

ОКОНЧАТЕЛЬНОЕ ШЛИФОВАНИЕ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ИЗДЕЛИЙ АЛМАЗНЫМИ КРУГАМИ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СВЯЗКАХ

При обработке твердосплавных изделий широко используется алмазное шлифование. Однако его производительность не всегда превышает производительность обычного абразивного шлифования при условии обеспечения высококачественной обработки. Поэтому важно провести теоретические и экспериментальные исследования условий повышения производительности Q и снижения шероховатости R_a обработки при круглом наружном шлифовании на основе полученной аналитической зависимости [1]:

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

где B – ширина круга, м; $V_{кр}, V_{дет}$ – соответственно скорости круга и детали, м/с; t – глубина шлифования, м; $\rho = \frac{1}{R_{кр}} + \frac{1}{R_{дет}}$; $R_{кр}, R_{дет}$ – соответственно радиусы круга и детали, м;

m – объемная концентрация зерен круга; \bar{X} – зернистость круга, м; $\eta = \frac{x}{H} = \frac{x}{x + H_{max}}$ – 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;

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

Согласно 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 $H_{max} \rightarrow 0$), искусственно создавая на вершинах зерен значительные площадки и обеспечивая при этом процесс резания (съем материала).

Как известно, создать значительные площадки на вершинах зерен алмазных кругов на относительно мягких связках (органических, керамических) не

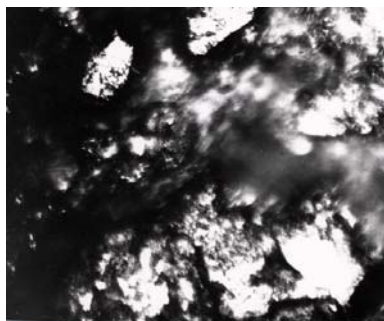
представляется возможным вследствие низкой прочности удержания зерен в связке. Их можно создать на вершинах зерен алмазных кругов на металлических связках, предварительно обеспечив увеличенное выступание зерен над уровнем связки круга за счет применения эффективных методов электроэрозионной или электрохимической правки.

Для разрушения выступающей над уровнем связки части алмазного зерна и образование 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. [2].

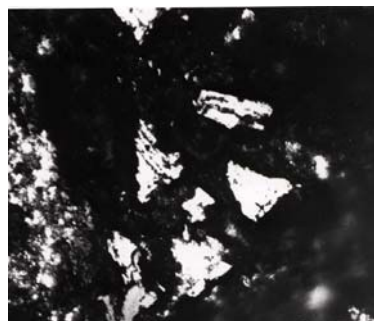
Предварительно алмазный круг на металлической связке 1А1 300х20х5 АС6 100/80 М1-01 4 подвергался электроэрозионной правке с целью устранения его биения и качественного вскрытия алмазоносного слоя (обеспечения увеличенного выступания зерен над уровнем связки). Затем производилось шлифование по жесткой 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 испытан на операции круглого наружного шлифования твердосплавных изделий, в результате чего 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).

Таким образом, шлифование специально подготовленным к работе алмазным кругом на металлической связке позволило существенно снизить шероховатость обработки при достаточно высокой производительности (глубина шлифования $t=0,02\dots0,05$ мм) в течении длительного периода времени шлифования (30 мин и более).



а



б

Рис.1. Рабочая поверхность алмазного круга 1А1 300х20х5 АС6 100/80 М1-01 4 (светлые участки на фотографиях – алмазные зерна)

Сравнение расчетных и экспериментальных значений размеров площадок на вершинах зерен показало, что их расхождение составило всего 10 %. Макси-

мальный диаметр площадки на зерне равен 30...40 мкм (рис. 1,а,б), т.е. примерно третьей части размера зерна. На рис.2, а, б показаны фотографии рабочей поверхности алмазного карандаша (с хаотическим расположением зерен) после его шлифования алмазным кругом.



Рис.2. Рабочая поверхность алмазного правящего карандаша (темные участки на фотографии (а) алмазные зерна; на фотографии (б) показано алмазное зерно в увеличенном масштабе)

Используя теоретические и экспериментальные исследования, был разработан эффективный технологический процесс окончательной обработки шлифованием цилиндрических твердосплавных изделий, включающий предварительную электроэрозионную правку и специальную технологию подготовки алмазного круга на металлической связке к работе (создание площадок на вершинах алмазных зерен). Установлено, что процесс шлифования 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 повышает производительность технологического процесса обработки. Разработанный технологический процесс шлифования с высокой эффективностью был внедрен на Харьковском машиностроительном заводе “ФЭД” при окончательной обработке твердосплавных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общ. ред. Ф. В. Новикова и А. В. Якимова. В десяти томах. – Одесса: ОНПУ, 2002. – Т.4. “Теория абразивной и алмазно-абразивной обработки материалов”. – 802 с.

3. Новиков Ф. В. Технология и теория прецизионной обработки твердосплавных инструментов алмазными кругами на металлических связках / Ф. В. Новиков, С. А. Дитиненко // Физические и компьютерные технологии: труды 8-й Междунар. научно-техн. конф., 9–10 декабря 2003, Харьков. – Х.: ХНПК “ФЭД”, 2003. – С. 34–39.