

Агу Коллинз, М. Д. Узунян, д-р техн. наук, Харьков, Украина

## **ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗНО-ИСКРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ С МИНИМАЛЬНЫМ ПРИМЕНЕНИЕМ СУХИХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СМАЗОК**

*Представлено результати дослідження процесу алмазно-іскрового шліфування твердих сплавів із застосуванням технології мінімального змащення. Показано, що використання сухого углеводородного середовища спеціального складу замість рідини поливом забезпечує меншу напруженість процесу та більшу працездатність алмазних кругів.*

*Представлены результаты исследований процесса алмазно-искрового шлифования твердых сплавов с применением технологии минимальной смазки. Показано, что использование сухой углеводородной среды специального состава вместо жидкости поливом обеспечивает меньшую напряженность процесса и более высокую работоспособность алмазных кругов.*

*Results of investigations of diamond-spark grinding of hard alloys with application of technology of minimum quantity lubrication are presented. It is shown that use of dry hydrocarbon agents of special composition instead of jet flushing is provided less intensity of the process and higher working capacity of diamond wheels.*

Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС) в настоящее время применяются в металлообработке в основном в качестве жидких сред поливом. При этом можно отметить, что в технически развитых странах расходы при использовании таких СОТС часто даже превышают расходы по использованию металлорежущих инструментов. Это связано с неизбежными затратами на приготовление СОТС, транспортировку, их дальнейшую регенерацию и утилизацию; кроме того, особенно в последнее время, первостепенное значение приобретают экологические аспекты, связанные с использованием СОТС, они могут быть токсичны, вредны для здоровья.

С учетом изложенного, если позволяют условия обработки резанием, применяется так называемая техника минимальной смазки или сухая обработка, что является весьма перспективным направлением [1].

Следует отметить, что если на операциях точения, торцевого фрезерования, сверления и некоторых других, технология минимального применения смазки и охлаждения, также как и сухая обработка применяется с различными соотношениями эффективности, то при обработке шлифованием по имеющейся информации применение минимальной смазки и охлаждения не эффективно, а сухая обработка вообще не рассматривалась.

Поэтому минимизация применения сухой твердой смазки особенно в таком технологическом процессе как алмазно-искровое шлифование и исследование его особенностей представляется важной производственной задачей. Более того, учитывая, что рассматриваются вопросы шлифования

твердых сплавов алмазными кругами на износостойкой и склонной к засаливанию металлической связке, поставленная задача представляется весьма актуальной.

Как известно, шлифование твердых сплавов кругами на металлических связках целесообразно производить с введением дополнительной энергии в зону резания в виде электрических импульсов с помощью специальных генераторов; это процесс алмазно-искрового шлифования (АИШ) [2], в котором в качестве наиболее распространенной рабочей среды используются 0,5–3 % водные растворы соды струйным поливом.

В дополнение к изложенным ранее недостаткам использования СОТС поливом применительно конкретно к процессу шлифования к ним можно отнести и следующее: неудобства и трудности, связанные с применением многопозиционных приспособлений, шлифованием и заточкой многолезвийных инструментов, практически закрытой зоной обработки, разбрызгиванием СОТС при выводе изделий из зоны контакта и другое.

Поэтому в качестве альтернативного способа с использованием принципа подачи сухой смазки в необходимом количестве вместо полива предложено применение твердых экологически чистых углеводородов различной модификации (парафиноподобные). Используемая сухая смазка является диэлектрической средой, способствует иницированию электрических разрядов, обеспечению устойчивого режущего рельефа рабочей поверхности алмазных кругов и достижению стабильных условий его взаимодействия с обрабатываемым материалом. Столбик необходимого сечения из подобранной смеси определенного состава различных углеводородов с помощью простого устройства с небольшим усилием (3–5 гр) прижимается и постоянно контактирует с рабочей поверхностью алмазного круга.

Для выбора оптимального варианта смеси различных углеводородов с позиций каплепадения использовались парафин, стеариновая кислота (стеарин) и себациновая кислота, имеющая наибольшую из перечисленных средств температуру каплепадения  $T = 134\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Эксперименты проводились с помощью установки, созданной на базе универсально-заточного станка ЗВ642. Для реализации процесса АИШ станок был модернизирован; обрабатывались пластины твердого сплава Т15126 формы 0227. Образцы шлифовались алмазным кругом 12А2-45АС6-100/80 М1-01-4. АИШ производились с обратной полярностью, энергия единичных разрядов составляла  $11 \cdot 10^{-4}$  Дж (частота импульсов 88 кГц); нормальное давление  $P_{\text{н}} = 1,2$  МПа, скорость резания  $V = 25$  м/с.

Результаты анализа различных вариантов использования углеводородных смазок в сравнении с применяемыми традиционными СОТС поливом (3 % содовый раствор воды) представлены в таблице.

Таблица – Значения показателей работоспособности алмазных кругов при различных диэлектрических средах

Диэлектрическая среда	Производительность $Q$ , мм <sup>3</sup> /мин	Относительный расход алмазов $q$ , мг/гр	Удельная себестоимость $C$ , коп/см <sup>3</sup>
СОТС, струйный полив	549,8	1,76	6,92
Стеарин	567,4	1,63	6,41
Себаценовая кислота	525,7	1,87	7,63
Смесь равных частей стеарина и себаценовой кислоты	628,3	1,52	6,14

На основании анализа результатов экспериментов с различными диэлектрическими средами установлено, что АИШ с использованием смеси равных частей стеарина и себаценовой кислоты можно считать наиболее целесообразным, так как при этом обеспечивается при большей производительности сравнительно меньшие значения удельной себестоимости и относительного расхода алмазов. Поэтому особенности взаимодействия алмазных кругов с обрабатываемым твердым сплавом при АИШ изучались с минимально подаваемой в зону резания сухой смазкой выявленного состава.

Удобным критерием, характеризующим особенности и напряженность процесса шлифования и отражающим состояние развитости режущего рельефа кругов, является коэффициент шлифования  $K_{ш}$ , который оценивается как отношение тангенциальной силы  $P_z$  к радиальной  $P_y$  [3, 4]. При постоянно задаваемой силе  $P_y$  (упругая схема шлифования), измерение силы  $P_z$  производилось с помощью специального динамометра.

Изучалось влияние различных факторов, а значит и различных условий контактного взаимодействия рабочей поверхности алмазного круга со шлифуемой поверхностью твердого тела.

Влияние нормального давления на  $K_{ш}$  представлено на рис. 1.

Увеличение нормального давления вызывает рост коэффициентов шлифования для обоих способов шлифования. Активный режущий рельеф алмазного круга при АИШ обеспечивает хороший уровень внедряемости микрокромки алмазных зерен в обрабатываемую поверхность твердого сплава, что способствует опережающему росту тангенциальной силы; это можно считать главным фактором, определяющим характер зависимостей.

Кроме того из графиков следует, что для способа шлифования с сухой углеводородной смазкой значения коэффициентов шлифования меньше во

всем диапазоне увеличения нормальных давлений. Это объясняется меньшим вкладом доли коэффициента трения между металлической связкой алмазного круга и твердым сплавом в общее значение коэффициента шлифования.

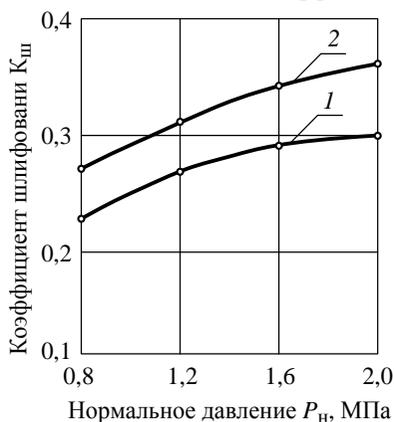


Рисунок 1 – Влияние нормального давления на коэффициент шлифования:

1 – сухая смазка; 2 – СОТС поливом.

Условия шлифования:  $V = 25$  м/с; круг 12A2-45AC6-100/80 M1-01-4

Зависимость  $K_{ш}$  от скорости шлифования для разных технологических сред в зоне резания характеризуется его практически незаметным изменением для СОТС поливом и увеличением для сухой углеводородной смазки (рис. 2).

Отмеченный характер изменения зависимости  $K_{ш}$  (кривая 2) объясняется постоянством сил резания, что, по-видимому, обусловлено практически неизменным значением коэффициента трения в зоне контакта алмазных зерен с твердым сплавом в зоне высоких скоростей взаимодействия. Известно также, что, например, при тонком алмазном точении материалов, не вступающих в адгезионное взаимодействие с алмазом, силы резания с ростом скорости точения не изменяются [5].

Увеличение коэффициента шлифования (кривая 1) при изменении скорости резания можно объяснить ростом мгновенного сечения среза, которое зависит от количества одновременно контактирующих рабочих зерен; число этих зерен определяется реальной шероховатостью обрабатываемой поверхности. Как известно шероховатость поверхности с ростом скорости резания снижается, что способствует меньшей вероятности мгновенного проскальзывания алмазных зерен и их микрокромки вне контакта с микронеровностями обрабатываемой поверхности твердого сплава и более полному контакту зерен по ширине с выступами микронеровностей. Увеличение вероятности удаления материала и числа контактирующих с ним

зерен при повышении скорости было установлено также при обычном абразивном шлифовании [6,7].

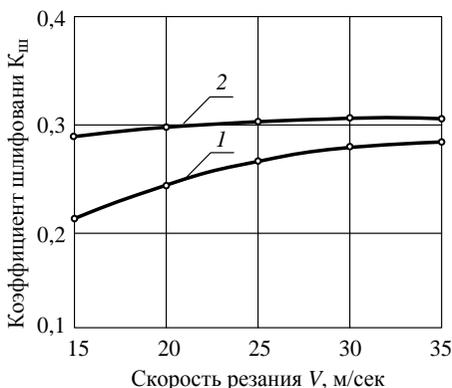


Рисунок 2 – Влияние скорости резания на коэффициент шлифования:  
1 – сухая смазка; 2 – СОТС поливом.

Условия шлифования:  $P_n = 1,2$  МПа; круг 12A2-45AC6-100/80 M1-01-4

Следовательно, изменяющиеся с увеличением скорости резания условия взаимодействия устойчиво развитого режущего рельефа алмазного круга с обрабатываемым материалом способствуют росту мгновенного сечения среза, а значит, и тангенциальной силы резания, что и вызывает повышение коэффициента шлифования. Кроме изложенных результатов экспериментов, объясняющих характер зависимостей, представленных на рис. 1 и 2, можно сделать общий вывод, что значения  $K_{ш}$  при АИШ твердых сплавов с сухой углеводородной смазкой меньше, чем при обычном шлифовании с СОТС поливом, а значит меньше и напряженность процесса шлифования.

**Список использованных источников:** 1. Якубов Ч. Ф. Упрочняющее действие СОТС при обработке металлов резанием / Ч. Ф. Якубов. – Симферополь: ОАО «Симферопольская городская типография», 2008. – 156 с. 2. Беззубенко Н. К. Место нового процесса алмазно-абразивно-искрового шлифования в ряду комбинированных электрохимических и электротехнических методов обработки / Н. К. Беззубенко // Резание и инструмент. – 1974. – Вып. 9. – С. 133–139. 3. Муцянюк В. И. Коэффициент шлифования как критерий оценки процесса / В. И. Муцянюк, В. И. Островский // Тр. ВНИИАШ. – 1965. – № 1. – 340 с. 4. Попов С. А. Алмазно-абразивная обработка металлов и твердых сплавов / А. С. Попов, Н. П. Малевский, А. М. Терещенко. – М. : Машиностроение, 1977. – 263 с. 5. Зубарь В. П. Исследование особенностей трения синтетических поликристаллических алмазов с конструкционными материалами / В. П. Зубарь, В. К. Крюков, В. В. Алмосов // Резание и инструмент – 1975. – Вып 13. – С. 54–58. 6. Королев А. П. Исследование процесса образования поверхностей инструмента и детали при абразивной обработке / А. П. Королев. – Саратов, 1975. – 189 с. 7. Новоселов Ю. К. Динамика формообразования поверхностей при абразивной обработке / Ю. К. Новоселов. – Саратов, 1979. – 232 с.

Поступила в редколлегию 20.01.2010