

УДК

А.П. Дубинина

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ
НА КАЧЕСТВО ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ АЛМАЗОВ
ПРИ ГРУППОВОЙ ОГРАНКЕ**

Семинар № 18

Россия, занимая первое место в мире по объему разведанных запасов алмазов, с конца 1990-х годов активно развивает отечественную гранильную промышленность. В соответствии с правительственной концепцией реформы алмазно-бриллиантового комплекса добыча алмазов в Российской Федерации к 2006 году должна увеличиться до 2 млрд долл. в год по сравнению с почти 1,5 млрд. долл.. Поэтому актуально развивать обрабатывающую отрасль и экспортировать готовые изделия, нежели алмазное сырье, так как в России добывается примерно 20 % мирового объема алмазов. Особое значение при этом приобретает качество бриллиантов и повышение производительности производства.

В настоящее время появилась возможность обрабатывать высокотвердые материалы в режиме пластичного шлифования, при котором поверхность обрабатываемого изделия получается с такими же характеристиками как после полирования. Данная технология огранки высокотвердых материалов, таких как алмаз, осуществляется на многокоординатном станочном модуле с ЧПУ на основе использования компьютерного управления. При этом в зависимости от цели применения обработанного алмаза могут быть использованы различные технологические приемы и режимы шлифования.

Решение проблемы повышения производительности ограночных операций состоит в автоматизации процесса одновременной групповой огранки алмазов. Чтобы автоматизировать групповую огранку

необходимо осуществить диагностику этого процесса, прежде всего при обработке каждого отдельного алмаза в реальном масштабе времени с учетом конкретных анизотропных характеристик обрабатываемой поверхности относительно вектора скорости резания. Для этого необходимо формализовать процесс диагностики, сделать его объективным и независимым от субъективных оценок огранщика. Автоматизация данной технологии возможна на основе постоянного контроля параметров пластичного шлифования с тем, чтобы в нужный момент оперативно внести соответствующие коррективы в этот процесс.

Суть модели пластической деформации кристалла в мезообъемах при шлифовании состоит в следующем. При внешнем упорядоченном воздействии зерен шлифовального на поверхность кристалла действуют касательные напряжения, которые на микромасштабном уровне создают сдвиг кристаллической решетки (рис. 1, *а*). При этом происходит движение атомов кристаллической решетки по плоскости скольжения и на краю возникает деформационная дислокация. Со стороны атомов кристаллической решетки возникает моментное напряжение, которое порождает поворот данных дислокационных структур, из которых формируется мезообъем. (рис. 1, *б*).

При дальнейшем воздействии единичные мезообъемы, движущиеся в релаксационном режиме по схеме «сдвиг + материальный поворот», локализируются в полосы локальной пластической деформации

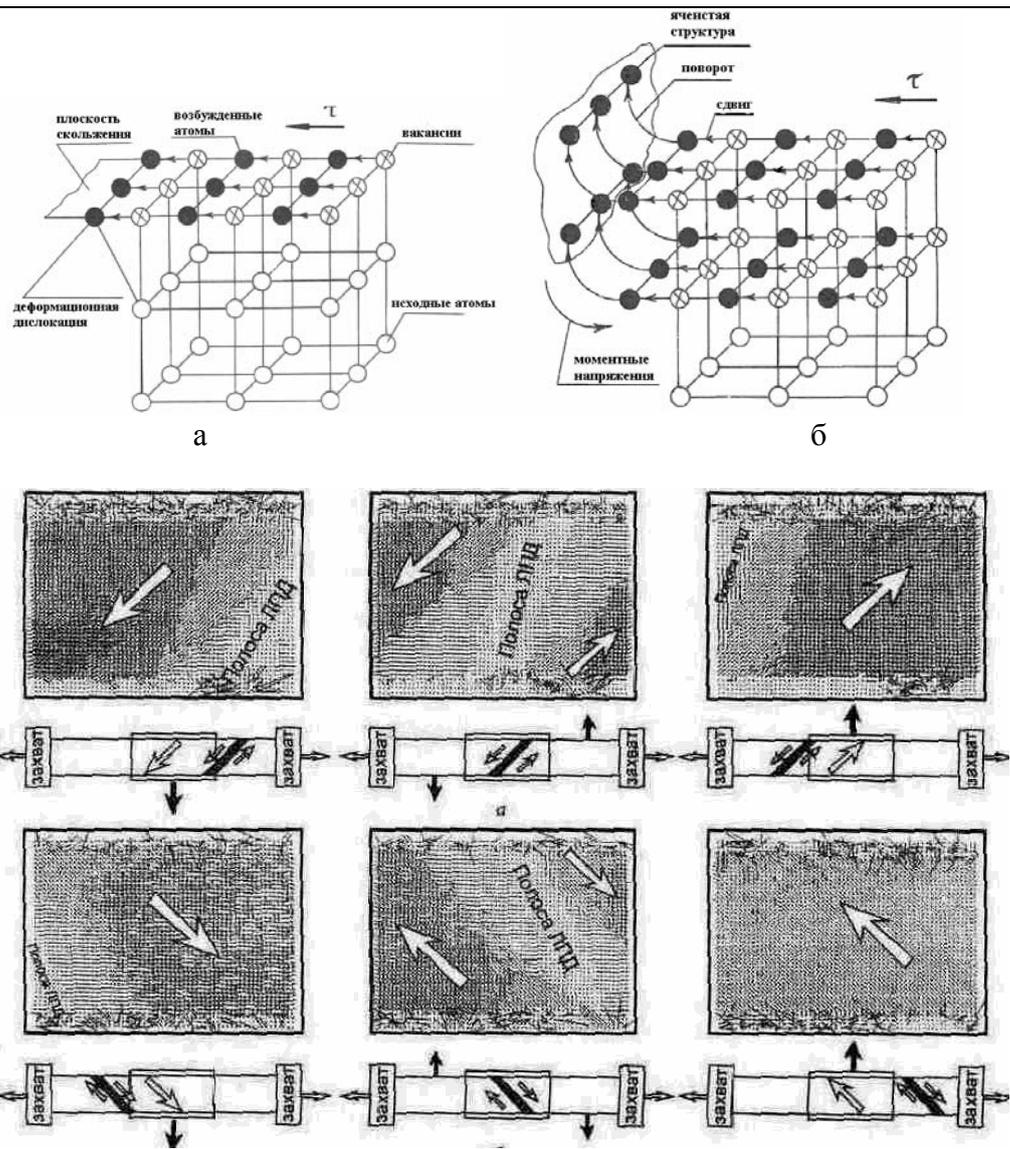


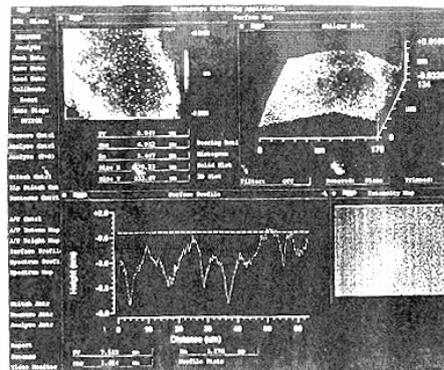
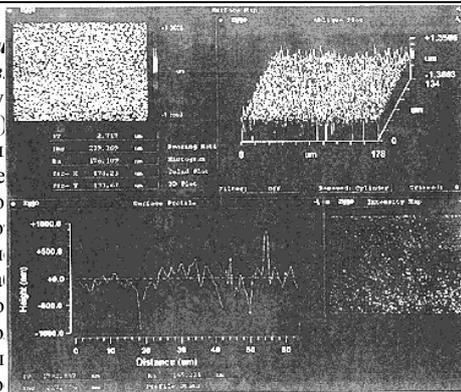
Рис. 1. Этапы пластической деформации: а) образование деформационной дислокации; б) формирование ячеистой структуры на мезоуровне; в) направление движения полос локализованной пластической деформации

(рис. 1, в). В конце периода синхронного накопления усталости исходная структура преобразуется в одновременно срезаемое со всей указанной площади множества из единичных пластически деформирован-

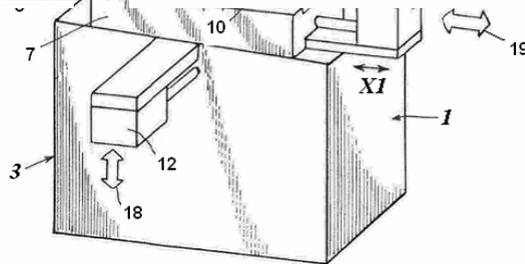
ных частичек основного кристалла с формированием при этом бездефектной структуры приповерхностного слоя.

Деформированное твердое тело является многоуровневой иерархической самоорганизующейся системой, в которой микро-, мезо- и макроуровни взаимосвязаны. Из экспериментов, проведенных на кристаллах алмаза, установлено, что в процессе шлифования кристалла в соот-

Р
И
З
Р
У
(2)
Д
Л
М
Е
П
О
К
О
С
П
Р
А
Н
О
Д
О
П
Л
К
О



привод (13) перемещения суппорта со столом по координатной оси Z станка по нормали к плоскости формообразования; привод (14) вращения приспособления для крепления режущего инструмента (шлифовального круга) и средство числового программного управления (15); а также управляющие выходы (16, 17, 18, 19).



в соответствии с принятой моделью пластичного резания воздействие на кристалл происходит на всех уровнях. На микроуровне происходит воздействие зерном режущего инструмента в точку обрабатываемой поверхности. На мезоуровне происходит раскачивание мезообъема (0,05 мкм) при этом постепенно нарушается сдвиговая устойчивость. Срыв поверхности происходит с площади диаметром 20-25 мкм (макроуровень). Практическая реализация такой модели приводит к последовательному периодическому дискретному удалению одного слоя за другим в виде множества отдельных единичных мезообъемов в каждом таком слое с площади макромасштабного уровня.

Технология размерно-регулируемого шлифования в режиме пластического деформирования реализована под руководством к.т.н. Коньшина А.С. на станке АН15Ф4 (рис. 2), в котором создана упругая обрабатываемая система, обеспечивающая достаточную жесткость, высокую разрешающую способность и стабиль-

ность дискретного перемещения исполнительных органов.

При групповой обработке изделия должны быть установлены таким образом, чтобы при продольном перемещении вдоль координатной оси X станка с заданным шагом, ни одно из одновременно обрабатываемых изделий не выходило из-под производящей инструментальной поверхности шлифовального круга.

В условиях автоматизированной групповой обработки алмазов в бриллианты применяют тестовые методы определения статических (характеризующих размерные параметры) и динамических (характеризующих шероховатость обрабатываемой поверхности) параметров процесса пластической деформации, которые дают возможность диагностировать и прогнозировать состояние режимов резания путем математического анализа средствами персонального компьютера в системе числового программного управления (ЧПУ) станка, связывающего выходные и входные параметры системы резания.

При этом в качестве регулирующего воздействия используется интенсивность удаления припуска по определенному алгоритму, обеспечивающему получение заданных выходных параметров, которая определяется для каждого k -того обрабатываемого изделия отдельно. Основным параметром для диагностирования процесса шлифования в математической модели обработки рассматривается постоянная времени переходных процессов резания в упругой обрабатывающей системе каждого k -го одновременно обрабатываемого изделия.

Рис. 3. Фото поверхности алмаза: а) до обработки, б) после обработки

Данный параметр корректируется компьютерным вычислением, а затем задают обрабатывающей системе станка управляющую программу динамического нагружения для каждого отдельного из k одновременно обрабатываемых изделий соответствующими повторно скорректированными параметрами интенсивности съема основной части припуска и осуществляют одновременный процесс обработки всех изделий на таких режимах.

Система уравнений, определяющих постоянную времени, непрерывно в реальном времени анализируется численными методами в устройстве ЧПУ шлифовального станка путем соответствующей переработки информации об упругих де-

формациях в обрабатывающей системе, поступающей с пьезоэлектрических датчиков. Это позволяет постоянно диагностировать и контролировать основные технологические параметры бездефектного шлифования автономно на каждом отдельном изделии в процессе их одновременной групповой обработки.

Качество обрабатываемых поверхностей зависит от технологических режимов обработки, таких как продольная скорость перемещения, скорость вращения шлифовального круга, давление на обрабатываемую поверхность, от зернистости шлифовального круга. На рис. 3 показаны фотографии алмаза до и после обработки на станке АН15Ф4. Перед обработкой шероховатость поверхности была 165 нм, а после шлифования шероховатость составила 1,28 нм.

В соответствии с принятой моделью физической мезомеханики в результате применения диагностирования параметров огранки при автоматизации выбора рациональных режимов обработки возможна обработка алмазов в твердом направлении. При этом получают обработанные поверхности высокого качества. Поэтому на данном станке можно обрабатывать алмазное сырье малых фракций групповым способом, что существенно повысит рентабельность ограночных производств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сильченко О.Б., Коньшин А.С. Моделирование процессов бездефектного резания алмазов на принципах физической мезомеханики. Труды Научно-практической конференции МГГУ «Неделя горняка – 99», с. 6.

2. Сильченко О.Б., Дубинина А.П. Критическая технология размерно-регулируемой бездефектной обработки твердоструктурных минералов микрошлифованием. Материалы конференции «Геомеханика», Польша, Устронь, 2003.

Коротко об авторах

Дубинина А.П. – аспирантка, кафедра «Технология художественной обработки материалов», Московский государственный горный университет.