

## ФИНИШНАЯ ОБРАБОТКА ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ИЗДЕЛИЙ АЛМАЗНЫМИ КРУГАМИ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СВЯЗКАХ

Новиков Ф.В., докт. техн. наук, Дитиненко С.А., Ковальчук А.Н.

(г. Харьков, Украина)

*The effective technology is offered and results of theoretical researches of precision processing of products from a firm alloy are resulted by diamond circles.*

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 эти оба параметра [1, 2]:

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

где  $m$  - объемная концентрация зерен круга;  $\bar{X}$  - зернистость круга, м;  $B$  - 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;

$\eta = \frac{x}{H} = \frac{x}{x + H_{max}}$  - 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;

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

Как следует из зависимости (1), наибольшее влияние на производительность обработки  $Q$  оказывает безразмерный коэффициент  $\eta$ . 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  $H_{max} \rightarrow 0$ ), т.е. искусственно создавая на вершинах зерен значительные площадки и обеспечивая при этом процесс резания (съем материала).

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 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. [3].

Для проверки теоретических положений были проведены экспериментальные исследования на операции круглого наружного шлифования твердосплавных изделий. Алмазный круг на металлической связке 1А1 300х20х5 АС6 100/80 М1-01 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 течении 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 съем обрабатываемого материала (глубина шлифования  $t=0,02...0,05$  мм) в течении длительного периода времени шлифования (30 мин и более).

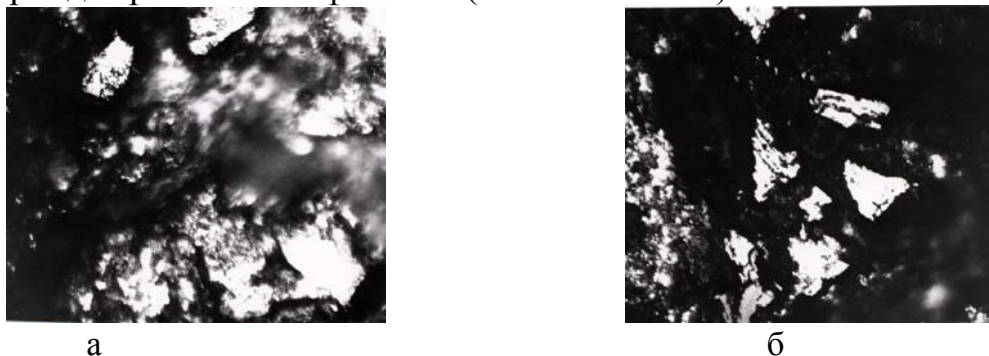


Рис.1. Рабочая поверхность алмазного круга 1А1 300х20х5 АС6 100/80 М1-01 4 (светлые участки на фотографиях – алмазные зерна).



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

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, а, б), что равно примерно третьей части его размера. На рис.2, а, б показаны фотографии рабочей поверхности алмазного карандаша (с хаотическим расположением зерен) после его шлифования алмазным кругом.

На основе теоретических и экспериментальных исследований разработан эффективный технологический процесс прецизионной обработки цилиндрических твердосплавных поверхностей, включающий предварительную электроэрозионную правку и специальную технологию подготовки алмазного круга на металлической связке к работе (создание площадок на вершинах алмазных зерен). 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 повышает производительность технологического процесса обработки. Разработанный технологический процесс внедрен на Харьковском машиностроительном заводе “ФЭД” при прецизионной обработке ответственных твердосплавных изделий.

**Литература:** 1. Теоретические основы резания и шлифования материалов: Учеб. пособие / А.В. Якимов, Ф.В. Новиков, Г.В. Новиков, Б.С. Серов, А.А. Якимов. – Одесса: ОГПУ, 1999. – 450 с. 2. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общ. ред. Ф.В. Новикова и А.В. Якимова. В десяти томах. – Т.4. “Теория абразивной и алмазно-абразивной обработки материалов”. – Одесса: ОНПУ, 2002. – 802 с. 3. Новиков Ф.В., Дитиненко С.А. Технология и теория прецизионной обработки твердосплавных инструментов алмазными кругами на металлических связках // Труды 8-й Международной научно-технической конференции. Физические и компьютерные технологии. – Харьков: ХНПК “ФЭД”, 2003. – С. 34-39.