

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АЛМАЗНЫХ КРУГОВ С НАНОСТРУКТУРНЫМ ТВЕРДЫМ СПЛАВОМ «ВОЛКАР»

In the article the features of co-operation of diamond circles are considered with the nanostructure hard alloy of «WolKar». On the basis of these features workability of nanostructure hard alloy of «WolKar» is determined.

Наноструктурный твердый сплав на основе монокарбида вольфрама «ВолКар», характеризуется высокой износостойкостью и несомненно перспективен в качестве инструментального режущего материала особенно при обработке высокотвердых сталей и сплавов. Применение режущих пластин из рассматриваемого инструментального материала позволяет существенно повысить производительность обработки за счет увеличения скорости резания и в ряде случаев заменить дорогостоящий инструмент из кубического нитрида бора [1]. Поэтому естественно предположить, что, обладая повышенными по сравнению с традиционными твердыми сплавами физико-механическими свойствами, наноструктурный твердый сплав «ВолКар» характеризуется худшей обрабатываемостью. Поэтому оценка обрабатываемости этого материала с применением технологии алмазно-искрового шлифования (АИШ) представляет значительный интерес. Ранее нами были определены оптимальные электрические параметры АИШ по минимальной себестоимости шлифования (среднее значение величины технологического тока $I_{cp} = 5A$, частота электроимпульсов $f = 22kГц$, скважность $n_{скв} = 2$). Вместе с тем обрабатываемость материала удобно оценивать с позиций особенностей его взаимодействия с рабочей поверхностью алмазного круга.

Одним из наиболее распространенных критериев оценки этого взаимодействия является коэффициент шлифования ($K_{ш}$). Он отражает процесс резания в динамике, влияние температурно-скоростного фактора, характеризует свойства обрабатываемого материала, условия внедряемости рельефа в него, а значит и сравнительную режущую способность круга. Рассматриваемый критерий меньше единицы и при определенных условиях обработки может приближаться даже к коэффициенту трения пары – шлифовальный круг – обрабатываемый материал [2].

Коэффициент шлифования определяется из соотношения:

$$K_{ш} = \frac{P_z}{F_y},$$

где P_z – тангенциальная сила резания, Н; F_y – радиальная сила резания, Н.

Коэффициент шлифования оценивался в зависимости от различных факторов: режимов резания – нормального давления (P_n), скорости резания (V), характеристик алмазного круга – зернистости (Z), концентрации (K), а также времени шлифования (T).

Для сравнения исследовалась обрабатываемость пластин из наноструктурного твердого сплава «ВолКар» и традиционного твердого сплава ВК6.

Эксперименты проводились на универсально-заточном станке модели 3Д642Е, модернизированном применительно к обработке методом АИШ, а в качестве источника тока был выбран специальный генератор импульсов.

В условиях АИШ во всем диапазоне увеличения нормальных давлений $K_{ш}$ возрастает (рис. 1), что объясняется развитостью рабочей поверхности круга, высокой внедряемостью режущих микрокромки и, как следствие, опережающим ростом силы P_z . Дальнейшее повышение нормального давления приводит к замедлению роста силы P_z из-за некоторого притупления режущих элементов и периодически появляющейся вероятности контакта связки круга с обрабатываемым материалом. При АИШ взаимодействие обрабатываемого материала с кругом определяется в основном характером контактирования его с алмазными зернами, трение связки занимает небольшую долю в общей работе шлифования и оказывает слабое влияние на изменение тангенциальной силы P_z . В связи с изложенным следует отметить, что по величине $K_{ш}$ можно установить сравнительную обрабатываемость материалов, а именно – большим значениям $K_{ш}$ соответствует лучшая обрабатываемость.

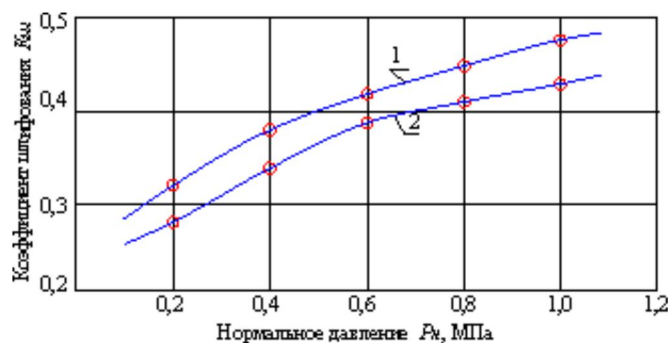


Рис. 1 – Влияние нормального давления на коэффициент шлифования
1–ВК6, 2 – «ВолКар»; $V=25$ м/с; круг 12А2-45° АС6 100/80 М1-01-4.

Изменение скорости резания от 15 до 35 м/с оказывает весьма незначительное влияние на $K_{ш}$ (рис. 2), что

связано с постоянством сил резания при алмазно-искровом шлифовании, и может быть объяснено постоянством коэффициентов трения алмаза с обрабатываемым материалом при повышении скорости шлифования. Известно, что при точении материалов, не вступающих во взаимодействие с алмазом, и когда практически имеет место чистый контакт его с обрабатываемым материалом, силы резания с увеличением скорости также не изменяются [3].

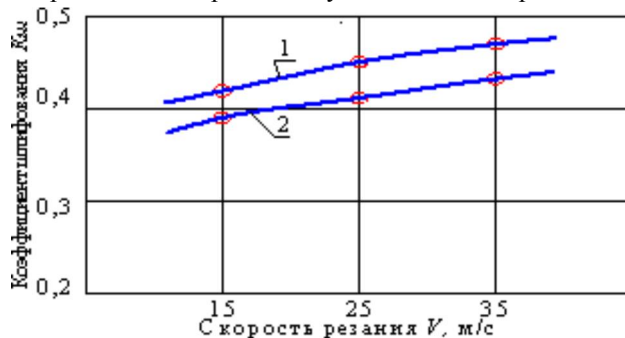


Рис. 2 – Влияние скорости резания на коэффициент шлифования 1–VK6, 2 – «ВолКар»; $R_n=0,8$ МПа; круг 12A2-45° AC6 100/80 M1-01-4.

При алмазно-искровом шлифовании изменение зернистости в диапазоне от 50/40 до 160/125 незначительно влияет на $K_{ш}$ (рис. 3), что объясняется ростом сил резания в связи с количественным фактором и соответственно возрастанием суммарного сечения среза. Можно предположить, что количественный фактор с повышением зернистости при АИШ твердых материалов не играет существенной роли, так как у кругов повышенных зернистостей крупные зерна, имеющие более низкую динамическую прочность по сравнению с мелкими зернами, при износе и поверхностном разрушении образуют большое количество микрокромок, и таким образом фактор зернистости в этих условиях нивелируется.

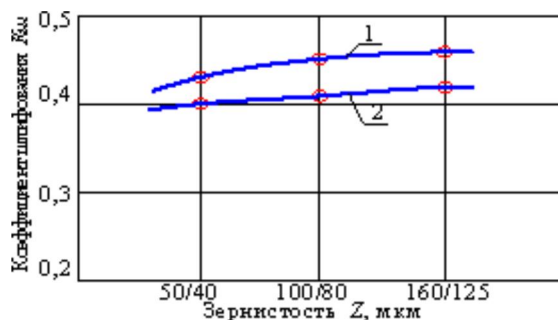


Рис. 3 – Влияние зернистости кругов алмазов на коэффициент шлифования 1–VK6, 2 – «ВолКар»; $R_n=0,8$ МПа; $V=25$ м/с; круг 12A2-45° AC6 M1-01-4.

Поскольку алмазно-искровое шлифование обеспечивает активную самозатачиваемость режущего рельефа и рабочая поверхность круга практически не засаливается [4], то при шлифовании твердого сплава «ВолКар» и обычных твердых сплавов коэффициент шлифования $K_{ш}$ в течении длительного промежутка времени практически не изменяется (рис. 4). Только в условиях шлифования, когда режущая поверхность приобретает устойчивый характер, и круг работает в режиме самозатачивания при весьма незначительном контакте связки с материалом, по величине $K_{ш}$ можно устанавливать сравнительную обрабатываемость любых твердых сплавов, а именно – большим значения $K_{ш}$ соответствует лучшая обрабатываемость. В условиях же обычного алмазного шлифования лучшая обрабатываемость может соответствовать меньшим значениям $K_{ш}$ – здесь сказывается фактор более медленного сглаживания рельефа круга, что позволяет ему сохранять разновысотность и уменьшить участие связки во взаимодействии с материалом более длительное время.

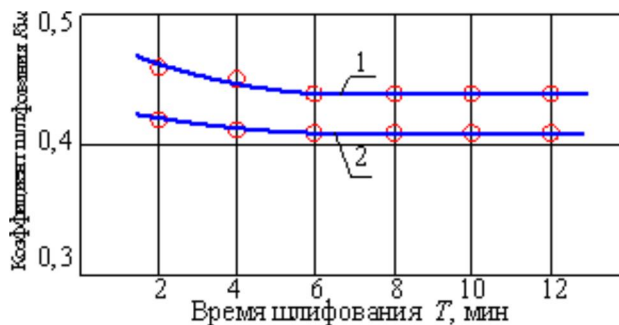


Рис. 4 – Влияние времени шлифования на коэффициент шлифования 1–VK6, 2 – «ВолКар»; $R_n=0,8$ МПа; $V=25$ м/с; круг 12A2-45° AC6 100/80 M1-01-4.

В заключении следует отметить, что несмотря на более низкую обрабатываемость, превалирующим фактором успешного применения наноструктурного твердого сплава «ВолКар» следует считать качественный фактор, выражающийся в суммарной технологической себестоимости, учитывающий как удельную себестоимость шлифования, так и себестоимость точения этим материалом, определяемую длиной пути резания.

Список литературы: 1. United States Patent 6,617,271, International Patent WO 2005/023729 A1. 2. Муцяно В. И., Островский В. И. Коэффициент шлифования как критерий оценки процесса // Тр. ВНИИАШ. – 1965. – № 1. – С. 64–67. 3. Зубарь В. П., Крюков В. К., Алмосов В. В. Исследование особенностей трения синтетических поликристаллических алмазов с конструкционными материалами // Резание и инструмент. – 1975. – Вып. 13. – С. 54–58. 4. Узунян М. Д., Краснощек Ю. С. Высокопроизводительное шлифование безвольфрамовых твердых сплавов. – М.: Машиностроение, 1988. – 83 с.

Поступила в редколлегию 15.07.2009