

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ И МИКРОТВЕРДОСТЬ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ СПЕЧЕННОЙ СТАЛИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КЛАССА

Шлифование матриц ударного выдавливания связано с рядом трудностей [1]. С одной стороны, высокая пластичность материалов приводит к интенсивному "засаливанию" рабочей поверхности круга, а с другой – карбиды, содержащиеся в материале, способствуют истиранию вершин абразивных зерен, появлению на них площадок износа.

В отличие от компактных спеченные материалы при шлифовании отмечаются рядом особенностей. Имеющиеся в материале поры способствуют снижению его прочности и теплопроводности. В последнее время получили широкое применение спеченные инструментальные материалы типа X12M и 20X9 для матриц ударного выдавливания плотностью 94...96%. Шлифование таких материалов в сыром состоянии обуславливается необходимостью подготовки качественной поверхности (с точки зрения минимальной шероховатости и отсутствия поверхностных дефектов) под ударное выдавливание соответствующего профиля. На рис. 1 показана поверхность спеченного материала X12M после шлифования. Видны открытые поры и следы абразивных зерен.



Рис. 1. Шлифованная поверхность детали из спеченного инструментального материала (x 1000).

Опыт работы на шлифовальных станках и проведенные многочисленные исследования показывают, что шероховатость шлифованной поверхности зависит в первую очередь от режимов шлифования [2].

Для проведения экспериментальных исследований по выбору оптимальных режимов обработки спеченных материалов целесообразно воспользоваться математическим планированием эксперимента. Эксперименты планируются на основе многофакторного анализа, т.е. одновременного варьирования всех факторов x_1 ($v_{ст}$), $x_2(t)$, $x_3(s)$. Интервалы изменения переменных факторов принимались на основе предварительных однофакторных экспериментов в областях отсутствия прижогов.

Найдем зависимость шероховатости и микротвердости от указанных факториальных признаков при плоском шлифовании в виде логарифмической зависимости [3]:

$$y = c v_{ст}^n t^m s^p \quad (1)$$

Уравнение (1) после логарифмирования и введения членов, учитывающих взаимодействие факторов, примет вид

$$\hat{y} = b_0 + b_1 \tilde{x}_1 + b_2 \tilde{x}_2 + b_3 \tilde{x}_3 + b_{12} \tilde{x}_1 x_2 + b_{13} \tilde{x}_1 \tilde{x}_3 + b_{23} \tilde{x}_2 \tilde{x}_3 \quad (2)$$

где \hat{y} - значение выходного фактора (R_a, H_{50}) в логарифмическом масштабе; \tilde{x}_1, x_2, x_3 - логарифмы соответственно v, t, s ; b_0, \dots, b_{23} - коэффициенты уравнения.

Для получения оценок уравнения (2) используем полный факторный эксперимент типа 2^3 . Уровни факторов и интервалы варьирования, полученные в результате предварительных опытов, представлены в табл. 1. Матрица планирования и результаты исследований по определению шероховатости и микротвердости обработанных поверхностей приведены в табл. 2. Определение коэффициентов b_i искомого уравнения, построчных дисперсий s_v , проверка однородности дисперсий, а также проверка значимости коэффициентов модели производятся по известной методике [3]. Их значения даны в табл. 3.

Т а б л и ц а 1. Уровни факторов

Уровень факторов	Режим шлифования					
	$v_{ст}$, м/мин, м/с	$\ln v_{ст}$	t , мм, м	$\ln t$	s , мм/ход, м/ход	$\ln s$
Верхний (+)	16	2,7725	0,025	-3,6888	2,7	0,9932
	0,267		$2,5 \cdot 10^{-5}$		0,0027	
Нижний (-)	7,6	2,0281	0,005	-5,2983	0,3	-1,2037
	0,127		$5 \cdot 10^{-6}$		$3 \cdot 10^{-4}$	

Т а б л и ц а 2. Матрица планирования и результаты опытов

Точки плана	Факторы			Результаты	
	v	t	s	Ra, мкм	H ₅₀ , кгс/мм ²
	Кодовое обозначение				
	X ₁	X ₂	X ₃		
1	-	-	-	0,275	189,81
2	+	-	-	0,1809	242,05
3	-	+	-	0,3375	151,81
4	+	+	-	0,1995	187,82
5	-	-	+	0,2745	180,98
6	+	-	+	0,252	195,26
7	-	+	+	0,445	132,44
8	+	+	+	0,379	157,9

Т а б л и ц а 3. Результаты проверки воспроизводимости опытов и регрессивного анализа

Элементы анализа	Ra	H ₅₀
Дисперсия параметра оптимизации $S^2\{y\}$	$3,2319 \cdot 10^{-4}$	$3,8322 \cdot 10^{-4}$
Расчетное значение критерия Корхена G _p	0,56757	0,5089
Критическое значение критерия Корхена G	0,68	0,68
Дисперсия коэффициента регрессии		
$S^2\{b_i\}$	$2,0199 \cdot 10^{-5}$	$2,3951 \cdot 10^{-5}$
$S\{b_i\}$	0,00449	0,004894
Критерий Стьюдента t _i		
t ₀	284	1057
t ₁	31	18
t ₂	38	25
t ₃	36	15
t ₁₂	7	1,8
t ₂₃	14	1,2
t ₁₃	17	5,2
Критическое значение t _{кр}	2,31	2,31

Проверка значимости коэффициентов b_i показывает, что коэффициенты b_{12} и b_{23} при микротвердости являются незначимыми. Тогда зависимость можно записать в виде

$$\hat{y}_{Ra} = -1,2766 - 0,1398x_1 + 0,1584x_2 + 0,1639x_3 - 0,0306x_1x_2 + 0,0645x_2x_3 + 0,078x_1x_3, \quad (3)$$

$$\hat{y}_{H_{50}} = 5,1766 + 0,0885x_1 - 0,125x_2 - 0,0715x_3 - 0,0256x_1x_3 \quad (4)$$

Подставляя в уравнения (3) и (4) значения из формулы преобразования, получаем

$$\hat{y}_{Ra} = 1,61376 - 0,8148 \ln v + 0,44973 \ln t + 0,01921 \ln s - 0,1022 \ln v \ln t + 0,073 \ln t \ln s + 0,1908 \ln v \ln s, \quad (5)$$

$$\hat{y}_{H_{50}} = 3,91685 + 0,23118 \ln v - 0,1553 \ln t + 0,08008 \ln s - 0,0626 \ln v \ln s. \quad (6)$$

Потенцируя, находим

$$Ra = \frac{e^{1,614} \cdot 0,45 - 0,102 \ln v \cdot 0,019 + 0,073 \ln t + 0,191 \ln v}{v^{0,815}} \quad (7)$$

$$H_{50} = \frac{e^{3,917} \cdot v^{0,23} \cdot 0,08 - 0,06 \ln v}{t^{0,1553}} \quad (8)$$

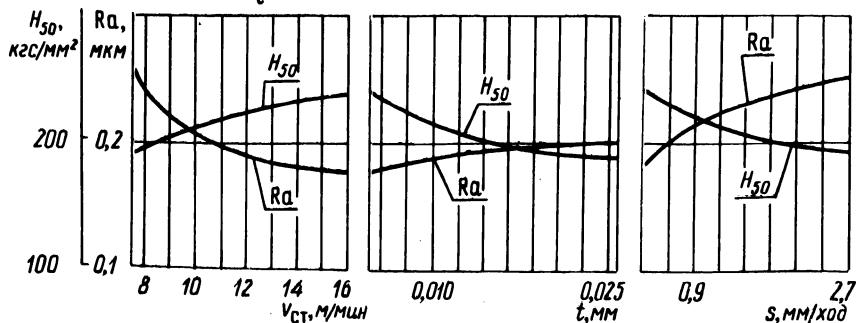


Рис. 2. Зависимость шероховатости и микротвердости от скорости стола $v_{\text{ст}}$ (а) (при $t = 0,005$ мм, $s = 0,3$ мм/ход), глубины шлифования t (б) (при $v = 16$ м/мин, $s = 0,3$ мм/ход) и поперечной подачи s (в) (при $v = 16$ м/мин, $t = 0,005$ мм); круг 45А40МЗК.

Уравнения (7) и (8) являются адекватными.

Проанализируем полученные зависимости. Для наглядности изобразим их графически (рис. 2).

Влияние продольной подачи. С увеличением скорости стола (изделия) уменьшается шероховатость R_a , а микротвердость повышается. При возрастании продольной подачи изделия в связи с увеличением толщины слоя, снимаемого отдельным абразивным зерном, растут усилия шлифования, искажения кристаллической решетки и кристаллитные напряжения. Кроме того, уменьшается длительность воздействия температурного поля на изделие, усиливается степень влияния силового поля и, таким образом, повышается упрочнение поверхностного слоя.

Уменьшение шероховатости R_a с повышением продольной подачи противоречит результатам других исследований [1]. При повышении скорости детали число рядов абразивных зерен, пересекающих данное сечение поверхности, уменьшается и высота неровностей возрастает [4]. Однако в связи с пониженной теплопроводностью данного спеченного материала по сравнению с аналогичными компактными материалами в микрообъемах металла поверхностного слоя при шлифовании возникают очень высокие температуры, которые концентрируются в тонком поверхностном слое и размягчают его. При этом происходит как бы размазывание размягченного металла по обрабатываемой поверхности. Неровности поверхности при этом заглаживаются, уменьшается шероховатость шлифованной поверхности. Данный процесс является положительным, пока не возникают прижоги, снижающие эксплуатационные свойства детали.

Влияние глубины шлифования и поперечной подачи. Повышение глубины шлифования и поперечной подачи, как и при обработке компактных материалов, способствует увеличению шероховатости.

Микротвердость при повышении глубины шлифования и продольной подачи уменьшается. Это противоречит результатам исследований, полученных при шлифовании компактных материалов [5], у которых наклеп поверхностного слоя возрастает при повышении нагрузки на абразивное зерно, обусловленном увеличением глубины шлифования и поперечной подачи.

Для спеченного материала из-за пониженной теплопроводности действие температурного поля повышается, в связи с чем при увеличении глубины шлифования и поперечной подачи уменьшается микротвердость обработанной поверхности.

Л и т е р а т у р а

1. Ящерицын П.И. Основы технологии механической обработки и сборки в машиностроении. Минск, 1974. 2. Тафт В.И., Коломазин В.И. Сравнительная обрабатываемость шлифованием.

штамповых высоколегированных сталей. – Сб. тр. ВНИИ электросварочного оборудования, 1976, № 8, 3. Кацев П.Г. Статистические методы исследования режущего инструмента. М., 1974. 4. Развитие науки о резании металлов. М., 1967. 5. Маталин А.А. Технологическая наследственность и эксплуатационные свойства деталей. – Вестник машиностроения, 1968, № 11.

УДК 621.923.4:621.299.3

Б.Франке

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА АЛМАЗНОГО ВЫГЛАЖИВАНИЯ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ СПЕЧЕННОГО МАТЕРИАЛА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КЛАССА

Алмазное выглаживание как метод поверхностного пластического деформирования (ППД) оказывает благоприятное влияние на качество обработанной поверхности и тем самым на эксплуатационные свойства деталей.

Известны исследования процесса алмазного выглаживания компактных материалов, т.е. конструкционных, инструментальных, легированных сталей, цветных металлов и сплавов, а также изделий с металлопокрытиями. Актуальной является проблема возможности рационального применения методов обработки ППД, в частности алмазного выглаживания, для деталей из композитных, а также спеченных материалов.

Широкое применение в промышленности инструментов из спеченных материалов ставит задачу повышения их эксплуатационных свойств и качества поверхности путем алмазного выглаживания. Спеченные материалы обладают рядом специфических свойств, которые не позволяют без поправок использовать известные объяснения этого процесса. Наличие пористости у спеченных материалов снижает их физико-механические свойства, в связи с чем особенно эффективно выглаживание, которое повышает эти свойства. С другой стороны, более низкая теплопроводность данных материалов обуславливает возникновение более высоких температур при обработке, противодействующих упрочнению.

Проведены экспериментальные исследования для установления влияния основных параметров процесса алмазного выглаживания на шероховатость обработанной поверхности и поверхностное упрочнение.