

УДК 621.923

Ф.В. Новиков, С.А. Дитиненко, А.Н. Ковальчук*Харьковский национальный экономический университет***Прецизионная обработка твердосплавных изделий алмазными кругами на металлических связках**

Предложена эффективная технология и приведены результаты теоретических исследований прецизионной обработки твердосплавных изделий алмазными кругами на металлических связках.

Алмазное шлифование широко используется для обработки твердосплавных изделий. Вместе с тем, вопросы повышения производительности и качества обработки при алмазном шлифовании не утратили своей актуальности и в настоящее время. В особенности это относится к операциям круглого наружного шлифования. Для определения путей повышения производительности Q и снижения шероховатости R_a обработки нами получена аналитическая зависимость, увязывающая оба эти параметра [1, 2]:

$$Q = B \cdot V_{\text{дет}} \cdot t = \frac{m \cdot B \cdot V_{\text{кр}} \cdot t}{\pi \cdot \bar{X}^3 \cdot \sqrt{\rho}} \cdot \frac{(1 + \eta)}{(1 - \eta)^2} \cdot \left(\frac{R_a}{2} \right)^{2,5}, \quad (1)$$

где m – объемная концентрация зерен круга;

\bar{X} – зернистость круга, м;

B – ширина круга, м;

$V_{\text{кр}}, V_{\text{дет}}$ – соответственно скорости круга и детали, м/с;

t – глубина шлифования, м;

$$\rho = \frac{1}{R_{\text{кр}}} + \frac{1}{R_{\text{дет}}};$$

$R_{\text{кр}}, R_{\text{дет}}$ – соответственно радиусы круга и детали, м;

$$\eta = \frac{x}{H} = \frac{x}{x + H_{\text{max}}} \quad \text{– безразмерный коэффициент, учитывающий}$$

степень затупления зерен круга и изменяющийся в пределах $0 \dots 1$ ($\eta \rightarrow 0$ – для острых зерен, $\eta \rightarrow 1$ – для затупленных зерен);

x – величина линейного износа, максимально выступающего над связкой зерна, м;

H – условная максимальная глубина внедрения зерен в обрабатываемый материал, отсчитывается от вершины исходного неизношенного максимально выступающего над уровнем связки зерна, м;

H_{max} – максимальная (приведенная) толщина среза, м;

$$H_{\text{max}} = \sqrt[3]{\frac{630 \cdot \pi \cdot \bar{X}^3 \cdot V_{\text{дет}} \cdot \sqrt{t \cdot \rho} \cdot (1 - \eta)^2}{m \cdot V_{\text{кр}} \cdot (1 + \eta)}}. \quad (2)$$

Как следует из зависимости (1), наибольшее влияние на производительность обработки Q оказывает безразмерный коэффициент η . С его увеличением $\eta \rightarrow 1$ производительность обработки неограниченно увеличивается. Выполнить условие $\eta \rightarrow 1$ можно за счет существенного увеличения величины $x \rightarrow H$ (или $H_{\text{max}} \rightarrow 0$), т.е. искусственно создавая на вершинах зерен значительные площадки и обеспечивая при этом процесс резания.

Очевидно, создать значительные площадки на вершинах зерен алмазных кругов на относительно мягких связках (органических, керамических) не представляется возможным вследствие низкой прочности удержания зерен в связке. Их можно создать на вершинах зерен алмазных кругов на металлических связках, предварительно обеспечив увеличенное выступание зерен над уровнем связки круга за счет применения эффективных методов электроэрозионной или электрохимической правки. Для разрушения выступающей над уровнем связки части алмазного зерна и образования площадки можно использовать метод шлифования алмазным кругом на металлической

связке изделия из сверхтвердого материала, например, алмазного карандаша, пластины из поликристаллического синтетического сверхтвердого материала и т.д. [3].

Для проверки теоретических положений были проведены экспериментальные исследования на операции круглого наружного шлифования твердосплавных изделий. Алмазный круг на металлической связке 1A1 300x20x5 AC6 100/80 M1-01 4 предварительно подвергался электроэрозионной правке с целью устранения его биения и качественного вскрытия алмазоносного слоя (обеспечения увеличенного выступания зерен над уровнем связки). Затем производилось шлифование по жесткой схеме алмазным кругом алмазного карандаша, который крепился в специально предназначенном для этого устройстве на круглошлифовальном станке. Глубина шлифования составляла 0,02 мм, выполнялось несколько продольных ходов стола станка.

Подготовленный таким способом алмазный круг на металлической связке был использован для круглого наружного шлифования твердосплавных изделий. В ходе испытаний установлено, что шероховатость обработки равна $R_a = 0,1$ мкм, тогда как после шлифования вновь заправленным электроэрозионным методом этим же алмазным кругом шероховатость обработки находилась на уровне $R_a = 2$ мкм (приработка круга в течение 30 мин позволила уменьшить шероховатость лишь до уровня $R_a = 1$ мкм).

Как видим, шлифование специально подготовленным к работе алмазным кругом на металлической связке позволяет существенно снизить шероховатость обработки. При этом алмазный круг обеспечивает достаточно производительный съём обрабатываемого материала (глубина шлифования $t = 0,02 \dots 0,05$ мм) в течение длительного периода времени шлифования (30 мин и более).

Было проведено сравнение расчетных и экспериментальных значений размеров площадок на вершинах зерен. Расхождение составило всего 10%. Максимальный диаметр площадки на зерне составляет 30...40 мкм (рис. 1, рис. 2), что равно примерно третьей части его размера.

На основе теоретических и экспериментальных исследований разработан эффективный технологический процесс прецизионной обработки цилиндрических твердосплавных поверхностей, включающий предварительную электроэрозионную правку и специаль-

ную технологию подготовки алмазного круга на металлической связке к работе (создание площадок на вершинах алмазных зерен).

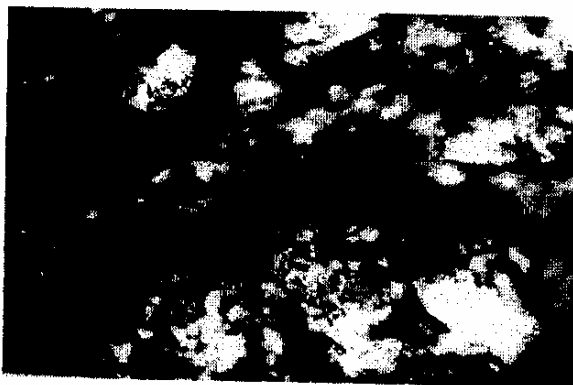


Рис. 1. Фотография участка рабочей поверхности алмазного круга на металлической связке с площадками на вершинах зерен (увеличение $\times 500$)

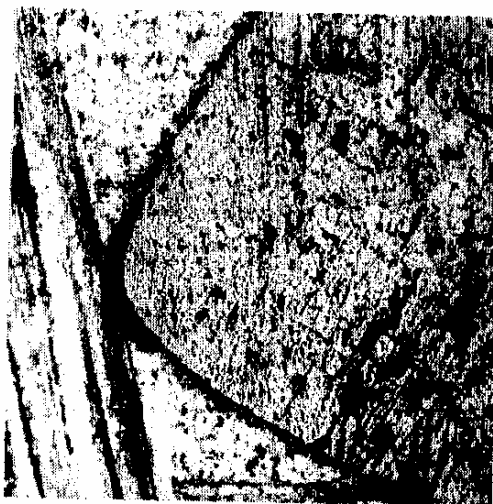


Рис. 2. Фотография участка рабочей поверхности алмазного правящего карандаша типа 04 «Славутич» после шлифования его алмазным кругом на металлической связке, увеличение $\times 100$

Процесс обеспечивает повышение производительности и снижение технологической себестоимости при выполнении высоких требований по качеству обработки (параметр шероховатости $R_a = 0,1$ мкм) на операции круглого наружного продольного шлифования алмазным кругом на металлической связке. Это позволяет в ряде случаев исключить последующую трудоемкую операцию доводки свободным абразивом (алмазной пастой) из технологического процесса, а в ряде случаев снизить ее трудоемкость, что в целом в несколько раз повы-

шает производительность технологического процесса обработки. Разработанный технологический процесс внедрен на Харьковском машиностроительном заводе «ФЭД» при прецизионной обработке ответственных твердосплавных изделий.

1. Теоретические основы резания и шлифования материалов [Текст]: учеб. пособие / А.В. Якимов, Ф.В. Новиков, Г.В. Новиков, Б.С. Серов, А.А. Якимов. Одесса: ОГПУ, 1999. 450 с.

2. Новиков, Ф.В. Технология и теория прецизионной обработки твердосплавных инструментов алмазными кругами на металлических связках [Текст] / Ф.В. Новиков, С.А. Дитиненко // Физические и компьютерные технологии: тр. 8-й Междунар. науч.-техн. конф. Харьков: ХНПК «ФЭД», 2003. С. 34-39.