

Р.М. Стрельчук, канд. техн. наук, Харьков, Украина

РАБОТОСПОСОБНОСТЬ АЛМАЗНЫХ ЗЕРЕН ПРИ МИКРОРЕЗАНИИ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ ИЗ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЗЕРЕН МОНОКАРБИДА ВОЛЬФРАМА

Представлено результати досліджень по працездатності алмазних зерен при мікрорізанні твердих сплавів з нанорозмірних зерен монокарбиду вольфраму. Визначено залежність коефіцієнта працездатності алмазних зерен марки АС6 від товщини зрізу.

Представлены результаты исследований по работоспособности алмазных зерен при микрорезании твердых сплавов из наноразмерных зерен монокарбида вольфрама. Определена зависимость коэффициента работоспособности алмазных зерен марки АС6 от толщины среза.

The results of studies on the performance of the diamond grains in microcutting hard alloys of tungsten monocarbide nanoscale grains. The dependence of the coefficient of performance of the diamond grains АС6 brand of slice thickness.

ВВЕДЕНИЕ

Работоспособность алмазных шлифовальных кругов во многом определяется условиями и особенностями взаимодействия зерен с обрабатываемым материалом. Для получения достоверной информации наиболее удобно методически изучать это взаимодействие при микрорезании, то есть резании единичными алмазными зёрнами. Закономерности микрорезания, как правило, присущи процессу шлифования – массового резания – царапания, особенно при работе в режиме самозатачивания в условиях алмазно-искрового шлифования, когда контакт связки с обрабатываемым материалом весьма незначителен [1].

Исследованию механизма процесса резания, физико-механических свойств, количественной оценке режущей способности абразивных материалов на основе изучения резания единичным зёрном посвящены фундаментальные работы, заложившие основы алмазно-абразивного шлифования и выполненные Кузнецовым В. Д. [2], Полосаткиным Г. Д. [3], Масловым Е. Н. [4] и др.

Однако особенности резания единичными алмазными зёрнами твердых сплавов из наноразмерных зерен монокарбида вольфрама изучены недостаточно.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Микрорезание осуществлялось единичными алмазными зёрнами, которые с помощью эпоксидного клея приклеивались к специальной

державке, закрепляемой с помощью резьбового соединения на торце диска. Условия взаимодействия зерен с обрабатываемым материалом определялись конкретной целью эксперимента. Применялось микрорезание, соответствующее реальным условиям работы зерна в круге.

Работоспособность зерен исследовалась при торцовом микрорезании сплава «ВолКар» с различными толщинами среза (z). Схема торцового микрорезания представлена на рис. 1.

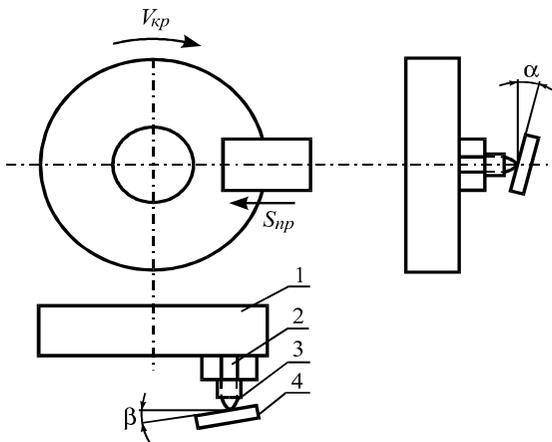


Рисунок 1 – Схема торцового микрорезания

Оправка 2 с зерном 3 завинчивается в торец диска 1; при перемещении образца 4 зерно наносит на его доведенную поверхность ряд последовательных рисок. Образец устанавливается таким образом, что каждый срез начинается с нулевой глубины микрорезания, а последующий срез отличается от предыдущего большей глубиной. Это обеспечивается установкой образца 4 под углами α и β с помощью специального приспособления. Эксперименты проводились на универсально-заточном станке 3Д642Е. На шпинделе станка устанавливался и закреплялся диск, частота вращения которого при диаметре траектории зерна 150 мм составляла 2550 об/мин. Резание производилось единичным зерном АС6 с размером 250/200 мкм.

Алмазное зерно приводили в соприкосновение с обрабатываемой поверхностью, затем осуществляли подачу на определенную глубину, производили резание канавки. После каждого прохода зерну вновь сообщалась необходимая подача на глубину и прорезалась следующая риска-царапина (рис. 2). Затем измерялась фактическая глубина прорезанных канавок. Объем снятого материала определялся с помощью профилограмм поперечных сечений рисок и известного пути микрорезания. Площадь

поперечного сечения среза определялось расчетным путем по найденной глубине риски-царапины и принятой форме режущей кромки. Износ зерен оценивался сравнением внешнего контура его поверхности до и после микрорезания в проходящем свете на микроскопе ПМТ-3. По размерному износу определялся объем изношенной части зерна в зависимости от ее соответствия в подходящей геометрической фигуре.



Рисунок 2 – Микрофотография риски-царапины на поверхности сплава «ВолКар»;
Условия работы: зерно АС6 250/200; $V = 25$ м/с

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Следует заметить, что в процессе самозатачивания статистически устойчивого режущего рельефа достижение активного выступания алмазные зерна будет работать с различными толщинами среза. Поэтому при расчетном моделировании износа круга появляется необходимость учитывать коэффициент работоспособности зерна не при какой-то постоянной глубине микрорезания или толщине среза, а его функциональную зависимость от нее. В этом случае расчет будет соответствовать износу активных рабочих, контактирующих с материалом зерен, что и определит адекватный размерный износ алмазного круга в установленном режиме шлифования. Оценивалось среднее значение работоспособности по результатам экспериментов для 10 различных зерен одной марки и размера.

Обработка экспериментальных данных позволила выявить зависимость коэффициента работоспособности зерен марки АС6 от толщины среза z :

$$R(z) = 688,03 + 4733,4z - 6382,1z^2 + 2228,3z^3$$

Графическая интерпретация расчетных по формуле значений коэффициента R от толщины среза представлена на рис. 3.

Как видно, наилучшие результаты по работоспособности алмазных зерен достигаются в диапазоне толщины среза $z = 0,3-0,8$ мкм. При меньших толщинах среза z износ зерен превалирует по сравнению с объемом снятого материала, по всей видимости, в связи с большими значениями условных напряжений резания, вызывающих микровыкрашивание контактирующих с материалом микрокромки. При больших значениях толщин среза, несмотря на снижение условных напряжений резания, на работоспособности зерен отражается потеря более крупных его элементов, что связано с возрастающим усилием резания и общей динамической нагрузкой на вершины зерен.

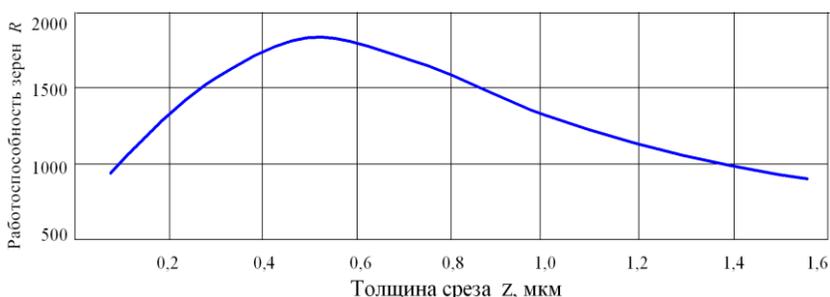


Рисунок 3 – Влияние толщины среза на работоспособность алмазных зерен при обработке наноструктурного твердого сплава «ВолКар»
Условия шлифования: зерно АС6 250/200; $V = 25$ м/с

Представленная зависимость коэффициента работоспособности алмазных зерен марки АС6 от толщины среза используется для расчета объема износа зерен в кругах на металлической связке М1-01.

Список использованных источников: 1. Семко М. Ф., Узунян М. Д. и др. Работоспособность алмазных кругов. – К.: Техніка, 1983. – 96 с. 2. Кузнецов В. Д., Полосаткин Г. Д., Калашиников М. Н. Изучение процесса резания при сверхвысоких скоростях // Физика металлов и металловедение. – 1960. – Вып. 3. – С. 78–93. 3. Полосаткин Г. Д., Соломеин И. А. Исследование механизма образования микроцарапины на металлах в диапазоне скоростей от 0,02 до 120 м/с // Склерометрия. – М.: Наука, 1968. – С. 65–71 4. Маслов Е. Н. Теоретические основы процесса царапания металлов // Склерометрия. – М., 1968. – С. 24–44.

Bibliography (transliterated): 1. Semko M. F., Uzunjan M. D. i dr. Rabotosposobnost' almaznykh krugov. – K.: Tehnika, 1983. – 96 s. 2. Kuznecov V. D., Polosatkin G. D., Kalashnikov M. N. Izuchenie processa rezaniya pri sverhvysokih skorostjakh // Fizika metallov i metallovedenie. – 1960. – Vyp. 3. – S. 78–93. 3. Polosatkin G. D., Solomein I. A. Issledovanie mehanizma obrazovaniya mikrocarapiny na metallah v diapazone skorostej ot 0,02 do 120 m/s // Sklerometrija. – M.: Nauka, 1968. – S. 65–71 4. Maslov E. N. Teoreticheskie osnovy processa carapanija metallov // Sklerometrija. – M., 1968. – S. 24–44.

Поступила в редколлегию 26.05.2014