

**ПРОЦЕССЫ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
АЛМАЗНО-АБРАЗИВНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА
С МОНОКРИСТАЛЛОМ АЛМАЗА ПРИ ШЛИФОВАНИИ**

П.А. КОСТЮКЕВИЧ, А.М. КУЗЕЙ, В.Я. ЛЕБЕДЕВ, А.В. ФРАНЦКЕВИЧ
**ГНУ «Физико-технический институт Национальной академии
наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь**

Методами электронной сканирующей микроскопии изучены процессы контактного взаимодействия алмазных зёрен алмазно-абразивного инструмента с монокристаллом алмаза при шлифовании. Ведущий механизм изнашивания алмазных зёрен проявляется как абразивное изнашивание нарушенного слоя, образующегося в результате процессов усталостного и хрупкого разрушения.

Эффективность использования алмазно-абразивного инструмента принято оценивать по трём основным показателям: качеству обработанной поверхности, режущей способности, удельному расходу алмазов. В ряде случаев, в том числе и при шлифовании сверхтвёрдых материалов, постоянные значения режущей способности поддерживаются искусственно – дополнительным механическим, химическим, электрохимическим воздействием на алмазосодержащий композиционный материал. Иным способом поддержания стабильных значений режущей способности алмазно-абразивного инструмента является разупрочнение приповерхностного слоя связки вследствие порообразования при взаимодействии со смазочно-охлаждающей жидкостью в процессе шлифования.

Методами электронной сканирующей микроскопии изучены процессы контактного взаимодействия алмазно-абразивного композиционного материала с монокристаллом алмаза при круглом шлифовании. Монокристалл алмаза массой 0,170 г шлифовали на круглошлифовальном станке марки ШП – 6 при скорости вращения алмазно-абразивного круга формы 1А1 (150×5×6×32, АС – 6, 100/80, 150 отн. %) 200 об/мин и частоте осцилляции кристалла по поверхности алмазно-абразивного круга 10 двойных ходов в минуту. В серии предварительных экспериментов была определена скорость подачи круга, при которой режущая способность составляла 1 мг/мин после 4 минут шлифования. После 4, 8, 16 минут шлифования режущая способность инструмента составила 1; 1,1; 0,9 мг/мин соответственно. Анализ морфологии поверхности монокристалла алмаза после шлифования показал, что она представляет собой совокупность борозд и гребней со сглаженными вершинами, ориентированными в направлении шлифования, на фоне которых расположены углубления различной формы и размеров (рис. 1 а).

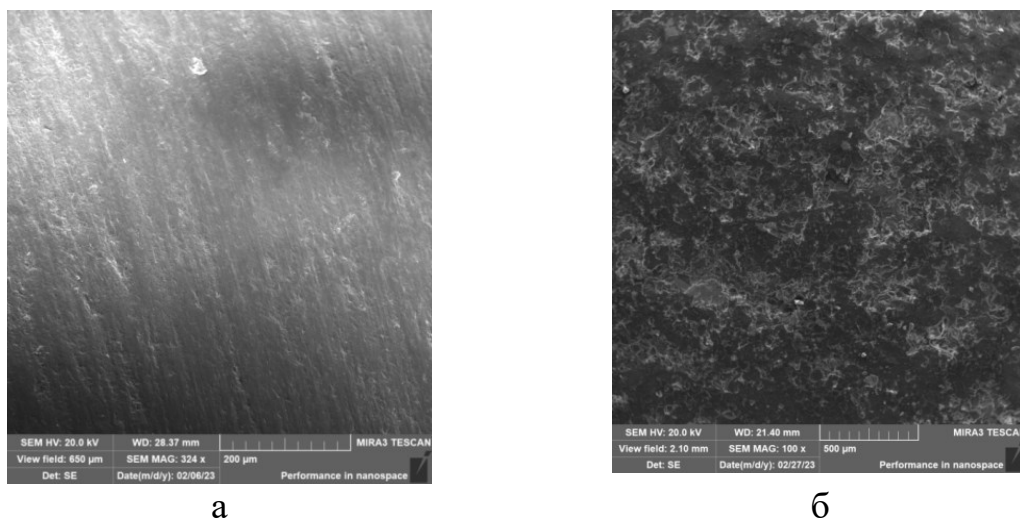


Рисунок 1. – Морфология поверхности монокристалла алмаза (а) и алмазосодержащего композиционного материала (б)

Морфология поверхности изнашивания алмазосодержащего композиционного материала представляет собой участки связки со следами изнашивания, в которых расположены алмазные зёрна (рис. 1 б). Большая часть алмазных зёрен имеет плоские вершины, алмазные зёрна с острыми вершинами и гранями расположены в углубления изношенной связки (рис. 1). На отдельных участках алмазосодержащего композиционного материала прослойки связки изношены по границам алмазных зёрен. Размеры этих участков достигают 300 мкм (рис. 2).

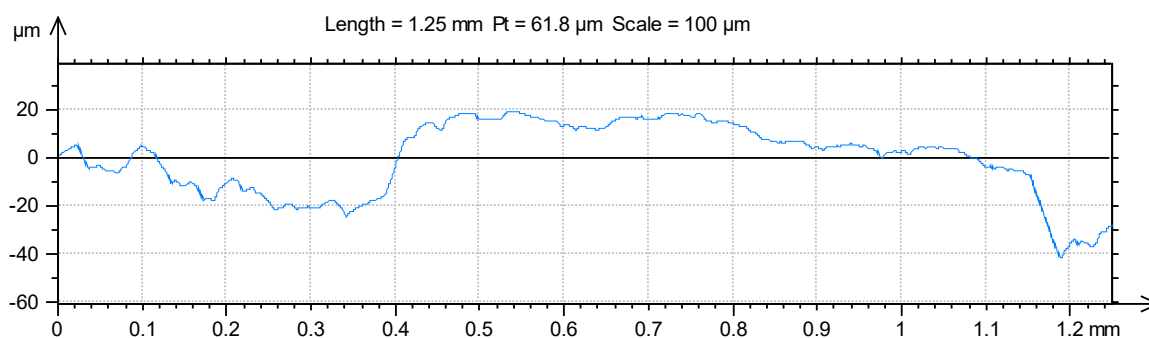


Рисунок 2. – Профилограмма поверхности алмазосодержащего композиционного материала

Размеры углублений на поверхности алмазосодержащего композиционного материала не превышают 20 мкм (рис. 2).

В макроскопическом масштабе (просмотр при увеличении $\times 10$) морфология шлифованной поверхности монокристалла подобна морфологии поверхностей твёрдых сплавов и вязких материалов после алмазно-абразивного шлифования. В обоих случаях на изношенных поверхностях присутствуют борозды и выступы, ориентированные в направлении шлифования, однако на поверхности монокристалла борозды состоят из нескольких отдельных углублений (рис. 1 а). На поверхности алмазосодержащего композиционного материала большая часть алмазных зёрен с острыми вершинами и гранями расположены в углублениях связки (рис. 1, б).

Характер перемещения монокристалла по поверхности алмазосодержащего композиционного материала (осцилляция) предполагает равномерно, силовое (динамическое) воздействие на связку. Неравномерное изнашивание связки алмазосодержащего композиционного материала можно связывать с колебаниями в системе монокристалл – инструмент – станок.

Стабильные значения режущей способности алмазно-абразивного инструмента при шлифовании монокристалла, незначительное количество (~ 15 мас. %) крупных осколков алмазных зёрен в шламе дают основания считать, что в процессе изнашивания монокристалла участвуют и алмазные зёрна с плоскими вершинами. Участки сколов на зёрнах с плоскими вершинами свидетельствуют о том, что их разрушение происходит в результате множественных соударений с поверхностью монокристалла. Динамическим характером контактного взаимодействия алмазных зёрен с монокристаллом объясняется формированием борозд и гребней с плоскими вершинами на его поверхности.

Множественные соударения вершин алмазных зёрен с поверхностью монокристалла образуют микроскопические области сжатия-растяжения в местах соударений. Увеличение числа циклов сжатия-растяжения приводит к образованию отдельных микротрещин, затем сети из микротрещин и образованию приповерхностного нарушенного слоя [1].

Соударения выступающих над связкой алмазных зёрен с острыми вершинами (гранями) с приповерхностным нарушенным слоем монокристалла приводят к их внедрению в кристалл и перемещению в нём. Перемещение вершины в нарушенном слое сопровождается выкрашиванием субблоков алмаза и образованием на поверхности кристалла углублений, гребней с плоскими вершинами и борозд. Образование подобных микрорельефов является характерным признаком механизма абразивного изнашивания. Однако, этот механизм изнашивания реализуется после протекания двух иных процессов усталостного разрушения (стадия образования отдельных микротрещин) и хрупкого разрушения (стадия образования сети микротрещин).

ЛИТЕРАТУРА

1. Косенок Я.А. Исследование приповерхностного нарушенного слоя в пластинах монокристаллического кремния после химико-механической полировки / Я.А. Косенок, В.Е. Гайшун, О.И. Тюленкова // Проблемы физики, математики и техники гомель. гос. ун-та. – 2018. – №4. – С. 25 – 30.