесс резания происходит при высокой температуре, исключающей образование нароста и определяющей относительно небольшой коэффициент трения между лезвием и стружкой, сохраняющийся постоянным в интервале практически применяемых режимов резания. Кроме этого, для процесса развертывания характерно и то, что он начинается при относительно большом радиусе округления лезвий. Это обусловлено тем, что вектор скорости алмазного круга при заточке лезвий близок по направлению к режущей кромке. При проведении экспериментов и их теоретическом обобщении эти обстоятельства необходимо учитывать.

Экспериментальное исследование показателей стружкообразования производили при обработке развертками отверстий в закаленной стали ШХ15 твердостью $HRC\ 62\dots 64$. Применяли развертки с поликристаллами эльбора оптимальной геометрии, установленной на основе стойкостных исследований: передний угол $\gamma = -20^\circ$, угол в плане $\varphi = 35^\circ$.

Исходя из вышеуказанных особенностей, в качестве переменных факторов были приняты: скорость резания от 0,5 до 2 м/с; подача на зуб S_z от 0,02 до 0,1 мм; износ по задней поверхности h_3 от 0 до 0,6 мм.

Показатели стружкообразования - усадку K_a , условный угол сдвига β_1 - определяли на основе измерения фотографий корней стружек, полученных с помощью специального устройства [1]. На рис.1



Р и с. 1. Корень стружки при обработке стали ШХ15 (HRC 62) разверткой из эльбора

показан корень стружки, типичный для данных условий обработки. Видно, что стружка имеет элементарное строение с четко выраженными выступами и впадинами на ее внешней поверхности. Обращает на себя внимание малый угол сдвига β_1 .

На основании измерения корней получили следующую зависимость для усадки стружки:

$$K_a = \frac{0,2}{a^{0,63} v^{0,2}} + 0,37 h_3 a^{-1,1} \quad (1)$$

где a - толщина срезаемого слоя.

Данная зависимость, как и все эмпирические зависимости, имеет ограниченное применение, неполно раскрывает внутреннюю взаимосвязь деформации с факторами процесса резания и непригодна для обобщений. Представляется более правильным установить связь показателей деформации с факторами процесса резания через угол сдвига β_1 , определяющийся выражением

$$\beta_1 = \frac{c + \gamma - \rho}{2}, \quad (2)$$

где c - постоянная величина; γ - передний угол; ρ - угол трения между лезвием и стружкой.

Для определения константы c по корням стружки определили

β_1 и γ , а угол трения исследовали путем моделирования процесса трения по известной методике [2]. Однако в отличие от [2], кроме силы трения и нормальной силы измеряли температуру контакта с помощью хромель-алюмелевой термопары, встроенной в индентор, состоящий из двух половин, изготовленных из поликристаллов эльбора. Необходимость измерения температуры в процессе моделирования основана на известной гипотезе об существовании однозначной связи между коэффициентом трения и температурой контакта. Поэтому применение результатов моделирования для процесса резания правомерно при условии равенства температур при трении и резании. По результатам моделирования получена зависимость коэффициента трения от температуры контакта $\theta^\circ\text{C}$:

$$\mu = 0,95 - 0,14 \cdot 10^{-2} \theta + 10^{-6} \theta^2 \quad (3)$$

Для расчета температуры резания при разворачивании получена формула [3]

$$\theta = 2070 S_z^{0,32} v t^{0,2} \quad (4)$$

Для вышеуказанных режимов резания температура изменялась от 500 до 950 $^\circ\text{C}$, а коэффициент трения - от 0,5 до 0,47; т.е. практически не изменялся. Поэтому его приняли постоянным, равным 0,5, чему соответствует угол трения $\rho = 26,6^\circ$.

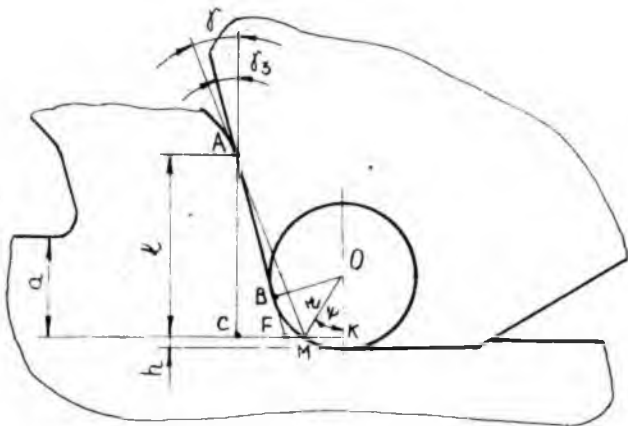
Используя эту величину и результаты измерения угла сдвига β_1 и γ на корнях стружки, получили $c = 78^\circ$.

Для применения формулы (2) необходимо найти зависимости для определения действительного переднего угла γ с учетом вышеупомянутой связи его с толщиной срезаемого слоя и износом инструмента.

Из рис.2, на котором показано, что при толщине срезаемого слоя, соизмеримой с радиусом округления лезвия, за действительный передний угол следует принимать угол γ , а не γ_3 , получена следующая зависимость:

$$\sin \gamma = \sin \gamma_3 - z / \ell_n (\sec \gamma_3 + \tan \gamma_3) - \frac{\sqrt{h(2-h)}}{i_n}, \quad (5)$$

где ℓ_n - длина пластического контакта между инструментом и стружкой; z - радиус округления лезвия; γ_3 - номинальный передний угол, создаваемый заточкой; h - толщина слоя, составляющего часть срезаемого слоя, не переходящего в стружку.



Р и с. 2. Схема определения действительного переднего угла

Длина пластического контакта определяется по зависимости [4]:

$$l_n = a [K_a (1 - \operatorname{tg} \gamma) + \sec \gamma]. \quad (6)$$

Для определения радиуса округления лезвия из эльбора применительно к рассмотренному случаю нами была найдена следующая экспериментальная зависимость:

$$z = 0,03 + 0,4 h_z^{0,8}. \quad (7)$$

Величина h определяется по зависимости [5]:

$$h = z \left[1 - \frac{1 + \mu}{\sqrt{2(1 + \mu^2)}} \right]. \quad (8)$$

Зависимости (2-8) позволяют определить угол сдвига β_1 , и все другие показатели деформации срезаемого слоя при любых факторах процесса резания с учетом вышеуказанных особенностей. Расчет рекомендуется производить методом последовательных приближений. На первом этапе по формуле (1) определяют K_a , по формуле (4) - θ , по формуле (3) - μ и $\rho = a z \operatorname{ctg} \mu$, по формуле (7) - z , по формуле (6) - l_n , по формуле (8) и (5) - γ_1 и по формуле (2) - β_1 для первого приближения. Затем переходят ко второму этапу. По β_1'

определяют усадку $K_a = \frac{\cos(\beta_1 - \gamma_1)}{\sin \beta_1}$

и аналогично вышеизложенному другие величины для второго приближения. Достаточно ограничиться третьим приближением.

Таким образом определяется основная характеристика процесса стружкообразования - угол сдвига β_1 .

Л и т е р а т у р а

1. Ж е л е з н о в Г.С. Исследование процесса стружкообразования при разворачивании отверстий в титановых сплавах.- В сб.: Производительность и качество при обработке жаропрочных и титановых сплавов. - Куйбышев: КуАИ, 1967.
2. К р а в ч е н к о Б.А. Силы, остаточные напряжения и трение при резании металлов.- Куйбышев: Куйбышевское книжное издательство, 1962.
3. Ж е л е з н о в Г.С., С и н г е е в С.А. Температурные и силовые зависимости процесса разворачивания инструментом из эльбора-Р.- Алмазы и сверхтвердые материалы, 1982, № 12.
4. А б у л а д з е И.Г. Характер и длина пластического контакта стружки с передней поверхностью инструмента.- В сб.: Обрабатываемость жаропрочных и титановых сплавов.- Куйбышев: Куйбышевское книжное издательство, 1962.
5. Ж е л е з н о в Г.С., С и н г е е в С.А. Расчет сил, действующих по задней поверхности инструмента.- Известия высших учебных заведений, сер. Машиностроение, 1983, № 9.

УДК 621.951.7

В.В.Ж у н и н

ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ НАПРАВЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ НА КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ В ДЕТАЛЯХ ИЗ РАЗНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

При сборке деталей в узлы часто оси их отверстий не совпадают на 0,1-0,15 мм. При совместном зенкерowaniu и разворачивании таких отверстий возникает неравномерный припуск, что приводит к поперечным колебаниям.

Вибрации оказывают отрицательное воздействие на стойкость инструмента, снижают качество отверстий [1].