

В. Б. ВАРДИКЯН

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

МИКРОГЕОМЕТРИЯ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ
ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Исследование состояния обработанной поверхности при прерывистом резании, когда толщина среза переменна, представляет определенный интерес. Это особенно важно при торцовом фрезеровании цветных металлов, которые характеризуются низким пределом текучести, высокой вязкостью и склонностью к упрочнению. Для выявления этих свойств было проведено исследование по факторному планированию [1] для изучения влияния режимов резания на величину микротвердости H и глубины наклепа h . Испытаны следующие обрабатываемые материалы: сталь 45, БрАЖ9-4, Л68, Д16; режущие материалы: Т15К6, ВК8 и фрезерный станок марки 6Н80Г. Геометрия торцовой фрезы: $\gamma = 10^\circ$; $\alpha = 10^\circ$; $\varphi = 10^\circ$; $\varphi_1 = 10^\circ$; $\lambda = 10^\circ$; $r = \rho 0,03$ мм, и диапазоны режимов резания: $v = 120-380$ м/мин; $s = 0,09-0,24$ мм/об; $t = 0,2-0,8$ мм.

Математическая модель такого взаимодействия выражается следующим уравнением:

$$H = f(v, s, t); \quad h = f(v, s, t). \quad (1)$$

Эта взаимосвязь обычно ищется в виде:

$$H = C_H v^{x_1} s^{x_2} t^{x_3}; \quad h = C_h v^{x_4} s^{x_5} t^{x_6}. \quad (2)$$

Определение коэффициентов C_H и C_h , а также степеней x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 и x_6 производится согласно методике [1]. В таблице приведены результаты экспериментов.

Таблица

Обраб. матер.	Режущ. матер.	$H = C_H v^{x_1} s^{x_2} t^{x_3}$	$h = C_h v^{x_4} s^{x_5} t^{x_6}$
сталь 45	Т15К6	$H = e^{6,65} s^{0,04} t^{0,02} / v^{0,107}$	$h = e^{2,31} s^{0,245} t^{0,03} / v^{0,463}$
БрАЖ-4	ВК8	$H = e^{2,45} s^{0,66} t^{0,64} / v^{0,02}$	$h = e^{2,29} s^{0,67} t^{0,035} / v^{0,1}$
Л68	Т15К6	$H = e^{2,2} s^{0,115} t^{0,066} / v^{0,107}$	$h = e^{2,9} s^{0,08} t^{0,042} / v^{0,03}$
Д16	Т15К6	$H = e^{2,1} s^{0,103} t^{0,004} / v^{0,0034}$	$h = e^{6,2} s^{0,04} t^{0,01} / v^{0,1}$

Как показывают эксперименты, упрочнение материала в большинстве случаев зависит от характера изменения силы резания. Подробно рассмотрим процесс резания материалов. Предположим, что упрочнен-

ный слой на начальной фазе, т. е. в первой зоне имеет среднее значение h_1 , соответствующее некоторому значению силы резания P_1 . Эта сила постепенно возрастает до P_{max} , т. к. отсутствует процесс резания ($\tau \rightarrow 0$ и $\sigma \rightarrow \sigma_{max}$), при этом образуется неустойчивое состояние и возможно возникновение автоколебания. Во второй зоне касательные напряжения возрастают, а нормальные напряжения уменьшаются и начинается процесс резания. В этом случае $P_1 \rightarrow P_2$

$$\text{где } P_2 = P_1 \gamma_2, \quad \gamma_2 > 1.$$

Соответственно уменьшается и глубина упрочнения: $h_1 \rightarrow h_2$.

В третьей зоне сила резания P_2 уменьшается до P_3 , а h_2 — до h_3 . Аналогичным образом в последней зоне: $P_3 \rightarrow P_4$ и $h_3 \rightarrow h_4$. Механизм резания математически можно выразить следующим образом:

$$\text{I зона} \rightarrow P_1 \rightarrow h_1 \rightarrow h_1/a = \Delta_1 \rightarrow \gamma_1 P_1 = P_2;$$

$$\text{II зона} \rightarrow P_2 \rightarrow h_2 \rightarrow h_2/a = \Delta_2 \rightarrow \gamma_2 P_2 = P_3;$$

$$\text{III зона} \rightarrow P_3 \rightarrow h_3 \rightarrow h_3/a = \Delta_3 \rightarrow \gamma_3 P_3 = P_4;$$

$$\text{VI зона} \rightarrow P_4 \rightarrow h_4 \rightarrow h_4/a = \Delta_4 \rightarrow \gamma_4 P_4 = P_1,$$

где Δ — отношение глубины упрочнения к толщине среза a .

Как показывают кривые на рисунке, с увеличением скорости резания показатели упрочнения H и h , независимо от применяемого инструмента (Т15К6 или ВК8) и обрабатываемого материала непрерывно уменьшаются и это уменьшение значительно при $v \leq 120$ м/мин, чем в зоне $v = (120-300)$ м/мин. Это объясняется тем, что с увеличением скорости резания, примерно, до 120 м/мин коэффициент трения на режущих поверхностях инструмента в значительной степени уменьшается, что установлено многочисленными исследованиями. При этом уменьшается также угол сдвига и, следовательно, силы резания. Одновременно возрастает количество выделяемого в пред- и подинструментальной зонах тепла. В результате показатели упрочнения металла за линией среза снижаются, а дальнейшее увеличение скорости приводит к большей степени возрастания тепла, небольшому уменьшению коэффициента трения и значительному увеличению скорости деформации.

Однако, увеличение скорости деформации сокращает продолжительность воздействия тепла на поверхностные слои, вследствие чего упрочнение металла в значительной мере сохраняется. Приведенные на рисунке данные показывают, что увеличение параметров среза вызывает значительное возрастание как микротвердости, так и глубины упрочнения обработанной поверхности. Это следует объяснить тем, что независимо от применяемого инструмента (Т15К6, ВК8) увеличение толщины и ширины среза приводит к возрастанию объема срезаемого слоя, вследствие чего увеличивается зона пластически деформированного металла перед передней поверхностью фрезой. В результате пластическая деформация в большей степени распространяется вглубь ме-

таля за линией среза, тем самым увеличивая показатели упрочнения поверхности. Физико-механическое свойство материалов также влияет на показатели упрочнения в зоне резания. Чем пластичнее металл, тем больше подвергается он пластической деформации, следовательно, значения H и h_c получаются больше при одинаковых изменениях режимов резания.

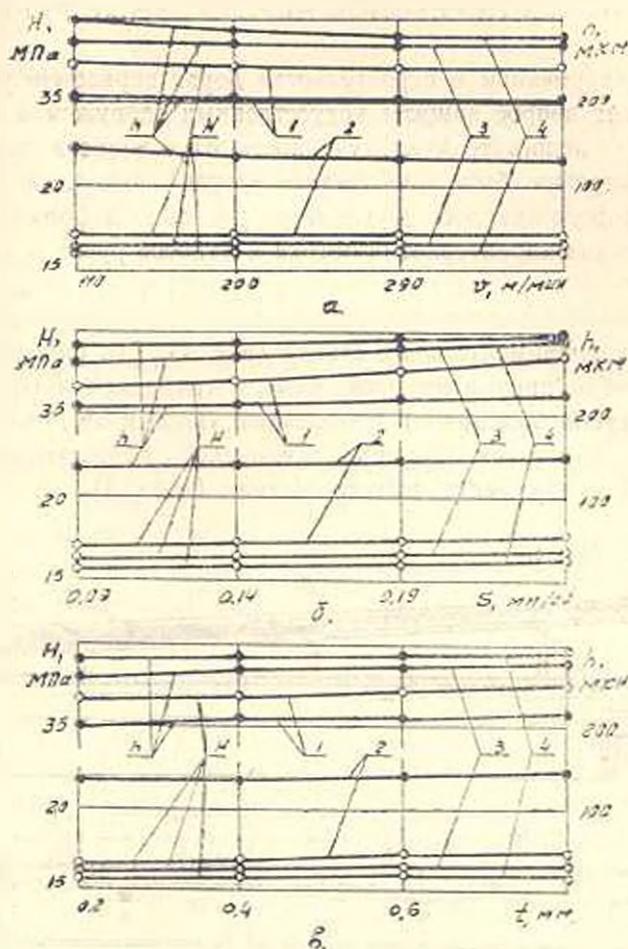


Рис. 1. Влияние режимов фрезерования v , s , f на величины микротвердости H и глубины нахлеста h_c . 1 — сталь 45, 2 — бронза БрХЗ, 3 — латунь Л62, 4 — дюралюминий Д16.

Таким образом, по показателям упрочнения можно судить о состоянии микрогеометрии поверхности после механической обработки.

Лен. фил. ЕрПИ им. К. Маркса

10. XII. 1985

ЛИТЕРАТУРА

1. Касьян М. В., Багдасарян Г. Б., Арутюнян Г. А. Оптимизация режимов резания при решении технологических задач.— Ереван, Айзстан, 1981.— 182 с.