

А.А. Плотников

Пермский государственный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СГЛАЖИВАНИЯ МИКРОНЕРОВНОСТЕЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ МИНИАТЮРНЫХ ДЕТАЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТОЯНИЯ МИКРОВЫГЛАЖИВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Проведены исследования основных показателей качества обработанных поверхностей при алмазном микровыглаживании в зависимости от длины пути трения алмазного микровыглаживателя. Рассмотрен показатель качества – сглаживание микронеровностей поверхностей 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].

Сглаживание обрабатываемой поверхности – один из важнейших показателей качества, характеризующих уровень технологического обеспечения качества и производительности алмазного микровыглаживания миниатюрных деталей [2].

Коэффициент сглаживания характеризует сглаживающую способность алмазного микровыглаживателя и определяется по формуле

$$K_{\text{сгл}} = \frac{R_{z.\text{исх}}}{R_{z.\text{мик}}},$$

где $R_{z.\text{исх}}$ – шероховатость исходной поверхности перед алмазным микровыглаживанием, мкм;

$R_{z.\text{мик}}$ – шероховатость поверхности после алмазного микровыглаживания, мкм.

По приведенной выше формуле рассчитаны численные значения коэффициента сглаживания $K_{\text{сгл}}$ на различных участках рабочего пути микровыглаживания L_m .

Величины показателей на разных отрезках рабочих путей скольжения для используемых в исследованиях материалов приведены в табл. 1, 2, 3, 4. Графическое отображение закономерностей изменения коэффициента сглаживания $K_{\text{сгл}}$ по длине рабочего пути трения L_m алмазных микровыглаживате-

лей для сталей 20 и 16Х16Н3МАД – 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	Шероховатость R_z , мкм	Коэффициент сглаживания $K_{сгл}$
1	2,29	3,31
2	2,62	2,86
3	2,77	2,74
6	3,30	2,30
9	3,56	2,13
12	3,89	1,95
15	3,91	1,94
18	4,31	1,76
21	4,69	1,62
24	5,03	1,51
27	5,10	1,49
30	5,10	1,49

Таблица 2

**Изменение параметров микровыглаживания
в зависимости от длины пути алмазного микровыглаживателя
по стали 16Х16Н3МАД**

Длина пути L , км	Шероховатость R_z , мкм	Коэффициент сглаживания $K_{сгл}$
0	1,4	2,142
1	1,5	2,000
2	1,4	2,142
15	1,7	1,764
18	1,8	1,666
21	1,8	1,666
24	2,0	1,500
27	2,3	1,300
30	2,5	1,200

Таблица 3

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

Длина пути L , км	Шероховатость R_z , мкм	Коэффициент сглаживания $K_{сгл}$
1	1,63	3,37
2	2,25	2,44
3	2,125	2,50
6	2,40	2,30
9	2,95	1,86
12	2,90	1,89
15	3,00	1,83
18	3,25	1,69
21	3,20	1,72
24	3,50	1,71
27	3,75	1,47
30	4,75	1,15

Таблица 4

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

Длина пути L , км	Шероховатость R_z , мкм	Коэффициент сглаживания $K_{сгл}$
1	2,84	4,15
2	2,91	4,05
3	2,94	4,01
6	3,01	3,92
9	3,30	3,57
12	3,51	3,33
15	3,78	3,12
18	4,15	2,84
21	4,70	2,51
24	5,56	2,12
27	6,02	1,96
30	6,09	1,94

Как следует из вида полученных уравнений коэффициента сглаживания, кривые зависимостей для всех материалов имеют параболический характер. Уравнения коэффициента сглаживания для каждого микровыглаживаемого материала получены в следующем виде:

– для стали 20:

$$K_{сгл} = 3,4666L_m^{-0,2421};$$

– для стали 16Х16Н3МАД:

$$K_{\text{сгл}} = 2,2920L_{\text{м}}^{-0,1391};$$

– для латуни ЛС59–1Т:

$$K_{\text{сгл}} = 3,2477L_{\text{м}}^{-0,2348};$$

– для дюралюминия Д1Т:

$$K_{\text{сгл}} = 4,9843L_{\text{м}}^{-0,2253}.$$

Результаты исследований показывают, что при обработке более твердых материалов – конструкционных и легированных сталей – наиболее высокий коэффициент сглаживания наблюдается до 6–7 км пути трения. На этом участке наблюдается его снижение. Это вызвано тем, что на данном отрезке пути происходит износ алмазного микровыглаживателя, который в дальнейшем, достигнув некоторой величины, замедляется. Соответственно, как следует из графика (см. рис. 1), стабилизируется и падение величины коэффициента сглаживания. Некоторая стабилизация процесса наблюдается до достижения величины пути 18–20 км. Далее происходит падение коэффициента сглаживания и его приближение к значению $K_{\text{сгл}} \sim 1,0$, т.е. к утрате микровыглаживающих свойств инструмента.

Из полученных результатов можно заключить, что при микровыглаживании сталей на режимах, установленных с учетом комплексного технологического критерия, наилучшее качество обработки алмазный микровыглаживатель обеспечивает до достижения им суммарного пройденного пути 6–7 км. Удовлетворительное качество обработки сохраняется до 18–20 км. Дальнейшее использование микровыглаживателя нецелесообразно, и он должен быть переточен.

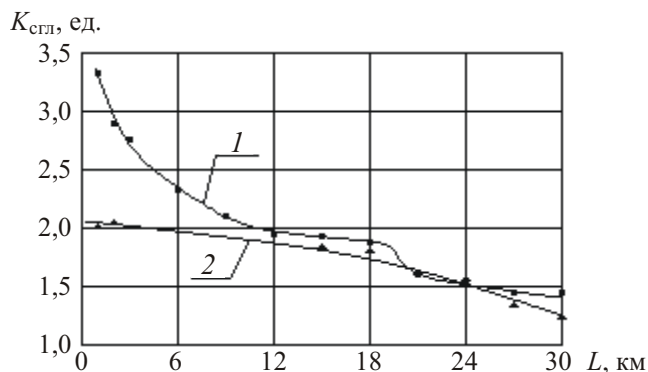


Рис. 1. Зависимость коэффициента сглаживания $K_{\text{сгл}}$ от длины пути трения L при алмазном микровыглаживании сталей: 1 – сталь 20; 2 – сталь 16Х16Н3МАД

При обработке более мягких материалов – цветных сплавов – наиболее высокий коэффициент сглаживания наблюдается у дюралюминия Д1Т: до 12–15 км пути трения. На этом участке наблюдается плавное его снижение. Это вызвано тем, что на данном отрезке пути происходит износ алмазного микровыглаживателя, который в дальнейшем не стабилизируется. Соответственно, как следует из графика (см. рис. 2), наблюдается постоянное падение величины коэффициента сглаживания. Утрата микровыглаживающих свойств микровыглаживателя наблюдается при достижении величины пути 24–25 км. Достаточно высокий коэффициент сглаживания наблюдается и у латуни ЛС59–1Т. Однако данные свойства отмечаются только на отрезке до 5–6 км. После 8 км пути качество обработки становится неудовлетворительным при $K_{\text{сгл}} \sim 2,0$.

Из полученных результатов можно заключить, что при микровыглаживании сталей на режимах, установленных с учетом технологического критерия, наилучшее качество обработки ($K_{\text{сгл}} = 3,4-2,0$) алмазный микровыглаживатель обеспечивает до достижения им суммарного пройденного пути 6–7 км. Удовлетворительное качество обработки сохраняется до 18–20 км ($K_{\text{сгл}} = 2,0$). Дальнейшее использование микровыглаживателя нецелесообразно, и он должен быть переточен. При обработке цветных сплавов алмазный микровыглаживатель сохраняет работоспособность и обеспечивает хорошее качество поверхностей ($K_{\text{сгл}} = 4,2-2,0$) до 18–20 км пути.

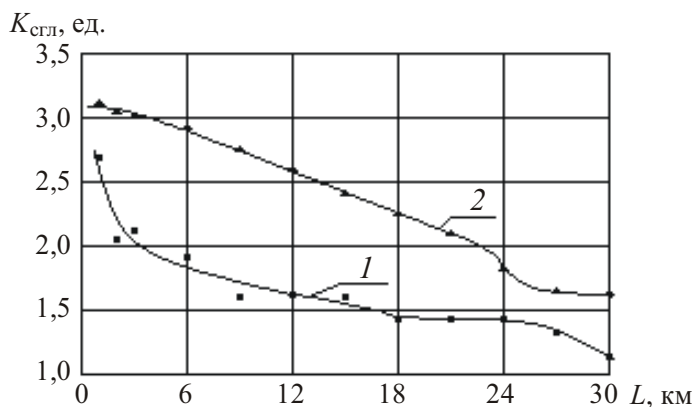


Рис. 2. Зависимость коэффициента сглаживания $K_{\text{сгл}}$ от длины пути трения L при микровыглаживании цветных сплавов: 1 – латунь ЛС59–1Т; 2 – дюралюминий Д1Т

Параметры уравнений коэффициента сглаживания для различных марок обрабатываемых материалов, рассчитанные по выведенным выше формулам, приведены в табл. 5.

**Коэффициенты уравнений основных параметров качества
алмазных микровыглаживателей**

Параметр	Обозначение	Формула	Коэффициент	Тип обрабатываемого материала			
				Сталь 20	16Х16НЗ	ЛС59–1Т	Д1Т
Сглаживание	$K_{\text{сгл}}$, ед.	$K_{\text{сгл}} = a_3 L_M^{k_3}$	a_3	3,4666	2,2920	3,2477	4,9843
			k_3	-0,2421	-0,1391	-0,2348	-0,2253

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 сглаживания поверхности 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 удовлетворительное сглаживание (от 3,5 до 2,0) и 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 сглаживание (от 4,2 до 2,0) и 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.
2. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: справочник. – М.: Машиностроение, 1987.

Получено 20.05.2010