

УДК 621.923

ШЕРОХОВАТОСТЬ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ
ПРИ ГЛУБИННОМ ШЛИФОВАНИИ

Ф.В. Новиков, Ю.Г. Гуцаленко

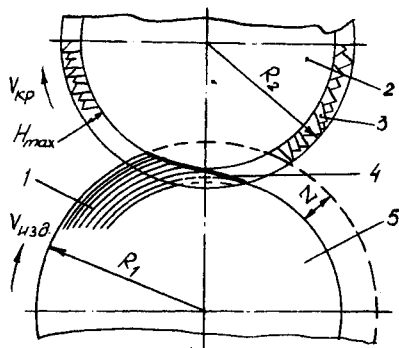
(Харьковский политехнический институт)

Процесс круглого продольного глубинного шлифования можно интенсифицировать, применяя схему обработки, характеризующуюся

небольшой скоростью изделия ($V_{изд} = 1 \div 5$ м/мин) и продольной подачей, близкой к ширине круга [1,2]. При таком сочетании режимных параметров уменьшается нагрузка, действующая на режущие зерна, и повышается производительность шлифования.

Аналитическое описание шероховатости обработанной поверхности, выявление ее взаимосвязи с производительностью обработки и максимальной толщиной среза позволяет дать рекомендации по выбору оптимальных режимов.

Снимаемый припуск представим пакетом элементарных цилиндрических оболочек, на каждой из которых в результате последовательного действия режущих зерен круга формируется профиль, с относительной полнотой $\varepsilon(y)$ характеризующий степень удаления металла с поверхности элементарной оболочки [3]. Совокупность точек в режущем слое



с элементарных оболочек происходит полный сьем металла ($\varepsilon(y) \cong 1$), представляет собой границу завершения диспергирования металла режущими зернами и имеет вид, показанный на рис. I. Уравнение границы линии полного сьема металла аналитически описывается следующим выражением:

Рис. I. Расчетная схема глубинного шлифования: 1 - элементарные цилиндрические оболочки снимаемого припуска; 2 - шлифовальный круг; 3 - выступающие над связкой режущие зерна; 4 - линия полного сьема металла; 5 - изделие

$$H_T = \sqrt[3]{\frac{9\sqrt{2}\delta \sqrt{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \cdot V_{изд}}{k V_{кр} \operatorname{tg} \gamma}} \cdot \sqrt[6]{Z_T}, \quad (I)$$

где Z_T - координата элементарной цилиндрической оболочки, мм;
 δ - максимальная высота выступающих зерен над связкой, мм;
 $V_{кр}$ и $V_{изд}$ - соответственно скорость круга и изделия, м/с;
 R_1 и R_2 - соответственно радиус изделия и круга, мм;
 k - поверхностная концентрация зерен, шт/мм²;
 2γ - угол при вершине зерна.

Максимальная глубина внедрения металла в рабочую поверхность круга H_{max} наблюдается у периферийной оболочки (см.

рис. 1), радиальная скорость внедрения которой в слой зерен наибольшая. С оболочек, показанных на рис. 1 штриховой линией, за один продольный ход стола полный сьем металла не успевает произойти и завершается при последующем проходе. Максимальная высота остаточных микронеровностей на поверхности изделия определяется координатой Z_{T_0} элементарной оболочки, полный профиль которой формируется в момент ее выхода из рабочей поверхности круга. Параметр шероховатости Z_{T_0} получим из условия $Z_{T_0} = H_{T_0}$, где

$$H_{T_0} = \sqrt[3]{\frac{9\sqrt{2} \cdot \theta \sqrt{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \cdot V_{изд}}{2kV_{кр} \operatorname{tg} \gamma}} \cdot \sqrt[6]{Z_{T_0}} \quad (2)$$

После преобразований имеем

$$Z_{T_0} = H_{max} \sqrt[5]{\frac{H_{max}}{4Z}} \quad (3)$$

Зависимость максимальной толщины единичного среза H_{max} от режимных и геометрических параметров процесса имеет вид (1). Окончательно параметр шероховатости Z_{T_0} обработанной поверхности при шлифовании по предлагаемой схеме обработки получим после подстановки (1) в (3) с учетом $\theta = (1 - \varepsilon)x$, $k = \frac{3m(1-\varepsilon)}{200\pi x^2}$ (x - зернистость круга; m - объемная концентрация; $(1 - \varepsilon)$ - коэффициент, учитывающий прочность удержания зерна в связке):

$$Z_{T_0} = \sqrt[5]{\frac{18 \cdot 10^4 \pi \bar{x}^6 V_{изд}^2 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)}{m^2 V_{кр}^2 \operatorname{tg}^2 \gamma}} \quad (4)$$

Как следует из (4), при однофакторном изменении режимных параметров и сохранении условия $B_1 = 2,9B$ (B_1 - продольная подача, мм/об; B - ширина круга, мм) глубина шлифования Z не влияет на шероховатость обработанной поверхности. Изменение $V_{кр}$, $V_{изд}$ и объемной концентрации m приводит к несущественному изменению Z_{T_0} . Из всех входящих в выражение (4) параметров наиболее ощутимое влияние на шероховатость оказывает зернистость круга.

Экспериментальные и расчетные соотношения $Z_{T_0} = 4R_a$ с учетом значения параметра шероховатости R_a , показывающие достоверность рассмотренной математической модели шлифования, приведены в таблице.

Шероховатость обработанной поверхности R_a , мкм

Способ определения	R_a при скорости изделия (м/мин)			
	1	3	4	6
Экспериментальный	1,10	1,65	2,05	2,17
Расчетный	1,10	1,70	1,91	2,31

Примечание. Режимы обработки: $V_{кр} = 30$ м/с, $B_f = 20$ мм/об, $Z = 0,3$ мм/ход. Круг АПШ 300x25x5 АСВ I60/I25 МНI-100%, $\bar{x} = 140$ мкм, $m = 100\%$, $tg\gamma = 1$. Обрабатываемый материал: твердый сплав ВК8, $R_f = 100$ мкм.

Для выбора оптимальных режимных параметров шлифования сопоставим аналитические зависимости шероховатости Z_{T0} (4) и производительности Q шлифования.

$$Q = B_f V_{изд} Z. \quad (5)$$

Следуя (5), Q можно повысить, увеличив скорость изделия $V_{из}$ и глубину шлифования Z . Уменьшение параметра шероховатости Z_{T0} без снижения производительности возможно путем повышения Z_{T0} и уменьшения $V_{изд}$. Следовательно, схема глубинного шлифования с небольшой скоростью изделия ($V_{изд} = 1 + 5$ м/мин) и продольной подачей, близкой ширине круга, наряду с повышением производительности шлифования позволяет добиться уменьшения максимальной высоты микронеровностей обработанной поверхности.

На практике, в частности при круглом наружном шлифовании многолезвийных инструментов, получила распространение схема глубинного шлифования со скоростью изделия 20 - 30 м/мин и продольной подачей, не превышающей 0,1 ширины круга [4]. Съем металла в этом случае осуществляется коническим заборным участком круга, который образуется в результате неравномерности нагрузки и износа периферии круга. Заборная часть круга формируется следующим образом. В начальный момент обработки в резании участвует только участок круга шириной B_f , по мере износа его в работу включается соседний участок, удаляющий металл, не снятый первым участком. Износ второго участка приводит к включению в работу третьего участка и в дальнейшем всей ширины круга. В результате на поверхности круга образуется ступенчатый заборный конус, который в дальнейшем подчиняется равномерному линейному

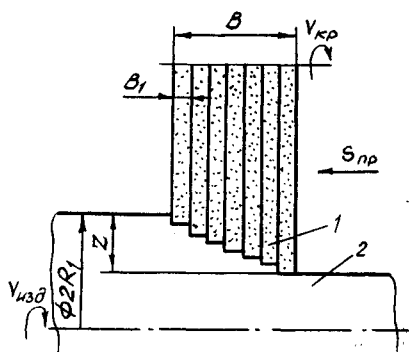


Рис. 2. Взаимодействие шлифовального круга 1 с обрабатываемым изделием 2

что при одинаковой производительности процесса максимальная высота микронеровностей обработанной поверхности при шлифовании по градлагаемой схеме ($V_{изд} = 1 + 5$ м/мин) меньше, чем при применяемой на практике ($V_{изд} = 20 + 30$ м/мин). Кроме этого, процесс глубинного шлифования с небольшой скоростью изделия согласно (1) характеризуется меньшей максимальной толщиной единичного среза, что позволяет без снижения производительности обработки уменьшить износ круга.

износу по всей его длине (рис. 2). Окончательное формирование шероховатости обработанной поверхности происходит в результате контакта с изделием последнего рабочего участка круга, что с кинематической точки зрения ничем не отличается от рассмотренной выше схемы шлифования и поэтому описывается зависимостью (4).

Сравнение двух схем обработки по параметру шероховатости Z_{T0} показывает,

ЛИТЕРАТУРА

1. Раб А.Ф., Новиков Ф.В., Сошников С.А. Условные напряжения как ограничивающий фактор интенсификации процесса шлифования. - В кн.: Тез. докл. конф. "Современные проблемы резания инструментами из сверхтвердых материалов". Харьков, 1981, т.2, с. 192-194.
2. Новое в кинематике образования шероховатости поверхности при шлифовании /Раб А.Ф. и др. - В кн.: Тез. докл. сем. "Прогрессивные методы повышения качества, долговечности и надежности деталей машин при алмазно-абразивной обработке". Волжский, 1981, с. 63-64.
3. Раб А.Ф., Новиков Ф.В. Оптимизация процесса круглого продольного шлифования по кинематической производительности. - Резание и инструмент, 1981, вып. 26, с. 162-166.

4. Захаренко И.П. Рациональное использование сверхтвердых абразивных материалов в инструментальном производстве. - Киев: Наукова думка, 1979. - 156 с.