

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.

Образцы были изготовлены из спеченного материала инструментального класса типа 20X9 (HRC 55...58) плотностью 94...96%. Эксперименты проводились на токарно-винторезном станке модели ТВ-320. Предварительная обработка - тонкое точение резцами из гексанита-Р.

Выглаживание осуществлялось с помощью упругой державки инструментами из синтетического алмаза сферической формы типа АСПК-3. В качестве СОЖ применялось веретенное масло.

Установлено, что исходная шероховатость обрабатываемой поверхности оказывает значительное влияние на шероховатость выглаженной поверхности. Здесь имеет место технологическая наследственность. Зависимость шероховатости выглаженной поверхности от исходной шероховатости (от подачи при точении) имеет прямолинейный характер (рис. 1, кривая 1). Оказывается, что выглаживание является неэффективным, если шероховатость исходной поверхности ниже 7-го класса.

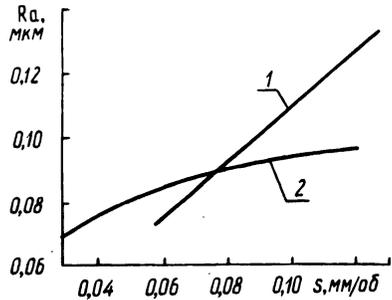


Рис. 1. Зависимость шероховатости выглаженной поверхности от подачи при точении (кривая 1) и при выглаживании (кривая 2); $P_y = 380$, $R = 2,5$ мм.

Т а б л и ц а 1. Матрица планирования и результаты дробного факторного эксперимента

Точки плана W	Факторы						Результаты	
	P_y	s_B	s_T	R	v	K	Шероховатость	Микротвердость
	Кодовое обозначение						Ra, мкм	$H_{D1,962}$, Н/мм ²
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆		
1	-	-	-	+	+	-	0,195	7673,4
2	+	-	-	-	-	+	0,069	8124,8
3	-	+	-	-	+	+	0,113	7378,5
4	+	+	-	+	-	-	0,117	8294,5
5	-	-	+	+	-	+	0,268	7271,6
6	+	-	+	-	+	-	0,139	8208,2
7	-	+	+	-	-	-	0,271	7411,9
8	+	+	+	+	+	+	0,233	8179,7

К основным параметрам процесса алмазного выглаживания, влияющим на качество поверхности, относятся радиальное усилие P_y , подача инструмента s , скорость вращения детали v , число K проходов, а также радиус R рабочей части инструмента [1].

Для установления степени влияния параметров процесса на шероховатость и поверхностное упрочнение использовался дробный факторный эксперимент типа 2^{6-3} [2]. Исходная шероховатость поверхности учитывалась путем варьирования подачи реза при точении.

Матрица планирования и результаты дробного факторного эксперимента представлены в табл. 1. Уровни варьирования факторов определялись исходя из результатов предварительных однофакторных экспериментов и имели следующие пределы: $P_y = 196 \dots 440$ Н (20...45 кгс), $s = 0,005 \dots 0,02$ мм/рад (0,03...0,12 мм/об), $\dot{s} = 0,01 \dots 0,02^P$ мм/рад (0,06...0,12 мм/об), $R = 2,5 \dots 4$ мм, $K = 1 \dots 3$, $v = 184 \dots 1503$ мм/с (11 ... 90 м/мин).

Каждый опыт повторялся два раза. Результаты определялись по пяти измерениям. В табл. 1 указаны средние значения двух повторных опытов.

Шероховатость обработанной поверхности определялась при помощи профилографа-профилометра ПП-201. Микротвердость поверхности измерялась на приборе ПМТ-3 при нагрузке 1,962 Н.

Искомые зависимости можно представить в виде степенной функции

$$Ra = C_{Ra} P_y^{tRa} s_b^{WRa} \dot{s}_t^{tRa} R^{xRa} v^{yRa} K^{zRa}, \quad (1)$$

$$H_{\square} = C_{H_{\square}} P_y^{tH_{\square}} s_b^{WH_{\square}} \dot{s}_t^{tH_{\square}} R^{xH_{\square}} v^{yH_{\square}} K^{zH_{\square}}, \quad (2)$$

В логарифмических координатах уравнения (1) и (2) примут вид

$$y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6. \quad (3)$$

Расчет коэффициентов регрессии, определение их значимости и преобразование независимых переменных к безразмерным переменным производится согласно методике обработки результатов эксперимента [2].

При проверке значимости коэффициентов регрессии оказалось, что влияние скорости вращения и числа проходов K на шероховатость поверхности пренебрежимо мало. На микротвердость по-

верхности значимое влияние оказывает только нормальное усилие. Такой результат согласуется с данными других исследований процесса алмазного выглаживания компактных материалов, в которых установлено, что с изменением скорости выглаживания шероховатость не изменяется и что наибольшее улучшение шероховатости поверхности происходит за первый проход инструмента. При этом основным фактором, влияющим на поверхностное упрочнение, является нормальное усилие.

На основе результатов эксперимента определены коэффициенты регрессии и получены следующие зависимости, связывающие шероховатость и микротвердость поверхности с параметрами процесса выглаживания:

$$Ra = \frac{2,6 \cdot s_B^{0,18} \cdot s_T^{0,75} \cdot R^{1,02}}{P_y^{0,46}}, \quad (4)$$

$$H_{\square} = 6570 \cdot P_y^{0,05}. \quad (5)$$

Из анализа уравнения (4) следует, что при определенном радиусе инструмента наибольшее влияние на шероховатость выглаженной поверхности оказывает исходная шероховатость, получаемая после точения с различными подачами. Если при тонком точении ($s_T = 0,06$ мм/об) образуется шероховатость 7-го класса, то после выглаживания – 9...10-го класса, т.е. шероховатость поверхности уменьшается на 2...3 класса.

Из табл. 1 видно, что наименьшая шероховатость поверхности получается при максимальном усилии, минимальной подаче и минимальной исходной шероховатости, а также при малом радиусе инструмента. Для этих условий (опыт 2) была записана профилограмма поверхности (рис. 2,б). На рис. 2,а показана профилограмма исходной поверхности (после тонкого точения). При увеличении радиуса инструмента площадь контакта между инструментом и обрабатываемой поверхностью увеличивается, что вызывает уменьшение удельного давления на поверхности. Эффект выглаживания при этом уменьшается, что вызывает повышение шероховатости.

На рис. 1 показано влияние подачи при тонком точении и выглаживании на шероховатость выглаженной поверхности, на рис. 3 – влияние усилия выглаживания P_y на шероховатость и микротвердость поверхности. С уменьшением подачи s_B и увеличением усилия шероховатость поверхности уменьшается. С

увеличением усилия происходит повышение микротвердости (рис. 3, кривая 2), дальнейшее увеличение усилия выше какого-то предельного значения ведет к уменьшению микротвердости, что связано с перенаклепом (рис. 3, кривая 2'). Для данных условий обработки при радиусе инструмента $R = 2,5$ мм оптимальное усилие $P_{y \text{ опт}} = 440$ Н (45 кгс). При таком значении усилия микротвердость поверхности повышается в среднем на 30% по отношению к исходной микротвердости.

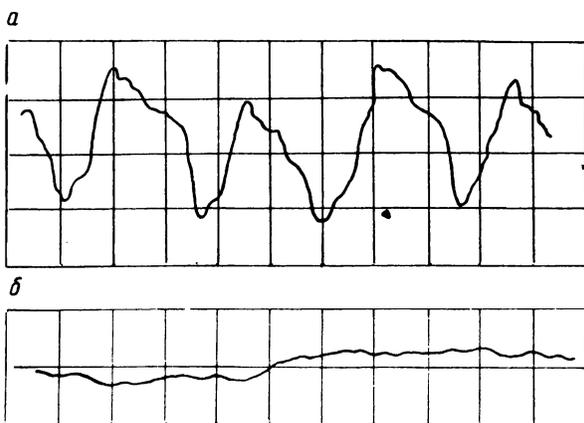


Рис. 2. Профилограмма поверхностей, обработанных тонким точением (а) и алмазным выглаживанием (б) при условиях опыта 2 (вертикальное увеличение $\times 10\ 000$; горизонтальное увеличение $\times 400$).

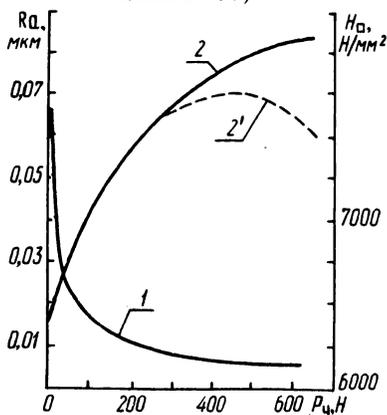


Рис. 3. Зависимость шероховатости выглаженной поверхности (кривая 1) и микротвердости (кривая 2 — расчетная, кривая 2' — истинная) от усилия выглаживания: $s_T = 0,01$ мм/рад (0,06 мм/об); $s_B = 0,005$ мм/рад (0,03 мм/об); $R = 2,5$ мм.

Пористость обрабатываемого материала оказывает заметное влияние на стойкость выглаживателя. При прохождении инструментом пор возникают микроудары, повторяющиеся несколько

раз в некоторые доли секунды. В связи с этим износ алмазного инструмента по сравнению с обработкой компактных материалов происходит значительно интенсивнее.

Л и т е р а т у р а

1. Торбило В.М. Алмазное выглаживание. М., 1972.
2. Адлер Ю.П. и др. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М., 1976.

УДК 621.791.92

А.А.Сакович, В.В.Бабук

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ТЕМПЕРАТУРУ НАГРЕВА ОБРАЗЦОВ ПРИ ТРЕНИИ

Важнейшим показателем при исследовании износостойкости является температурное состояние трущихся поверхностей. Повышение температуры в зоне трения вследствие преобразования механической работы в тепловую изменяет характер взаимодействующих поверхностей, приводит к образованию или разрушению окисных пленок, химических соединений масляных пленок и, следовательно, до некоторой степени характеризует процесс изнашивания, а также существенно влияет на интенсивность износа.

В процессе трения даже незначительное изменение температуры оказывает влияние на диффузионные процессы, происходящие в зоне трения, так как коэффициент диффузии зависит от температуры, входящей в показатель степени.

В работе [1] было выявлено влияние температурного градиента на превращения в металлах, в работе [2] — применительно к трению. Температура трения обычно рассчитывается по формулам Н.Блока [3], Д.К.Егера [4]. Однако сопоставления расчетного значения температуры с экспериментальным положительных результатов не дали. Методика расчета предусматривает использование некоторых опытных данных, получение которых представляет значительные трудности.

В настоящее время неизвестно, какая часть контактирующих поверхностей при трении представляет собой чистый металл и какая покрыта окислами. Кроме того, теплота выделяется в небольших контактных поверхностях и в связи с их малым раз-