

А.А. Плотников, Г.В. Плотникова

Пермский государственный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ МИНИАТЮРНЫХ ДЕТАЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТОЯНИЯ МИКРОВОГЛАЖИВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Проведены исследования основных показателей качества обработанных поверхностей при алмазном микровыглаживании в зависимости от длины пути трения алмазного микровыглаживателя. Рассмотрен показатель качества – упрочнение поверхностного слоя при микровыглаживании сталей и цветных сплавов.

Исследование качества поверхностей обрабатываемых миниатюрных деталей в зависимости от состояния обрабатывающего инструмента является одним из важных аспектов технологического обеспечения качества при алмазном микровыглаживании [1]. Упрочнение поверхностного слоя – важнейший показатель качества, характеризующий уровень технологического обеспечения качества и производительности алмазного микровыглаживания миниатюрных деталей [2] на основе технологического критерия.

Степень упрочнения определяется коэффициентом упрочнения, характеризует упрочняющую способность алмазного микровыглаживателя и определяется по формуле

$$K_{\text{упр}} = \frac{HV_{20\text{мик}}}{HV_{20\text{исх}}},$$

где $HV_{20\text{мик}}$ – микротвердость исходной поверхности перед алмазным микровыглаживанием, ГПа; $HV_{20\text{исх}}$ – микротвердость поверхности после алмазного микровыглаживания, ГПа.

По приведенной выше формуле рассчитаны численные значения коэффициента упрочнения $K_{\text{упр}}$ на различных участках рабочего пути микровыглаживания L_m . Величины показателей на разных отрезках их рабочих путей скольжения для используемых в исследованиях материалов приведены в табл. 1–4. Графическое отображение закономерностей изменения коэффициента упрочнения $K_{\text{упр}}$ по длине рабочего пути трения L_m алмазных микровыглаживателей для сталей 20 и 16Х16НЗМАД представлено на рис. 1, цветных сплавов – латуни ЛС59–1Т и дюралюминия Д1Т – на рис. 2.

Таблица 1

**Изменение параметров микровыглаживания в зависимости от длины
пути алмазного микровыглаживателя по стали 20**

Длина пути L , км	Микротвердость HV_{20} , МПа	Коэффициент упрочнения $K_{упр}$, ед.
1	2600	1,27
2	2580	1,26
3	2540	1,24
6	2480	1,21
9	2410	1,18
12	2310	1,13
15	2290	1,12
18	2270	1,11
21	2270	1,11
24	2250	1,10
27	2210	1,08
30	2210	1,08

Таблица 2

**Изменение параметров микровыглаживания в зависимости от длины
пути алмазного микровыглаживателя
по стали 16Х16НЗМАД**

Длина пути L , км	Микротвердость HV_{20} , МПа	Коэффициент упрочнения $K_{упр}$, ед.
0	5340	1,668
1	5850	1,828
2	5230	1,634
15	4690	1,465
18	4620	1,443
21	4230	1,321
24	3470	1,084
27	3300	1,031
30	3640	1,138

Таблица 3

**Изменение параметров микровыглаживания в зависимости от длины
пути алмазного микровыглаживателя по латуни ЛС59–1Т**

Длина пути L , км	Микровердость HV_{20} , МПа	Коэффициент упрочнения $K_{упр}$, ед.
1	1730	1,27
2	1690	1,24
3	1650	1,21
6	1590	1,17
9	1540	1,13
12	1530	1,12
15	1480	1,08
18	1460	1,07
21	1450	1,07
24	1410	1,04
27	1420	1,04
30	1400	1,03

Таблица 4

**Изменение параметров микровыглаживания в зависимости от длины
пути алмазного микровыглаживателя по дюралюминию Д1Т**

Длина пути L , км	Микротвердость HV_{20} , МПа	Коэффициент упрочнения $K_{упр}$, ед.
1	1150	1,34
2	1120	1,31
3	1110	1,30
6	1100	1,29
9	1070	1,25
12	1060	1,24
15	1010	1,18
18	1000	1,17
21	1000	1,17
24	1000	1,17
27	1010	1,18
30	990	1,16

Как следует из вида полученных уравнений коэффициента сглаживания, кривые зависимостей для всех материалов имеют параболический характер.

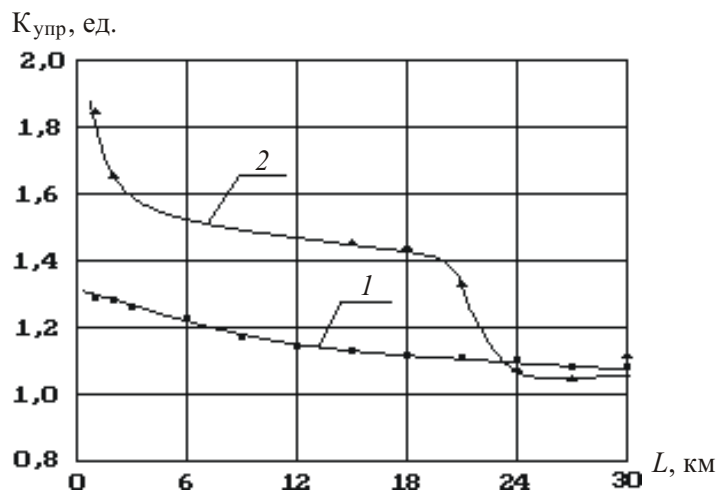


Рис. 1. Зависимость коэффициента упрочнения $K_{упр}$ от длины пути трения L при микровыглаживании сталей: 1 – сталь 20; 2 – сталь 16X16H3MAD

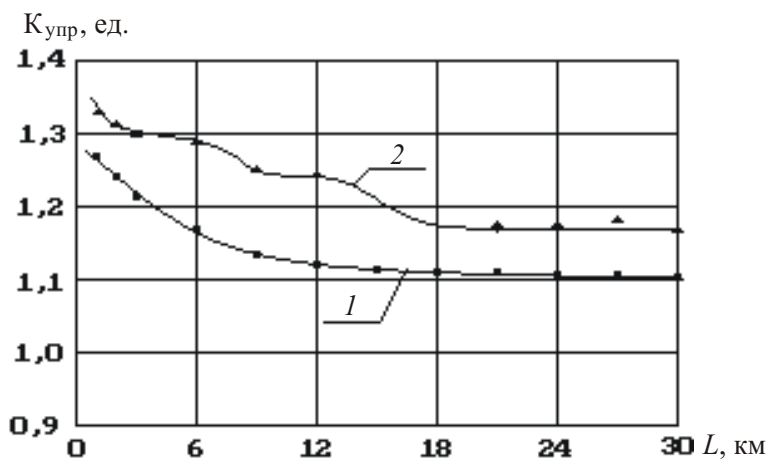


Рис. 2. Зависимость коэффициента упрочнения $K_{упр}$ от длины пути трения L при микровыглаживании цветных сплавов: 1 – латунь ЛС59–1Т; 2 – дюралюминий Д1Т

Уравнения коэффициента упрочнения для каждого микровыглаживаемого материала получены в следующем виде.

– для стали 20:

$$K_{упр} = 1,3009L_M^{-0,0531};$$

– для стали 16X16H3MAD:

$$K_{упр} = 1,8693L_M^{-0,1424};$$

– для латуни ЛС59–1Т:

$$K_{\text{упр}} = 1,2927L_{\text{м}}^{-0,0644};$$

– для дюралюминия Д1Т:

$$K_{\text{упр}} = 1,3607L_{\text{м}}^{-0,0458}.$$

Результаты исследований показывают, что самый высокий коэффициент упрочнения достигнут у легированной стали 16Х16НЗМАД. Максимальное значение коэффициента упрочнения для этой стали достигает 1,6–1,8.

Высокое значение коэффициента сохраняется до значений трения микровыглаживателя $L = 18–20$ км. Затем ресурс инструмента исчерпывается, и он нуждается в переточке.

Несколько ниже коэффициент упрочнения конструкционной стали 20. Здесь его максимальное значение $K_{\text{упр}} = 1,3$. На участке пути трения до 12 км значение коэффициента сглаживания падает до 1,1. На этом ресурс инструмента исчерпывается, и он нуждается в переточке.

У цветных сплавов – латуни ЛС59–1Т и дюралюминия Д1Т – характер изменения упрочнения примерно одинаков. Максимальное значение упрочнения для них составляет $K_{\text{упр}} \sim 1,3$. При этом, несмотря на постепенное уменьшение, удовлетворительное значение коэффициента сглаживания у дюралюминия Д1Т сохраняется на всем пути микровыглаживания – до 30 км. У латуни ЛС59–1Т наблюдается аналогичная картина при несколько низком значении коэффициента. При достижении значения пути трения 24 км значение коэффициента упрочнения становится $K_{\text{упр}} \sim 1,1$.

Параметры уравнений коэффициента упрочнения для различных марок обрабатываемых материалов миниатюрных деталей, рассчитанные по выведенным выше формулам, даны в табл. 5.

Таблица 5

Коэффициенты уравнений основных параметров качества алмазных микровыглаживателей

Параметр	Обозначение	Формула	Коэффициент	Тип обрабатываемого материала			
				Сталь 20	16Х16НЗ	ЛС59–1Т	Д1Т
Упрочнение	$K_{\text{упр}}, \text{ ед.}$	$K_{\text{упр}} = a_4 L_{\text{м}}^{k_4}$	a_4	1,3009	1,8693	1,2927	1,3607
			k_4	–0,0531	–0,1424	–0,0644	–0,0458

Результаты работы позволяют сделать следующие выводы.

1. Выполнено исследование качества поверхностей при алмазном микровыглаживании миниатюрных деталей в зависимости от состояния рабочей

поверхности инструмента, проведенное по технологии, использующей технологический критерий качества и производительности процесса.

2. Проведены эксперименты, исследована и установлена зависимость упрочнения поверхностного слоя от длины пути трения алмазного микровыглаживания для различных материалов, а именно – легированных (16Х16НЗМАД) и конструкционных (сталь 20) сталей, а также цветных сплавов (латунь ЛС59–1Т, дюралюминий Д1Т).

3. Результаты исследований показывают, что при обработке сталей сохраняется хорошее состояние инструмента на пути трения до 6–8 км пути трения. На этом участке он обеспечивает упрочнение (от 1,6 до 1,2). При обработке цветных сплавов сохраняется хорошее состояние инструмента на пути трения до 18–20 км пути трения. На этом участке он обеспечивает удовлетворительное упрочнение (1,3).

4. Все установленные зависимости имеют нелинейный характер, описаны уравнениями корреляционной связи и могут быть использованы в технологической подготовке алмазного микровыглаживания миниатюрных деталей.

Список литературы

1. Торбило В.М. Алмазное выглаживание. – М.: Машиностроение, 1972. – 234 с.

2. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: справочник. – М: Машиностроение, 1987. – 247 с.

Получено 1.07.2010